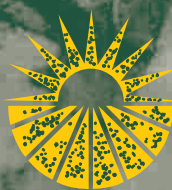


UNA ALTERNATIVA PARA EL MUNDO RURAL DEL TERCER MILENIO

Valencia, del 21 al 26 de septiembre de 1.998

**ACTAS DEL
III CONGRESO DE
LA SOCIEDAD
ESPAÑOLA DE
AGRICULTURA
ECOLÓGICA**



SEAE



Reconocimiento – NoComercial – CompartirIgual (by-nc-sa):
No se permite un uso comercial de la obra original ni de las
posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe
hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.

PREÁMBULO

Fernando Pomares García

Coordinador de la Comisión Organizadora

El modelo de agricultura intensiva predominante en los países más avanzados, surgido a partir de mediados del siglo XX, con las innovaciones tecnológicas atribuidas a la conocida «Revolución Verde» es un sistema productivista que exige un alto consumo de factores de la producción tales como fertilizantes minerales, productos fitosanitarios, combustibles, recursos naturales, etc., y que presenta un alto impacto ambiental, sobre el suelo: erosión, salinización y contaminación, sobre las aguas: eutrofización y contaminación, y sobre la biodiversidad.

Ante la magnitud de los problemas ambientales se viene cuestionando el modelo de agricultura intensiva desde distintas instancias profesionales, académicas e incluso políticas (la Unión Europea). Poniéndose de manifiesto la necesidad de desarrollar sistemas agrarios alternativos, que sean «sostenibles», «sustentables» o «duraderos», de forma que el objetivo de producir suficiente cantidad de alimentos para la población humana en creciente aumento sea compatible con el de máxima calidad y el mantenimiento de la estabilidad de los agrosistemas.

La Agricultura Ecológica es un sistema agrario idóneo para un modelo económico de Desarrollo Sostenible, que se viene revelando como un sistema agrario viable en los distintos sectores que presenta una tendencia de crecimiento alto y constante, lo que permite efectuar previsiones bastante optimistas sobre la evolución futura del sector para los próximos años.

En este III Congreso de la SEAE, celebrado en Valencia se ha mantenido la estructura básica de los anteriores, celebrados en Toledo y Pamplona. El programa ha consistido en una serie de talleres de carácter teórico-práctico, realizados durante los dos días previos al congreso propiamente dicho, en los temas:

1. Técnica de cultivo tradicional en la Huerta de Valencia, impartido en Alboraya (Valencia).
2. Contaminación ambiental, realizado en el CEAM y la Granja Escuela «La Peira», en Benifayó (Valencia).
3. Técnicas de manejo de insectarios, impartido en el Servicio de Sanidad Vegetal, Silla (Valencia).
4. Técnicas de Agricultura Ecológica en los agrosistemas de regadío, realizado en la Estación Experimental Agraria de Carcagente (Valencia)
5. Etnobotánica y Agricultura Ecológica, impartido en la Estación Experimental Agraria de Carcagente (Valencia).
6. Sobre la observación, realizado en «La Casona», Vall de l'Aguart (Alicante)

Durante los tres días del congreso, se han desarrollado distintas sesiones de trabajo con presentaciones orales (ponencias y comunicaciones) y presentaciones en paneles (carteles), en los temas siguientes:

1. Agroecología como ciencia.
2. Valores agroecológicos en los sistemas agrarios
3. Producción y sanidad vegetal
4. Suelos y fertilización
5. Sanidad y nutrición
6. Recursos fitogenéticos
7. Ganadería
8. Contaminación ambiental
9. Educación y formación.

También se incluyó en la programación una Mesa Redonda sobre Agricultura Ecológica con la participación de representantes tanto de los Partidos Políticos como de las Asociaciones Profesionales Agrarias de la Comunidad Valenciana.

A modo de actividades post-congreso se programaron tres visitas de campo a distintas comarcas de la Comunidad Valenciana:

1. Huerta de Valencia-Campo de Liria
2. Requena-Utiel
3. Vinalopó (Alicante)

En la organización del congreso además de la SEAE colaboraron las siguientes entidades:

- Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (I.V.I.A.)
- Servicio de Sanidad y Certificación Vegetal
- Servicio de Desarrollo Tecnológico Agrario
- Federación de Cooperativas Agrícolas Valencianas (FE.CO.AV)
- Comité de Agricultura Ecológica de la Comunidad Valenciana (C.A.E.-C.V.)
- Asociación para el Desarrollo de la Agricultura Ecológica (A.D.A.E.)
- Centro Rural de Información Europea (C.R.I.E.)
- Centro de Estudios Rurales y Agricultura Internacional (C.E.R.A.I.)

También se contó con el apoyo económico de un grupo de copatrocinadores:

- Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación
- Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria
- Caja Rural Valencia
- Caja de Ahorros del Mediterráneo (CAM)

- Bancaja
- Euroagro
- Levante Agrícola
- Editorial Mundi-Prensa

Desde aquí quisiéramos agradecer en nombre del Comité Organizador a todos los patrocinadores y colaboradores su apoyo recibido. También se desea agradecer a todos los participantes: autoridades invitadas, conferenciantes, ponentes, responsables de los talleres, moderadores, colaboradores en la intendencia, etc.

Finalmente, quisiéramos reiterar nuestro agradecimiento a la Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación que entre otros apoyos, ha hecho posible la publicación de este Libro de Actas. Y es justo también agradecer el enorme esfuerzo realizado por Remedios Albiach Vila y Rodolfo Canet Castelló en la revisión y preparación del texto.

PRÓLOGO

Ramón Meco Murillo

Presidente de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica

Conseguir la sostenibilidad de los sistemas productivos agrarios, es el reto más importante que persigue la Agroecología, como ciencia que trata de conjugar la producción de alimentos con la dignidad de los agricultores.

La Sociedad Española de Agricultura Ecológica, con la celebración en la ciudad de Valencia, origen de un sistema productivo ejemplar durante siglos como la huerta, del III Congreso, cuyas actas presentamos, trata de contribuir a la divulgación de los trabajos que tanto técnicos como científicos presentaron y nos entregaron, como fruto de la colaboración necesaria con los protagonistas principales que son los agricultores.

Esperamos que estas páginas llenas de ilusión y esperanza sirvan también para convencer y animar a los jóvenes técnicos y graduados en disciplinas agrarias y medioambientales, ante un campo para la investigación y experimentación con un enorme futuro. Afortunadamente, la sociedad cada vez más sensible a los problemas ambientales derivados de un manejo inadecuado de los recursos, demandará con seguridad expertos en técnicas sostenibles y ecológicas de producción que permitan la conservación de los recursos naturales.

CONTENIDO

01.- M. Pajarón. Valores agroecológicos de los sistemas agrarios actuales: el olivar	17
02.- P. Girona. Valores agroecológicos de la agricultura tradicional valenciana: el arroz	31
03.- J. Quilis Siurana. Valores agroecológicos de la huerta de Valencia: las acequias	41
04.- I. Torres, Y. Pouliquen y F. Malvar. Valores agroecológicos de las praderas en Galicia	45
05.- A. C. Perdomo Molina. Ejemplos de la diversidad biológica, ecológica y cultural del agrosistema ganadero tradicional de Los Rodeos (Tenerife-Islas Canarias)	61
06.- C. Zaragoza, J. Aibar, J. Cavero, P. Ciria, M. V. Cristobal, A. de Benito, A. García Martín, G. García Muriedas, J. Hernández, J. Labrador, C. Lacasta, A. Lafarga, J. A. Lezaun, R. Meco, A. Moyano, M. J. Negro, M. L. Solano, F. Villa e I. Villa. Manejo ecológico de agrosistemas en secanos semiáridos. Resultados de doce ensayos sobre fertilización y escarda	75
07.- R. Meco, C. Lacasta, E. Estalrich y G. Garcia-Muriedas. La Agricultura Ecológica en cereales, una alternativa para zonas semiáridas..	83
08.- L. Hurtado Ruiz, J. M. Ayanz Jurado. Comparación de los beneficios por hectárea del cultivo convencional y el cultivo ecológico del olivar en los primeros años de reconversión	95
09.- M. P. Suárez, E. P. López, J. Ordovás, I. Pérez e I. Aguirre. Utilización de distintos productos para mejorar el enraizamiento en estaquillado semileñoso en olivo	101
10.- S. Cubero e I. Amián. Asociación de maíz con alfalfa. Experiencia Piloto en Agricultura Ecológica. «Finca El Aguilarejo» Diputación de Córdoba	105
11.- A. Domínguez y J. Roselló. Comportamiento de la asociación tradicional lechuga-coliflor con técnicas ecológicas; diferencias respecto a su monocultivo	115
12.- P. Domínguez Gento y A. Domínguez Gento. Jardinería ecológica: Necesidad y criterios básicos	121
13.- A. Moyano, M. Benito, N. Carramiñana y M^a P. Ciria. Control mecánico de malas hierbas y su efecto sobre la producción de cebada y trigo en Soria	129
14.- F. Villa Gil, J. A. Sasot Bayona, R. Balduque Martín y G. Valencia Sancho. Ensayo de control de <i>Cydia pomonella</i> o <i>Carpocapsa</i> combinando tratamientos biológicos y confusión sexual sobre peral y manzano en Aragón	135

15.- J. Calvillo. Los míridos del G. <i>Dicyphus</i> depredadores naturales en el control biológico del cultivo de tomate en invernadero: pautas para la gestión de agroecosistemas	143
16.- J. García-Jiménez, A. Vicent, J. Busto, M. J. Moya, R. Sales y J. Armengol. Uso de la termoterapia para el control de la podredumbre negra de la chufa (<i>Cyperus esculentus</i> L.) causada por <i>Rosellinia necatrix</i> Prill	157
17.- N. Pérez Hidalgo y M. P. Mier Durante. Curvas de vuelo de algunos áfidos (Homoptera, Aphididae), plagas potenciales de cultivos de leguminosas, en la vega del río Tuerto (León)	167
18.- T. Campos, J. Rosello, M. D. Gomis, M. R. Hermosa, I. Grandona y E. Monte. Control biológico de la podredumbre húmeda de la lechuga, mediante la aplicación al agua de riego del hongo antagonista <i>Trichoderma</i> spp	179
19.- T. Campos y J. Roselló. Estudio preliminar de los aislamientos de los hongos <i>Chaetomium elatum</i> y <i>Chaetomium globosum</i> como antagonistas frente a <i>Rhizoctonia solani</i>	185
20.- M. J. Molina, M. D. Soriano y J. V. Llinares. La degradación de las propiedades del suelo en relación a su uso en dos sistemas agroforestales de la Comunidad Valenciana: implicaciones ecológicas ante un hipotético cambio climático	191
21.- S. de Alba Alonso. El arrastre del suelo durante las prácticas de laboreo con vertedera en laderas con pendiente, un proceso per se de degradación física del suelo: erosión por laboreo	203
22.- F. Ingelmo, M. Villalba y F. Pomares. Retención de agua en suelos de cítricos con manejo ecológico y con manejo convencional. Modelos de regresión	215
23.- L. Suances, J. Pérez-Sarmentero y A. Molina. Actividad enzimática de esterases, fosfatasas y β -galactosidasas en suelos de tres fincas de pastos permanentes con diferente altitud	223
24.- R. Albiach, A. Gómez, F. Pomares y R. Canet. Efecto del tipo de fertilización sobre la actividad biológica del suelo en reconversión a la agricultura ecológica	231
25.- G. Rocuzzo, F. Pomares, M. Estela, F. Tarazona, M. O. Sala, R. Albiach, T. Campos, C. Diego, V. Borrás y D. Yuste. Calidad del suelo en huertos de cítricos ecológicos	239
26.- F. Pomares, M. Estela, F. Tarazona, M.O. Sala y R. Canet. Estado de contaminación por metales pesados en suelos de cítricos con cultivo ecológico	247
27.- E. Farrús, M. J. Rebassa, J. M. Soler y J. Vadell. Relaciones entre parámetros fisicoquímicos de las tierras de cultivo en explotaciones de Agricultura Ecológica de la isla de Ibiza	253

28.- E. Farrús, M.J. Rebassa, G. Lladó, A. Bonet y J. Vadell. Calidad del agua de riego en Agricultura Ecológica. Caso de la isla de Mallorca	261
29.- A. Domínguez, J. Roselló, R. Girona y M. J. Ruiz. Comparación de diversos sustratos para su utilización en viveros ecológicos	269
30.- A. Domínguez Gento y J. Roselló Oltra. Comparación de tres tipos de acolchados para hortalizas ecológicas	279
31.- C. J. González, C. E. Alvarez, F. Pomares y M. Benitez. Efectos de fertilización en papas con compost, gallinaza y combinaciones de ambos	285
32.- A. Sánchez , I. Guillén, R. Madrid, A. Belmonte y A.Oliva. Estudio de la influencia de la fertilización orgánica en la calidad de la almendra cultivada en condiciones de secano. (I) Evolución de macronutrientes	293
33.- A. Gómez, F. Pomares y C. Baixauli. Valor nutritivo de la alcachofa y la lechuga bajo diferentes tipos de fertilización	299
34.- V. Castell Roig. Recuperación y conservación de variedades locales de cultivo tradicional: Comunidad Valenciana	309
35.- J. Roselló, A. Domínguez y M. I. Rodrigo. Tipificación y estudio productivo de diversas variedades tradicionales de tomate, calabaza y melón, cultivados con métodos ecológicos	315
36.- J. J. Soriano Niebla, G. I. Guzmán Casado, S. F. García Jiménez, M. Figueroa Zapata y A. Lora González. Recuperación de variedades locales de hortalizas para su cultivo ecológico	323
37.- M. A. Díaz del Cañizo, G. I. Guzmán Casado, J. J. Soriano Niebla y N. Álvarez Febles. Recuperación de variedades tradicionales locales de cultivos y del conocimiento a ellas asociado, para su conservación, uso y manejo, en las comarcas de Antequera (Málaga) y Estepa (Sevilla)	333
38.- J. García-Camarero, C. M. Martí, D. López-García, E. Sanchis y F. Ingelmo. Morfología y desarrollo de diez especies mediterráneas resistentes a la sequía y de uso pascícola, ornamental y aromático	343
39.- J. Alegre, E. Sobrino, A. Guerrero, J. L. Tenorio, E. F. de Andrés, J. L. Ceresuela y L. Ayerbe. Biomasa foliar aportada al suelo por leguminosas arbustivas del género <i>Medicago</i>	357
40.- N. Olea, A. Rivas, M. F. Olea-Serrano, M. J. Molina. Contaminantes químicos y salud	363

41.- A. F. Hernández, A. Pla, M. A. Gómez, G. Pena, F. Gil, G. Pino y L. Rodrigo. Susceptibilidad a los insecticidas organofosforados en trabajadores de invernadero: importancia de los marcadores bioquímicos	369
42.- A. M. García García. Efectos teratógenos de la exposición a pesticidas	379
43.- A. Molina. Alimentos Ecológicos y Vitalidad	391
44.- M. M. Millán. Contaminación ambiental en el sur de Europa	401
45.- J. L. Porcuna, B. S. Gimeno, M. J. Sanz, C. Ocón y A. Jiménez. Predisposición de dos variedades de tomate a desarrollar virosis en función de su exposición a concentraciones de ozono	411
46.- M. J. Sanz Sánchez, J. L. Porcuna Coto, C. Jordá Gutiérrez, C. Martín Lima, P. V. Cámara Badenes, A. Jiménez López; E. Calvo Roselló y V. Calatayud Oriente. Efecto del Ozono sobre el crecimiento y los niveles de infección vírica en Melón tipo Galia (var. "Yuppi")	421
47.- R. A. García Trujillo. Los animales en los sistemas agroecológicos	431
48.- I. Caballero Luna, C. Díaz Gaona y C. Mata Moreno. Consideraciones de la ganadería ecológica en la nueva reforma de la PAC	449
49.- I. Caballero Luna, C. Díaz Gaona y C. Mata Moreno. Situación de la ganadería ecológica en Andalucía	457
50.- J. M. Amezttoy Juste. Reconversión en ganadería ecológica. Estudio de explotaciones. Resultados preliminares	463
51.- C. J. Viera, M. A Ibrahim y O. L Flores. Avances de la Investigación de Morera (<i>Morus sp</i>) para la Alimentación de Rumiantes. Experiencias en CATIE	469
52.- M ^a P. Ciria, M ^a R. Sánchez y A. Moyano. Contenido proteínico en grano y su relación con el aporte de nutrientes	479
53.- J. M. Flores, J. A. Ruiz, J. M. Ruz, F. Puerta y F. Campano. Estudio del comportamiento de grooming frente al parásito <i>Varroa</i> <i>jacobsoni</i> Oud. en un grupo de colonias de <i>Apis mellifera iberica</i> en el sur de España	487
54.- J. M. Flores, J. A. Ruiz, J. M. Ruz, F. Puerta y F. Campano. Infertilidad del parásito <i>Varroa jacobsoni</i> Oud. como carácter para la selección de abejas tolerantes	493
55.- J. M. Flores, J. A. Ruiz, J. M. Ruz, F. Puerta y F. Campano. El comportamiento higiénico en la selección de abejas (<i>Apis mellifera L.</i>) tolerantes al parásito <i>Varroa jacobsoni</i> Oud	499

56.- J. A. Ruiz, J. M. Flores, J. M. Ruz, F. Puerta y F. Campano. El timol como tratamiento natural de elección contra <i>Varroa jacobsoni</i> Oud	505
57.- J. A. Ruiz, J. M. Flores, J. M. Ruz, F. Puerta y F. Campano. Eficacia de plantas medicinales contra <i>Varroa jacobsoni</i> Oud. en laboratorio	513
58.- J. M. Ruz, J. M. Flores, J. A. Ruiz, F. Puerta y F. Campano. Resultados obtenidos de la utilización de la técnica de inseminación artificial de reinas en el sur de España	521
59.- M. Higes, J. Llorente, A. Sanz, J. L. Pérez y M. Suárez. Utilización de la rotenona en el control de la varroosis de <i>Apis mellifera</i>	527
60.- M. Higes, J. Llorente y A. Sanz. Eficacia acaricida del ácido láctico frente a <i>Varroa jacobsoni</i>	533
61.- R. López Séiquer. La reconversión a la agricultura ecológica	539
62.- J. Roselló, C. Añó, C. Antolín y E. Mateu. Viabilidad y determinación del periodo de transformación a la agricultura ecológica. Aplicación en dos comarcas del País Valenciano: Canal de Navarrés y Ribera Alta	549
63.- J. Aguirre, C. García Alarcón, J. E. Malo, J. J. Oñate, C. Cummigs, F. Suárez y B. Peco. El fomento de la agricultura ecológica por el programa agroambiental español (2078/92/CEE): perspectivas y realidades	559
64.- C. Valdivieso Rodríguez. Formación de recursos humanos para el desarrollo rural sustentable	567
65.- A. Laajimi y L. M. Albisu. Transmisión de conocimientos en la horticultura ecológica	577
66.- J. García Gómez. Los programas educativos en el fomento de la agricultura ecológica	585
67.- J. Brustenga y X. Fontanet. La escola agrària de Manresa: formación de base en agricultura ecológica	593
68.- J. Martí García. Contribución de las granjas escuela al conocimiento de la Agricultura Ecológica	597
69.- P. Domínguez, S. Boronat, A. Domínguez, J. Roselló y J. Aguado. Huertos y jardines escolares ecológicos: Experiencia en formación del profesorado de primaria y secundaria en La Ribera	603

Valores agroecológicos de los sistemas agrarios actuales: el olivar

M. Pajarón

*Oficina Comarcal Agraria de Beas de Segura (Jaén).
Delegación Provincial de Agricultura y Pesca.*

ABSTRACT

The olive culture has been present in mediterranean agriculture from the beginning. Into traditional agriculture it was part of a agrarian system joined other groves- the typic case of the trilogy: cereal, vine and olive tree- between them there were strong relationships based on a horizontal change of materials and energy. Actually the situation has changed radically, and olive groves, in most productive regions, are presented like a excludent monoculture. This new situation has been reached after a constant expansion which began in the middle of the XIXth century, motivated by several changes in socio-economics conditions of agriculture and society in general (improvement of capitalism in agriculture, growth of world trading). In spite of agroecologic limitations which in principle can be supposed a monoculture, olive groves still keep a values series which is essential to consider if is pretending to pose an ecologic management about themselves, and this is important because olive groves are the landscape – or they are a basic part of it- of extensive territories all around mediterranean basin. To bring nearer these values we consider olive groves like a clear forest, we sketch the trofic structure of agroecosystem and the basic processes of its function (energy flow, mineral cycling, water balance) and we try a valoration about diversity-complexity of the full system. We propose some parameters which can permit, once tight, to cuantificate, in a way, the agroecologic viability of concret situations of olive production.

RESUMEN

El olivar ha estado presente en la agricultura mediterránea desde sus orígenes. En la agricultura tradicional formaba parte de un sistema agrario junto con otros cultivos –es típico el caso de la trílogía: cereal, vid y olivo- entre los que existían fuertes interrelaciones basadas en el intercambio horizontal de materiales y energía. En la actualidad la situación

ha cambiado radicalmente y el olivar, en las regiones más productoras, se presenta como un monocultivo excluyente. A esta nueva situación se ha llegado tras una expansión constante, o casi, que comenzó a mediados del siglo XIX, motivada por cambios en las condiciones socioeconómicas en la agricultura y en la sociedad en general (desarrollo del capitalismo en la agricultura, globalización de mercados). A pesar de las limitaciones agroecológicas que a priori puedan suponerse a un monocultivo, el olivar aún guarda una serie de valores que es preciso considerar si se pretende plantear una gestión ecológica del mismo, y esto es importante porque el olivar es el paisaje, o forma parte fundamental de él, de extensos territorios en toda la cuenca mediterránea. Para aproximarnos a estos valores se considera el olivar como un bosque aclarado, se describe la estructura trófica del agrosistema, y los procesos básicos de su funcionamiento (flujo de energía, ciclo de nutrientes, balance de agua) y se intenta una valoración de la diversidad-complejidad del sistema en conjunto. Se propone una serie de parámetros que pueden permitir, una vez ajustados, cuantificar de alguna forma la viabilidad agroecológica de situaciones concretas de cultivo del olivar.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL OLIVAR

El olivo fue uno de los primeros frutales cultivados por el hombre, junto con la higuera, la vid y la palmera datilera (Rallo, 1995). En el caso del olivo hay evidencias de su cultivo desde hace 5.700-5.500 años. El cultivo se originó en Oriente Medio, al parecer en la zona que actualmente ocupan Jordania, Siria e Israel, que ya, en el cuarto milenio antes de Cristo, estaba habitada por pueblos que formaban núcleos sociales estables, bien organizados, capaces de impulsar un cultivo permanente y de lento desarrollo como es el olivar. Desde allí el cultivo se expandió, más tarde, por ambas orillas del Mediterráneo con el auge del comercio fenicio.

Las razones de esta expansión generalizada, que se inició en los albores del primer milenio antes de Cristo, hay que buscarlas no sólo en la buena adaptación a las condiciones de clima y suelo de la región, sino también - y sobre todo - en las utilidades que este árbol ofrecía: el olivo proporcionaba un producto industrial precioso - para alumbrar y lubricar -, al tiempo que un ungüento corporal exento de olores desagradables, un fruto que se conservaba fácilmente en sal, forraje para períodos de sequía y madera, buena para trabajar y para quemar. Sólo transcurriendo el tiempo llegaría a tomar importancia como grasa alimentaria, casi en exclusiva.

En la Península Ibérica el olivar, según recoge Naredo (1983), se expandió durante la dominación romana, decayendo con la invasión de los godos, para recobrase bajo la influencia árabe y decaer de nuevo con la conquista cristiana, evolucionando en un continuo vaivén hasta que, en el siglo XVI, el fuerte incremento del precio del aceite y las posibilidades que brindaba su exportación a América, provocaron un aumento importante de su superficie - principalmente en Andalucía -. Pero fue en el siglo XIX, con la liquidación de las instituciones del Antiguo Régimen, que condujo a la liberalización del mercado interior, e impulsado por la coyuntura favorable que ofrecía el mercado exterior del aceite de oliva, cuando se inició una expansión sin precedentes que - con algunos altibajos y cambios de ritmo, y a pesar de las importantes transformaciones acaecidas en el marco político, social, económico, tecnológico y de mentalidad en general- se ha prolongado hasta nuestros días y es, en definitiva, responsable de la situación actual, tanto que muchos de los árboles que se plantaron entonces siguen hoy produciendo.

El olivar ha sido, desde la antigüedad, un cultivo dirigido hacia el mercado - son célebres las exportaciones de aceite de la Bética hacia la metrópoli, Roma, en tiempos del imperio (los restos de las ánforas donde se transportaba forman una auténtica colina, el Testaccio, a orillas del Tíber) - y se ha presentado, junto con la vid, como "punta de

lanza” del capitalismo agrario (Naredo, 1983), respondiendo sus oscilaciones, en los últimos ciento cincuenta años a criterios de rentabilidad (precio del aceite frente a los costes del cultivo, especialmente la presión salarial). Pero, los argumentos económicos no son suficientes para explicar la extensión casi continua del olivar durante este siglo, sino que esta expansión se ve propiciada por el especial ritmo de trabajo que requiere el olivar – nada exigente – lo que lo hace compatible con el resto de los cultivos y cuidados que exigía la agricultura tradicional, tanto en las grandes explotaciones, como nos muestra Naredo (1983), como en el caso de los pequeños propietarios “pegujaleros”, que necesitaban seguir haciendo trabajos fuera de su explotación para sobrevivir (Higuera, 1961).

EL OLIVAR EN LA AGRICULTURA TRADICIONAL

En la agricultura tradicional el olivar no estaba sólo, se integraba en sistemas agrarios más complejos - como en el caso de la trilogía: cereal, vid y olivo - de los que existen innumerables ejemplos. Estos sistemas, configurados por una estricta necesidad ecológica, se fundamentaban en las interrelaciones que se establecían entre todos sus componentes, basadas en el intercambio horizontal de materiales y energía. Así en Sierra Mágina, en la provincia de Jaén, el olivar (Fig.1) proporcionaba alpechines, ricos en potasio y con un cierto efecto herbicida, útil para el cereal, y cenizas ricas en minerales para la viña, mientras que el cereal, a través del ganado proporcionaba estiércol y trabajo para el olivar, y sólo trabajo para la viña, que es menos exigente en materia orgánica (Mesa, 1997). Cuando se dice cereal se está diciendo también: barbecho y leguminosas; pues este trío fue inseparable en las rotaciones tradicionales sobre la “tierra calma”. En el olivar tampoco fue infrecuente la siembra de especies de esta familia (veza común, habas) como abono verde o sideral.

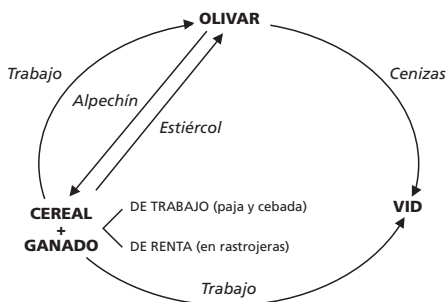


Figura 1. El olivar en la agricultura tradicional, el caso de Sierra Mágina (Jaén).
Adaptado de Mesa (1997).

Por otra parte, ya se ha hecho referencia a la buena adaptación del olivar a los ritmos de trabajo requeridos por otros cultivos.

Las transformaciones que ha sufrido el olivar en las últimas décadas son un claro exponente del enfrentamiento entre agricultura tradicional y agricultura moderna. El gran salto se produjo en los años cincuenta y sesenta, cuando – debido a la presión alcista de los salarios – se sustituyó la tracción animal por la mecánica, eliminando al tiempo la principal fuente de fertilidad propia para los suelos que sustentaban al olivar (Naredo, 1983), lo que dio lugar a toda una cascada de cambios en las técnicas de cultivo. Pero, la longevidad del olivo, que puede alcanzar siglos, introduce una singularidad frente al esquema general de esta transformación - de la agricultura tradicional a la moderna –, los cambios, con ser profundos, sólo afectan a las operaciones de cultivo, no a la estructura de las plantaciones, que en su mayoría están en plena producción y se

mantienen con la misma estructura (los mismos árboles, las mismas variedades, los mismos marcos de plantación).

EL OLIVAR ACTUAL: MONOCULTIVO Y VARIEDAD DE SITUACIONES

El olivar se extiende desde las campiñas hasta las sierras, desde el nivel del mar hasta cotas superiores a los 1.500 metros de altitud; ocupando solanas y umbrías, cerros, laderas, valles y llanos; más frecuente sobre suelos calizos, también se presenta sobre otros sustratos. A esta heterogeneidad espacial se añade una gran variabilidad en niveles productivos, en el tamaño y estructura de las explotaciones, en el marco de plantación, en las técnicas de cultivo, en las variedades empleadas (es clásica la presentación del olivar español en diez zonas geográficas diferenciadas, fundamentalmente, por la estructura varietal (Puerta *et al.*, 1972), en todo).

No hay un olivar, hay muchos olivares diferentes, pero sí hay una característica común a la mayoría de los olivares actuales: el olivar se presenta como un monocultivo y, en las grandes zonas productoras, como un monocultivo excluyente que ocupa grandes superficies sin solución de continuidad (en la provincia de Jaén los olivares ocupan el 85% de las tierras de cultivo y más del 40% de la superficie total).

Para hacernos una idea de conjunto y ordenar de alguna forma la extensa gama de situaciones diferentes, puede ser útil una clasificación en tres grandes bloques, según las técnicas de cultivo y la estructura de la plantación (Civantos, 1990):

Olivicultura tradicional

Mayoritaria en el mundo, en cuanto a superficie, determina a la baja la productividad media. Con producciones medias inferiores a 200-300 kg/ha de aceite, basa su permanencia en efectuar gastos mínimos y recoger la cosecha cuando compensa. Los cuidados culturales no provienen de planteamientos «técnicos» modernos, sino de conocimientos empíricos conseguidos a lo largo de generaciones. Actualmente es difícil encontrarla en estado puro, especialmente en zonas productoras, como Andalucía o Castilla La Mancha, siendo más frecuente hallar olivares con estas características, pero con aportaciones esporádicas de «técnicas modernas» o con adaptaciones a los medios de producción actuales.

Olivicultura intensiva

Responde a esquemas «modernos», en los que prima la rentabilidad monetaria sobre otro tipo de consideraciones. Con una fuerte base «técnica», este tipo de olivicultura comienza por la elección del cultivar o clon más interesante entre los disponibles. Sigue por la preparación del suelo, al que se exige unas condiciones mínimas de fertilidad, y desde luego que sea mecanizable. Se diseña la plantación con un marco adecuado en función de la variedad y de la conducción futura de los árboles, y en la misma se emplean plantas formadas a un pie en vivero, procedentes de esquejes semileñosos enraizados bajo nebulización en ambiente controlado. Después, a lo largo del ciclo productivo, se aplicarán técnicas elaboradas de poda, de fertilización mineral, de control de plagas y enfermedades, de mantenimiento del suelo, y por supuesto, las de recolección. Sin recato para aplicar toda la maquinaria disponible y la más amplia gama de productos químicos de síntesis. El riego es prácticamente imprescindible. Es lo que responde al nombre de «nueva olivicultura».

Entre los dos tipos de olivicultura descritos cabe distinguir un tercer grupo, a medio camino, lo que Civantos (1990) llama:

Olivicultura especializada

Comprende aquellas plantaciones de carácter tradicional por su estructura productiva, que están situadas en un medio favorable, o por lo menos, sin una carga excesiva de factores limitantes, lo que ha permitido la aplicación de técnicas de cultivo «modernas» con buenos – o aceptables - resultados, que se transforman en un incremento de la productividad. Este grupo incluye la gran mayoría de los olivares adultos de las principales zonas olivíferas, y a estos se refiere – salvo indicación en contrario – el contenido de este trabajo. Dentro de este grupo, y con especial referencia a la situación en Andalucía, podrían distinguirse dos subgrupos: olivares de sierra y olivares de campiña; la principal diferencia entre ellos, aparte de su situación geográfica, es la carga de factores limitantes que soportan, mucho mayor en los primeros a causa del relieve. La frontera entre estos olivares de sierra y los “tradicionalistas con adaptaciones” no es neta.

JUSTIFICACIÓN. NECESIDAD DE UN CAMBIO DE ENFOQUE

La importancia del olivar, en algunas regiones, no es sólo económica y social, sino también ecológica, pues, el olivar constituye el paisaje – o forma parte fundamental de él – de extensos territorios en la cuenca mediterránea. El manejo que de él se haga va a determinar, además de la rentabilidad de las explotaciones individuales con todo lo que esto significa, las condiciones de vida y trabajo, y la calidad ambiental de esos territorios, de ahí que su gestión no pueda plantearse como un problema exclusivamente agronómico, y exija un planteamiento globalizador, capaz de considerar, si no todos, sí la mayoría de los condicionantes que intervienen, de cualquier orden: técnico, económico, social, cultural, concediendo la relevancia necesaria a los aspectos puramente ecológicos. A esta gestión hay que exigirle que sea capaz de conjugar producción y estabilidad a largo plazo; dicho en otras palabras: que persiga la sostenibilidad del sistema.

Alcanzar estos objetivos desde un enfoque fragmentario, quizá sea posible, pero parece más coherente hacerlo desde un enfoque holístico, viendo en el olivar – y en todo su ámbito – el agrosistema que constituye, y comprendiendo su estructura, su función y los atributos que lo caracterizan. Intentando reconocer los valores agroecológicos que aún guarda este monocultivo – a pesar de las fuertes limitaciones – para actuar conscientemente con ellos.

UNA VISIÓN ECOLÓGICA DEL OLIVAR

El hombre, para hacer agricultura, interviene en los ecosistemas naturales simplificándolos - eliminando numerosos componentes del ecosistema original e interrumpiendo las relaciones que mantenían - y reduciendo, por tanto, la diversidad-complejidad de su estructura, y en consecuencia disminuyendo la madurez-estabilidad del mismo.

En términos de la ecología clásica, la agricultura representa una regresión en la sucesión ecológica hacia etapas menos maduras, en las que la relación producción / biomasa es más alta (mayor la tasa de renovación) lo que permite una extracción más fácil. Como norma general a mayor simplificación corresponde mayor producción, pero también mayor caída de la estabilidad. Esta caída de la estabilidad se intenta remediar mediante las aportaciones de energía y materiales de fuera del sistema (trabajo humano y animal, combustibles fósiles, fertilizantes orgánicos o minerales, productos fitosanitarios naturales o de síntesis química) que deberán ser mayores cuanto mayor sea el estado de regresión. Cuando el efecto de estas aportaciones, por la razón que sea, es una mayor simplificación – mayor inestabilidad – el remedio será aumentarlas, entrando en una dinámica en espiral creciente – muy conocida en la historia reciente de la agricultura -.

El olivar puede considerarse como un paisaje derivable del bosque mediterráneo, como un bosque aclarado, sabanoide, una dehesa de acebuche/olivo en el que el arbolado ha tomado el papel preponderante, al contrario de lo que ocurre en la clásica dehesa ibérica de encinas en la que se suele dar preponderancia al sustrato herbáceo.

Con el enfoque anterior el olivar representa una etapa intermedia de la sucesión regresiva entre el bosque natural maduro y los campos de cultivos herbáceos, la tierra calma (González Bernáldez, 1981). El olivar tradicional, y también el especializado - sobre todo si es de secano - es un cultivo extensivo con relativamente escasa demanda de aportaciones externas. Ya decía Columela hace casi dos mil años: “... y de todas las plantas con tronco la que exige menor gasto, con mucho, es el olivo, que es a su vez el primero entre los árboles”.

Y es una etapa intermedia porque – entre otras razones - en el olivar se mantiene, como mínimo, un componente estructural esencial para la madurez del sistema: los olivos, árboles longevos, que suponen un aporte sustancial de biomasa, y por tanto una clara reducción de la tasa de renovación.

A esta posición de madurez intermedia, con cierta estabilidad y complejidad del agrosistema olivar, hay que añadir, en las comarcas de sierra y otras marginales, la especial estructura paisajística de sus olivares, con múltiples discontinuidades en forma de rodales de vegetación espontánea arbustiva, e incluso arbórea, que ocupan linderos, barrancos, escarpes y, en general, cualquiera de las abundantes irregularidades topográficas. Esta estructura ofrece una resolución al dilema “conservación-explotación”, por medio de la localización espacial de zonas donde se hace máxima la estabilidad – retazos de vegetación – junto a zonas en las que lo que se hace máxima es la producción – cultivo – (Margalef, 1974). Se trata de una solución muy similar a la que se da en otros paisajes agrarios con los sistemas de setos. Esta heterogeneidad espacial constituye otro componente estructural esencial, junto con los árboles ya citados, y en los paisajes mediterráneos – especialmente cuando se estructuran en mosaico - potencia una gran resiliencia de suelos y vegetación frente a las perturbaciones (Ibáñez *et al.*, 1997).

VALORES AGROECOLÓGICOS EN EL AGROSISTEMA OLIVAR

La diversidad, un valor cotizado

La diversidad biológica – motor de la dinámica de los ecosistemas naturales – se reduce siempre en los agrosistemas, mucho más cuando se trata de monocultivos. Esta es la regla general. Pero ¿qué ocurre en el olivar?

Para un naturalista el olivar es un sistema estructuralmente muy simple, con dos estratos de vegetación únicamente – arbóreo y herbáceo (cuando lo tiene) - y en el que no hay relaciones complejas, ni cadenas alimentarias largas. Pero, todo es relativo, y lo que se antoja pobre cuando se compara con un ecosistema natural maduro, poco modificado, puede aparecer como rico y complejo si la comparación se hace con otros cultivos o sistemas agrarios.

Para obtener una apreciación de la diversidad en el olivar, puede ser útil presentar este agrosistema utilizando la clásica pirámide trófica – aun conscientes de la excesiva simplificación – con los cuatro grupos de componentes: productores (vegetales fotosintéticos), consumidores primarios (fitófagos), consumidores secundarios y de niveles superiores, y descomponedores.

En el olivar esta pirámide es algo peculiar, pues durante varios meses al año la única

especie verde, capaz de realizar fotosíntesis, o sea de captar energía para el resto de los pisos es el olivo; esto limita gravemente la diversidad y favorece a los fitófagos que están mejor adaptados al aprovechamiento de esta especie. De todas formas en el olivar, además de la especie dominante y de la posible vegetación permanente - que ocupa, cuando existe, los bordes y reductos de escaso valor agrícola - existe una flora acompañante de plantas herbáceas, más conocidas como “malas hierbas”, que puede incluir una larga lista de especies, y desarrolla un importante papel en cuanto a la producción de biomasa y la protección del suelo. Esta peculiar “flora” varía según las condiciones del suelo, la época y, sobre todo, las prácticas de cultivo. Para dar una idea de magnitud de la diversidad que alcanza es útil el siguiente dato: en una prospección hecha en olivares de la provincia de Córdoba, se identificaron 536 especies de fanerógamas diferentes, y es frecuente encontrar hasta 100 especies en una sola hectárea (Pujadas-Salvá, 1988), mientras que, en un trabajo similar realizado en el valle medio del Guadalquivir, sobre cultivos de regadío (remolacha, trigo, maíz y girasol), se identificaron un total de 284 especies y el número medio de especies por parcela no superó las 30 (Saavedra *et al.*, 1989). Esta abundancia relativa permite encontrar en el olivar, además de las ruderales comunes, algunas especies de distribución mucho más restringida, e incluso alguna joya botánica; es el caso de *Ptilostemon hispanicus* (Lam.) Greuter, un endemismo bético abundante y frecuente en los olivares de las sierras de Jaén, y el de *Narcissus longispatus* Pugsley, un escaso, amenazado y bello narciso, endémico del sector subbético.

El escalón de los consumidores primarios está constituido por algunos vertebrados, pocos, pero más de los que a primera vista puede parecer, pues en determinadas comarcas, el olivar durante el invierno alberga una rica avifauna, procedente en su mayoría del centro y norte de Europa, a la que ofrece refugio y alimento, siendo el olivar, junto con el matorral mediterráneo uno de los medios ibéricos que alcanza mayores densidades de aves durante el invierno; y sobre todo por invertebrados, artrópodos, fundamentalmente insectos: en la cuenca mediterránea se han inventariado hasta 137 especies de insectos fitófagos que basan su alimentación en el olivo, de ellas unas 60 están presentes en el olivar español, a estos hay que añadir 17 especies de ácaros identificadas sobre los olivos españoles.

Al poner la atención en los escalones superiores de consumidores se encuentra algo similar, pero aumentado: pocos vertebrados (mamíferos insectívoros, quirópteros y carnívoros, aves insectívoras y algunos reptiles), y una enorme diversidad de invertebrados, insectos en su mayoría, consumidores secundarios y terciarios - predadores, parásitos, parasitoides y superpredadores -, así un inventario de entomófagos censados sobre “insectos plaga” del olivo, en la cuenca mediterránea, ofrece una lista con más de 40 especies “útiles” en los casos de *Phloeotribus scarabeoides* y *Prays oleae*, y más de 20 en los de *Saissetia oleae* y *Bactrocera oleae* (Arambourg, 1986).

Además de las especies animales conocidas y contabilizadas en los apartados anteriores hay sobre el olivar otras muchas, artrópodos en su mayoría, que no son fácilmente encasillables; sin interés económico directo, se van conociendo porque aparecen de forma masiva en capturas y trampeos, y en su determinación taxonómica no se suele descender del rango de Orden, o todo lo más de Familia.

No se debe olvidar - como frecuentemente se hace en la agronomía práctica convencional - el escalón de los descomponedores. Los microorganismos saprófagos del suelo que aprovechan la energía ligada a los enlaces químicos de la materia orgánica, liberando los minerales que la componen y cerrando el ciclo de los nutrientes. Fundamentales en el mantenimiento de la fertilidad del suelo, constituyen un subsistema vivo, complejo y variado.

La intervención del hombre en esta pirámide es compleja, se puede enfocar como

explotación desde fuera del sistema (es difícil establecer los límites de los sistemas naturales) extrayendo energía y materiales, sustituyendo, eliminando o introduciendo especies, en palabras de Monserrat (1965) simplificando la estructura y dirigiendo el flujo de energía hacia productos cotizados. Pero, en el caso del olivar es evidente que el hombre participa en el escalón de los consumidores primarios, ejerciendo como un fitófago más (frugívoro), aunque para hacerlo necesite desarrollar y aplicar una tecnología compleja. La explotación del agrosistema por el hombre lleva aparejada, en todos los casos, un gasto energético y la necesidad de estructuras de “aprovechamiento inteligente” (Gómez Sal, Bello, 1983), representadas en este caso por los instrumentos de cultivo y recolección, por las instalaciones industriales de transformación (plantas de aderezo y almazaras) y por todas aquellas infraestructuras que se han ido construyendo para facilitar el aprovechamiento del olivar (para cobijo: cortijos y caserías; de acceso; etc.) que son parte también del agrosistema. Este tipo de instalaciones ha sufrido, también, grandes transformaciones en las últimas décadas, pasando desde la dispersión generalizada a la concentración (de las pequeñas almazaras en las fincas, a las almazaras gigantes junto a los pueblos y ciudades).

LA DIVERSIDAD, UN VALOR AMENAZADO

Uno de los problemas más importantes a los que se enfrentan los sistemas agrícolas actuales es la pérdida de diversidad, y el olivar no es excepción, a pesar de la ventaja relativa con la que cuenta.

El grado de biodiversidad en los agrosistemas depende de cuatro características principales (Altieri, 1990): la diversidad de la vegetación en y alrededor del agrosistema, la permanencia de varios cultivos, el grado de aislamiento del agrosistema frente a la vegetación natural, y la intensidad del manejo. En el olivar esta pérdida es patente tanto en lo que se refiere a la diversidad de especies, amenazada por la continua intensificación del cultivo, como en lo referente a la diversidad paisajística o de comunidades, que está disminuyendo de forma alarmante a causa de la extensión desmesurada del cultivo, que en muchas comarcas de dominante está pasando a ser exclusivo, desplazando al resto, ya sean de secano o regadío, herbáceos o arbóreos. A esto se suman los efectos de una mecanización generalizada, que exige una homogeneización total y está terminando con los escasos reductos de vegetación natural. Retazos que, a pesar de su escasa extensión superficial, conforman, cuando existen, un paisaje en mosaico característico, e introducen un factor multiplicador de la diversidad del sistema, al parecer no sólo porque un mayor número de microhabitats permita vivir a un mayor número de especies, sino también, muy probablemente, a causa de los flujos horizontales de energía que pueden establecerse entre las teselas del mosaico espacial resultante (Pineda, 1994).

Aunque la diversidad de un agrosistema se base en el escalón de los productores fotosintéticos, que en el olivar está formado por los olivos, el estrato herbáceo y los posibles retazos de vegetación natural. En el olivar un buen indicador de diversidad es la avifauna, las comunidades de aves acusan, al crecer la intensidad del manejo, un descenso cuantitativo de las poblaciones y una disminución de la diversidad (Ruiz, Muñoz-Cobo, 1998). Disminuyen los insectívoros, debido a la escasez de alimentos, por el incremento en el uso de insecticidas, pero también disminuyen, y de forma más marcada, el total de las poblaciones en función de que exista o no, cubierta herbácea, y según sea la complejidad estructural de la misma.

En los agrosistemas no interesa la diversidad como patrimonio biológico a maximizar, no se trata de acumular el mayor número posible de especies por unidad de superficie, sino de alcanzar un grado suficiente de diversidad funcional, que permita establecer entre sus elementos una red de interrelaciones tal, que determinen una dinámica del

agrosistema capaz de proporcionar efectos y sinergismos beneficiosos. Como hasta ahora no se ha desarrollado una teoría que permita determinar que elementos de la diversidad deben ser retenidos, añadidos o eliminados - ni en el olivar, ni en general - en tanto esto se consigue, y sabiendo que la diversidad, por sí misma, es capaz de mantener un funcionamiento viable del agrosistema (Labrador, Altieri, 1994), es importante su conservación y cualquier aproximación a su conocimiento.

PROCESOS BÁSICOS EN EL OLIVAR

La observación de los procesos elementales que se desarrollan en el agrosistema facilita la comprensión de su funcionamiento y puede permitir una evaluación cualitativa de su estado desde el punto de vista agroecológico. Se van a considerar el flujo de energía y el ciclo de los nutrientes:

Flujo energético

El flujo de energía en los ecosistemas se produce en un único sentido, como fenómeno universal en la naturaleza y manifestación de las leyes de la termodinámica.

Los ecosistemas naturales maduros son capaces de mantener su productividad en el tiempo, mediante la entrada -exclusiva o predominante- de energía solar. En los agrosistemas, en cambio, el flujo de energía se modifica con la intervención humana, que lo dirige hacia productos cotizados (Montserrat, 1965), y se hace más intenso, debiendo recibir “subsidios” de energía - que puede ser humana, animal o de combustibles fósiles - en mayor o menor proporción, según el nivel de artificialización, para aumentar la producción y mantener la estabilidad (Labrador, 1996; Margalef, 1974). En los agrosistemas, además, una parte de la energía acumulada en forma de biomasa no permanece en el sistema, sino que se extrae fuera de él como cosecha.

El olivar es, como ya se comentó, un bosque aclarado, con un componente importante de biomasa de larga duración - los olivos -, en el que la principal entrada de energía se produce a través de la fijación fotosintética, que realizan las plantas verdes, tanto el olivo como el resto de las plantas verdes que puedan estar presentes, de forma temporal o permanente. Otra energía que entra en el agrosistema es la aportada por el trabajo humano (recolección, poda, desvareto, etc.), que en una primera aproximación es también de origen solar, y por tanto renovable.

Entre las salidas destaca, además de la extracción de fruto - que constituye sólo una parte de la producción primaria neta, aunque se trate de una producción energéticamente cara - la poda, que supone también un consumo importante de tejidos vivos y puede asimilarse a un “ramoneo artificial” contundente dirigido contra la construcción de una biomasa compleja, que eleva la tasa de renovación y mantiene los árboles en un estado semi-juvenil permanente - aunque, en la mayoría de los casos esta energía no siga la cadena trófica, sino que se disperse a la atmósfera al ser quemada tras la corta -. Cuando los restos de poda, o parte de ellos, se trituran y se dejan sobre el suelo se integran en la cadena de detritívoros. En el caso del olivar destaca el alto contenido energético del producto principal, el aceite, frente al resto de las salidas, subproductos de la almazara (orujo y alpechín), y restos de las podas (leña, ramón y varetas), que tienen proporcionalmente una masa mucho mayor.

En la cadena de “herbívoros” nos queda, además del hombre como frugívoro dominante, los fitófagos consumidores de hojas o de otras partes de la planta - sean plagas o no-, y los consumidores de las adventicias y de la vegetación ocasional, que también forman parte del sistema. En el caso de la integración del olivar con ganado, este flujo toma mayor importancia.

La relación que interesa, porque a la larga determina la sustentabilidad del sistema, es la relación entre energía obtenida y energía invertida procedente de combustibles fósiles. En los ecosistemas, naturales o intervenidos, la energía se dispersa o se degrada siempre (segundo principio de la termodinámica) y será perdurable el sistema que se base en la degradación de energías renovables. Esta relación ha disminuido en el olivar, como en el resto de los cultivos, al incrementar de forma notable el consumo de energía fósil, directa o indirectamente, y está en función de la intensidad del cultivo. Con la intensificación de la agricultura se incrementa, en general, la entrada de energía «fósil» en los cultivos, tanto el gasóleo que se quema en la tracción mecánica, como los gastos energéticos que suponen, la extracción, fabricación y transporte de fertilizantes minerales y fitosanitarios, y la transformación y el transporte de los productos finales.

Ciclos de nutrientes

Si la energía fluye a través del ecosistema en una única dirección y sin posibilidad de reutilización, no pasa lo mismo con los materiales que pueden circular indefinidamente por las redes tróficas, recorriéndolas de forma cíclica, eso sí, con velocidades muy diferentes, y a través de un complejo entramado, en el que el componente vivo del suelo interpreta el papel estelar.

En los agrosistemas, en general, el ciclo de algunos nutrientes está abierto o se cierra en muy pequeña proporción, siendo muy grandes las pérdidas, no sólo por extracción de la cosecha, sino también como resultado de los procesos de lixiviación en profundidad y de erosión. Estas pérdidas se pretenden compensar mediante aportes externos, que normalmente no están en relación ni en calidad ni en cantidad con lo perdido (Labrador, 1996).

El olivar, como bosque perennifolio mediterráneo - aunque aclarado -, atesora en su biomasa grandes cantidades de nutrientes. Por orden de importancia: calcio, nitrógeno, potasio, magnesio y fósforo. Los nutrientes contenidos en la madera quedan secuestrados del ciclo general durante largos periodos, mientras que los existentes en hojas, flores y frutos circulan más activamente. Las hojas son muy ricas en nitrógeno, mientras que el calcio se acumula en la madera y la corteza. La mayor parte de la biomasa corresponde a las partes leñosas.

Una visión global del movimiento de nutrientes en el olivar se muestra en el cuadro siguiente:

ENTRADAS	SALIDAS	ALMACENAMIENTO	RECICLAJE
Fertilizantes sintéticos	Aceituna	Biomasa	Ceniza de quema de ramas
Fertilizantes orgánicos	Hojín	Materia orgánica del suelo	Hojas caídas
N precipitado por la lluvia	Ramón	Complejo de cambio del suelo	Hierba incorporada al suelo
N fijado biológicamente	Leña		
C,H y O fijado en fotosíntesis	Erosión		
	Lixiviación y volatización		

Adaptado de Ávila Cano (1996).

En la entrada de materiales en el olivar se pueden distinguir dos categorías: entradas *subsidiadas* y *no subsidiadas*.

Las entradas *no subsidiadas*, las que se producen en el proceso de la fotosíntesis (C, H, O), la fijación biológica de nitrógeno, y los arrastres de compuestos nitrogenados por la lluvia, se reducen en el olivar convencional a las primeras y las últimas, al ser el olivo el organismo fotosintetizador casi exclusivo (Ávila Cano, 1996). Los bajos niveles de

materia orgánica en el suelo y la ausencia de otras plantas, como las leguminosas, condicionan otras posibles entradas. La escasez de materia orgánica en el suelo limita principalmente: la fijación de nutrientes en el complejo arcillo-húmico, favoreciendo su lixiviación (caso del N en los suelos mediterráneos); y la actividad biológica del suelo, protagonista -como ya se ha indicado- de los procesos de fijación y movilización de los nutrientes; ejemplos paradigmáticos son (Avila Cano, 1996):

- el caso del fósforo (P) en los suelos alcalinos, puesto a disposición de los pelos radiculares del olivo por la acción movilizadora de las micorrizas
- el caso del nitrógeno (N) con la acción de los microorganismos libres fijadores de nitrógeno, como *Azotobacter*.

Sobre las salidas hay que señalar que hoy por hoy, la mayor salida de nutrientes del olivar no se debe a las extracciones de la cosecha, ni a la poda, se debe a los arrastres de partículas del suelo por la erosión. Esta supone en los olivares andaluces una pérdida media anual de 80 t/ha (López Cuervo, 1990). Teniendo en cuenta que la erosión suele arrastrar las capas superficiales del suelo, las más ricas en materia orgánica, y de estas preferentemente las partículas de tamaño arcilla, que son las más activas químicamente, responsables de la capacidad de intercambio de un suelo; las pérdidas por este motivo se pueden estimar como de la mayor importancia.

La lixiviación de nutrientes en profundidad, fuera del alcance de las raíces, es poco significativa en los olivares de secano, las zonas más sensibles son los centros de las calles, donde hay menos raíces. En los olivares de riego estas pérdidas pueden ser mucho mayores, especialmente si la dosificación del riego no está bien hecha.

La volatilización, como la lixiviación, afecta principalmente al nitrógeno que se pierde a la atmósfera en forma de amoníaco, a partir de la materia orgánica o de las aportaciones de formas amoniacales sintéticas.

Mientras que las salidas de materiales consideradas hasta aquí pueden considerarse “pérdidas”, no sería coherente darle el mismo calificativo a las salidas por cosecha. El objetivo que se persigue con el cultivo suele ser maximizar - precisamente- esta salida. En el olivar de almazara de la cosecha extraída sólo una pequeña parte - alrededor del 21%- es realmente valiosa: el aceite; el resto tiene la consideración de subproductos de poco valor, cuando no es un residuo de problemática eliminación, como el alpechín. Estos subproductos de cualquier forma son ricos en algunos nutrientes y no parece descabellado plantearse su recuperación para cerrar ciclos en el olivar. El empleo de los alpechines para el riego de olivar tiene una larga historia, y existe información sobre el compostaje de “orujillos” (orujos a los que se les ha extraído el aceite que contenían mediante disolventes, y que normalmente se usan como combustible). Actualmente estos posibles usos se están quedando desfasados con la implantación, generalizada, de almazaras con sistemas de extracción continua de “dos fases”, que originan un único subproducto - mezcla de los dos tradicionales- y al que se ha bautizado de urgencia como “alperujo”. Este nuevo subproducto de difícil manejo, por su consistencia y composición, y de muy escaso valor económico, se ha empezado a utilizar como combustible para centrales eléctricas de cogeneración, y ya se han iniciado investigaciones sobre las posibilidades de “compostaje” para su empleo como fertilizante orgánico en el olivar.

Las extracciones por leña de poda, que se emplea como combustible, podrían compensarse -en cuanto a nutrientes se refiere- con la devolución al olivar de las cenizas, aunque no se hace, sino que suelen ir a incrementar, los ya voluminosos, “residuos sólidos urbanos”. En el caso del “ramón de poda” y de las “varetas” que se queman en la misma finca, se devuelven los minerales, aunque no la materia orgánica acumulada, y además no suelen distribuirse de forma regular, sino que quedan acumuladas las cenizas en el lugar donde se hizo la lumbre.

Reciclaje de materiales, en sentido estricto, sólo se produce con las hojas caídas bajo la copa del árbol, y con la biomasa de la hierba adventicia que se incorpora al suelo con las labores.

Balance hídrico

Un caso muy particular de nutriente es el agua. En el clima mediterráneo, con una larga temporada seca que coincide con la época de máxima demanda, por las altas temperaturas, y con una distribución muy irregular de las lluvias, el agua es el principal factor limitante.

En el siguiente cuadro se muestran los componentes del balance hídrico en el olivar:

ENTRADAS	ALMACENAMIENTO	SALIDAS
Precipitaciones	Biomasa	Evaporación del suelo
Riego	Retención en el suelo	Transpiración de las plantas
Flujo lateral		Escorrentía
		Infiltración en profundidad
		Exportación de biomasa

Adaptado de Avila Cano (1996)

Puesto que las entradas en secano -las precipitaciones (y los posibles casos de flujo lateral)- son aleatorias e irregulares, y no admiten modificaciones, o muy pocas, el elemento clave en el balance hídrico está en el binomio “minimización de salidas/almacenamiento del agua en el suelo”. Para mejorar el balance, habrá que disminuir las salidas, y aumentar, al tiempo, la capacidad de almacenamiento. Esto exige: evitar las pérdidas por escorrentía, aumentar la infiltración, aumentar la capacidad de retención de los horizontes superficiales, evitar la evaporación directa, reducir o eliminar la transpiración de las plantas adventicias.

Estos papeles se le han atribuido tradicionalmente al laboreo, con los distintos aperos (cultivador, grada de discos, rastra, etc.) y en diferentes épocas a lo largo del año (alzar, binar, terciar, rastreos de verano, etc.), pero, sólo los ha interpretado medianamente, y en la actualidad su empleo presenta, además, un grave inconveniente: la erosión. Con el laboreo se consigue una mejora temporal de la infiltración superficial, que cesa con el paso del tiempo, o inmediatamente si se produce una lluvia intensa sobre el terreno recién labrado, y un control, más o menos eficaz, de las “malas hierbas” (Pastor *et al.* 1996), pero también se consigue la degradación de la estructura del suelo, favoreciendo claramente la erosión.

En la actualidad las técnicas de manejo del suelo están en un activo proceso de cambio que evoluciona desde el mantenimiento de los suelos desnudos – mediante el laboreo repetido o el uso de herbicidas residuales -, hacia la implantación de cubiertas vegetales, verdes o secas, en una parte de la superficie del olivar.

APROXIMACIÓN A LA EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD AGROECOLÓGICA

Para evaluar, desde el punto de vista de la agroecología, la viabilidad de un agrosistema se parte de cuatro criterios fundamentales: sustentabilidad, equidad, estabilidad y productividad (Labrador, Altieri, 1994).

Dejando a un lado la equidad, que no es fácilmente medible por métodos científicos, la evaluación de los otros tres criterios, aunque más fácil, no deja de ser compleja, y

para una primera aproximación puede ser útil establecer algunos parámetros, cuantificables, que una vez ajustados permitan hacer un diagnóstico relativamente rápido, de campo, en situaciones concretas (una parcela de olivar, una finca, o un conjunto de ellas). Se presenta una relación de parámetros, adaptada del trabajo de Kabourakis (1996), sin orden de prelación, agrupada en cuatro bloques que se refieren, de alguna forma, a los valores resaltados en este trabajo:

Parámetros relacionados con la diversidad:

- porcentaje de suelo cubierto
- diversidad de especies vegetales
- presencia de infraestructuras ecológicas
- presencia/abundancia de insectos útiles
- diversidad/abundancia de aves

Parámetros relacionados con el funcionamiento de los procesos básicos:

Flujo de energía:

- eficiencia energética

Ciclo de nutrientes:

- índice de erosión del suelo
- balance de macronutrientes
- reservas de nutrientes en hoja
- balance de materia orgánica en el suelo

Otros parámetros:

- índices de calidad de la producción
- margen neto

Estos parámetros también podrían tener utilidad para la calificación de las explotaciones, por parte de los organismos de control de la “agricultura ecológica”, en el caso de una hipotética ampliación de los requisitos exigibles, hacia criterios de carácter positivo de base agroecológica.

REFERENCIAS

- Altieri, M. A. 1990. Increasing biodiversity to improve pest management in agroecosystems. En First Workshop on the Ecological Foundations of Sustainable Agriculture. *The biodiversity of microorganisms and invertebrates: its role in sustainable agriculture* (D.L. Hawksworth ed.) C.A.B.I. Londres.
- Arambourg, Y. 1986. *Traité d'entomologie oléicole*. Consejo Oleícola Internacional. Madrid
- Avila Cano, J. C. 1996. Agroecosistema olivar: estructura, diagnóstico, e indicadores de sostenibilidad. En *Primer Curso de Olivar Ecológico*. Escuela de Agricultura Ecológica “Sierra de Segura”. Puente de Génave (Jaén).
- Civantos, L. 1990. Situación y tendencias de las técnicas de cultivo: su influencia en la oferta. *Olivae*, **33**: 12-16.
- Gómez Sal, A. y Bello, A. 1983. Planteamientos ecológicos en la explotación de los sistemas agrarios de montaña. La rotación cereal-esparceta en los montes de Teruel *Agricultura y Sociedad*, **26**: 381 – 421.
- González Bernáldez, F. 1981. Paisaje y control de la naturaleza. En *Ecología y paisaje*,

- H.Blume Ed. Madrid. pp 153 – 177.
- Higueras, A. 1961. "El Alto Guadalquivir. Estudio geográfico" Consejo Superior de Investigaciones Científicas. pp 13 - 14
- Ibáñez, J. J., González Reebollar, A., Gracia Alvarez, A. y Saldaña, A. 1997. Los Geoeosistemas mediterráneos en el espacio y en el tiempo. En El paisaje mediterráneo a través del espacio y el tiempo. Implicaciones en la desertificación. Geoforma Ediciones. Logroño. pp 27 – 131.
- Kabourakis, E. (ed.) 1996. Quantifying the objectives. En Prototyping and dissemination of ecological olive production systems. Creta. pp 36 - 55
- Labrador, J. 1996. La materia orgánica del suelo, un componente del agrosistema. En La materia orgánica en los agrosistemas Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación- Mundi Prensa. Madrid. pp 11- 17.
- Labrador, J. y Altieri, M. A. 1994. Manejo y diseño de sistemas agrícolas sustentables. Hojas divulgadoras num.6-7/94. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.Madrid.
- López Cuervo, S. 1990. La erosión en los suelos agrícolas de Andalucía. *Congresos y Jornadas* 17/90,11-16. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla.
- Margalef, R. 1974. Explotación humana, regresión y conservación. En *Ecología*. Omega. Barcelona. 789 - 822.
- Mesa, S. 1997. Conocimiento del cultivo tradicional del olivar y su aportación agroecológica. En *Ecoliva*. Puente de Génave (Jaén) (en prensa).
- Montserrat, P. 1965. Los sistemas agropecuarios. *Anales de Edafología y Agrobiología*.vol. **24**. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. pp 343 - 357
- Naredo, J.M. 1983. La crisis del olivar como cultivo biológico tradicional. *Agricultura y Sociedad*, **26**: 167- 268. Madrid.
- Pastor, M., Castro, J. y Humanes, D. 1996. Criterios para la elección de sistemas de cultivo en el olivar *Informaciones Técnicas* 38/96. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla.
- Pineda, F. 1994. Ecología de los sistemas agrarios. En *Actas del I Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Toledo. pp 5 – 17.
- Puerta, C., Borrero, L. y Flores, V. 1972. El olivar español. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- Pujadas Salvá, A. 1986. Flora arvense y ruderal de la provincia de Córdoba. Tesis doctoral. ETSIAM Universidad de Córdoba.
- Rallo, L. 1995. Selección y mejora genética del olivo en España. *Olivae*, **59**: 46 – 53.
- Ruiz, M. y Muñoz-Cobo, J. 1998. Aves y reforma del olivar. *La Garcilla*, **101**: 10 – 13.
- Saavedra, M., García Torres, L., Hidalgo, B. y Hernández-Bermejo, E. 1989. Malas hierbas del regadío en el valle medio del Guadalquivir. *Comunicaciones Agrarias* **7**. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla.

Valores agroecológicos de la agricultura tradicional valenciana: el arroz

P. Girona.

INTRODUCCIÓN

“Otro modo de hacer ciencia: observar la naturaleza con un nuevo concepto de globalidad hablando de sistemas agrarios como un organismo vivo y complejo cuya “sangre” es el agua. Todo está integrado y no se puede hablar de agricultura sin ganadería y de ésta sin las relaciones sociales, ambientales, en una palabra, culturales”. A esta cultura me refiero cuando hablamos de la secular tradición agrícola de los “labradores” valencianos y en particular del que ha hecho del cultivo del arroz poco menos que una forma de vida.

Antes de empezar a comentar los aspectos agroecológicos del arrozal deberíamos centrar el tema y definir esa ciencia no suficientemente conocida llamada Agroecología.

S. Gliessman la ha definido como: *“la aplicación de los conceptos y principios de la ecología al diseño y manejo de los agroecosistemas sostenibles”.* La ecología desde este punto de vista sería el estudio de las leyes naturales que rigen los ecosistemas y por los cuales estos se regulan y están en equilibrio.

Otra definición más completa y más ampliamente aceptada por los agroecólogos es la siguiente: *“Agroecología es el manejo ecológico de los recursos naturales a través de formas de acción social colectiva que pretenden restaurar el curso alterado de la coevolución entre el hombre y la naturaleza mediante sistemas de control participativo y democrático, en los ámbitos de la producción y circulación. Esta estrategia teórica y metodológica tendrá naturaleza sistémica y un enfoque holístico; por otro lado una fuerte dimensión local como portadora de un potencial endógeno que, a través del conocimiento campesino, permita la potenciación de la biodiversidad ecológica y sociocultural, y el diseño de sistemas de agricultura sostenible”.*

Sobre la base de los factores y componentes que definen la agroecología, analizamos el agrosistema del arrozal que se extiende alrededor de la Albufera y comprobaremos que este posee numerosos valores que lo definen como un sistema agroecológicamente de alta sostenibilidad.

HISTORIA

Para entender mejor el presente del agrosistema del arrozal debemos conocer de forma breve su historia desde los inicios. Los árabes, allá por el año 700, introdujeron cultivos hortícolas, algodón, azafrán, caña de azúcar, etc. y el cultivo del arroz ... “en el que eran muy diestros por su gran sentido materialista, pues ocupa poco tiempo y son grandes sus rendimientos”. Lo perfeccionaron haciendo venir colonias de Egipto, especializadas en el cultivo en la región del delta del Nilo. Desecaron terrenos pantanosos, introdujeron los alcaduces, el sistema de norias, variaron el sistema antiguo de barbecho por el cultivo intensivo y, además, introdujeron un sistema especial de riego con sus canales colectores y distribuidores, aprovechamiento de las aguas del río por azudes, construcción de sifones, etc. Enseñaron a los habitantes de la península ibérica a trabajar con sus nuevas azadas, el fal u hoz, utilizaron el caballo y asno en vez del toro e instituyeron los pósitos. Así pues, cuando Jaime I conquistó Valencia, el área cultivada ya era de alguna importancia. Consta documentalmente en el Archivo de la Corona de Aragón que el rey conquistador, tratando de repoblar Sollana en el 23 de febrero de 1273, dio a Jimeno de San Martín, a Arnaldo de Marzal y a Berenguer Robiol, 3 jovadas de tierra en la marjal de Sollana y un solar para la construcción de una casa en el mismo pueblo, a condición de que fijase en ella su residencia y que por diez años no pudiese vender sus propiedades. Lo mismo se concedió a otros nuevos pobladores cristianos con el fin de premiar a los colaboradores en la reconquista. La concesión de estas tierras de marjal de por sí bajas y pantanosas, no podían tener otro destino que el cultivo del arrozal que ya se practicaba en este término municipal. Sin embargo, no tardarían en dictarse disposiciones encaminadas a su limitación por considerarlo perjudicial para la salud pública, y así, reinando aún Jaime I, los jurados de Valencia lo prohibieron en los alrededores de la ciudad.

Ya en el 1430 el rey D. Martín prohíbe los arrozales en todo el Reino de Valencia, debido a que, de las enfermedades que originaba, habían quedado despoblados algunos lugares. Pero, a pesar de estas medidas, se fue extendiendo su cultivo. La enfermedad que aquí se nombra es el paludismo, transmitida por el mosquito *Anopheles*, cuyo hábitat ideal son las zonas pantanosas y encharcadas. Observaremos que, ya en aquellos tiempos, un *factor limitante* para el cultivo del arroz fue, en gran medida, esta enfermedad, llegando a esquilmar la población de aquellos parajes causando graves daños económicos al no poder sembrar por falta de mano de obra.

En contra de lo que sería previsible, se continuó con el cultivo puesto que en estas zonas es lo único que se podía plantar. La fuerza del *componente social* que conforma el campesinado superaba las restricciones de la autoridad, simplemente por puro instinto de supervivencia.

El tira y afloja entre autoridades y agricultores, unos tratando de prohibir y otros de cultivar, acabó con la publicación de un reglamento publicado en 1753 por el que: “*se armoniza el remedio de los perjuicios para la salud con las ventajas económicas que originaba el cultivo*”¹. El reglamento señalaba unas normas a tener en cuenta al efectuarse las plantaciones, fijándose los términos, tierras y hanegadas que debían destinarse al cultivo.

Observamos, hasta este punto, como *la coevolución entre el hombre y la naturaleza*, en este caso alterada por él, de nuevo supera a los factores limitantes (salud pública, epidemias, etc.), mediante *un proceso participativo y democrático*. Las formas de acción social colectivas son, en este caso: agricultores por un lado y, por otro, las autoridades civiles; y el ámbito, la producción del cultivo. A continuación, destacaremos otro hecho determinante por el que finalmente se libera el cultivo: el factor causante de las fiebres palúdicas.

Fue en 1794 cuando el botánico José Antonio Cavanilles - ¿1^{er} agroecólogo español? - en sus "*Observaciones sobre historia natural, Geografía, Agricultura, Población y Frutos del Reyno de Valencia*", quien escribiría que: "...el arroz no solo era interesante desde el punto de vista sanitario, pues el mantener estos lugares pantanosos con aguas quietas y pobladas de cañizos e insectos eran, sin duda, la causa de las enfermedades palúdicas que desaparecerían al sanear la tierra y correr las aguas por lo que, a su juicio, estos agricultores eran merecedores de reconocimiento general y de la gratitud del Estado...".

Lo que observó Cavanilles bien podía haber supuesto un primer estudio del agroecosistema del arrozal; analiza los componentes sociales, ecológicos y económicos de forma que, con un *enfoque holístico*, recomienda un manejo del cultivo que evite el gran problema público sanitario de las fiebres palúdicas y, por otra parte, el desastre económico y social que hubiese supuesto la prohibición del cultivo. Si Cavanilles venció en el terreno erudito y científico, el grupo de presión de los arroceros venció de hecho en el campo real; su lema era: "más vale enfermedad sin hambre que hambre sola" ... y la expansión del arrozal continuó. Años más tarde se conoció la etiología verdadera del paludismo y poco después sus remedios. A primeros de siglo se podía considerar controlada la endemia.

Para terminar con esta polémica dualidad arroz - paludismo, señalar que en 1914 en el V Congreso Internacional Arrocero celebrado en Valencia, y organizado por el Sindicato Arrocero y Cámara Oficial Agrícola, quedó aprobada la conclusión de que "*en los terrenos palúdicos, el cultivo del arrozal, los modifica en beneficio de la salud pública*".

RIQUEZA CULTURAL

Aparte de los valores agroecológicos específicamente agronómicos, debemos tener en consideración el enorme bagaje cultural que durante siglos ha generado el cultivo del arrozal como un componente agroecológico de gran importancia.

Sin entrar a hacer un profundo análisis etnoecológico de los sistemas de conocimiento del mundo natural por los agricultores arroceros, comentamos brevemente las dimensiones más importantes de este conocimiento como es la lingüística, la botánica, zoología, taxonomía biológica y agrícola.

La referida riqueza lingüística se plasma en un riquísimo vocabulario en lengua valenciana sobre todo lo que envuelve al cultivo, ya sea prácticas culturales, utensilios de trabajo, plantas, hierbas, lenguaje técnico del molinaje y comercio. Todo ello, procedente del habla popular, ha sido recogido por Fermín Cortés y Lluís Granell en el "*Vocabulari valencià del conreu, molinatge i comerç de l'arros*" (En castellano: "Vocabulario valenciano del cultivo, molinaje y comercio del arroz", publicado por la Institución Alfonso el Magnánimo en el año 1952).

En localidades como Sollana es de tal grado la dependencia y cultivo agrícola arrocero que desde 1935 el escudo heráldico de la Villa lleva como adorno exterior y a modo de lambrequina, unas espigas de arroz.

CONOCIMIENTO TRADICIONAL

Para los agroecólogos hay cuatro aspectos de estos sistemas de conocimiento tradicional que son relevantes:

El conocimiento del ambiente

Por parte del arrocero es muy detallado. Utiliza un calendario tradicional para controlar los programas de las actividades agrícolas. Se saben bien en que fechas se debe sembrar para que, ni sea demasiado pronto por temor a fríos de Abril, que no permitirían que germinase la semilla en las mejores condiciones, ni demasiado tarde para que la recolección no se vea afectada por las lluvias de Septiembre y sus posibles daños por inundaciones, daño excesivamente frecuente en el sudeste mediterráneo debido a las temidas “gotas frías” o tormentas torrenciales de principios de otoño.

El reciclaje de nutrientes

La conservación de la fertilidad manteniendo en lo posible ciclos cerrados de nutrientes, energía, agua y residuos de cosechas, el barbecho al cual es sometido desde los meses de Octubre hasta Abril y, sobre todo, el efecto positivo de la inundación sobre la fertilidad del suelo hace que el cultivo se desarrolle con un mínimo aporte de insumos externos. Afortunada o desafortunadamente el aporte de nutrientes por parte del agua es muy elevado. La eutrofización de las mismas en algunas zonas está a niveles muy elevados. Un ejemplo: El fósforo es un elemento abundante en las aguas procedentes de los residuos domésticos o urbanos. Lo contienen los detergentes sintéticos que en algunas zonas llegan a niveles de 0,5 ppm (el aporte de 0,01 ppm de fósforo cubre las necesidades nutricionales de este elemento para todo el ciclo de cultivo). Pensemos que los residuos de 300.000 habitantes de los pueblos circundantes a la Albufera vierten sus aguas casi sin depurar a las acequias que llegan a la misma, después de pasar parte de ellas por los arrozales. Industrias que tratan con productos animales representan cerca de 36 toneladas diarias de materia orgánica. Actualmente se trabaja en la construcción de varias depuradoras para las aguas procedentes de las localidades que circundan la zona arrocera, con el fin de que lleguen a los arrozales y posteriormente a la Albufera, con unos niveles de contaminación mínimos. De ello se beneficiaría en gran manera la fauna y la pesca del lago, que en la actualidad sufre las consecuencias de esta contaminación derivado del efecto de la misma sobre el número de especies y capturas.

Esta eutrofización de las aguas proviene de este exceso de M.O. y con ella el aumento del fitoplancton que triplica la proporción máxima a partir de la cual un agua se considera hipereutrofizada. La clorofila, al principio de los años 70, tenía un índice de 20 ppm, actualmente llega a 175 ppm de media con niveles máximos de 400 ppm, mientras que el zooplácton oscila en torno a 2 ppm. Esta es una de las causas de que con muy bajas aportaciones de nitrógeno (50-60 UF/ha máximo) se consigan rendimientos de 8.500 kg de arroz por hectárea, e incluso existen campos que se nutre directamente de la acequia, a los cuales no se aplica ningún tipo de fertilizante. Son suficientes los aportes de nutrientes que lleva el agua. Lo que el agricultor bien sabe es que un exceso de vigor en los primeros estadios de la planta provocaría un encamado prematuro de la planta y con ello una reducción de cosecha.

El reciclaje de nutrientes, quedaría en parte cubierto con la aportación directa de los residuos de la paja al suelo. La misma equivaldría de 25-50 kg/ha de Nitrógeno que retornarían al terreno, equivalente al 30-40% de la extracción nitrogenada realizada por el cultivo.

Las dudas sobre la conveniencia o no del enterramiento de la paja procedente de los restos de la recolección surgen cuando se actúa en momentos y de forma equivocada o bien cuando, por la excesiva cantidad de paja, no se realiza la descomposición de forma adecuada. La experiencia y la práctica han demostrado que los mayores y más frecuentes daños por fermentación se manifiestan cuando se entierra la paja triturada durante la primavera. Si no se puede realizar en el otoño parece ser que es mejor sacarla o quemarla. Otro inconveniente del enterrado es el económico. El triturado previo, la labor de enterrado y el aporte de Nitrógeno para una mejor descomposición de la M.O.

acumulan un gasto bastante superior a la simple quema, considerando la baja rentabilidad actual del cultivo.

El compostaje de la paja en condiciones aeróbicas (suelo seco) facilita la humificación por los microorganismos. En cambio, en condiciones de inundación, como son la mayoría de los casos, es más lenta y por lo tanto menor rendimiento en humus y en Nitrógeno mineralizado. Esta paja sin humificar representa en ocasiones una dificultad en el laboreo y faenas preparatorias de cara a la siguiente cosecha.

El autoconsumo de la paja en las explotaciones es prácticamente nulo. De no ser por escasez de paja de trigo, los ganaderos no la utilizan como cama para los animales. Antiguamente se utilizaba para fabricar pasta de papel y como embalaje de mercancías delicadas. Por todo ello, hoy en día la mayor parte de los agricultores arroceros prefieren quemarla aun a expensas de la contaminación ambiental y humareda que supone la quema simultanea de cientos de hectáreas.

En resumen: el reciclaje de nutrientes de la cosecha se consigue en parte con la quema controlada de la paja que aporta elementos de rápida asimilación contenidos en las cenizas. Por otra parte, la eutrofización de las aguas, y el semibarbecho por inundación consiguen regenerar las extracciones de nutrientes del sistema. El sistema considerado no depende de insumos externos en lo que se refiere a nutrientes. Este componente es uno de los más importantes en los que se basa la sostenibilidad del Agroecosistema, aunque no el único.

Recurso productivo: La semilla

En un sistema agrario sostenible la no-dependencia de todo tipo de insumos externos debe ser un componente fundamental. Las semillas son parte de esos insumos en los que la provisión de los mismos por parte del agricultor es un ejemplo de como el esfuerzo y la creatividad de un pueblo logra un objetivo en común: la independencia casi total de la provisión de semillas de alto rendimiento y adaptadas a su entorno.

En el siglo XVIII se tienen las primeras noticias de la importación de variedades cubanas. A finales del XIX y principios del XX se introducen arroces del exterior de variedades que por el tiempo van desplazando unas a otras. Los rendimientos alcanzaban desde los 3.800 kg/Ha en variedades como el Bombeta y el Perla, hasta los 7.400 kg/ha del Amonquili. Ya en 1900 se cultivan dos variedades a gran escala, el Bomba y el Amonquili. Uno por su calidad en grano y el otro por su elevada producción.

El problema fisiológico más grave de las variedades autóctonas era el "fallado", incompleta o nula granazón que causaba enormes pérdidas. Famosas fueron las crisis de 1885 y la fallida del Bomba en 1895 que supuso la ruina para muchos agricultores arroceros.

Todo ello exigió la introducción de nuevas variedades extranjeras con resistencia al fallado. Gracias a estas introducciones y a la aplicación de la genética moderna en la obtención y mejora de nuevas variedades por el método de hibridación, se llega hasta nuestros días con semillas de alto rendimiento agronómico y de resistencia a plagas y enfermedades.

El interés por este tema condujo a la celebración, a principios de siglo, de congresos internacionales en los que ya se abordaban las problemáticas de los distintos países productores y que contribuyó al impulso de la investigación del arroz en España.

En 1913, en el congreso de Vercelli (Italia), se propuso que en cada país se estable-

ciese un centro oficial dotado de medios científicos adecuados para estas labores, ya que los agricultores no las podían llevar a cabo con la debida efectividad. La manera en que se creó este centro en España fue la siguiente: la fallada de 1911 movió a los agricultores y Ayuntamiento de la localidad de Sueca a pedir al Ministerio de Agricultura la creación del Centro Agronómico en esta localidad. Este Centro se dedicó al estudio, mejora e introducción de nuevas variedades menos susceptibles al hongo que causaba el fallado. En febrero de 1913 entran en funcionamiento las instalaciones. En el año 1932 pasó a entonces Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA) hasta que en 1969 pasa a depender del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA).

En el año 1927 se inician los estudios de selección en masa y dos años más tarde las hibridaciones. Una vez se resolvió el problema de la fallada, los estudios se encaminaron al de variedades de mayor producción, de mayor calidad culinaria y adaptadas a las nuevas técnicas de cultivo. A este respecto, desde finales de los sesenta en que se introdujeron las cosechadoras autopropulsadas, desplazando a la siega a mano, la obtención de nuevas variedades tienen como objetivo su adaptación al sistema de recolección. Por ello, deben ser resistentes al encamado y al desgrane precoz que sufren antes del momento de la recolección. Esto supone que actualmente y sobre el total de arroz plantado, que un 90% proceda de variedades de obtención propia.

Resumiendo: las variedades de arroz en España han sufrido tres etapas bien diferenciadas:

- 1ª. La obtención de variedades resistentes al fallado.
- 2ª. Variedades de mayor producción.
- 3ª. Mayor calidad organoléptica y mayor adaptabilidad a las nuevas técnicas de cultivo.

De nuevo quiero destacar como el sector arrocero valenciano ha sabido, a través del tiempo, adaptarse a las circunstancias y manejar un recurso productivo como es el de la semilla, de forma que, creando las estructuras de investigación y desarrollo desde “aquí”, ha llegado a una altísima independencia del exterior de este insumo. De hecho, la provisión de semillas por el agricultor se realiza mediante el siguiente procedimiento:

La semilla “prebase” o semilla obtenida en las instalaciones del IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias) en Sueca está garantizada por su pureza varietal y exenta de granos rojos. Esta semilla se obtiene de plantas cultivadas en basetas de hormigón preparadas con este fin en el Centro. De aquí pasa a parcelas de campo especialmente dedicadas a la producción de semillas obteniéndose la “semilla certificada” que será vendida a los agricultores que normalmente la renovarían cada dos o tres años. Así pues, el precio es muy bajo por obtenerse y comercializarse esta semilla en régimen cooperativo. Otro componente para añadir a la sustentabilidad del agroecosistema arrozal.

Recursos naturales: el agua y el suelo

Entre los principales valores agroecológicos del arrozal en cuanto a la conservación y regeneración de los recursos naturales, el agua es sin duda el máximo exponente a la hora de valorar, enjuiciar y admirar el nivel organizativo de su administración y regulación.

Dos entidades son las que manejan la organización de la distribución y desagüe del agua para el arrozal: la Junta de la Acequia Real del Júcar y la Junta de Desagüe de la Albufera.

La Acequia Real del Júcar

Tiene como entidad 130 años, riega 19.500 hectáreas de un total de 20 términos municipales. Esta Acequia fue de creación musulmana. Antes del año 1230, fecha de la

conquista de Alzira, ya se tenían noticias que el canal regaba aquellas huertas. El Júcar es el río más arrocero de España y el más aprovechado agrícolamente. Tiene origen la Acequia Real en el Azud de Antella y se extiende a lo largo de 52 kms. Atravesando 20 términos municipales. Las Ordenanzas actuales que rigen la entidad datan de 1921 y su organigrama organizativo tiene estructura piramidal. Los regantes de un término municipal eligen por votación a la Junta Local y Jurado de Riegos que consta de siete miembros (4 del pueblo y 3 “forasteros”). De estas Juntas Locales se forma la Junta General compuesta por 30 diputados (2 por pueblo, 1 local y 1 “forastero”). En esta Junta General se nombran a 5 miembros que formarán la Junta de Gobierno que, junto con la figura del Ingeniero Jefe de la Confederación Hidrográfica del Júcar como Presidente propuesto por el gobierno estatal, tomarán las decisiones que en el ámbito general afecten a todos los regantes. El respeto a las Ordenanzas es absoluto por parte de los regantes, y las Juntas de Gobierno y Locales están capacitadas para administrar y fijar normas a las que se someten riegos y embalses. Los que no lo cumplen son sancionados con fuertes multas. Este orden y disciplina caracteriza al agricultor valenciano que, por tradición y experiencia, sabe que, de no ser así, el caos y la catástrofe para la agricultura ribereña hubiesen sido de extraordinaria consideración.

La Junta de Desagüe de la Albufera

Desde el siglo XV que se cerraba la Albufera con cañas, troncos, hierbas y barro, han pasado muchos años hasta la situación actual. Ya en el XIX se abre la gola (salida de las aguas de la Albufera al mar) de El Perelló y en 1862 se forma la Junta de Desagüe con las competencias y atribuciones de regular el desagüe del lago por las compuertas o golas que lo unen con el mar. Como las golas del Perellonet y la del Perelló no fueron suficientes, se optó por abrir la del Pujol en el año 1952, e instalar compuertas mecánicas que facilitaban los trabajos de cerramiento. Desde 1991 existen unas turbinas (motobombas) eléctricas en las golas que mejoran la rapidez del desagüe de la Albufera en situaciones críticas, por ejemplo: Cuando la mar no “traga” y el cultivo está a punto de recolectarse, unas fuertes lluvias pondrían en peligro las zonas aledañas y más bajas. Con este sistema, el nivel se puede bajar sin que llegue a afectar de forma grave a la producción. Estos grados de perfección en la regulación y distribución del agua son fruto de un ejemplar manejo de los recursos naturales a través de formas de acción social colectiva de los agricultores mediante los sistemas adaptados de control participativo y democrático en el ámbito de la producción (*definición de Agroecología*).

Además del agua, otro de los recursos naturales de capital importancia es el suelo: su conservación y regeneración.

El suelo del arrozal difícilmente sufrirá de procesos erosivos, es mas, al encontrarse la zona en una llanura de aluvión, cada avenida del Júcar deposita una capa de limo y arcilla sobre los campos. Por ello, el progresivo aterramiento de la Albufera. Actualmente están prohibidos los aterramientos realizados por el hombre, al encontrarse el lago y la marjal declarada como Parque Natural.

El mantenimiento de las acequias y canales del arrozal se lleva a cabo por brigadas de peones y maquinaria de la Acequia Real del Júcar. Es importantísimo que el lecho de las acequias esté limpio, de lo contrario, con los años el caudal que llevan se reduciría. Las retropalas mecánicas aprovechan el barro del fondo para restaurar los márgenes o “motas” de la acequia que por la erosión del discurrir del agua van disminuyendo de tamaño. Esta labor se realiza antes de que se desagüen los campos ya que, toda esta tierra, podría ir a parar a la Albufera con el consiguiente aterramiento o taponamiento de las salidas de las acequias al lago.

El desnivel tan bajo también ayuda a evitar una posible erosión del suelo y, como

no, los restos de la cosecha anterior forma un entramado de raíces que también sujetan el suelo. Por otra parte, el alto nivel de Materia Orgánica (sobre el 2'5%) hace que el complejo arcillo-húmico sea lo suficientemente estable para evitar que las arcillas no se pierdan ni se vean arrastradas por el correr del agua. No hay mas que ver que durante el cultivo, el agua no deja de correr y su color en los arrozales es totalmente transparente. En este caso el arrozal actúa como una balsa de decantación oxigenando y depurando el agua de impurezas, materia orgánica, sólidos disueltos, etc.

En la regeneración del suelo influye el barbecho obligado al que se ve sometido el arrozal durante los meses de invierno. Desde el 1 de noviembre a primeros de enero, en la mayor parte del territorio del arrozal, el agua cubre por completo el suelo. El efecto que se consigue, según algunos autores, es similar al de una sequía o al de una helada. Rompe los ciclos biológicos de algunos organismos actuando como una desinfección. Por otra parte, otros autores opinan que en este agua se da un aumento enorme de la *biodiversidad* acuática (hongos, algas, pequeños artrópodos) adaptados a estas condiciones, dan vida al arrozal descomponiendo los restos de la cosecha y regenerando el suelo con sus propios organismos, además de los aportes de macro y micronutrientes procedentes de la misma agua. Los más ancianos tenían un dicho para definir esta situación: “*El agua cova la terra*”, es decir, el agua incuba la tierra como si una madre protegiese a su pequeño. Posiblemente la causa esté en el efecto termorregulador de la misma frente a los saltos térmicos que conlleva la climatología invernal.

Recursos sociales

La conservación de las prácticas culturales locales ha llegado hasta nuestros días con variaciones en la mayor parte provocadas por el potencial endógeno del mismo campesinado que, a través de su extraordinario y secular conocimiento del medio en el que trabaja, ha ido diseñando, experimentando y adaptando manejos del cultivo cada vez mas perfeccionados y asimilando con gran cautela y acierto las nuevas tecnologías que se le ofrecen al alcance de la mano.

En un análisis de la adaptación del cultivo actual a través de los tiempos podemos destacar varios aspectos de su manejo:

La plantación: pasó a ser del sistema de trasplante al de siembra directa desde los años setenta. El aumento del costo de los jornales y de la mano de obra, elevó la presión sobre el agricultor, todavía reacio a cambiar de método. Desconfiado por los primeros ensayos que no fueron óptimos, hoy en día está totalmente aceptado e introducido el sistema, así como la siega mecánica por cosechadoras autopropulsadas.

Pero no todo son ventajas con el nuevo sistema de siembra. La dificultad de la escarda manual en la siembra directa obligó a los agricultores al empleo de *herbicidas* y en la aplicación de los mismos deben unirse todos los propietarios de las parcelas colindantes (que riegan en la misma “malla” o parcelas que riegan de la misma entrada de agua) para estancar el agua durante 48 horas y que el herbicida haga el efecto deseado. Observamos el gran componente social del cultivo, la colaboración entre agricultores forzados por una problemática común que revierte en un mejor manejo y eficacia en la práctica habitual, aunque no deseable, de los herbicidas. Pero los herbicidas no evitan totalmente el problema de las hierbas. Concretamente el “serreig” (*Equinocloa ssp.*) y su control es determinante a la hora de recoger una buena cosecha. Esta puede tener de 400 a 2.000 semillas por panícula y, a su vez, una planta puede llegar a 100 panículas. En el peor de los casos cada planta dejaría en el arrozal 200.000 semillas.

Esto es motivo suficiente como para considerar la importancia vital del complemento al herbicida: la escarda manual.

“La infantería”, como he escuchado a algún agricultor, hoy en día es imprescindible para un completo y óptimo desyerbe y si, por comodidad, se dejan algunas hierbas sin sacar, al siguiente año puede multiplicarse este trabajo, y esto bien lo conoce el agricultor arrocero valenciano que recorre metro a metro su parcela con este objetivo.

La recolección se realiza actualmente con cosechadoras autopropulsadas. El precio del arroz no se incrementa proporcionalmente con el de la mano de obra y el arrozal ha basado parte de su sostenibilidad en la sustitución de parte de los métodos de cultivo viejos y tradicionales por otros nuevos que le brinda el progreso de la mecánica y de la química, más cómodos y relativamente más económicos.

Factores económicos

Los sistemas nombrados anteriormente de siembra directa, la aplicación de herbicidas, la recolección mecánica y el secado en secaderos de aire caliente producido por combustión de gas, son los sistemas que actualmente se han impuesto. Las políticas arancelarias comunitarias que favorecen la entrada de arroz del Sudeste Asiático, de Egipto, etc., hacen que la rentabilidad de este cultivo en Valencia decrezca cada año. Frente a ello, el agricultor lucha con la modernización de sus estructuras y sistemas de cultivo de bajos costos.

Actualmente se tiende a añadir a nuestro arroz un factor de calidad añadido, el de la Denominación de Origen Arroz de la Albufera. La utilización de esta contramarca de garantía aprovecha las características de la zona donde se cultiva: el agroentorno de la Albufera como símbolo de un cultivo medioambientalmente respetuoso, con bajos insumos químicos, cultivado en suelos idóneos y conservando parte de las técnicas tradicionales que secularmente le han proporcionado ese prestigio internacional.

Agroecológicamente el enfoque económico es básico para una agricultora sostenible. Nuestra agricultura productivista no debe ir desligada a una agricultura con carácter fuertemente durable a través del tiempo. Por ello, el precio que nuestro agricultor paga, debe de ser suficientemente alto para asegurarle esa rentabilidad.

La calidad de nuestro arroz está fuera de toda duda; hay pues que añadirle a su venta estas características. No podemos competir con arroces de otros países debido a sus bajos costos salariales. Debemos vender calidad desde este punto de vista, llámese ecológico, integrado, de la Albufera, tradicional, etc., pero nuestro arrozal tiene cualidades, enfoques y valores suficientes para que continúe su cultivo durante tantos años como los que nos han precedido..... Si un árabe de los que fueron pioneros y plantaron por primera vez arroz en estas tierras pudiera verlo actualmente, estaría agradecido a Alá por poder comprobar que aquel esfuerzo creativo de aquellos hombres ha sido heredado y acrecentado a lo largo de los siglos de manera ejemplar y aunque no lo entendiese: **agroecológicamente sostenible.**

1 En total, se “amojonaron” 61.093 hanegadas (1 Ha.= 12 hanegadas) alrededor de la Albufera

Valores agroecológicos de la huerta de Valencia: las acequias

J. Quilis Siurana

Consortio cooperativo de L'horta, cooperativa valenciana
Avda. Padre Prudencio, 25. Torrent 46900, Valencia.

INTRODUCCIÓN

La huerta de Valencia que hemos llegado a conocer no es un ecosistema natural sino que es fruto de la acción del hombre en el desarrollo de la actividad agrícola.

Sobre una llanura sedimentaria formada por las aportaciones del río Turia y los barrancos de Carraixet y de Catarroja, se estableció una agricultura que, ya en tiempos de los romanos, aprovechaba el agua del río Turia, encauzada por unos canales, para regar los cultivos. Con la llegada de los árabes, esta red de canales se convierte en la red de acequias que conocemos en la actualidad: Benatchet y Faitanar, Mislata, Favara, Rovella, Montcada, Tormos, Mestalla y Rascanya.

Es una agricultura intensiva, en la que existe una gran parcelación del suelo fruto de las particiones hereditarias, que obliga a que la red de acequias, sus brazos y «regaos», sea lo suficientemente extensa como para hacer llegar hasta el último campo el agua necesaria para el riego. Además, en las zonas de huerta cercanas a las zonas húmedas de las marjales, se encuentra una red de «sequiols» y «sequioletes» cuya misión es la de recoger las aguas sobrantes de los campos, los drenajes de los campos «encadufats» y encauzar las aguas que emanan de los «ullals». El agua llega y, en su caso, sale de los campos, por un sistema de distribución por gravedad.

Por tanto, se dibuja un trazado complejo donde el mantenimiento y conservación de acequias, caminos, sendas y lindes de las propiedades, va a diseñar la huerta, aportando una biodiversidad esencial para el ecosistema creado por los labradores. Así, las acequias se pueden considerar como uno de los valores agroecológicos más importantes de la huerta de Valencia.

MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS ACEQUIAS

Aún, en la actualidad, quedan tramos de acequias cuyo cauce está constituido por tierra. Ahí podemos ver cuál es la problemática que se ha tenido que ir solucionando para que la acequia siguiera ocupando su espacio físico y no perdiera su funcionalidad. Limpiar el fondo del cauce sacando los lodos que se iban depositando y quitar la vegetación que crecía en las orillas impidiendo el curso fluido del agua, han sido dos de las tareas que más han ocupado a los labradores en el mantenimiento y conservación de las acequias. Este trabajo, aun siendo muy duro, se hacía con verdadero interés ya que todos sabían la importancia que tenía la acequia y el agua en la huerta de Valencia para el desarrollo de una agricultura intensiva.

En las acequias de tierra, la vegetación tiene un papel esencial en el mantenimiento de los márgenes, sujetando con sus raíces la tierra para que las orillas no se erosionen y se desmoronen. Así se mantiene su espacio físico de manera que el cauce no ocupe más de lo necesario según el caudal que debe llevar. El tipo de vegetación presente en los márgenes de la acequia depende de la dimensión del cauce. En las acequias madres, los márgenes a sujetar son grandes, necesitándose una vegetación con sistemas radiculares profundos y robustos. En este caso se emplean árboles de gran porte (chopos, sauces, olmos, moreras, higueras,...) o vegetación con buenos sistemas rizomáticos (cañares). Es frecuente que este tipo de vegetación esté acompañado por vegetación herbácea con sistemas radiculares más superficiales pero muy abundantes, con el objetivo de mantener sujeta la capa de tierra más superficial de las orillas de la acequia. En los brazos de las acequias madre, cuya dimensión del cauce es algo menor, se coloca vegetación de menor porte vegetativo y con un sistema radicular más reducido. Estos brazos son los que acercan el agua desde la acequia madre a las diferentes partidas que ésta riega. Es muy importante observar que, además de no ser necesario colocar vegetación de gran porte, tampoco es conveniente por los efectos negativos que podría causar por umbrías y competencia nutritiva ejercida por los sistemas radiculares sobre los cultivos situados en los campos entre los que transita. En este caso se emplean arbustos y árboles de porte bajo (frutales) acompañados por vegetación herbácea perenne con grandes sistemas radiculares superficiales, jugando ya, ésta, un papel muy importante en la sujeción de los márgenes (*Equisetum ramosissimum*, *Cynodon dactylon*, *Parietaria judaica*, *Imperata cylindrica*,...). Por último, se encuentran los cauces de riego (regaores) que forman parte del campo a regar y cuya dimensión es bastante más pequeña que el brazo de la acequia madre. En este tipo de cauce solo se colocan plantas herbáceas perennes de porte muy bajo, con sistemas radiculares muy abundantes y superficiales. Destaca por la eficacia y frecuencia con la que la encontramos *Cynodon dactylon*. En lo que respecta a los sequiols y sequioletes, la vegetación que en sus márgenes se encuentra es similar a la de los brazos y regaores, prevaleciendo las especies que vegetan mejor en suelos húmedos: *Equisetum ramosissimum*, *Cynodon dactylon*, *Imperata cylindrica*, *Phragmites australis*, *Arundo donax*,...

La necesidad de la vegetación en los márgenes de las acequias y los diferentes tipos que se requieren para cada tipo de cauce, dan una idea de la contribución de las acequias al aumento de la biodiversidad en el agroecosistema creado por los labradores en la huerta de Valencia.

FUNCIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA VEGETACIÓN DE LOS MÁRGENES DE LAS ACEQUIAS

La vegetación que se encuentra en los márgenes de las acequias cumpliendo la función de sostén de la tierra que forma el cauce, servía para otros fines dentro del agroecosistema de la huerta. De la poda de los árboles se obtenía madera para construc-

ciones (vigas, estacas) y leña (hornos). De los cañares (*Arundo donax*) se obtenían cañas para la construcción (cañizos) y para el campo (tutores). De los árboles frutales se obtenían frutas (alimentación). De la vegetación herbácea, en especial *Cynodon dactylon*, se obtenía comida para los animales (conejos, ovejas, caballos,...), mientras que *Imperata cylindrica* se empleaba para hacer ataduras. Como puede verse en estos ejemplos, la necesidad que tenía el labrador de disponer de las materias primas que proporcionaba esta vegetación, hacía que éste la cuidara con esmero, quedando asegurado el mantenimiento y conservación de las acequias sin que esto significara un trabajo explícito del que no se obtenía beneficio. Dicho de otra forma, esto significaba una contribución por parte del labrador al equilibrio dentro del agroecosistema de la huerta de Valencia, manteniendo equilibrados los flujos de energía.

CONTRIBUCIÓN AL AUMENTO DE LA BIODIVERSIDAD Y AL EQUILIBRIO DENTRO DEL AGROECOSISTEMA DE LA HUERTA DE VALENCIA

El labrador ha creído siempre que la vegetación que sobre las orillas de las acequias crecía, solo tenía la función de sujeción de los márgenes, al mismo tiempo que podía hacer uso de las materias primas que ésta le proporcionaba para su autosuficiencia en el medio agrícola. Estos dos hechos son ciertos, aunque existen algunos más, que posiblemente ignorara, y que permitían la estabilidad de un agroecosistema que tenía la capacidad de autorregulación.

La abundante vegetación que aparecía en torno a las acequias producía una gran biodiversidad, no sólo a nivel vegetal, sino también a nivel de macrofauna (aves, mamíferos, reptiles y peces) y microfauna (insectos, ácaros, nemátodos, hongos y bacterias), dando lugar a la diversidad biológica, fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas.

DESAPARICIÓN DE LA VEGETACIÓN EN LAS ACEQUIAS

Al principio ya se dijo que el ecosistema huerta de Valencia no es natural sino que es la consecuencia de la actividad agraria del hombre. Dentro de esta faceta de diseñador que juega el labrador, se ha producido, a partir de la década de los cincuenta, un cambio radical en el paisaje de la huerta. Precisamente, han sido las acequias unas protagonistas muy importantes en este cambio.

Se han dado cita una serie de circunstancias que concurren en el tiempo y que han forzado el diseño de huerta que tenemos hoy en nuestros días. Algunas de estas circunstancias son:

- se introduce el cemento en las construcciones: casas, muros, acequias, ...
- se activa el transporte y comunicaciones.
- se empiezan a utilizar las primeras máquinas agrícolas.
- se empiezan a utilizar los abonos inorgánicos, los insecticidas, los fungicidas y los herbicidas.
- se reduce el número de productos cultivados.
- se produce una salida de mano de obra de la huerta a la industria y servicios de la ciudad.
- se vierten las alcantarillas y otros vertidos en las acequias, aumentando su contaminación.

La huerta de Valencia ya no producía sólo para el mercado local, sino que con la activación del transporte interior y exterior (exportación) se abre una dimensión comercial muy ambiciosa que necesita grandes cantidades de productos. El labrador, con el

afán de obtener el máximo beneficio de sus cultivos, pasará a cultivar aquellos que son más rentables. Por otra parte, la maquinaria agrícola empieza a desplazar a los animales de trabajo (caballos, burros y mulos) pasando a ser elementos de ocio del labrador. También los animales típicos en las casas de la huerta (gallinas, patos, pavos, conejos, cerdos, vacas, ...) van desapareciendo y concentrándose en granjas especializadas. El labrador no cultiva productos agrícolas para la ganadería (forraje de maíz, forrajes de habas y yeros, alfalfa, maíz,...) y en el caso de que en alguna casa de la huerta se continúe criando animales, el labrador pasa a alimentarlos con piensos. Ya no tiene sentido cultivar muchos productos agrícolas que eran necesarios para el autoabastecimiento, ahora tiene un mercado donde puede comprarlos con facilidad. Por tanto, podemos afirmar que ha surgido una agricultura con gran dependencia de insumos externos al agroecosistema huerta de Valencia, provocando un desequilibrio en los flujos de energía. Ante esta situación, la vegetación que crece en los márgenes de las acequias, pierde su funcionalidad como fuente de materias primas: madera, leña, alimentación (autoconsumo y ganadería), elementos útiles,... Pero la acequia debe seguir recibiendo la misma atención de mantenimiento y conservación para no perder su funcionalidad.

Limpiar el fondo del cauce sacando los lodos que se iban depositando y quitar la vegetación que crecía en las orillas, se había convertido en un trabajo muy duro que no daba ningún beneficio, sino todo lo contrario, era un gasto muy grande. Pero afortunadamente para el labrador, con la aparición de los herbicidas tenía el problema resuelto; ya no tenía que limpiar periódicamente la acequia, aplicando herbicidas mantenía limpio el cauce. El uso reiterado de los herbicidas y la desatención que pasó a recibir la vegetación que prevalecía (árboles, frutales, arbustos y algunas herbáceas), junto con el alto grado de contaminación de las acequias que eran el destino de alcantarillas y otros vertidos, terminó por erradicar, en algunos tramos, cualquier tipo de vegetación. Llegado este extremo, la acequia todavía seguía exigiendo un mantenimiento de su cauce. Ahora, además de limpiar el fondo de lodos había que luchar contra la erosión de las orillas para que los márgenes no se ensancharan y la acequia ocupara más de lo necesario, entrando en propiedades o restando superficie de cultivo. La solución que se le da a esta nueva situación pasa por construir los cauces de las acequias con cemento. Ni qué decir tiene, que ahora si que ha desaparecido cualquier tipo de vegetación en los lugares donde se ha optado por esta solución. Dándonos un paseo por la huerta veremos que no son pocas las acequias que han pasado de ser de tierra a ser de cemento, incluso enterradas para que no sean fuente de malos olores y foco de bichitos indeseables.

EL COSTE ECONÓMICO Y EL ECOLÓGICO

Desde el punto de vista económico, la solución de hacer los cauces de cemento es la más apropiada para una agricultura que contabiliza a las acequias como un activo funcional y que no debe generar gastos innecesarios. Por tanto, se persigue reducir los costos de mantenimiento y anular las pérdidas de agua en los cauces muy deteriorados. Pero ¿qué se ha perdido con la desaparición de la vegetación de los márgenes de las acequias?. Este nuevo diseño de la huerta se caracteriza por el alto número de especies vegetales, tanto silvestres como cultivadas, que han desaparecido o han reducido notablemente su presencia en el agroecosistema de la huerta de Valencia. Al mismo tiempo, también se ha afectado a la macro y microfauna, que ya no encuentra alimentación, cobijo o lugar donde multiplicarse, viéndose, también, reducida o anulada su presencia. Se trata, por tanto, de una pérdida de biodiversidad, fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas, dificultando la autorregulación del agroecosistema huerta de Valencia al poner en peligro su estabilidad.

Valores agroecológicos de las praderas en Galicia

I. Torres, Y. Pouliquen y F. Malvar.

Asociación de Agroecología "Alberte Rodríguez Pérez". Apdo. 336. 27080 Lugo.

ABSTRACT

Grassland is closely linked to livestock management, specially the cows. Given the characteristics of the main part of the ecosystems in the Galice, this relationship between cattle and grass-land is basic for the establishment of agroecosystems which trend to a high sustainability, considering the ecological, economical and social dimensions.

In this paper, we first insist on this aspect. In the following, we try to make a characterisation of the several types of grassland actually existing in the Galice, on the basis of their management. We also study the traditional ways of land using which are based on grassland. Finally, we compare the actual meadows and the traditional ones, by the use of the common properties of the agroecosystem analysis: sustainability, productivity, stability, equity and autonomy.

By this, we show the importance of this type of agroecosystems for the Galice, as well as their potential for a fair development of agrarian practices that protect nature and culture.

RESUMEN

Las praderas están íntimamente vinculadas al manejo del ganado, en especial del vacuno. Dadas las características de gran parte de los ecosistemas de Galicia, esta interrelación ganado-praderas es básica para establecer agroecosistemas que tiendan a una sustentabilidad alta, en sus vertientes ecológica, económica y social.

En este trabajo, se insiste en primer lugar en este aspecto. Posteriormente, se trata

de caracterizar los distintos tipos de praderas existentes en la actualidad en Galicia, sobre la base de su manejo. Asimismo, se estudian las formas tradicionales de uso de la tierra en base a praderas. Finalmente, se comparan las praderas actuales con las tradicionales, utilizando a este efecto las propiedades habituales del análisis agroecológico: sustentabilidad, productividad, estabilidad, equidad y autonomía.

Con ello, se muestra la importancia de este tipo de agroecosistemas para Galicia, y el potencial que estos tienen para un desarrollo justo de prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente y la cultura.

RESUME

As pradeiras están íntimamente vencelladas ó manexo do gando, en especial do vacún. Dadas as características de gran parte dos ecosistemas de Galiza, esta interrelación gando-pradeiras é básica para establecer agroecosistemas que tendan cara á unha sustentabilidade alta, nas súas vertentes ecolóxica, económica e social.

Neste traballo, insítese en primeiro lugar neste aspecto. Posteriormente, trátase de caracterizar los distintos tipos de pradeiras existentes na actualidade na Galiza, sobor da base do seu manexo. Así mesmo, estúdanse as formas tradicionais de uso da terra basadas nas pradeiras. Finalmente, compáranse as pradeiras actuais coas tradicionais, utilizando para isto as propiedades habituais da análise agroecolóxica: sustentabilidade, produtividade, estabilidade, equidade e autonomía.

Deste xeito, amósase a importancia deste tipo de agroecosistema para Galiza, e o potencial que teñens estes para un desenvolvemento xusto de prácticas agrícolas respetuosas co medio ambiente e a cultura.

1. INTRODUCCIÓN

Establecer el valor agroecológico de las praderas en Galicia es una tarea tan ambiciosa como compleja, en primer lugar por el propio método de análisis agroecológico, y en segundo lugar por la diversidad existente en los ecosistemas gallegos. Por esta razón, este trabajo constituye sólo un intento de aproximarnos a este estudio, que pueda ser de utilidad para realizar un dibujo general y simplificado de la situación en Galicia.

El primer paso en esta caracterización se construye sobre la base del estudio del lugar que ocupan las praderas en los agroecosistemas, lo que conlleva el estudio del medio natural y social. Posteriormente, se procede a un examen necesariamente breve del papel de las praderas en las agriculturas tradicionales, con referencia en las propiedades de los agroecosistemas. Esta información facilitará el estudio posterior de los cambios sufridos con la modernización del sector agropecuario. Finalmente, se podrá entonces esbozar lo que serían los valores de las praderas en una perspectiva agroecológica.

2. LAS PRADERAS EN LOS AGROECOSISTEMAS GALLEGOS

Sería evidentemente muy osado atreverse a considerar todos los agroecosistemas de Galicia, dada su gran variedad. Sin embargo, es fundamental establecer algunas características ecológicas, económicas y sociales que definen el comportamiento agrícola de gran parte del territorio gallego.

2.1 En el ámbito ecológico

2.1.1 Las condiciones ecológicas

Precipitaciones

Galicia se caracteriza por un nivel de precipitación anual muy alto, aunque con notables diferencias locales. Un 80% de las estaciones recogen precipitaciones superiores a los 1000 mm anuales, con niveles mínimos de 590 mm y máximos de 3400. Como es normal, las lluvias se concentran en los meses de octubre a febrero, con variaciones locales. El índice de concentración de Peguy varía entre 1,47 y 2,54, por lo que se concluye que las lluvias son presentes a lo largo de todo el año.

Temperaturas

Las temperaturas presentan diferencias muy notables a lo largo de la geografía del país. Sin embargo, tenemos que resaltar la gran importancia del riesgo de heladas, ya que un 60% de las tierras padece un riesgo de heladas superior o igual a los 6 meses. Tan solo un 14% de las tierras presentan un riesgo inferior a 3 meses (Díaz-Fierros y Gil, 1984).

Tipos de suelo

Apoyándonos en el trabajo de Díaz-Fierros y Gil (1984), citaremos las características de interés. Gran parte del territorio está ocupado por tierras de pendiente notable, unidas a suelos poco profundos. Prácticamente la mitad del suelo gallego presenta problemas serios en este sentido, según el estudio citado. La superficie agraria útil representa un 31% de la superficie total, de unos 3 millones de hectáreas (Xunta de Galicia, 1997b). Dada la naturaleza del subsuelo (esquistos, granitos), los suelos son en su gran mayoría ácidos, con problemas reales o potenciales de toxicidad por aluminio, y un déficit notable de fósforo. Por la presencia de arenas, la capacidad de intercambio catiónico efectiva adopta valores bajos, aunque con variaciones localmente importantes. La poca profundidad de algunos suelos, unida a su granulometría, crea suelos con poca capacidad de retención de agua, por lo que a pesar de las precipitaciones existen situaciones de sequía estival, con un déficit de precipitación en torno a los 150 mm, aunque pueda localmente superar los 400 mm. Por lo contrario, en tierras más pesadas el riesgo de encharcamiento invernal debido al volumen de precipitación es la característica destacable.

2.1.2 Implicaciones para los agroecosistemas

A nivel biológico

A la luz de los datos anteriores, aparece que la actividad biológica de los suelos se encuentra seriamente dificultada. El exceso de acidez, los lavados constantes, los excesos y faltas de agua, y las temperaturas bajas son factores que disminuyen considerablemente la labor de los microorganismos. En consecuencia, los procesos de transformación de la materia orgánica (MO) son lentos, y la fijación de nitrógeno atmosférico baja. Por lo tanto, los suelos necesitan de un aporte de MO relativamente fresca, que permita su activación biológica.

A nivel físico

La existencia de pendientes fuertes y suelos poco profundos, unida a la importancia de las precipitaciones favorece en gran medida los fenómenos de erosión laminar. En consecuencia, la presencia de una cobertura vegetal durante el invierno es fundamental para reducir esta erosión. Otra componente de interés para la conservación de los suelos es la MO, que presenta además el interés de mejorar la estructura de los suelos arenosos o muy arcillosos, facilitando la labor agrícola y el crecimiento de los cultivos.

A nivel químico

La poca fertilidad de muchas tierras y su desequilibrio por falta de fósforo y presencia alta de potasio aconsejan una fertilización de corrección, que potencialmente se puede aportar en forma orgánica. La detoxificación del aluminio y el incremento de la capacidad de intercambio catiónico efectiva se ven favorecidos por la presencia de materia orgánica humificada.

En resumen, aún corriendo el riesgo de generalizar e ocultar situaciones particulares, una gran parte de los suelos de Galicia precisa de

- MO fresca para favorecer la actividad biológica
- humus para mejorar fertilidad y estructura, reducir la erosión y mejorar el comportamiento frente al agura
- cobertura vegetal durante los meses más lluviosos.

2.2 Condiciones económicas

Es obvio que las praderas en sí tienen poco valor comercial en los agroecosistemas gallegos, ya que no existe prácticamente producción forrajera para venta. En consecuencia, estudiar el interés económico de las praderas supone considerar la importancia de la ganadería en la economía gallega.

Los datos estadísticos se ofrecen en la Tabla 1 para las especies relacionadas con el manejo de praderas. Esta tabla muestra claramente que la ganadería gallega es fundamentalmente bovina, y se orienta principalmente a la producción de leche. Con una producción final agraria de 160.000 millones de pesetas, la producción ganadera es la primera fuente de ingreso (57%) del agro gallego (Xunta de Galicia, 1997a), que participa en un 9% do PIB gallego (IGE, 1996). El sector lácteo ocupa el puesto de primera importancia, ya que contribuye por un 30% en esta producción final agraria y un 50% de la producción ganadera, seguido desde lejos (10% y 19% respectivamente) por la producción de carne y huevos (Xunta de Galicia, 1997a y Xunta de Galicia, 1997b).

	Nº cabezas	Nº explotaciones
Bovinos	953.946	101.139
Vacas lecheras (+ 24 meses)	445.989	
Ovinos	280.787	22.481
Caprinos	49.301	6.079

Tabla 1. Ganado bovino, ovino y caprino en Galicia (1995). Fuente: Xunta de Galicia (1997b).

Sin embargo, esta producción intensiva, fruto de un desarrollo agrario dirigido hacia la producción de leche desde los últimos 20 años, se realiza sobre la base de elementos exógenos y un alto nivel de insumos externos, dado que el gasto fuera del sector representa casi un 40% de la producción final agraria (IDEGA, 1998). En pesetas constantes, el ratio gasto fuera del sector/producción final agraria, se incrementó en 10 puntos de 1985 a 1995 (IDEGA, 1998), lo cual significa el incremento de la necesidad de insumos para una misma producción. Estos gastos se reparten de acuerdo con la Tabla 2. Es particularmente importante reconocer que casi un 40% del gasto realizado se destina a la compra de alimentos para el ganado (soja y derivados, y maíz), es decir, el porcentaje muy alto del 15% de la producción final agraria (IDEGA, 1998; Xunta de Galicia, 1997b). Considerando el total de la producción agraria, con lo cual incluimos a los agricultores no ganaderos, para una renta por persona ocupada de unas 370.000 pts, el gasto fuera del sector

es de 276.000 pts, 107.000 de ellas dedicadas a la compra de pienso (Xunta de Galicia, 1997b). En el año 1996, casi un 30% de los ingresos se dedicaron a la compra de piensos, en una muestra de explotaciones que representa las de mayor dimensiones (Barbeyto, 1997). De hecho, en los últimos años, se puede observar una disminución del margen neto por explotación, que se debe al incremento de los costes (Barbeyto, 1997). Adelantando ya reflexiones posteriores, podemos decir entonces que el sistema de producción ganadero, y en especial el de producción lechera, es fuente de una gran dependencia de los productores que potencialmente merma de forma muy relevante su renta.

Gasto	10⁶ Pts	%
Piensos	40.390	38,8
Maquinaria (mantenimiento)	26.957	25,9
Energía	8.658	8,3
Semillas	6.643	6,4
Reparación de inmuebles	4.222	4,1
Fertilizantes	4.005	3,8
Productos zoonosanitarios	3.791	3,6
Otros	9.454	9,1
TOTAL	104.120	100

Tabla 2. Gastos fuera del sector agrario (1995). Fuente: Xunta de Galicia (1997b).

2.3 Condiciones sociales

Desde la perspectiva del mercado de trabajo, la ganadería constituye un sector clave. Según datos del año 1990, un 13% del empleo se ofrecía en actividades ganaderas, siendo este sector productivo el segundo en importancia bajo este concepto (IGE, 1994). Según datos más recientes, el sector agrario en su totalidad ocupa algo más del 17% de la población activa (INE, 1998). A ello es preciso añadir que la industria agroalimentaria es el segundo sector industrial de Galicia en generación de empleo, y que, dentro de ella, la industria lechera y cárnica sólo están superadas por las conservas de pescado (INE, 1992). Sin embargo, estos datos se deberían incrementar, debido a la cantidad de trabajo no contabilizado (ayuda familiar y economía sumergida), por lo que la importancia del sector se ve igualmente incrementada.

En el plano totalmente distinto de las culturas, está claro que Galicia, en especial algunas zonas, está impregnada de aspectos vinculados al ganado. La supervivencia de las ferias de ganado constituye una evidencia de ello. Del mismo modo, la dieta integra una parte muy importante de carne, leche y derivados. La cría de animales (cerdo, pero también terneros y vacas lecheras) para el autoconsumo es una práctica aún corriente, como forma de asegurar una alimentación de calidad según los criterios tradicionales.

3. MANEJO TRADICIONAL Y PRADERAS ACTUALES

Aún sin entrar en detalles de los principios básicos de la agroecología, puede resultar de interés recordar algunos de ellos, que justifican el examen posterior de las praderas actuales y tradicionales, para su comparación.

3.1 Breve reseña metodológica

Dentro del modelo teórico de la agroecología, la agricultura tradicional ocupa un lugar muy relevante. De forma resumida, se acepta que las culturas vinculadas a la tierra han sabido desarrollar a lo largo de su historia modelos de agricultura que aseguran la reproducción del agroecosistema a largo plazo. En otras palabras, a través de un largo proceso de coevolución entre el hombre y la naturaleza, ambos han ido modificándose hasta la obtención de un equilibrio dinámico que asegura la continuidad del sistema así creado (véase Norgaard, 1985). De allí surge el interés de estudiar las agriculturas tradicionales para llegar a un conocimiento mayor sobre la estructura y funcionamiento de los agroecosistemas. El análisis de las culturas tradicionales, debidamente entendidas en su contexto social histórico, constituye una fuente de conocimiento que es posible aprovechar para la mejora de los agroecosistemas tanto tradicionales como modernos (Altieri, 1990; Toledo, 1993). El análisis se apoya en las llamadas propiedades de los agroecosistemas (Conway, 1987; Altieri, 1995; Simon, 1995), que brevemente se pueden definir de la forma siguiente:

- la *productividad* expresa el volumen producido.
- la *estabilidad* refleja si esta producción esta sujeta a lo largo del tiempo a variaciones amplias o limitadas.
- la *equidad* pretende representar la estructura del reparto de la riqueza generada entre los miembros de la sociedad asentada en el ecosistema
- la *sustentabilidad* será baja si el agroecosistema no presenta los mecanismos internos suficientes como para poder recuperar su nivel de producción tras un estrés (climático, económico, etc.)
- la *autonomía* se considerará alta si los flujos que vinculan un agroecosistema dado a otros agroecosistemas no comprometen la permanencia del primero.

El concepto de agroecosistema hace intervenir tanto elementos naturales como sociales. Por lo tanto, estas propiedades se consideran desde sus dimensiones sociales, agronómicas y económicas.

3.2 El manejo tradicional

Obviamente, por la diversidad de agroecosistemas, no podemos aquí ofrecer una visión detallada de todos los sistemas de manejo, por lo que nos limitaremos a describir de forma general los sistemas. Dada la tardía modernización del agro gallego, parte de estos sistemas tradicionales se encuentran todavía vigentes. Sin embargo, podríamos fijar, de modo indicativo, nuestros sistemas tradicionales, en torno a la primera mitad del siglo, por lo que el trabajo de Bouhier (1979) nos sirve de referencia ineludible. Hablar del manejo tradicional de los prados nos obliga una vez más a considerar el agroecosistema en su totalidad, con especial énfasis en el ganado.

La Figura 1 nos ayuda a entender la posición de las praderas en el agroecosistema tradicional. Este esquema puede también representar a la situación actual, contando para esto con una modificación general del valor de todos los flujos. El peso de la ganadería lechera se incrementó, incrementándose a su vez los intercambios económicos. El papel del monte y su especie de mayor interés, el tojo (*Ulex spp*), como proveedor de MO para las camas del ganado, e incluso de alimentos, se esta reduciendo de tal manera que en no pocas explotaciones ya no se trata de una componente del agroecosistema. No es este el lugar para detallar la importancia fundamental del monte como fuente de fertilidad y MO de los agroecosistemas tradicionales; sin embargo, debemos destacar esta importancia, que queda simplificada en la Figura 2. En otras palabras, el monte constituía en los

agroecosistemas tradicionales un pilar de la producción tanto directa (tojo molido para pienso, producción de cereal después de la roza, etc.), como indirectamente (proveedor de nitrógeno, formación del estiércol y del compost, etc.).

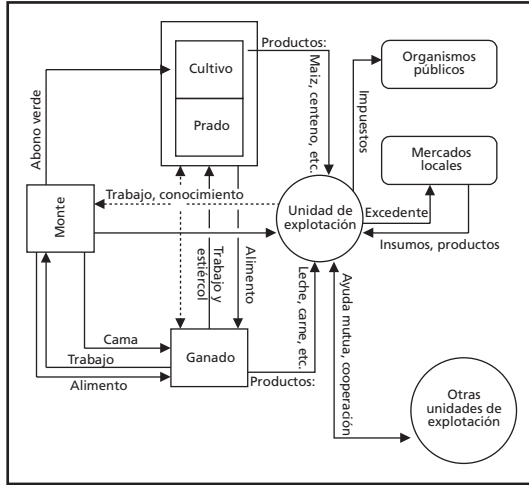


Figura 1. Praderas y monte en los agroecosistemas gallegos.

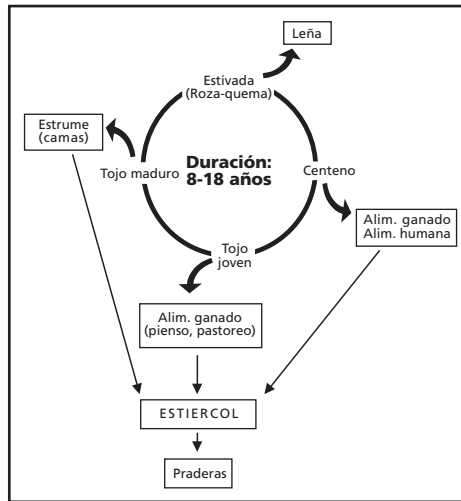


Figura 2. Representación del agroecosistema tradicional (adaptado de Simon, 1995).

Dentro de la complejidad del agroecosistema (Figura 1), el sistema de praderías no aseguraba una alimentación suficiente para el ganado bovino. El complemento de alimentación procedía de diversas fuentes:

Cultivos forrajeros

Se trata fundamentalmente de los nabos y del maíz, aunque incluso la patata se utilizaba en alimentación animal. También contaba con cereales, con una infinidad de variedades locales.

Cultivos intermedios

La gran diversidad de climas, unida a una selección varietal de los cultivos agrícolas que permitía una gran versatilidad de los ciclos de cultivo, permitía la siembra de especies forrajeras de forma intermedia. Aparte de proveer un complemento de alimentación indispensable en primavera, estos cultivos ofrecían la ventaja de no dejar el suelo a descubierto. Antes de la cosecha de trigo, centeno, maíz o incluso patata, se sembraban cultivos para su aprovechamiento en verde, antes del segundo cultivo de primavera. Bajo varias denominaciones locales (“alcacén”, “herba de Vigo”, “herba molar”, “ferraña”, etc.) una infinidad de mezclas se utilizaban, principalmente compuestas por gramíneas: centeno, avena, ray-grass (*Lolium multiflorum*), bromo (*Bromus mollis*), holco (*Holcus lanatus*), rara vez leguminosas como *Ornithopus spp.*, *Vicia spp.* o *Trifolium spp.*

Tierras de monte y caminos

El monte en sí constituía la alimentación básica de los caballos criados en cuasi libertad, y del ganado ovino y caprino. Respecto de estos últimos, es menester señalar que los rebaños de importancia eran poco frecuentes; en general, cada familia poseía unas pocas cabezas. Mediante varios sistemas de trabajo comunitario, estos animales salían diariamente acompañados de un pastor que recogía los animales de cada casa de la comunidad, llegándose de esta forma al manejo más óptimo de un rebaño de varios centenares de cabezas. El vacuno también pastoreaba a veces el monte, aunque esta práctica se reservaba en épocas de falta de alimentación o en el caso de labradores con pocos medios, y en todo caso para los animales más resistentes (reses adultas de razas autóctonas).

Tojales

Ya citamos anteriormente la importancia del tojo en la fertilización y el uso del terreno. El tojo intervenía también en la alimentación del ganado. Este uso del tojo podía ser directo, ya que los caballos podían comer los brotes jóvenes, o indirecto, entregándose a los animales tras picarlo en máquinas adecuadas. Pero la aportación fundamental venía dada por el terreno en sí, y la rotación que se practicaba en las tierras de tojo. Como vimos anteriormente (Figura 2), tras la roza-quema y un cultivo de cereal, se sembraba de nuevo el tojo en la parcela. Durante el período de establecimiento de este cultivo, el ganado bovino tenía acceso a la parcela, que se comportaba durante uno o varios años como un prado, hasta la completa colonización por el tojo. Dada la extensión a veces muy importante de la superficie dedicada al cultivo de tojo, este sistema singular prado-tojal podía llegar a representar un tercio de la alimentación de los bovinos.

Praderas

Podemos discernir tres praderas-tipo en los sistemas tradicionales, con toda clase de situaciones intermedias entre ellas, y con el sistema prado-tojal.

En primer lugar, el pastizal proveía la alimentación pastoreada en primavera e otoño. Estas verdaderas praderas naturales, a veces difícilmente separables del tojal, no se segaban.

En segundo lugar, encontramos las praderas de secano, que a veces disponían de un sistema de riego ocasional. Aparte del pastoreo, estos prados proveían el heno necesario para el invierno. Las gramíneas constituían la vegetación dominante, aunque iban acompañadas de leguminosas.

Finalmente, encontramos las praderas de regadío, provistas de riego constante. Aunque se pastoreaban a veces, en la mayoría de los casos se segaban a mano para dar en verde a los animales, dado que la alta humedad del suelo impedía la entrada del ganado para no compactar la pradera. Debido a la saturación de agua, estos prados, aparte de las

gramíneas (*Festuca rubra*, *Holcus lanatus*, *Dactylus spp.*, *Agrostis spp.*), presentaban una vegetación de plantas hidrófilas y nitrófilas (*Mollinia spp.*, *Juncus spp.*, *Plantago spp.*, *Rhinbantus spp.*, *Rumex spp.*) y una baja presencia de leguminosas (*Trifolium spp.*, *Vicia spp.*) (Dalda, 1972).

La fertilización de los prados de secano y de regadío se realizaba con compost, aunque en el caso de los segundos, el propio sistema de riego aportaba elementos fertilizantes en cantidad. Con cierta frecuencia, los prados de secano y de regadío se integraban dentro de una rotación, por ejemplo con maíz. Este detalle tiene su importancia, al significar que la pradera no era sino un cultivo temporal más, que participaba de una rotación amplia.

El aspecto central que revestía el monte y los cultivos de tojo representaba la amenaza mayor para la sustentabilidad del agroecosistema. En efecto, un incendio de importancia, o la incapacidad laboral de un miembro de la familia cortaban repentinamente el suministro de esta MO. El manejo del monte significaba una lucha directa contra los incendios, por la limpieza que suponía; pero significaba asimismo una lucha indirecta, debido a la preocupación de los vecinos de que no se dañen sus recursos. En el plano social, el trabajo que requería el monte, y su importancia central, constituyen un elemento de explicación del poder que llegaban a alcanzar los médicos en las villas. De forma atrevida podríamos considerar que la falta de equidad social participaba, junto a otros elementos del sistema caciquil gallego (foros, por ejemplo) y a los demás factores mencionados anteriormente, en la disminución de la sustentabilidad de los agroecosistemas, siendo su desaparición progresiva una confirmación de ello.

3.3 Cambios actuales del uso tradicional y consecuencias

La implantación de las praderas artificiales se inició realmente en Galicia en la década de los 50. Esta modificación de los agroecosistemas iba acompañando la modernización del sector ganadero, y significó profundos cambios en las prácticas hasta entonces vigentes. Citaremos aquí las transformaciones más importantes desde el punto de vista agroecológico.

La modernización supuso el abandono del uso del monte y del tojal. El difícil manejo, la baja resistencia de las razas importadas (Frisonas) y sus exigencias alimenticias, son algunos factores que impulsaron el establecimiento de las praderas. El monte y el tojal perdieron su interés como proveedores de camas para los bovinos con el establecimiento de las fosas de purín, que se utiliza para fertilizar las praderas. En la actualidad, estas praderas son evidentemente mucho más productivas que los antiguos prados. Las mezclas utilizadas introducen un porcentaje de leguminosas mayor que el de las praderas de regadío tradicionales (Piñeiro y Pérez, 1992). Indudablemente, la investigación reciente ha desarrollado un conocimiento que permite un aprovechamiento mucho más eficiente de las praderas (mecanización, siega de deshechos, control de la época de corte, etc.), aunque esta productividad se apoye en parte en prácticas de encalado, abonado químico, uso de plaguicidas, y hasta uso de herbicidas.

A pesar de la existencia de investigación para reducir el empleo de abonos, las recomendaciones para la fertilización nitrogenada de praderas superan con facilidad las 165 UF/año, aún más en el caso de implantación nueva. En el año 1997, las aportaciones medias en Galicia fueron de 92 UF de N, 83 UF de P_2O_5 y 46 UF de K_2O (Barbeyto, 1997), aportes que resultan más importantes si matizamos estas medias por la existencia de un amplio sector que utiliza muy pocos fertilizantes. La productividad de las praderas esta, pues, vinculada al uso cada vez más intensivo de elementos exógenos, lo que disminuye

significativamente la sustentabilidad e influye negativamente en la autonomía de los agroecosistemas. Se puede señalar que esta falta de autonomía no es solamente económica y agronómica, sino que obliga a recurrir a un conocimiento exógeno, sobre el cual los labregos disponen de poco control.

Se cita la existencia en la agricultura tradicional de variedades de avena para ensilado, aunque de forma muy local: el ensilado se generalizó en las últimas décadas. Esta práctica incrementa la estabilidad de los agroecosistemas, ya que minimiza las pérdidas de heno por condiciones climáticas adversas, pérdidas que el trabajo tradicional en común no conseguía reducir suficientemente. En todo caso, el ensilado sigue siendo un trabajo comunitario, aunque la desarticulación social y la despoblación rural creen un riesgo de reducir la continuidad de esta práctica, mermando por lo tanto la sustentabilidad económica ya que puede obligar a la compra de maquinaria.

Aparte de esta mayor dependencia de los agroecosistema, la contaminación constituye otra consecuencia importante. En el caso gallego, la contaminación por nitratos no está tan vinculada al uso de fertilizantes químicos como al abuso del purín. El modelo de producción basado en praderas y granjas intensivas que impulsaron las políticas de modernización, fue acompañado por el fomento de las estabulaciones sin cama y fosas de purín. Aparte de las pérdidas propias de ciertas fosas, es la poca disponibilidad de tierra la que obliga a una fertilización excesiva de los prados. Es incluso frecuente ver a los labregos repartir el purín antes de las lluvias, como forma de deshacerse de las cantidades de purín en exceso. El régimen de lluvias, las pendientes y el tipo de suelo favorecen en gran medida el lavado del nitrógeno así aportado, con el consiguiente riesgo de contaminación, o sea, de disminución de la sustentabilidad.

Las praderas modernas rompieron, a veces de forma muy brusca, el paisaje agrario. Aparte de los efectos puramente estéticos, y la pérdida de una fuente más de riqueza (frutos diversos, leña, etc.) es toda la infraestructura ecológica generada por los setos la que se tambalea, con el siguiente desequilibrio de la estabilidad y sustentabilidad del agroecosistema. En las zonas de monocultivo de pradera, este desequilibrio puede apreciarse ya, por la aparición de plagas antes desconocidas. Este es el caso de la túpula, que obliga en la actualidad a realizar tratamientos fitosanitarios. Esta plaga se ve además favorecida por el uso excesivo del purín, que mantiene condiciones de suelo muy favorables para ella (alimentos y humedad). Por otra parte, el establecimiento de praderas fijas resta terreno para las alternativas, con lo cual la selección de las malas hierbas es mucho mayor. Aunque no sea la única razón, se puede pensar que una rotación cultivos anuales/pradera podía limitar el desarrollo de la juncia (*Cyperus spp.*), lo que no son capaces de hacer parcelas con monocultivo.

Junto a lo anterior, se debe señalar que en muchos casos las praderas se establecieron sobre terrenos con una capacidad productiva alta, aptas para cultivos forrajeros y de huerta (maíz, nabo, cereal, patata). Esta práctica ahonda en la necesidad de comprar pienso para completar la alimentación del ganado, lo que conlleva pérdida de autonomía, sustentabilidad y estabilidad.

En la dimensión económica, la especialización en la producción de leche constituye un grave problema de sustentabilidad. El establecimiento del sistema de cuotas lácteas inadecuadas a la producción real está favoreciendo el abandono de la actividad agraria, ya que, en muchos casos, las otras ramas de la producción agropecuaria no ofrecen una alternativa. El abandono se ve favorecido además por una gran estabilidad social que limita la amplitud de los conflictos, asociada a un sistema caciquil bien asentado, al bajo nivel de control que los labregos tienen sobre sus propios recursos, y al conjunto de medidas asistenciales.

4. VALORES AGROECOLÓGICOS DE LAS PRADERAS

Desde la perspectiva desarrollista de la agroecología, los valores de las praderas se deben contemplar al nivel de Galicia, y al nivel de explotación.

Debido a las condiciones naturales, el cultivo comercial de hortalizas se ve reducido a unas pocas zonas, fundamentalmente en el litoral. En cambio, parte de las tierras es apta para cultivos menos intensivos, como cereal, patata y maíz. Sin embargo, el uso agrario de las tierras queda limitado a algunas áreas concretas, sin posibilidad de extensión.

Desde el punto de vista agroecológico, el uso forestal cumple con la necesaria cobertura del suelo para luchar contra la erosión laminar. Sin embargo, este efecto depende de las especies cultivadas y de su manejo. Eucaliptos y pinos son especies globalmente menos protectoras, tanto por la disposición de su follaje, como por el riesgo de incendio que deja el suelo expuesto a las lluvias. Especies más nobles como castaño o roble, no presentan esta desventaja de forma tan acuciada, y favorecen además el establecimiento de una vegetación en el suelo. Aunque se trate de un aspecto muy discutido, se puede asumir que tanto eucalipto como pino son especies acidificadoras, lo que no aconseja su empleo en los suelos ya de por sí ácidos. Además, la dificultad de eliminar las raíces del eucalipto y su consecuente retoño, unido a sus efectos alelopáticos dificultan la puesta en cultivo posterior de las tierras, lo que consituye una clara reducción de la sustentabilidad.

El uso forestal puede ser fuente de MO humificada, aunque este efecto dependa otra vez de las especies elegidas. La materia orgánica procedente de eucaliptos y pinos es escasa y de mala calidad, mientras que las hojas de roble y castaño se pueden emplear perfectamente en la formación de compost. Del mismo modo, estas segundas especies proveen más MO fresca que aquellas.

La orientación forestal de la producción no cumple con las necesidades de empleo. En efecto, usando los datos ofrecidos por Carnero (1997), Fernandez (1990), Alvarez (1992), se deduce que una hectárea forestal emplea a alrededor de 0.01 persona, mientras que en la agricultura, la oferta de empleo es casi 20 veces mayor (0,17 empleos/ha). Se puede también dudar del interés económico del sector forestal para los labregos del país: la agricultura genera, para los productores, unas 10 veces más ingresos que el sector forestal (267.000 millones de pts frente a 30.000 millones). En cambio, la renta por actividad forestal es mayor, debido principalmente al bajo nivel de empleo que genera. Por lo tanto, el uso forestal tal y como está planteado significa menos dinero en conjunto, pero mayor concentración de este dinero, lo cual al nivel de país, en el largo plazo, conlleva mayores gastos en prestaciones asistenciales (véase Kroll, 1990).

Finalmente, se puede decir también que esta orientación productiva no tiene referencia en la cultura, totalmente ajena a este tipo de manejo, salvo en el caso de especies tradicionales como el castaño.

Por todo lo anterior, está claro que el potencial para la producción ganadera es mucho más elevado que el de cualquier otra producción. En consecuencia, una estrategia de explotación máxima, pero perdurable, de la mayoría de los recursos naturales de Galicia, debe obligatoriamente centrarse en esta producción.

Sin embargo, es fundamental entender que para cumplir los objetivos de conservación, no es conveniente orientarse hacia una producción intensiva sin suelo, sino que el manejo debe basarse en el uso del factor tierra. En este proceso, algunos elementos de los agroecosistemas tradicionales se deben reincluir en el sistema. Fundamentalmente, se trata del redescubrimiento del manejo del monte, y del cultivo del tojo. El diseño de

sistemas de ganadería ecológica debe incluir este manejo, so pena de necesitar importantes cantidades de insumos externos que mermarían en exceso la sustentabilidad de los agroecosistemas. Existen en la actualidad granjas intensivas importantes, que sin embargo siguen manteniendo un cierto uso de monte, sobre todo para la elaboración de las camas y la formación de compost. Este uso ganadero aparece como claramente positivo en el manejo de la MO. Ofrece en especial una cantidad importante de MO fresca biológicamente muy activa. En cuanto a la MO humificada, el ganado vinculado a praderas (bovinos, ovinos y caprinos fundamentalmente) es una fuente innegable, siempre y cuando las deyecciones animales estén asociadas a material vegetal fuente de carbono. Es en este momento en que las tierras de monte adquieren toda su importancia, y en menor medida los cultivos de castaño y roble, dado que son un complemento de muchísimo interés para la formación de un compost de alta calidad en referencia a las tierras de Galicia. El tojo y las especies de monte ofrecen la ventaja de ser fuente de nutrientes, lo que potencialmente puede permitir la reducción del uso de fertilizantes químicos, operación de interés tanto al nivel ecológico como al nivel económico. El manejo del monte presenta además otras ventajas, entre las cuales cabe destacar: fijación de nitrógeno, aprovechamiento de terrenos de mala calidad, lucha contra incendios, protección frente a la erosión, etc. (véase también Sineiro, 1983). Asimismo, las praderas participan de la protección contra la erosión, al mismo tiempo que reducen la lixiviación, la denitrificación aérea e incrementan la vida biológica.

Claro está, esto supone una reorganización de las explotaciones. En especial, dadas las condiciones económicas y sociales, estas transformaciones suponen la necesidad de desarrollar la mecanización del cultivo y procesado del tojo y estiércol resultante. En efecto, la evolución a la baja de los precios, y el incremento del nivel de vida deseado no permite el retorno a prácticas manuales. Esta claro también que el sistema tradicional, al no disponer de praderas en cantidad, requería un tiempo importante para llevar los animales a pastar; por ello, la introducción de praderas en los sistemas tradicionales es un elemento de modernización de mucho interés. Hay que reconocer por otro lado que el volumen de tierras labradas (cultivos y praderas) en una explotación tradicional venía en parte determinado por el tamaño familiar, pero también por la superficie de monte y tojal disponible para fertilizar estas tierras, lo cual a su vez iba relacionado con el tamaño familiar por el trabajo necesario (como demuestra Bouhier). Por lo tanto, la mecanización de las operaciones con el monte y el estiércol puede permitir un incremento notable de las superficies de monte disponibles para una correcta fertilización. Finalmente, las prácticas de quema limitaban las pérdidas de nutrientes y materia orgánica en base a una labor muy organizada, pero extremadamente intensiva en mano de obra, y probablemente muy difícilmente mecanizable. En consecuencia, el nuevo desarrollo del uso del monte debería reconsiderar las prácticas de quema para cumplir con los objetivos ecológicos, siendo necesario estudiar prácticas alternativas (roza, praderas temporales, etc.). Considerando el nivel de endeudamiento de las explotaciones, otra alternativa ecológicamente menos interesante pero más barata sería el procesado del purín para fabricación de compost.

La mecanización de estas operaciones ofrece además la ventaja de suplir en parte a la disminución del trabajo comunitario tradicional, consecuencia de la despoblación. Podría constituir por otra parte a contrarrestar la degradación del estatus de ganadero que actúa como inhibidor social de la actividad.

El valor agroecológico de las praderas se incrementa siempre y cuando estas no se establezcan en tierras fundamentalmente de monte, que precisarían para este efecto de cantidades de abonado importantes. Las praderas se deberían localizar con preferencia en terrenos de acceso más difícil, y en los terrenos mejores se debería reintegrar en una rotación amplia con cultivos forrajeros que complementen la alimentación. Del mismo modo, se incrementa el interés de la pradera si no se trata de un monocultivo, lo cual

supone la recuperación de setos con arbustos y especies arbóreas de crecimiento lento. Estos, aparte de proveer materia orgánica y favorecer el reciclaje de los nutrientes son fuente de diversidad biológica necesaria para la sustentabilidad y estabilidad frente a estrés fitosanitario o climático, además de conservar el paisaje tradicional gallego, fuente en los últimos años de unos ingresos por turismo rural nada despreciables.

Cualquier avance en el sentido de reducción de uso de piensos importados y su sustitución por praderas completadas por cultivos forrajeros locales resultará ambientalmente provechoso. Algunos datos económicos permiten además sugerir que incluso económicamente esta reorientación puede resultar de interés. Así, en el caso de la producción lechera, algunos estudios avanzan que el margen neto por litro de leche producida puede ser más alto en fincas con uso limitado de piensos (Valdés y Sineiro, 1998). Una limitante económica importante a este tipo de explotaciones es la cantidad de tierra que requieren. Las tierras de cultivo ocuparon en 1995 un 18% de la superficie total, cifra próxima a la evaluación de Díaz-Fierros y Gil. En cambio, el terreno forestal ocupó un 62% de la superficie, y los prados y praderas un 13%, cuando el autor citado sitúa estas cifras en un 44% y 31%. Existe entonces una clara competencia por el terreno entre uso forestal y uso ganadero. Desde la perspectiva agroecológica, se deben en consecuencia establecer los mecanismos político-económicos necesarios para reducir esta competencia, lo que equivale a reducir drásticamente el apoyo al eucalipto.

Dentro de este compromiso entre agricultura tradicional y moderna, esta claro que cabras y ovejas deben recobrar importancia. Por un lado, las condiciones económicas favorecen esta reintroducción. Por otro lado, tratándose de verdaderas máquinas desbrozadoras, incrementan la sustentabilidad de los agroecosistemas al disminuir el riesgo de incendio. En tercer lugar, esta claro que la estructura tradicional de pequeños rebaños reagrupados diariamente no es social ni económicamente viable, por lo que la orientación debería ser hacia rebaños de un solo dueño. Finalmente, por la nueva situación social, el sistema tradicional se debe modernizar con la introducción de prados cercados que permitan prescindir ocasionalmente del pesado trabajo del pastor.

Al nivel de país, esta orientación conservacionista, aunque perfectamente productiva, implica una estrategia de política agraria y medioambiental en consonancia. Desde la perspectiva agroecológica, como lo mencionamos anteriormente, se debe dar preferencia al uso ganadero, lo cual implica en la actualidad mecanismos de corrección al nivel político. Sin este cambio, es evidente que cualquier intento de ecologizar el uso de los recursos naturales gallegos esta abocado al fracaso.

A pesar de estas propuestas, esta claro que en las condiciones actuales de mercado, de endeudamiento de los productores, de envejecimiento de la población agraria, etc., la ganadería ecológica se encuentra delante de unas necesidades de investigación práctica muy grandes. Si bien la pervivencia de sistemas de ganadería tradicional permitiría llegar a un conocimiento nada despreciable del funcionamiento de los agroecosistemas en estado de alta sustentabilidad ecológica, su adaptación a las condiciones modernas es un ejercicio mucho más delicado. La transformación de las explotaciones extensivas de producción de carne no presenta las dificultades de las explotaciones lecheras. En estas primeras explotaciones, dada la reducción de las primas que contempla la agenda 2000, el problema mayor será la creación de un mercado de carne ecológica que permita adecuar coste de producción y precio de venta al público. En el caso de la producción de leche, es muy improbable que a corto plazo se puedan establecer canales de distribución fuera de las cooperativas y grandes empresas de distribución y transformación, por lo que la elaboración casera de yogures y quesos parece la vía más adecuada. En cualquier caso, en ambas situaciones la conversión a ganadería ecológica, como lo mostramos, supone una revalorización del monte y del tojal aparte del establecimiento o conservación de las praderas; supón por lo tanto un claro enfrentamiento para el uso del terreno.

En especial, el uso del monte común hará competir el manejo forestal y el ganadero, donde este último lleva las de perder. Esta significará claramente una dificultad para los ganaderos interesados en la conversión a ganadería ecológica. Este mismo problema se planteará para los productores de ovino y caprino.

Como lo damos a entender, la conversión a ganadería ecológica presenta mucho más problemas al nivel social y económico que al nivel ecológico. Por lo tanto, resulta fundamental seguir las explotaciones que se decidan a dar el paso para tratar de entender las dificultades y bloques que puedan aparecer.

5. CONCLUSIONES

Tras el breve análisis agroecológico de las agriculturas tradicionales gallegas y de su evolución más reciente, se puede afirmar que las praderas presentan un interés innegable en el diseño de estrategias de desarrollo económicamente viable, socialmente justo y ecológicamente sustentable. Ahora bien, desde el punto de vista técnico, es necesario recuperar algunos aspectos propios de las agriculturas tradicionales gallegas y ecologizar las prácticas modernas para construir agroecosistemas con praderas, que se adecuen a tal desarrollo.

Desde una perspectiva tanto social como económica y ecológica, la conversión de explotaciones a ganadería ecológica presenta mucho menos interés que una transformación paulatina de todo el sistema de producción, aunque sí pueda ofrecer mucha información sobre las orientaciones futuras para una transformación a ganadería ecológica. En este proceso de transformación global, las praderas adquieren valor agroecológico siempre y cuando estén acompañadas de un nuevo uso de las tierras hoy mal consideradas (monte y tojo). En otras palabras, ecológicamente hablando, el manejo de praderas tal y como lo definimos tiene interés independientemente de si se trata de terrenos manejados de forma ecológica según la normativa vigente o no.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Xosé Manuel González Vilas, Bernardo Valdês Pazos y Eloi Villada Lagaspi por sus provechosas aportaciones.

REFERENCIAS:

- Altieri, M. A. 1995. The agroecosystem: determinants, resources, processes & sustainability. En *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Westview Press, Boulder, Estados Unidos. 41-68
- Altieri, M. A. 1990. Why study traditional agriculture?. En *Agroecology* (G. CAROLL ed.) MacGraw Hill; Nueva York. 551-564
- Alvarez Sousa, A. 1992. Os incendios forestais. Análise sociolóxica do sector forstal galego. Xerais, Vigo.
- Barbeyto Nistal, F. 1997. Explotacións de vacún de leite en Galicia. Manexo técnico e resultados económicos. Ano 1996. Consellería de Agricultura, Gandería e Montes. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.
- Bouhier, A. 1979. La Galice. Essai géographique d'analyse et d'interprétation d'un vieux complexe agraire. Universidad de Poitiers. Francia
- Carnero, A. 1997. Informes da Economía Galega. En *Suplemento de La Voz de Galicia*, 22/8/97
- Conway, G. 1987. The properties of agroecosystems. En *Agricultural Systems*, **24**: 95-118
- Dalda Gonzalez, J. 1972. Vegetación de la cuenca del río Deo. Cuenca alta del Mandeo.

- Universidade de Santiago de Compostela
- Díaz-Fierros Viqueira, F. y Gil Sotres, F. 1984. Capacidad productiva de los suelos de Galicia. Universidad de Santiago de Compostela.
- Fernandez Leiceaga, X. 1990. Economía política do monte galego. Universidade de Santiago de Compostela.
- IDEGA. 1998. A economía Galega. Informe 1996/97. Fundación Caixa Galicia-Universidade de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela
- IGE. 1994. Táboa input-output e contabilidade rexional. Consellería de Economía e Facenda. Santiago de Compostela
- IGE. 1996. Galicia en cifras 1996. Santiago de Compostela.
- INE. 1992. Encuesta industrial 1992
- INE. 1998. Encuesta de Población Activa. Primer trimestre 1998.
- Kroll, J.-C. 1990. Agriculture: changer de politique. Syros Alternatives, Paris
- Norgaard, R. 1985. Bases científicas de la agroecología. En *Agroecología. Bases científicas para la agricultura alternativa*. (M. A. ALTIERI, ED.) CETAL, Valparaíso, Chile. 25-28
- Piñeiro Andion, J. y Pérez Fernández, M. 1992. Mezclas pratenses para la España húmeda. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación
- Simón Fernández, X. 1995. A sustentabilidade nos modelos de desenvolvemento rural. Umha análise aplicada de agroecosistemas. Departamento de Economía Aplicada. Universidade de Santiago de Compostela.
- Sineiro García, F. 1983. El tojo como un recurso de la agricultura gallega. En I Xornadas de estudo sobor do tema Recursos básicos da agricultura galega (Seminario de estudos galegos ed.). Santiago de Compostela.
- Toledo, V. M., 1993. La racionalidad ecológica de la producción campesina. En *Agroecología, campesinado e historia*. (E. Sevilla Guzmán, M. González de Molina Trujillo, eds.) La Piqueta; Madrid. 197-218
- Valdés Pazos, B. y Sineiro García, F. 1998. Análise de xestión de explotacións de vacún de leite. Escola Politécnica Superior, Proxecto ADAPT. Lugo
- Xunta de Galicia, 1997a: Macromagnitudes agrarias 1995. Consellería de Agricultura, Gandería e Montes
- Xunta de Galicia, 1997b: Anuario de estadísticas agrarias 1995. Consellería de Agricultura, Gandería e Montes

Ejemplos de la diversidad biológica, ecológica y cultural del agrosistema ganadero tradicional de Los Rodeos (Tenerife - Islas Canarias)

A. C. Perdomo Molina.

Extensión Agraria de La Laguna. Cabildo Insular de Tenerife. C/ Palermo n° 2. 38260 Tejina. La Laguna (Tenerife).

ABSTRACT

Los Rodeos area (Tenerife. Canary Island), is as part of the periurban space of Santa Cruz/Laguna City and it is submitted to the urban presion of the biggest poblacional nucleus of the island. Despite of this proximity, and the dangers wich means for its subsistence, it still retains the last rests of a cattle breeding sistem with a notable level of biological, ecological and cultural diversity. Using as an investigation method the interview with the local growers many examples of that diversity have been able to do, about the rural knowledges and the agroecologic management that have been done in the past and still remains. The article specially refers to the rural knowledges about soil types and fertility conservation, used varities and the respect for the agricultural lands when houses should be builded. At last, the main problems that this agrosistem has to face are mentioned.

RESUMEN

La comarca de Los Rodeos (Tenerife. Islas Canarias) forma parte del espacio periurbano de la conurbación Santa Cruz/Laguna y como tal está sometido a la presión urbana del mayor núcleo poblacional de la Isla. A pesar de esta proximidad, y los peligros que significa para su subsistencia, conserva aún los restos de un agrosistema ganadero con un notable nivel de diversidad biológica, ecológica y cultural. Mediante la entrevista semiestructurada con agricultores locales se han podido establecer múltiples ejemplos de esa diversidad, del conocimiento campesino y de la gestión agroecológicas que se hacía y hace del mismo. Especialmente se hace referencia a los conocimientos campesinos sobre los tipos de suelo y el mantenimiento de su fertilidad; variedades utilizadas y el respeto a las tierras de cultivo a la hora de construir las viviendas. Por último se hace mención de los principales problemas a los que se enfrenta en la actualidad el referido agrosistema.

INTRODUCCIÓN

La comarca de Los Rodeos es compartida por tres términos municipales: La Laguna, Tacoronte y El Rosario, aunque la mayor superficie le corresponde al primero de ellos. Se sitúa en las proximidades de la ciudad de San Cristóbal de La Laguna, en una de las zonas más llanas de la isla de Tenerife. En Los Rodeos se desarrolla uno de los agrosistemas ganaderos más interesantes de Canarias. Su propio nombre es buena prueba del marcado carácter ganadero del mismo, puesto que el término Rodeo tiene su origen en los espacios destinados al pastoreo comunal del vacuno¹. No sería exagerado decir que nos encontramos ante los restos de uno de los principales agrosistemas ganaderos de las Islas Canarias que aún mantiene su funcionalidad. Este peculiar espacio se encuentra sometido a múltiples presiones, siendo la principal el formar parte del espacio periurbano de la mayor aglomeración urbana de la isla de Tenerife: la conurbación Santa Cruz/La Laguna. Esta circunstancia es una de las causas que pueden hacer peligrar la supervivencia de este agrosistema.

Quien observe el agrosistema de Los Rodeos podría llevarse la falsa impresión de que nos encontramos ante una superficie uniforme destinada al cultivo del cereal. Sin embargo nada más lejos de la realidad; frente a la tendencia a la uniformidad de las grandes superficies de agricultura capitalista, aún perduran en Los Rodeos signos que nos hablan de que hoy, pero especialmente en el pasado próximo, existió un notable nivel de *diversidad biológica, ecológica y cultural*². La desaparición del agrosistema sería una pérdida irreparable, que difícilmente nuestra sociedad puede permitirse puesto que perderíamos, entre otras muchas cosas, la información necesaria para desarrollar un tipo de estrategias agrícolas que son más apropiadas y sensibles con los problemas agroecológicos y socioeconómicos con que nos enfrentamos hoy. Es más, con los principios ecológicos que podemos extraer de su estudio podemos construir agrosistemas actuales sustentables, en un momento en que para la agricultura de los países industrializados esta característica se ha convertido en primordial, ya que las condiciones medioambientales, sociales y económicas han obligado a variar los objetivos desde la productividad hacia la sustentabilidad.

Utilizando como técnica de estudio la entrevista que Kornhauser (1951) denominó: “*entrevista parcialmente estructurada*” se ha pretendido recuperar parte de los “saberes” campesinos que han ido configurando aquel espacio. Los distintos ejemplos que recogemos son una prueba fehaciente del notable conocimiento del medio ecológico que poseían los campesinos canarios. A las condiciones del mismo han adaptado sus cultivos y sus sistemas agrarios en orden a lograr un nivel de autosuficiencia alimentaria que les permitiese subsistir. Esos conocimientos, transmitidos de generación en generación, se encuentran en grave peligro de desaparición al no darse las circunstancias apropiadas para la incorporación de las nuevas generaciones a las explotaciones familiares, con lo cual se perdería un enorme bagaje de conocimientos que no debemos despreciar.

DIVERSIDAD FRENTE A UNIFORMIDAD

La diversidad del campo canario, al igual que la de otras partes del mundo, tiene su base en la búsqueda de la minimización del riesgo y en lograr una garantía relativa del autoconsumo. Si aceptamos la idea expresada por Altieri³ de que cuanto más difíciles son las condiciones ecológicas más complejos y sofisticados son los sistemas agrarios, nos encontramos ante un espacio donde las condiciones ecológicas no son las más extremas de Canarias, incluso podríamos decir que comparativamente son de las mejores (refiriéndonos a la agricultura de subsistencia de Canarias: el policultivo de secano), pero si ampliásemos la escala y comparásemos con otras zonas del mundo, entenderíamos que no nos hallamos ante un espacio simple y uniforme.

En un espacio tan reducido como el que estudiamos hemos recogido al menos catorce denominaciones distintas de trigo (Tabla 1) que, aunque no se correspondan todas con variedades autóctonas, dan una idea de la diversidad del agrosistema. Además en la comarca se siembran otras especies (avena, centeno, chícharos, chochos, papas, habas, judías...) con lo que el número de variedades utilizadas se multiplicaría. Usando un número considerable de variedades, con distintas aptitudes, se aseguraba que, aunque una de ellas pudiese fallar al no encontrar condiciones idóneas para su desarrollo, siempre existiese alguna de la que poder obtener algún rendimiento. Por otro lado, el agricultor conocía cuales eran las aptitudes de cada una de estas variedades, sembrandolas en las tierras más apropiadas.

DENOMINACIONES DE VARIEDADES DE TRIGO USADAS EN LA AGROCOMARCA DE LOS RODEOS (TENERIFE).

* Es probable que una misma variedad reciba distintos nombres

NOMBRE	CARACTERÍSTICAS	OBSERVACIONES
1.- Arisnegro	Espiga y "plagana" de color negro	Probablemente igual al Negro y Moreno
2.- Sevillano	Alto, de caña dura. Malo de segar, se desgranaba fácilmente. Espiga negra, más que el Moreno o Negro.	Traído de fuera en la década de los treinta, hacia 1934, después de que la semilla de los trigos locales casi se perdiera por una plaga.
3.- Negro		Probablemente igual al Moreno y Arisnegro.
4.- Moreno	Para "tierras en polvo". Espiga negra y harina muy oscura.	Probablemente igual al Arisnegro y Negro.
5.- Colorado	Para "tierras de barro". Grano no demasiado blanco.	Se cultivaba sobretodo en la zona de Las Mercedes
6.- Marroquín	Sin plagana. Grano corto y grueso. Atacable por los pájaros. Cultivado en "tierras de barro". Harina muy blanca.	Introducido a principios de los cuarenta.
7.- Moruno		Probablemente sinónimo de Marroquin.
8.- Morisco	Parecido al plaganudo. Resistente a la sequía.	Especialmente adaptado a ser sembrado en "la costa".
9.- Pelón	Para "tierras de barro". Grano corto y grueso. Sin plagana. Fácilmente atacable por los pájaros. Se desgranaba fácilmente.	Traído de fuera.
10.- Plaganudo	Parecido al colorado. Más blanco el grano y redondo que el Colorado. Plagana muy grande. Para "tierras de barro"	Probablemente igual que De Barbilla.
11.- De Barbilla		Probablemente igual que el Plaganudo.
12.- Di alto	Para "tierras en polvo".	Redbe ese nombre por ser apropiado para las tierras situadas a mayor altitud.
13.- Marsello	Aspecto parecido al Plaganudo	
14.- De los Gallineros	Por sembrarse por primera vez en la finca de "Los Gallineros" (Comienzo camino San Lázaro). Parecido al plaganudo pero con menos "plagana" y grano más pequeño.	Traído de fuera.

Fuente: entrevistas. Elaboración propia.

Esta misma estrategia se seguía a la hora de disponer de tierras en lugares de condiciones edáficas y climáticas diversas:

“...porque antes, antiguamente, casi todo el mundo...mira aquí en Las Barreras y en esa parte de dentro, todo el que tenía aquí ganado tenía tierras ahí dentro, casi todo el mundo, por la sencilla razón de que a lo mejor venía un año frío, aquí no había nada y allí hay, mientras que ahora es al revés, allí nada, porque los años no llueven como llovía antes.”¹⁵

De manera general la agricultura siempre supone una simplificación de la biodiversidad natural, se sustituye un número elevado de especies y variedades vegetales y animales, por un número reducido de cultivos y ganados. En la comarca objeto de estudio existe una riqueza de vida silvestre que puede parecer poco acorde con su aspecto de espacio abierto (sin setos vivos entre las parcelas de cultivo) y profundamente antropizado. Por ejemplo, en el ecosistema estudiado existen más de veintiuna especies nidificantes, alguna tan destacable como la Terrera marismeña (*Calandrella rufescens rufescens*), y otras veintitrés especies migratorias que han sido observadas en la comarca⁵. Sin lugar a dudas la actividad agrícola ha cambiado las condiciones naturales, transformando los hábitats y creando unos nuevos ecosistemas antrópicos. Esto ha llevado a que determinadas especies de gran valor ornitológico se hayan desarrollado, como el mirlo (*Turdus merula cabreræ*), y sin embargo, la modificación de los hábitats, haya ido en detrimento de otras especies. Como quiera que fuese, en la actualidad el ecosistema de Los Rodeos ha alcanzado un nuevo equilibrio, donde la diversidad es probablemente tan importante como lo era antes de la llegada de los europeos y la roturación de las tierras.

Otro ejemplo de la diversidad que encontramos en el Agrosistema de Los Rodeos es la existencia de un plan de rotación perfectamente articulado para conseguir las máximas producciones de una manera sostenida. Se trataría de mantener la fertilidad de los suelos mediante el ciclo natural de los nutrientes, y no mediante la incorporación de fertilizantes de síntesis. *“Antiguamente no se echaba nada (de abono), ya después, más tarde, sí, antiguamente la tierra se araba, pa' millo, se enterraban los chochos, el monte que se decía, de chochos, de jabas (...) eso se araba todo en verde y se enterraba”¹⁶*

Tradicionalmente la rotación de Los Rodeos consistió en la alternancia entre el chocho y el cereal, de manera que el terreno se dividía en dos hojas: una se plantaba de trigo fundamentalmente y la otra de chochos, rotando al año siguiente: *“...en un terreno echabas trigo, pa'l otro año le ponías chochos, y después en los chochos ibas y le sembrabas trigo”¹⁷*.

En el caso de Los Rodeos el agricultor ha elegido como especie de leguminosa al chocho (*Lupinus albus*). Debemos preguntarnos por qué se especializa la comarca en el cultivo de los chochos cuando en otros lugares se usan otras leguminosas cuyas semillas pueden ser empleadas para la alimentación humana en mejores condiciones que éstos. Chicharos, chicharacas, lentejas, habas, garbanzas, etc. aportan nitrógeno al suelo y a la vez complementan la dieta del agricultor que usualmente es pobre en proteínas. La respuesta quizás estriba justamente en este último aspecto, en que para Los Rodeos la necesidad de proteínas no es tan acuciante ya que dispone de otra fuente más próxima: el ganado. El agrosistema ha ido aumentando progresivamente su vertiente ganadera en los últimos 15 años, lo cual es constatable en el hecho de que la principal especie de cereal que se cultiva ha dejado de ser el trigo para ocupar su lugar la avena. Este cambio trasciende de una mera alteración formal, puesto que implica la dedicación del cultivo del cereal a la alimentación animal por encima del destino para consumo humano anterior⁸. El uso del chocho tiene para este espacio muchas ventajas ya que puede emplearse en la alimentación humana directa, como cama del ganado, en la alimentación del mismo o como abono verde.

Aún así, la razón principal por la cual se emplean los chochos en la rotación la

hemos de buscar en las características físico-químicas de los suelos de la comarca, cuestión que de una manera empírica ha controlado el agricultor. De los análisis de acidez del suelo se concluye que nos encontramos ante una zona en la cual la edafogénesis ha propiciado que los suelos tengan un marcado carácter ácido, con pH comprendidos entre 4 y 5. El chocho “gusta” de este tipo de suelos. Además se trata de un cultivo que se adapta perfectamente a suelos pobres y marginales por su rusticidad. Al uso del chocho como abono verde para mantener la fertilidad del suelo se le conoce como plantarlo “para monte”, es decir, no permitir que complete su ciclo normal de cultivo, sino incorporarlo al terreno con el objeto de mejorar sus condiciones. Desde el siglo XVIII encontramos referencias a esta modalidad de cultivo⁹.

CONOCIMIENTO DE LOS SUELOS

Siendo Los Rodeos un espacio relativamente pequeño, los campesinos han sido capaces de *reconocer* cinco distintos tipos de suelo, han sabido *valorar cual es su potencial productivo* y han *optimado* la producción, adaptando a cada uno de ellos las tecnologías más apropiadas. Este esquema de *reconocimiento, valoración y optimización* de los recursos, en este caso el suelo, se corresponde plenamente con lo que Toledo¹⁰ resume como “estrategia campesina” de aprovechamiento de los ecosistemas. De los cinco tipos de suelo dos tienen una mayor importancia: las “tierras de barro” y las “tierras en polvo”, y las tres restantes clases son secundarias: “los barriales”, “los fondos” y “las cabezadas”

Tierras en polvo y tierras de barro

La principal diferencia entre ambos tipos se basa en la textura, lo que condiciona un laboreo distinto y una distinta capacidad de retención del agua:

“La tierra de barro es más gruesa, (...) la tierra en polvo la agarra usted en el verano, la hace así (coge como un puñado de tierra) y por aquí (entre los dedos), se cuele tando seca, y la tierra de barro no.”

“La tierra en polvo se entierra más (...) desde que cuelgue un poco, si es pareja no, o es llana, pero si es un poco que tal, eso se vira a patinar, eso es polvillo puro. (...) (Pero) la de barro también es más fuerte, cuesta más. Hombre...doble”.¹¹

No se han realizado análisis completos de la zona para caracterizar físico-químicamente a ambos tipos de suelo. El estudio realizado por el Departamento de Edafología de la Universidad de La Laguna, sobre los suelos fersialíticos de Tenerife¹² es la única publicación que puede servir de guía para diferenciarlos, pero no nos permite afirmar de manera definitiva cuales son las características de uno y otro. Es ésta una tarea pendiente de realizar.

Las labores que los agricultores realizan se adaptan a las distintas condiciones del terreno, por ejemplo el arado en las “tierras de barro” necesita ser arrastrado por un número mayor de yuntas, mientras que en las “tierras en polvo”, se puede arar con una yunta y un arado sin reja.

Otra labor que presentaba distintas connotaciones según se tratase de uno u otro tipo de suelo era la recolección de los chochos. Se realizaba esta labor en el mes de agosto y consistía en arrancar manualmente las plantas. Si el chocho crecía en “tierra de barro” era muy costoso de arrancar, partiéndose con facilidad al desarrollar tres o más raíces, mientras que en tierras sueltas sólo tenía una raíz principal y era relativamente fácil de extraer tirando de la mata.

Las tierras en polvo presentan una gran capacidad de retener el agua, si bien inicialmente tardan en saturarse, una vez que las lluvias han pasado y la capa superior del terreno está seca y convertida en el polvillo fino que le da nombre, mantienen los horizontes inferiores con suficiente humedad como para permitir la obtención de cosechas en verano. Esta característica agrológica les confiere una especial importancia dentro de un agrosistema de secano como el que estudiamos, puesto que posibilita la obtención de cosechas de papas o millo en verano.

Los campesinos también han sabido elegir las variedades de cereal más apropiadas según los suelos donde iban a ser sembradas, de manera que existían variedades mejor adaptadas a unas u otras tierras (Tabla I).

Los barriales, las cabezadas y los fondos

Estas tres subclases se diferencian fundamentalmente por su situación topográfica y por la potencialidad productiva de las tierras, estando ésta íntimamente relacionada con la pendiente y el espesor de la capa edáfica.

“Los barriales” se correspondían con aquellas laderas de montañas más pendientes, donde apenas existía recubrimiento sedimentario y por lo tanto las producciones eran escasas o nulas, lo que hacía que de manera general no se sembraran y se dedicaran al ganado:

*“Los barriales, (...) que no se día nada, completamente como esto (la mesa), nada, nada se criaba abí. (...) Había brezos, pinos y allí lo que se sembraba se perdía. (...) y habían cabras sueltas, que tu sabes que en el monte no se prohibían los animales (...). Y allí había animales y dían abí a calentarse al sol...y...nada, abí no se criaba nada”.*¹³

“Las cabezadas” serían aquellas zonas de las suertes de cultivo que se encuentran en la parte más alta de las mismas, donde a pesar que las pendientes son pequeñas existe una menor cantidad de tierra y lo que es más importante, se acumula menos agua. Su productividad es menor que el resto de la suerte, por eso tradicionalmente se dejaban descansar más asiduamente, plantándose de chochos para enterrar en verde. *“...las tierras más ruines que son las cabezadas, (...), todo eso lo araban en verde antiguamente...”*¹⁴

“Los fondos”, por el contrario, son las partes más bajas de las suertes de cultivo, por lo tanto en aquella zona se reciben tanto los nutrientes como las aguas que circulan a favor de la pendiente, en ellos la profundidad de tierra es superior y permiten el cultivo de los cereales más exigentes, lográndose, incluso, cosechas de millo de secano a pesar de que, por sus requerimientos térmicos, ha de plantarse cuando ya han pasado los fríos, y con ellos las principales lluvias.

*“...los fondos, adentro, abajo, lo sembraban de millo (...)...que era más llana, más llana que es mejor pa'millo, porquee..., tenía más centro. La tierra donde más llana es más centro tenía. (...). Más centro es más profunda, más bruta de tierra, se da cuenta...”*¹⁵

CONOCIMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Los agricultores, por realizar una actividad sometida a las inclemencias del tiempo, han debido ser unos profundos conocedores del clima del lugar y de las diferentes situaciones meteorológicas. La meteorología y la edafología son las dos ciencias que mejor han debido dominar de forma empírica los campesinos. Este conocimiento es especialmente importante cuando estamos refiriéndonos a un agrosistema de secano. Los aportes que el conocimiento popular puede dar a la climatología están por estudiar en la mayoría de las comarcas del país.

Hay ciertas labores, como la siembra, donde el condicionamiento meteorológico es fundamental. El campesino de secano ha de preparar con esmero las tierras para que reciban la mayor cantidad posible de agua antes de la siembra. Las labores comenzaban temprano: *“Desde el mes de septiembre se araba, el primer barbecho, (...), pa’ que la tierra se calentara”*¹⁶. Esta labor llamada *barbechar* que consistía en arar la tierra en seco, se realizaba en los meses de septiembre-octubre, es decir, antes de que normalmente las borrascas oceánicas hagan su aparición sobre Canarias al estar aún desplazada hacia el norte la circulación atmosférica. Después de las lluvias se daba una segunda labor: *atajar*, cuyo objetivo era eliminar las hierbas que habían nacido tras las primeras lluvias. Posteriormente se daba una segunda *atajada*, con igual objetivo, pero que recibía el nombre de *cruzar*, ya que se araba en distinto sentido al que se había dado la labor anterior. La última labor era la de *sembrar*:

*“...atajar era la primera arada, se le daba casi cuando se cogían los chochos, después cruzar, porque si usted la araba así [señala con las manos en un sentido], después cruzar la araba al otro lado [cruza las manos], por eso le decían cruzar...y después sembrar, que el sembrar no era ni así [en el primer sentido], ni así [el sentido en que se “crusaba”] sino buscando el término medio, que no fuera ni una arada, ni la otra.”*¹⁷

Existían unas fechas tope para sembrar, cuya fijación en la memoria popular se realizaba en base a ciertos refranes:

*“Para la Concepción, con sazón o sin sazón.”*¹⁸

*“San Andrés, ocho días antes como ocho días después.”*¹⁹

*“Por Santa Catalina, por debajo o por encima.”*²⁰

Para el desarrollo de las labores de recogida de los chochos era necesario tener un especial cuidado con el tiempo atmosférico. Estos vegetales presentan una dificultad importante para su recolección puesto que sus frutos son dehiscentes, lo que se conoce porque sus legumbres “estallan”. Esta característica puede hacer perder gran parte de la cosecha si ésta no se realiza con cierto cuidado. El agricultor debe recolectar los chochos cuando la humedad ambiente es la más alta. Realiza la labor normalmente por la noche, buscando aquellas que sean más “frescas”, aún cuando la labor pueda resultar más engorrosa.

La preparación de la “leña” de los chochos para usarlas como cama del ganado es otro de los momentos en que el campesino de Los Rodeos tiene especial cuidado con las condiciones atmosféricas. En este caso el agricultor encontrará favorable un tipo de tiempo que de manera general es percibido como negativo en las Islas: el llamado “tiempo sur”. Lo que se persigue es que las vegetales de la leguminosa, bastante voluminosa y dura, se parta y quede en condiciones óptimas como para absorber los purines que produce la actividad ganadera. Esta labor se realiza mediante aplastamiento, pasando sobre las mismas carretas tiradas por yuntas en la era. Para facilitar esta labor se buscaba realizarla en aquellos días en que, por la presencia en las Islas del llamado “tiempo sur”, la humedad ambiental era muy baja.

La recolección del cereal se veía también condicionada por el tiempo atmosférico. Si observamos los datos del Instituto Nacional de Meteorología de la estación de Los Rodeos, veremos que los meses con mayor número de días de nieblas se corresponden a junio, julio y agosto, situándose el mes de máximas nieblas, según los datos del Instituto Nacional de Meteorología, en julio con 11.9 días de media entre 1944/1989. Esta circunstancia es bien conocida por los campesinos puesto que coincide con los días de recolección del cereal, siendo este un momento delicado:

“...no es un tiempo estable, sino que a lo mejor viene una brumita y tal, lo coge usted

amorosito [el trigo] por la mañana y día amarrar; a las diez de la mañana u a las once u a las nueve, depende de cómo esté el tiempo, ya no podías amarrar el trigo, lo dejabas... o avena, y entonces había veces que lo segabas para dejarlo cuatro, cinco días o ocho días o quince días de calor; cuantito que sube la bruma lo amarro, ¿cuantito que suba la bruma?... cuantito que sube la bruma que vira a llover; a llover; a llover y se llega a podrir....”²¹

El viento es otro de los fenómenos atmosféricos que hubieron de controlar los agricultores, tanto por sus efectos negativos, los vendavales, como para hacer uso de su energía, ya sea en el proceso de aventar los granos o en la molienda. El modo tradicional de consumir los cereales era en forma de gofio, por el contrario el pan “*Se amasaba por los Carnavales y por las Navidades, pare usted de contar, y por la Semana Santa, por las fiestas del Cristo..., nada, no había más pan que ese, de resto nada (...), el pan se lo comían los ricos na`más*”²². En la elaboración del gofio, alimento básico de la población, los molinos jugaban un papel esencial.

Si estudiamos la situación de estos ingenios usados en la molienda que obtenían su energía del viento, podremos cerciorarnos una vez más del alto nivel de conocimiento del medio que tenía la comunidad. La molienda es una actividad condicionada por la presencia del viento y, por lo tanto, la situación del molino para aprovechar este recurso es fundamental. Hoy sabemos que la potencia máxima aprovechada por un molino responde a la siguiente fórmula:

$$PMA = 0,37 A V^3$$

Donde “A” es la superficie perpendicular a la corriente de aire en m² y “V” la velocidad del viento. Es decir, la potencia depende de la velocidad del viento en una relación cúbica, con lo cual un emplazamiento que tan sólo duplicase la velocidad del viento proporcionaría una potencia ocho veces mayor. Por ejemplo, si un molino estuviese instalado en un lugar donde los vientos tienen una velocidad 2 m/seg la potencia media se multiplicaría por 8, pero si elegimos un sitio con una mejor orientación, de manera que la velocidad del viento fuese el doble: 4 m/seg., la potencia pasaría de multiplicarse por 8 a multiplicarse por 64. Por todo ello un buen emplazamiento es primordial a la hora de instalar un molino. En el caso de los molinos de molienda se combinan otros condicionantes a la hora de elegir el emplazamiento, primero la proximidad a las zonas de cultivo y segundo la proximidad a los lugares de consumo, todo ello con el objetivo de que la energía necesaria para el transporte del grano al molino y del gofio a los domicilios sea la menor posible.

Los diecisiete molinos existentes en La Laguna en el siglo XVIII²³ se agrupaban en tres zonas distintas y en todas ellas mantenían una alineación con sentido WSW- ENE. Parecería lógico pensar que siendo en Canarias los vientos predominantes los Alisios con una dirección dominante del NE, los molinos debieran seguir la alineación NW-SE, de manera que se enfrenten perpendicularmente a los vientos. Sin embargo en esta zona hay un cambio en la dirección usual, de manera que en La Laguna soplan localmente del NW²⁴, al canalizarse por el vano dejado entre el Macizo de Anaga y la Dorsal de La Esperanza, es decir, que la teórica buena orientación de los molinos en este caso sería la peor y la que presentaban la óptima.

LAS ERAS

Los Rodeos es hoy la principal zona de cultivo de cereal de Canarias²⁵, pero su importancia se remonta a los primeros tiempos tras la Conquista. Es por ello que llama poderosamente la atención el hecho de que no existan un número de eras acorde con la

preponderancia del cultivo cerealista. Es más, esta circunstancia se ve acrecentada si comparamos la práctica inexistencia de eras en Los Rodeos con la gran cantidad que aparecen en otros espacios próximos, lugares hoy en “barbecho social” y donde difícilmente podríamos imaginar existiese una actividad agrícola por sus peores condiciones agrológicas. La zona próxima del Llano del Moro tenía, en un espacio no superior a las 110 hectáreas, más de quince eras²⁶, algunas muy próximas entre sí respondiendo a la parcelación del territorio. ¿Cuál es el motivo por el cual no hay eras en la comarca de Los Rodeos?. Es obvio que al no existir máquinas cosechadoras era necesario disponer de un espacio para la trilla y el aventado, sin embargo no encontramos huellas en el territorio de las estructuras tradicionales para estas labores. La solución responde otra vez a la adaptación del campesino a unas condiciones determinadas del medio, en este caso, la ausencia de piedras. Las eras en Los Rodeos no se construían de piedra, sino que se hacían de tierra, puesto que “...teníamos tierra y piedra había poca y tierra había mucha”²⁷. El carácter sedimentario de la zona hace difícil que encontremos clastos que pudiesen ser útiles para la trilla, por lo cual hacía falta un gran gasto de energía para transportarlos desde otros territorios. Para poder trillar es necesario contar con una superficie llana y lisa, por lo cual, en general, en Canarias las eras se empedraban con maestría. En Los Rodeos no aparecen estas superficies que aparecen funcional y morfológicamente diferenciadas en la mayoría de las comarcas, sino que el territorio cultivado de cereal se nos muestra hoy, y también en el pasado, como un continuo de cultivo de cereal. La razón, como hemos dicho, está en que las eras se hacían de tierra y además no eran fijas, sino que incluso se araban después de utilizadas, a este tipo de eras se las conoce con el nombre de *tesón*. El proceso era el siguiente: primero se elegía la parte del terreno más llana, se traía una tierra negra o se aprovechaba la existente si presentaba condiciones adecuadas (no servía la “tierra de barro”), se mojaba, se pasaba primero una *corsa* y luego un *trillo* sin piedras tirado por hombres, cuando ya estaba algo endurecido se amarraban los animales, ya que si se hacía antes, éstos se podían enterrar. Como hemos dicho las eras se araban y cultivaban una vez utilizadas, pero las de ciertas zonas (Ortígal Alto), aquellas preparadas aportando tierra negra que llevaban un mayor trabajo de elaboración, se mantenían fijas.

Las eras de los chochos se preparaban siempre para una cosecha determinada y luego se araban, se elaboraban con menos detalle puesto que la semilla del chocho es grande y se podía cernir posteriormente con facilidad. El proceso a seguir era: quemar las hierbas, barrer, y pisar la superficie. El número de eras de chochos podía multiplicarse sin que existiese una razón práctica, aunque si respondía a una cuestión social. Era tradición en el cultivo de chochos que, cuando los recogía alguien que no era el propietario, el acuerdo no se hacía por dinero, sino que respondía a la siguiente máxima: “...de tres, una, y una pa la era”²⁸. Es decir, por cada tres fanegas de semilla para el dueño, quien los recogía y majaba se quedaba con una, y además se quedaba una más por cada era que preparase. Por lo cual a mayor número de eras mayor beneficio obtenía quien recogía la cosecha, lo que hacía que el número de eras se multiplicase aunque no fuese necesario.

LA VIVIENDA CAMPESINA Y EL URBANISMO ACTUAL

“Si, había pocas [casas], estaba la del señor D. José Delgado, con una casa ahí, después estaba la de Victoria y después estaba otra donde está el bar, en El Charcón, una casa chica vieja, sí, subiendo pa’riba, frente al campo de tiro, allí había esa casa. Después antes de llegar arriba a la Plaza de La Esperanza, no había más casas.”²⁹

En cualquiera de las muchas fotos de las que disponemos sobre este agrosistema de principios de siglo, se puede observar la veracidad de las informaciones orales confirmando fielmente la no existencia de edificaciones dentro del continuo de cultivo. Las

escasas construcciones funcionaban como hitos en el terreno permitiendo su enumeración y sirviendo incluso para caracterizar una zona determinada. La población que trabajaba este territorio, no vivía en él, sino que se desplazaba diariamente desde los núcleos de poblamiento consolidados.

La subsistencia obligaba a no desaprovechar ningún recurso, especialmente uno tan escaso en Canarias como el suelo. No debemos olvidar, aunque haya sido repetido en numerosas ocasiones, que nos encontramos ante los mejores suelos de Canarias y de nuestro entorno. El Departamento de Edafología de la Universidad de La Laguna, al evaluar la capacidad de uso de los suelos de las Islas Canarias en 1982, exponía que de las ocho clases en que se clasificaban estos suelos, a la clase I, es decir, con las mejores características agronómicas, correspondían 318 ha., lo que equivalía al 0,04% de los suelos útiles de Canarias; y éstos se situaban exclusivamente en la Vega de La Laguna. El equipo del Departamento de Edafología decía en 1984: *“Estos suelos que reúnen las mejores características para la producción agrícola, lamentablemente se encuentran hoy sometidos a un proceso de urbanización muy avanzado, que amenaza a su extinción en un periodo de tiempo relativamente corto”*³⁰. Han pasado catorce años y aunque aún no se ha hecho realidad la profecía, la presión sobre los mismos se hace cada día más insoportable, especialmente en el subsector del agrosistema de Los Rodeos que conforma la Vega de La Laguna³¹. El territorio aparece hoy “sembrado” de múltiples edificaciones aisladas, en gran parte segundas residencias, y otras alineadas en las suertes de cultivo que han sido vendidas como solares. Las vías transversales a los caminos principales, en gran parte vías internas de comunicación de las suertes de cultivo, se han transformado en pequeños ejes de edificaciones autoconstruídas, guardando todas ellas la tipología despersonalizada y paisajísticamente agresiva de tantos otros lugares de las Islas. Ocupan por tanto los suelos potencialmente productivos, lo cual da idea, por un lado, de la desvinculación creciente de la población de las actividades agrícolas tradicionales; y, por otro lado, del reducido poder adquisitivo de los moradores, que les lleva a construir donde pueden encontrar suelo barato o donde las particiones de antiguas propiedades les han proporcionado un terreno donde poder levantar su vivienda.

A partir de la puesta en funcionamiento del aeropuerto de Los Rodeos, el territorio insular mejorará enormemente su accesibilidad, con lo cual se pondrá una de las bases principales para la apertura definitiva del mercado turístico insular a Europa. Sin embargo, para la comarca que estudiamos las consecuencias que la construcción del aeropuerto tiene son justamente las contrarias: divide en dos el agrosistema complicando la accesibilidad a las parcelas. Si queremos considerar en su justa medida qué supuso esta barrera, hemos de pensar que estamos hablando de un sociedad donde los medios de transporte y de mecanización agrícola eran absolutamente deficientes. El laboreo se realizaba con yuntas y el bordear la pista del aeropuerto suponía una traba muy importante.

El territorio quedaría seccionado en dos, que guardando semejanzas que aún hoy hacen reconocible su pasado unitario, sufren una evolución funcional dispar. Mientras que la zona situada entre el aeropuerto y el municipio de El Rosario mantienen su vocación agrícola y ganadera con leves alteraciones, la parte próxima a La Laguna, sufre la presión del desarrollo urbano, de manera que la agricultura/ganadería ve reducida su presencia. *“...el Rodeo la Paja, que es donde está el campo de aviación hoy, eso era el granero de la isla y se echó a perder por política, hicieron un campo ahí donde no tenían que hacerlo”*³²

Las relaciones de Los Rodeos con el aeropuerto que toma su nombre son paradójicas. Paradójicas por el hecho reseñado de mejorar la accesibilidad de la Isla y complicar la accesibilidad del agrosistema; y paradójicas porque si por un lado suponen cercenar la continuidad espacial del agrosistema, por otro lado ha permitido su subsis-

tencia en el tiempo, limitando la presión urbanizadora a una parte del mismo. El aeropuerto y su área de servidumbre han actuado en buena medida como elementos de freno a la ocupación residencial, tanto por dificultar su accesibilidad como por la existencia de ruidos, que han desalentado la ocupación inmobiliaria de una amplia zona que, por sus características de proximidad a La Laguna y nula pendiente, era susceptible de ser urbanizada.

Un segundo corte se produjo con la construcción de la Autopista del Norte Tf-1, que junto a la situación de la Universidad, y las facultades de Biología y la Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola, supuso una nueva barrera a la expansión urbana. Aparece así una nueva sección del territorio, la comprendida entre la autopista y el aeropuerto, en la cual la presión urbana ha sido más limitada que en la Vega, Laderas de San Lázaro y Hoya del Camello, y se circunscribe a la aparición de un barrio para clases menos pudientes como es el del Coromoto. Esta zona la podríamos calificar de componente agrícola y que coincide con los Llanos de San Lázaro. En resumen, se acaba por seccionar un territorio de características homogéneas y continuo en tres sectores donde podríamos definir un gradiente de presión urbana, alta en la Vega Lagunera, media en San Lázaro y baja en la zona situada al norte del aeropuerto. Es necesario hacer la observación de que esta clasificación es válida comparativamente dentro del territorio analizado, puesto que todo el conjunto está sujeto a profundos fenómenos de metropolización.

La principal amenaza a que se enfrenta en la actualidad la comarca que estudiamos es la ocasionada por la aprobación del Plan General de Ordenación Urbana de La Laguna. La reclasificación a urbano de más de 241 hectáreas de suelo rústico y el trazado de una vía de ronda y una conexión entre la Autopista del Norte y la del Sur, volvería a seccionar el agrosistema y aumentaría hasta límites insostenibles la presión urbanizadora sobre prácticamente todo el territorio que quedaría situado dentro del anillo que formarían las vías de ronda. Sólo quedan calificadas como rústicas unas 46 hectáreas de terreno dentro de esa enorme bolsa de suelo urbano. Las actividades ganaderas y agrícolas, que durante tanto tiempo ha sido la principal vocación de los suelos de Los Rodeos, no se han sabido o no se han podido integrar en la redacción del plan quedando, a juicio de sus principales actores, marginadas en el mismo: *“Se trata de elegir si un Plan sirve para embridar al caballo del cemento y del asfalto o para espolearlo en su disparatada carrera hacia ninguna parte. Lo que está en juego es nuestro futuro”*³³.

Ante esta circunstancia se ha producido una reacción hasta hace poco imprevisible: han sido los propietarios del suelo, los agricultores y ganaderos de la comarca, quienes se han opuesto a que sus tierras de cultivo queden en expectativa de urbanización y desean que permanezcan bajo la calificación de rústicas. Hasta hace bien poco el conseguir la recalificación de los suelos era un objetivo de la práctica totalidad de los propietarios. Esta reacción al PGOU supone un cambio de concepción sumamente interesante y esperanzador, aunque su clamor, explicitado en dos de las mayores y más multitudinarias manifestaciones que han habido en la ciudad en los últimos tiempos, no haya sido recogido por los responsables políticos.

AGRADECIMIENTOS

Para interpretar correctamente el agrosistema de Los Rodeos hemos contado con sus actores principales:

- D. Cesar “Pancho” Rodríguez González Rodeo Alto (La Laguna). IV - 1995.
- D. Manuel Muñoz Martín “El Canario”. Rodeo Alto (La Laguna). IX - 1995.
- D. Telesforo Rodríguez Pérez. Laderas San Diego (La Laguna). X - 1995.

- D. Lázaro Rodríguez Pérez. Rodeo Alto (La Laguna). I - 1996.
- D. José Hernández Hernández. Barbado (La Laguna). II - 1996.
- D. Juan "El Cañero" Gómez. Mederos (Tegueste). II - 1996.
- D. Abel Santos Bacallado. El Ortigal (La Laguna). II - 1996. I - 1997.
- D. Enrique Hernández López. El Ortigal (La Laguna). II - 1996.
- D. Julio Marrero Pérez. Los Baldíos (La Laguna). VI - 1997.

Junto a ellos nos han sido de gran ayuda las observaciones de Fernando Sabaté Bel y de Carmen Calzadilla Hernández. A todos ellos y ellas nuestro agradecimiento.

REFERENCIAS

- Afonso Pérez, L. 1997. Góngaro: origen y rasgos de la toponimia canaria. Ed Cartográfica Canaria Oviedo.
- Altieri, M. A. 1992. Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. Ed. CETAL. Berkeley (California).
- Consejería de Agricultura y Alimentación. 1994. Evolución de la superficie de cultivos por término municipal. Provincia: Santa Cruz de Tenerife. Periodo 1990/1993. Santa Cruz de Tenerife.
- García Herrera, L. M. y Rodríguez Brito. W. 1979. La "Vega" de La Laguna: la conversión de un espacio rural en urbano. VI Coloquio de Geografía. Palma de Mallorca.
- Hernández Rodríguez, G. 1983. Estadísticas de las Islas Canarias 1793-1806 de Francisco Escolar y Serrano. Ed. CIES. Caja Insular de Ahorros de Gran Canaria, Lanzarote y Fuerteventura. col. *Cuadernos Canarios de Ciencias Sociales* n° 11. Las Palmas.
- Kornhhauser, A. y Sheatsley, P. 1951. Métodos de investigación en relaciones sociales. The Dryden Press. U.S.A.
- Madoz, P. 1845. Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de ultramar. Edición Facsímil. Canarias. Ámbito de ediciones S. A. Valladolid. 1986.
- Molina, P. 1997. La Laguna: por un Plan General donde quepamos todos. *El Día*, Domingo 2 de febrero de 1997, p. 5.
- Perdomo, A. C. 1996a. Sustitución de la principal especie de cereal cultivada: del trigo a la avena. *Canarias agraria y pesquera*. Enero-marzo 1996. n° 32. pp. 45/47.
- Perdomo, A. C. 1996b. El papel de los chochos (*Lupinus* spp.) en el agrosistema ganadero de Los Rodeos (Tenerife - Islas Canarias). *En Actas del II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Navarra. Septiembre de 1996. SEAE. 1998. pp. 489/500.
- Rodríguez Rodríguez, A. et al. 1979. Suelos fersialíticos sobre cenizas volcánicas: I Características morfológicas y físico-químicas; y II Características mineralógicas. *Anales de Edafología y Agrobiología*, Tomo XXXVIII, n°s 9-10, pp. 1607/1639. Madrid.
- Tejedor, M. L. 1984. Clasificación agrológica de los suelos de las Islas Canarias. *En Congreso Internacional de Suelos Volcánicos*. Secretariado de Publicaciones del Departamento de Edafología de la Universidad de La Laguna. Informes n° 13. Julio, pp. 545/576. La Laguna.
- Toledo, V. M. 1985. Ecología y autosuficiencia alimentaria: hacia una opción basada en la diversidad biológica, ecológica y cultural de México. Ed. Siglo XXI. México.

1 Vid. D. Leoncio Afonso Pérez (1997).

2 Diversidades que Víctor Manuel Toledo (1985) conjuga para la obtención de la diversidad alimentaria.

3 Miguel Altieri (1994).

4 Abel Santos Bacallado. I-1997.

5 Comunicación personal de Francisco Pérez Padrón.

6 Telesforo Rodríguez Pérez. X - 1995.

7 Cesar "Pancho" Rodríguez. IV - 1995.

8 Vid. Antonio Perdomo Molina (1996a).

- 9 Vid. las estadísticas de Francisco Escolar y Serrano en Germán Hernández Rodríguez (1983), p. 101. o bien en Pascual Madoz (1845). pp. 134.
- 10 Ibidem.
- 11 Abel Santos Bacallado. I - 1997.
- 12 A. Rodríguez Rodríguez *et al.* (1979).
- 13 Abel Santos Bacallado. I - 1997.
- 14 Ibidem.
- 15 Ibidem.
- 16 Cesar "Pancho" Rodríguez. IV - 1995.
- 17 Abel Santos Bacallado. I-1997.
- 18 La Concepción es el 8 de diciembre, cuando se debía sembrar estuviese como estuviese el tiempo ese año.
- 19 San Andrés, el 30 de noviembre, era también una fecha próxima al límite para sembrar.
- 20 Santa Catalina, el 24 de noviembre, unos días antes o después se debía sembrar.
- 21 Abel Santos Bacallado. I-1997.
- 22 Telesforo Rodríguez Pérez. X -1995.
- 23 La podemos observar en un plano de 1779 de M. Le Chevalier conservado en la Biblioteca Nacional Francesa.
- 24 Según el INM en once de los meses la dirección del viento más frecuente es del NW y el mes de mayo del NNW.
- 25 Consejería de Agricultura y Alimentación (1994).
- 26 Según las fotos aéreas en las cuales se basó el Catastro de Rústica del año 1957
- 27 Abel Santos Bacallado. I-1997.
- 28 Ibidem.
- 29 D. Cesar "Pancho" Rodríguez González. IV - 1995.
- 30 María Luisa Tejedor Salguero *et al.* (1984).
- 31 Vid. Luz Marina García Herrera y Wladimiro Rodríguez Brito (1979).
- 32 D. Cesar "Pancho" Rodríguez González. IV - 1995.
- 33 Pedro Molina (1997).

Manejo ecológico de agrosistemas en secanos semiáridos. Resultados de doce ensayos sobre fertilización y escarda

C. Zaragoza¹, J. Aibar², J. Cervero¹, P. Ciria³, M. V. Cristobal⁴, A. de Benito⁴, A. García Martín⁵, G. García Muriedas⁶, J. Hernández¹, J. Labrador⁵, C. Lacasta⁶, A. Lafarga⁷, J. A. Lezaun⁷, R. Meco⁸, A. Moyano⁹, M. J. Negro³, M. L. Solano³, F. Villa¹ e I. Villa¹.

¹ Depto. de Agricultura y Medioambiente. D.G.A. Apdo. 727. 50080 Zaragoza.

² Escuela Universitaria Politécnica de Huesca. 22071 Huesca.

³ CIEMAT-CEDER. Cra. Madrid. 42290 Lubia (Soria).

⁴ SIDTA. Apdo. 172. 47080 Valladolid.

⁵ SIDT. Apdo. 22. 06080 Badajoz.

⁶ CSIC. Finca La Higuera. 45530 Santa Olalla (Toledo).

⁷ ITGA. Edf. El Sarrio. Cra. El Sadar. 31006 Pamplona.

⁸ SIA. C/ Pintor Matías Montero 4, 45075 Toledo.

⁹ EUITA. Universidad de Valladolid. Eloy Sanz Villa 5. 42003 Soria.

RESUMEN

Se presentan los datos de producción obtenidos en ensayos de cebada realizados en Badajoz, Huesca, Navarra, Soria, Toledo, Valladolid y Zaragoza durante 1997 y 1998. Se comparan dos tipos de fertilización (química convencional y orgánica a base de compost) y tres tipos de escarda (mecánica con rastra de varillas flexibles, con rastra y binadora, y química) con un diseño factorial.

En el conjunto de los ensayos las parcelas fertilizadas con compost perdieron un 21,3% de producción respecto a las abonadas químicamente y ganaron un 11% de producción respecto a los testigos sin fertilizar, pero en el 50% de los ensayos las diferencias no fueron significativas. No se obtuvieron diferencias en las producciones medias de los distintos tipos de escarda (incluyendo testigos) en la mitad de los ensayos. El incremento medio de la producción en las parcelas escardadas con rastra o con herbicidas, comparadas con el testigo sin escarda, fue insignificante (<2%).

INTRODUCCIÓN

Para establecer las bases agronómicas que permitan definir los períodos necesarios para la reconversión a la agricultura ecológica de sistemas cerealistas en secanos semiáridos, es necesario obtener información sobre la viabilidad de diferentes sistemas de producción sin aplicación de agroquímicos.

Aunque los sistemas de producción actuales se basan fundamentalmente en la productividad, la competencia por los precios hace que la lucha por producir más barato sea en muchos casos el primer objetivo. Los sistemas cerealistas españoles en

secano no pueden competir en productividad con los cereales del centro y norte de Europa pero sí pueden hacerlo en costes y en calidad. Con producciones en torno a los 2.500 kg/ha la sustentabilidad es relativamente sencilla pero la productividad viene limitada todos los años por el régimen pluviométrico, más que por los medios de producción empleados.

En este proyecto, financiado por el INIA (SC96-081), se trata de comparar técnicas de producción, convencional y alternativa, para la fertilización del cereal y el control de las malas hierbas en siete zonas del secano español. Los resultados que se presentan aquí proceden de doce ensayos realizados en 1997 y 1998, y aunque se dispone de más datos, se refieren exclusivamente a las producciones obtenidas en los diferentes tratamientos.

MATERIAL Y MÉTODOS

En los experimentos no se ha pretendido estudiar el efecto rotacional de los cultivos, pero se ha tenido en cuenta al elegir una rotación cuatrienal de barbecho/cebada/leguminosa/trigo. Los resultados que se presentan aquí, salvo alguna excepción, tratan de las producciones obtenidas en la cebada del segundo año. Se ha pretendido homogeneizar al máximo las operaciones de cultivo (salvo herbicidas) aunque no siempre se ha conseguido. Ver detalles en los cuadros 1 y 2.

a) Tipo de fertilización

Se han comparado tres tratamientos en todos los ensayos:

0-Testigo sin fertilización.

1-Fertilización con abono orgánico: 2500 Kg de compost en presiembra del cereal. De referencia para agricultura ecológica. La fertilización orgánica se ha realizado con el mismo compost (producido en el CIEMAT) en 1998. Sus características más importantes eran: Humedad: 33,3%, M.O.: 57,4%, C: 27,8%, N: 2,9%, P₂O₅: 1,14%, K₂O: 5,1%, Na: 0,89%. No así en 1997 que sólo se empleó el mismo en Navarra, Soria y Zaragoza.

2-Fertilización con abono químico: variable según el abonado acostumbrado en cada zona. De referencia para agricultura convencional. Ver los tratamientos en los cuadros 1 y 2.

b) Tipo de escarda

Se han comparado tres tratamientos en todos los ensayos:

0-Sin escarda: ninguna operación para el control de malas hierbas.

1-Escarda química: Aplicación del tratamiento herbicida que se considere conveniente en cada parcela según la flora arvense presente. (Ver fechas, herbicidas y dosis en cuadros 1 y 2).

2-Escarda mecánica: A base de un solo pase de una rastra de varillas flexibles durante el ahijamiento del cereal. (Ver fechas en cuadros 1 y 2).

En los ensayos de Toledo y Badajoz se incluyó un cuarto tratamiento:

3-Escarda entre líneas: Siembra modificada dejando entrelíneas de 20 y 40 cm. Pase de binadora y rastra de púas flexibles durante el ahijamiento. En Badajoz no se pasó la rastra en 1997.

El diseño de los ensayos fue en parcela dividida (split-plot), el tamaño de la parcela elemental era de 91 m² y se emplearon cuatro repeticiones. Los datos de cosecha son kg/ha al 14% de humedad.

	Zaragoza	Toledo	Badajoz	Soria	Navarra
Fecha de siembra	5-2-97	7-12-96	29-1-97	7-2-97	2-12-96
Variedad de la cebada	Camelot	Camelot	Camelot	Unión	Camelot
Dosis de siembra	184 kg/ha	130 kg/ha	185 kg/ha	190 kg/ha	160 kg/ha
Cultivo anterior	Barbecho	Girasol ecológico	Barbecho	Barbecho	
Fecha del abonado de fondo	5-2-97	25-11-96	Orgánico: 26-11-96 Químico: 15-12-96	Orgánico: 15-1-97 Químico: 15-1-97	Orgánico: 2-12-96 Químico: 2-12-96
Dosis de abonado de fondo	Orgánico: 2500 kg/ha compost Químico: 60, 60, 60 UF de N, P, K	Orgánico: 2500 kg/ha compost Químico: 60, 60, 60 UF de N,P,K	Orgánico: 2500 kg/ha compost Químico: 60, 60, 60 UF de N, P, K	Orgánico: 2500 kg/ha compost Químico: 24, 72, 24 UF de N, P, K	Orgánico: 2500 kg/ha compost Químico: 22, 60, 50 UF de N, P, K
Fecha de abonado de cobertura	14-3-97	10-2-97	15-3-97		25-2-97
Dosis de abonado de cobertura	40 UF de N	33,5 UF de N	42 UF de N	60 UF de N	80 UF de nitrógeno
Fecha de aplicación del herbicida	15-3-97	11-2-97	10-4-97	28-4-97	2-4-97
Herbicida y dosis	Clortoluron + terbutrina (2,5)	Ioxinil+MCP+ bromoxinil (2)	Ioxinil+MCP+ bromoxinil (2,5)	2,4-D+MCPA 27,5 %. 1,5 l/ha	Tralkoxidim (1,2)+ Ioxinil+MCP+ bromoxinil (2)
Fecha de escarda con rastra	18-3-97	25-2-97	No se hizo	28-4-97	10-2-97
Fecha de escarda de líneas	-----	25-2-97 1 pase	Sólo bina 11-4-97	-----	-----
Fenología en el momento de la escarda	Pleno ahijamiento	Ahijamiento	Comienzo ahijamiento	Ahijamiento	
Fecha de recolección	24-7-97	20-6-97	18-6-97	8-8-97	19-6-97
Precipitación acumulada durante el cultivo	275 mm	389 mm	219 mm	298 mm	375 mm

Tabla 1. Características de los ensayos en 1997.

	Zaragoza	Toledo	Valladolid	Soria	Badajoz	Huesca	Navarra
Fecha de siembra	10-12-97	17-2-98	16-12-97	10-2-98	19-1-98	11-12-97	9-12-97
Variedad de la cebada	Camelot	Camelot	Camelot	Unión	Camelot	Dobla	Camelot
Dosis de siembra	150 kg/ha	130 kg/ha	180 kg/ha	190 kg/ha	180 kg/ha	170 kg/ha	155 kg/ha
Cultivo anterior	Barbecho	Barbecho	Barbecho	Barbecho	Barbecho	Cebada	Barbecho
Fecha del abonado de fondo	28-10-97	11-12-97		29-1-98	Orgánico: 10-11-97 Químico: 19-1-98		13-11-97
Dosis de abonado de fondo	Orgánico: 2500 kg/ha Químico: 32, 60, 60 UF de N, P, K	Orgánico: 2500 kg/ha Químico: 60, 60, 60 UF de N, P, K	Orgánico: 2500 kg/ha Químico: 24, 45, 45 UF de N, P, K	Orgánico: 2500 kg/ha Químico: 48, 46, 91 UF de N, P, K	Orgánico: 2500 kg/ha Químico: 60, 60, 60 UF de N, P, K	Orgánico: 2500 kg/ha Químico: 50, 60, 50 U.F. N, P, K.	Orgánico: 2500 kg/ha Químico: 22, 60, 50 UF de N, P, K
Fecha de abonado de cobertura	10-2-98	26-3-98	4-3-98	21-04-98	20-3-98	26-3-98	13-2-98
Dosis de abonado de cobertura	68 UF de N	33, 5 UF de N	52 UF de N	68 UF de N	42 UF de N	50 UF de N	80 UF de nitrógeno
Fecha de aplicación del herbicida	26-2-98	11-2-98	25-3-98	6-05-98	13-4-98	9-3-98 y 16-3-98	29-3-98
Herbicida y dosis	Clort.+terb.+ triasulfuron (1,5)	loxinil+MCP+ bromoxinil (2)	Tifensulfuron + tribenuron 40 g/ha	2,4-D+MCPA (1,5)	loxinil+MCP+ bromoxinil (2,5)	MCPA 2 l/ha talkoxidim (1,5)	Tribenuron 15 g/ha
Fecha de escarda con rastra	11-2-98	17-4-98	4-3-98	6-05-98	16-4-98	26-2-98	14-1-98
Fecha de escarda de líneas	-----	17-4-98	-----	-----	13-4-98	-----	-----
Fenología en el momento de la escarda	Ahijamiento	Ahijamiento	Ahijado	Ahijado	4/5 hojas - ahijado	Ahijado 22-24	
Fecha de recolección	24-6-98	6-7-98	3-7-98	6-08-98	30-6-98	18-6-98	19-6-97
Precipitación acumulada durante el cultivo	297 mm	244 mm	280 mm	322 mm	246	143 mm	265 mm

Tabla 2. Características de los ensayos en 1998.

DISCUSIÓN

Tipo de fertilización

De los doce ensayos analizados entre 1997 y 1998 no se obtuvieron diferencias significativas entre las producciones medias de los distintos tipos de fertilización, en seis de ellos (incluyendo el tratamiento sin fertilización). Sin embargo, en la mayoría de estos ensayos la producción en las parcelas fertilizadas químicamente fue ligeramente mayor. En los otros seis hubo diferencias significativas a favor de la fertilización química.

En ningún ensayo la fertilización orgánica supuso un aumento del rendimiento frente a la no fertilización, quizás debido a que la dosis de compost aportada fue demasiado baja. En el conjunto de los ensayos el rendimiento de las parcelas abonadas con compost fue un 21,3% inferior en relación con las abonadas químicamente y superior en un 11% en relación con las no fertilizadas.

Tipo de escarda

En cuatro ensayos de 1997 no se obtuvieron diferencias en las producciones medias de los tratamientos de escarda. En un ensayo (Ba) el sistema de líneas pareadas produjo menos que los demás, y en otro (To) se observó un comportamiento desigual según el tipo de fertilización. En 1998 se observaron más efectos; en dos ensayos no hubo diferencias entre los tratamientos, la escarda química produjo más que el testigo en un ensayo (Na) y menos en dos (Z, Ba), y la escarda mecánica produjo más que el testigo en un ensayo (Hu) y menos en otro (So). Entre los dos años no se obtuvieron diferencias significativas de producción entre los tratamientos (incluyendo la escarda nula) en el 50% de los ensayos. En la mitad de éstos las producciones de las parcelas tratadas con herbicidas fueron ligeramente superiores. Tanto la pérdida media por pasar la rastra y no tratar con herbicidas, como la ganancia de producción en las parcelas escardadas con este apero, o tratadas con herbicida, respecto al testigo sin escarda, fueron insignificantes (<2%).

CONCLUSIONES

Al tratarse de resultados preliminares creemos que es necesario ser precavidos en la interpretación de estos resultados, particularmente porque la rotación comenzó con año de barbecho. Las diferencias en la pluviometría, la flora arvense y el contenido de N en el suelo pueden ofrecer más explicaciones al realizar un estudio detallado de cada ensayo. Como era de esperar, se observa la tendencia a una mayor producción en las parcelas fertilizadas químicamente.

No siempre son evidentes las ventajas de una aplicación herbicida, particularmente, en densidades bajas de infestación de malas hierbas. Por otra parte, la rastra de varillas flexibles puede ofrecer una alternativa aceptable para la agricultura ecológica en los cereales de secano semiárido, especialmente si la flora arvense predominante es dicotiledónea, pero se debe regular bien el apero para no causar daños irreversibles al cereal. Además, precisa condiciones de suelo determinadas, ya que debe tener tempero, pero estar seco en superficie, y la flora arvense en fases iniciales de crecimiento. No se debe pasar si se esperan lluvias en las 24-48 horas siguientes.

Por todo ello, es muy importante no precipitarse en las decisiones de fertilizar o escardar, es decir, de intervenir en el campo, actuando en función del nivel de infestación y la pluviometría esperada, y utilizando los medios de forma razonable y moderada.

	Zaragoza	Toledo	Badajoz	Soria	Navarra
Fertilización					
0- Sin Fertilización	2790 (113)	1042 (67)	1606 a (60)	3394 a (83)	2265 (90)
1- Orgánica	2704 (110)	1400 (90)	1430 a (54)	3405 a (83)	2214 (88)
2- Química	2466 (100)	1551 (100)	2664 b (100)	4107 b (100)	2509 (100)
Significación	NS	NS	S	S	NS
Escaralda					
0- Sin Escaralda	2710 (101)	1244 (82)	1976 a (94)	3622 (95)	2302 (99)
1- Química	2683 (100)	1511 (100)	2094 a (100)	3799 (100)	2318 (100)
2- Rastra	2567 (96)	1434 (95)	-	3536 (93)	2368 (102)
3- Lineas	-	1136 (75)	1554 b (74)	-	-
Significación	NS	NS	S	NS	NS
Fertilización X Escaralda					
Sin fertilización - Química	2909 (114)	1247 bc (80)	1813 (62)	3694 (90)	2200 (87)
Sin fertilización - Rastra	2812 (111)	1193 bc (77)	-	3083 (75)	2360 (94)
Sin fertilización - Sin Escaralda	2650 (104)	717 d (46)	1609 (55)	3407 (83)	2235 (89)
Orgánica - Química	2598 (102)	1731 ab (111)	1559 (54)	3583 (87)	2144 (85)
Orgánica - Rastra	2702 (106)	1037 cd (66)	-	3389 (82)	2237 (89)
Orgánica - Sin escaralda	2812 (111)	1461 bc (94)	1513 (52)	3083 (75)	2261 (90)
Química - Química	2543 (100)	1554 b (100)	2911 (100)	4120 (100)	2508 (100)
Química - Rastra	2188 (86)	2071 a (133)	-	4138 (100)	2609 (104)
Química - Sin Escaralda	2667 (105)	1555 b (100)	2807 (96)	4064 (99)	2410 (96)
Orgánica - Lineas		1372 bc (88)	1134 (39)		
Química - Lineas		1027 cd (66)	2134 (73)		
Sin fertilización - Lineas		1008 cd (65)	1396 (48)		
Significación	NS	S	NS	NS	NS

Tabla 3. Resultados de las producciones (kg/ha) de los distintos ensayos en 1997 (% sobre tratamiento convencien).

	Zaragoza	Toledo	Badajoz	Soria	Valladolid	Navarra	Huesca
Fertilización							
0- Sin Fertilización	3728 (100)	2067 (91)	1095 (48)	1741 a (49)	2795 (71)	2681 a (84)	861 (77)
1- Orgánica	3515 (94)	1958 (86)	1185 (52)	1784 a (50)	2940 (75)	2691 a (84)	880 (78)
2- Química	3732 (100)	2269 (100)	2292 (100)	3586 b (100)	3921 (100)	3188 b (100)	1116 (100)
Significación	NS	NS	S	S	S	S	NS
Escarda							
0- Sin Escarda	3707 (106) a	2331 (111)	1678 (132)	2710 a (109)	3028 (86)	2775 a (94)	884 a (104)
1- Química	3509 (100) b	2096 (100)	1276 (100)	2494 a (100)	3508 (100)	2947 b (100)	847 a (100)
2- Rastra	3762 (107) a	1953 (93)	1450 (114)	1908 b (77)	3119 (89)	2840 ab (97)	1125 b (133)
3- Líneas	-	2012 (96)	1702 (133)	-	-	-	-
Significación	S	NS	S	S	NS	S	S
Fertilización X Escarda							
Sin fertilización - Sin Escarda	3835 (107)	2407 (114)	1106 d (67)	2019 (54)	2604 c (62)	2446 (75)	805 (90)
Sin fertilización - Química	3639 (102)	2274 (107)	1100 d (67)	1963 (53)	3133 bc (74)	2871 (88)	833 (94)
Sin fertilización - Mecánica	3709 (104)	1734 (82)	905 d (55)	1241 (33)	2647 c (63)	2727 (84)	944 (106)
Orgánica - Sin Escarda	3478 (97)	2157 (102)	1097 d (67)	2407 (65)	2746 c (65)	2709 (83)	764 (86)
Orgánica - Química	3323 (93)	1898 (90)	1061 d (65)	1796 (48)	3172 bc (75)	2730 (84)	819 (92)
Orgánica - Rastra	3757 (105)	1951 (92)	1245 cd (76)	1148 (31)	2902 c (69)	2635 (81)	1055 (119)
Química - Sin Escarda	3809 (107)	2430 (115)	2831 a (172)	3704 (100)	3734 ab (88)	3168 (98)	1083 (122)
Química - Química	3566 (100)	2116 (100)	1640 c (100)	3333 (90)	4221 a (100)	3239 (100)	889 (100)
Química - Mecánica	3822 (102)	2173 (102)	2202 b (134)	-	3810 ab (90)	3158 (97)	1375 (155)
Orgánica - Líneas	-	1828 (86)	1340 cd (82)	-	-	-	-
Química - Líneas	-	2356 (111)	2498 ab (152)	-	-	-	-
Sin fertilización - Líneas	-	1853 (87)	1270 cd (77)	-	-	-	-
Significación	NS	NS	S	NS	S	NS	NS

Tabla 4. Análisis de las producciones (kg/ha) de los distintos ensayos en 1998 (% sobre tratamiento convencional)

La Agricultura Ecológica en cereales, una alternativa para zonas semiáridas

R. Meco *, **C. Lacasta ****, **E. Estalrich ***** y **G. Garcia-Muriedas ****

* Servicio de Investigación y Tecnología Agraria, Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla - La Mancha, C/ Pintor Matías Moreno, 4. 45071 Toledo, España

** Consejo Superior Investigaciones Científicas. Centro de Ciencias Medioambientales.

Finca Experimental "La Higuera", 45530 Santa Olalla. Toledo. España.

*** *Area de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Alcalá de Henares, Madrid.*

ABSTRACT

In our semi-arid environments, the dry cultures, have a decreasing productivity that rarely arrives, to 2.000 kg/ha of barley. Because of the low efficiency of the agrochemical products, the level of soil organic matter, is less than 1%, and the effects of erosion are very high. These are some of the causes that make Agriculture difficult to be sustainable from economic and environmental points of view.

In this study, we propose an ecological management for dry cerealistic systems, in order to improve economical profitability, eliminating the more onerous production cost - fertilizers and herbicides by means of the re -stabilment of the level of organic matters and reducing of erosion rates by the incorporation of crop residues and superficial labors.

With the aim to demonstrate this hypothesis an experiment was designed in 1992, in which several ecological management systems were compared with conventional ones. We have studied the evolution of chemical factors of the soil, the competition role of spontaneous weeds, productivity and economic sustainability.

The spontaneous weed did not generate competition problems when the management system was rightly done. The use of fertilizers did not improve chemicals characteristics and it did not produce a meaningful increasing of the production (null in sunflower, less than 10% in hay of vetch and below 20% in barley). The production of any ecological management was 10% higher than that of a conventional monoculture. Ecological rotations were more profitable ann at least they duplicated the benefits.

All of these results shown that in this semi-arid climate the productivity of dry cultures are not able to amortizing the high expenses due to the employment of the agrochemicals products, being strongly recommended the use of any ecological management systems.

RESUMEN

En nuestros ambientes semiáridos, la agricultura de secano, tiene una baja productividad que llega, escasamente, a los 2.000 kg/ha de cebada, debido a que la eficiencia de los abonos químicos es pequeña, los niveles de materia orgánica del suelo, están por debajo del 1%, y los suelos se pierden por altas tasas de erosión, lo que ha hecho que esta agricultura sea poco sostenible, tanto desde el punto de vista ambiental como económico.

La propuesta que presentamos en este trabajo para la gestión de los agrosistemas de cereales de secano, es un manejo ecológico. Para ello consideramos como objetivos: restablecer los niveles de materia orgánica y disminuir las tasas de erosión, con incorporación de los residuos de cosecha y labores poco profundas. Todo ello mejorando la rentabilidad económica, al eliminar los costes de producción más onerosos como son los fertilizantes y los herbicidas.

Para demostrar esta hipótesis se estableció un experimento en 1992, donde se realizan diferentes manejos ecológicos comparándolos con otros convencionales, estudiándose la evolución de los factores químicos del suelo y la competencia por la flora arvense así como la productividad y sostenibilidad económica.

Los resultados han puesto de manifiesto, que las hierbas espontáneas, uno de los factores más influyentes en la producción, no generan problemas de competencia, cuando el sistema se maneja correctamente. Por su parte, los fertilizantes no mejoran las características químicas de los suelos ni suponen un significativo aumento de la producción: nada en el cultivo de girasol, escasamente un 10% en heno de veza y menos del 20% en cebada. También ha comprobado que cuando se compara la producción de cebada de cualquier manejo ecológico con la obtenida en monocultivo convencional, se aquellas son superiores en un 10%. En el estudio económico se concluye que las rotaciones ecológicas son mucho más rentables y como mínimo duplican los beneficios, resultando que en nuestros climas semiáridos, la productividad de los cultivos de secano no es capaz de amortizar los gastos ocasionados por el empleo de los agroquímicos.

INTRODUCCIÓN

El clima determina en gran parte el funcionamiento de los agrosistemas. La meteorología de las zonas semiáridas se caracteriza fundamentalmente por la sequía estival (4-5 meses), que es cuando se dan las mejores condiciones térmicas para el crecimiento de las plantas. A ello hay que añadir la diversidad de meteoros que afectan de forma imprevisible cada año a los cultivos: excesos de pluviometría en otoño- invierno, heladas tardías en primavera, déficits hídricos, golpes de calor, granizo, etc. Todo ello deviene en que los incrementos en la productividad agrícola mediante aportes adicionales de energía externa sean muy pequeños y costosos (Fernández-Quintanilla *et al.*, 1984), obteniéndose beneficios económicos, en muchos casos, negativos.

La ubicación de los experimentos se encuentra en el centro de la Península Ibérica, concretamente en la provincia de Toledo, en suelos cuyo contenido en materia orgánica se encuentra frecuentemente por debajo del 1%, dando en el 50% de ellos, valores inferiores al 0,5% (Hemando *et al.*, 1984). En consecuencia, los sistemas cerealistas de secano en esta zona semiárida presentan una escasa rentabilidad en base a: producciones medias de 2 Tm/ha, altas tasas de erosión, disminución alarmante del contenido en materia orgánica, pérdida de elementos fertilizantes solubles y graves implicaciones en procesos contaminantes. Esto, unido a una escasa biodiversidad al haber sido eliminados gran parte de los hábitats tanto de la flora como de la fauna autóctona, sitúan estos

agrosistemas en un proceso de desertificación que, exige un cambio en su manejo si pretendemos su perdurabilidad.

El primer objetivo sería restablecer los niveles de materia orgánica, mediante las propuestas siguientes.

- Restitución de los residuos agrícolas al suelo. El aporte de la paja de la cosecha de cereales durante 20 años supone pasar de 0,8 a 1,6% de materia orgánica (López Fando, 1993).
- Disminución del laboreo. El cambio de la labor de vertedera por cultivador ha supuesto en 12 años pasar del 1% a 1,5% de materia orgánica (Lacasta y Meco, 1996) y ello sin detrimento de la productividad.

El segundo objetivo es hacer una agricultura rentable y sostenible.

Si se analizan los costes de producción de un agrosistemas de cereales observamos que un 42% se utiliza en amortizar los costes de los agroquímicos (fertilizantes y herbicidas), si se midiesen en unidades de energía el porcentaje subiría a un 65% (Fernández-Quintanilla *et al.*, 1984, Hernanz *et al.*, 1992). La alternativa consiste en buscar nuevas estrategias, que manteniendo una producción aceptable, eliminen tanto el uso de abonos químicos como de herbicidas. En un trabajo de 10 años en el que se estudió la eficacia de la fertilización en zonas semiáridas se concluía en la influencia que tienen las rotaciones de cultivo y la cantidad y distribución de las lluvias anuales para la producción de cereales (Rodríguez Señas y Serrano, 1995). El incremento productivo por adición de fertilizantes no compensaba el mayor gasto en la mayoría de los años. El empleo de rotaciones de cultivos en las áreas cerealistas, no solo incrementa el rendimiento del cereal (Lacasta y Meco, 1996), sino también es una medida eficaz para el control de la flora arvense acompañante de los cultivos (García-Muriedas *et al.*, 1997), que unida a otras medidas culturales como siembras tardías y cultivo en líneas agrupadas (Meco y Lacasta, 1996, Lacasta y Meco, 1998), pueden hacer innecesario el uso de herbicidas.

Para comprobar si era posible cumplir con los objetivos enumerados se inicio en el año 1992 un experimento en el que se estudiaron diversos manejos ecológicos y convencionales considerando: los rendimientos de las distintas rotaciones, el efecto sobre la flora arvense acompañante de los cultivos, la capacidad productiva de los suelos y su rentabilidad económica.

Las rotaciones estudiadas tienen dos hojas (cultivos), tanto las convencionales como las ecológicas. El número de cultivos en la rotación, lógicamente, es pequeño para considerarlo como un manejo ecológico del sistema, pero en cambio nos permite discernir mejor los efectos de las diferentes hojas sobre el cultivo del cereal y sobre las propiedades del suelo. Si además, los resultados son positivos con dos hojas, mejores se pueden suponer, con más cultivos en la rotación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño experimental

Bloques al azar con 7 variables y 3 repeticiones. Parcela elemental de 400 m² (20 x 20 m). El número total de parcelas por tanto es 39, de ellas 36 corresponden a las rotaciones (los dos cultivos de las rotaciones se siembran todos los años) y 3 de monocultivo. Los cultivos que intervienen en las distintas rotaciones son: Cebada cv Albacete, Veza común y Girasol cv Toledo 2. Los tratamientos son:

- Rotaciones ecológicas: Cebada-Veza enterrada (Abono verde); Cebada-Veza para forraje (Heno); Cebada-Girasol; Cebada-Barbecho (Sin cultivo).
- Rotaciones convencionales: Cebada-Cebada (Monocultivo); Cebada-Veza forraje; Cebada-Girasol.

Dos de las rotaciones propuestas son comunes a los dos manejos (Cebada-Veza forraje y Cebada-Girasol), ya que ambas pueden realizarse, tanto en una agricultura convencional con agroquímicos, como ecológica. El monocultivo (Cebada-Cebada) es una practica sólo posible en la agricultura convencional. Las otras dos rotaciones (Cebada-Veza enterrada y Cebada-Barbecho), aunque se pueden encontrar como convencional, es más lógico considerarlas, dentro de una estrategia ecológica.

Los resultados de producción fueron sometidos al análisis de la varianza y las diferencias entre tratamientos han sido separadas por medio del test de Tukey a un nivel de probabilidad de $P < 0,05$.

Operaciones de cultivo

Antes de la siembra de los cultivos se realizan dos pases de cultivador. La siembra de la cebada y veza se realiza en otoño (noviembre) con una sembradora convencional de 19 brazos a 15 cm entre ellos y a dosis de 140 kg/ha y 100 kg/ha respectivamente, el girasol en primavera (abril) con una sembradora neumática de 4 brazos a 70 cm entre brazos y con 40.000 semillas/ha. Las parcelas de barbecho reciben labores de cultivador en invierno y primavera, con la intención de eliminar las hierbas nacidas.

Las rotaciones en cultivo convencional se fertilizan con abonos complejos antes de la siembra. El cultivo de cebada además, se abona con nitrato amónico cálcico en invierno (en el estadio de inicio de ahijamiento). Las fórmulas de abonado son: Cebada 90-60-60; veza 24-48-16 y girasol 60-60-60.

Para la escarda de la cebada, en las rotaciones convencionales, se utilizan herbicidas apropiados para las hierbas presentes. La escarda de la cebada en las rotaciones ecológicas, se realizó con una escardadora mecánica de púas flexibles marca Hatzenbichler de 4,50 m de ancho y 120 púas. Esta rastra se pasa siempre que se presenten las condiciones apropiadas, seca la superficie y húmedad por debajo de los 3 cm (aproximadamente), el número de pases entre uno y dos según los años. En el girasol se utiliza un cultivador al que se le adaptan las rejas al ancho de las calles. En la veza, no se realizó ningún tipo de escarda, ya que el cultivo o bien se dedica para heno o para enterrarlo.

La cebada y el girasol se recolectó con una microcosechadora marca Hege 140, la veza para forraje se segó, ahileró y empacó con aperos convencionales. La veza enterrada para abono verde se incorporó al suelo con gradas. A todas las parcelas se les incorporan todos los restos de cosecha (paja de cereal, caña de girasol y rastrojo de veza) con una labor de grada, en el caso de la caña de girasol previamente se pasa un desbrozador para picarla.

Muestreo

El muestreo de la flora arvense se realizó durante el mes de mayo en las parcelas de cebada, utilizando un aro de 0,25 m². En cada parcela se inventariaron cuatro aros (1 m²), con el fin de cubrir de forma aleatoria la heterogeneidad de la parcela. Así, se cuantificaron los niveles de infestación de hierbas espontáneas y la densidad del cultivo por parcela, realizándose a la vez, una estimación visual de recubrimiento según la escala de Folk (1951). Aunque este muestreo se realizó todos los años, el número de plantas y cubrimiento fueron muy pequeños y prácticamente despreciable inferior al 5% (Meco *et*

al., 1994), sólo el quinto año (1996-97), tanto el número de especies con problemas potenciales y la densidad de hierbas (cobrimiento), fue lo suficientemente alto para poder estudiar posibles diferencias.

Para el estudio de las propiedades químicas, se tomaron muestras de suelo de los primeros 20 cm, antes de la siembra (septiembre), todos los años y se determinaron pH (método Coleman), materia orgánica (método Walkley y Black), carbonato cálcico (Método Bernard), nitrógeno total (método Kjeldahl), potasio (método Jackson) fósforo (método Olsen).

La valoración económica del proceso se ha efectuado considerando como gastos los, reflejados en la Tabla 1 y como ingresos las producciones medias de los seis años al precio de: cebada, 20 ptas./kg; heno de veza, 15 ptas./kg; y girasol a 30 ptas./kg.

CULTIVOS	ROTACIONES E COLÓGICAS Y CONVENCIONALES						ROTACIONES CONVENCIONALES	
	CULTIVADOR LABOR PREPARACIÓN (1)	ESCARDA LABOR (2)	SIEMBRA LABOR	SEMILLA	RECOLECTAR	GRADA INCORPOR PAJA	ABONO	HERBICIDA
Cebada	4.000	4.000	2.000	6.000	5.000	2.000	15.000	5.000
Girasol	4.000	2.000	2.000	3.000	5.000	2.000	9.000	
Veza	4.000		2.000	5.000	10.000	2.000	9.000	
Barbecho	8.000							

Tabla 1. Valoración de las distintas operaciones culturales por hectárea y cultivo.

(1) En la rotación Cebada-Barbecho, las labores de preparación para la cebada sólo se imputaran las del barbecho

(2) La labor de escarda en la cebada sólo es para las rotaciones ecológicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La meteorología y más concretamente la pluviometría (Tabla 2), se ha comportado de forma diferente cada año del experimento, aunque se podría resumir en: dos años secos (92-93 y 94-95), dos años húmedos (96-97 y 97-98) y dos años que podríamos considerar normales (93-94 y 95-96). Esta meteorología, aparte de afectar a la producción de los cultivos, ha determinado que la flora arvense se haya controlado de forma natural los cuatro primeros años. Al producirse una sucesión de años secos y normales, el año seco disminuía el banco de semillas. El año 96-97, fue el único en el que se pudo estudiar el efecto de la flora arvense sobre los cultivos ya que sucedía a un año de pluviometría normal. El año 97-98, las lluvias entre primeros de noviembre y febrero no hicieron posible las siembras hasta estas fechas. Esta siembra tan tardía permitió también que la flora arvense fuera controlada de forma natural.

AÑOS	PLUVIOMETRÍA l/m ²			Observaciones
	ANUAL	SEP-MAR	ABR-AGO	
92-93	413	208	205	Invierno seco. Las lluvias de primavera llegaron en el mes de mayo y junio, demasiado tarde para los cultivos.
93-94	454	322	132	Déficit hídrico en abril. Heladas de primavera. Marzo y primera quincena de abril, seca.
94-95	275	197	78	Año muy seco, se inició el déficit hídrico en marzo. Heladas de primavera.
95-96	535	403	132	Déficit hídrico en abril. Exceso de humedad en invierno, erosión en regueros y cárcavas.
96-97	573	413	160	Exceso de humedad en invierno, erosión en regueros y cárcavas. 90 días sin lluvia (15/I al 15/IV).
97-98	637	460	177	Exceso de humedad en invierno, erosión en regueros y cárcavas. La siembra se hizo a mediados de febrero.

Tabla 2. Resumen de los datos climáticos.

Del estudio de la flora arvense que se pudo hacer el año 1996-97, se comprobó el buen efecto del control químico en las rotaciones convencionales (Tabla 3), apreciándose

como única hierba dominante *Convolvulus arvensis* (corregüela). Esta especie además de haber sido resistente a los herbicidas utilizados, está asociada al tipo de laboreo que se realiza en el experimento, pases de cultivador (Dorado *et al.*, 1996), comprobándose, por tanto, su presencia también en las rotaciones ecológicas. El número de individuos por metro cuadrado, el de especies total en las parcelas así como el porcentaje de recubrimiento de hierbas, es muy inferior a las rotaciones en las que no se utilizaron herbicidas.

	ROTACIONES ECOLÓGICAS				ROTACIONES CONVENCIONALES		
	Cebada Barbecho	Cebada Girasol	Cebada V. enterrada	Cebada V. forraje	Cebada Cebada	Cebada V. forraje	Cebada Girasol
HIERBAS DOMINANTES							
<i>A. clavatus</i>	9	155	8	15	0	0	0
<i>F. pyramidata</i>	8	49	26	354	0	0	0
<i>P. avicularre</i>	18	172	33	22	0	0	0
<i>C. arvensis</i>	1	4	8	5	0	2	1
Nº de plantas de hierbas/m ²	58	409	103	426	1	5	2
Nº total de especies	21	31	36	33	10	7	7
% recubrimiento de hierbas	15	47	30	43	2	5	4
Nº de espigas de cebada/m ²	496	490	441	516	546	642	831

Tabla 3. Flora arvense acompañante al cultivo de cebada en 1996-97.

Dentro de las rotaciones ecológicas, Cebada-Barbecho es la que mejor controla las especies espontáneas, como cabría suponer. Le sigue la rotación Cebada-Veza enterrada. Estas dos rotaciones con 58 y 103 plantas por metro cuadrado y un recubrimiento de 15 y 30% de hierbas, no ocasiona pérdidas significativas en la producción comparándolas con las rotaciones convencionales, que tienen un máximo de 5 plantas/m² y 5% de recubrimiento (Tabla 6).

Las rotaciones Cebada-Veza forraje y Cebada-Girasol, muestran un elevado número de plantas de hierbas por metro cuadrado, 426 y 409, prácticamente la misma cantidad que espigas de cebada/m², y un recubrimiento de 43 y 47%. En otras palabras, la superficie estaba repartida casi a partes iguales entre hierbas y cebada. El efecto de la rotación sobre las especies dominantes también fue muy acusado. Así tenemos que *Filago pyramidata* se asocia a la rotación Cebada-Veza forraje (354 plantas/m²) y *Anacyclus clavatus* (155 plantas/m²) y *Polygonum aviculare* (172 plantas/m²) a la rotación Cebada-Girasol. La razón está, en que cuando se recoge el heno, *Anacyclus* y *Polygonum*, no ha madurado todavía pero si *Filago pyramidata*. Estos resultados contrastan con los conseguidos por García-Muriedas *et al.* (1997) que en las mismas rotaciones, suelo y año, y sin tratamiento de herbicida pero con fertilización química, prácticamente, no tenían presencia de hierbas espontáneas (10 y 14 plantas/m²), por lo que cabe pensar, que la fertilización química al favorecer el desarrollo del cultivo evita la flora arvense.

Con estos niveles de infestación sería lógico pensar que la competencia con el cultivo ha de ser muy alta y los rendimientos deberían acusarlo de forma significativa. La sorpresa se presenta cuando se comprueba que no aparecen diferencias significativas con las otras rotaciones ecológicas (Tabla 6), ni incluso con la rotación convencional de monocultivo de cebada. La rotación Cebada-Veza forraje no presenta diferencias significativas aunque se compare con la misma rotación pero abonada y con herbicida. Este

comportamiento de escasa competencia con niveles tan altos de infestación de hierbas, habrá que buscarlo en el momento de emergencia de las mismas, que en nuestro caso ha sido muy posterior (3 meses), a la emergencia del cultivo. Cuando esto ocurre, la interferencia de las malezas es muy pequeña o nula en los cultivos estudiados (Zaragoza, 1998).

El enterramiento de la paja de la cosecha, ha supuesto un aumento de la materia orgánica en todos los tratamientos (Tabla 4), siendo mayores en las rotaciones convencionales debido al uso de los fertilizantes químicos que generaron más residuos. Comportamiento similar ocurrió con el fósforo. En cambio con el potasio donde se supone que debería haberse notado un aumento, al incorporarse la paja de cereales, se produce una disminución en todos los tratamientos a excepción de la rotación convencional de Cebada-Veza forraje. El resto de elementos químicos, que no aparecen en la tabla, no mostraron diferencias con los valores de 1992. Estos fueron carbonato cálcico alrededor del 2,5%, nitrógeno alrededor de 0,09% y pH alrededor de 7.

ROTACIONES	Materia orgánica		Fósforo (ppm)		Potasio (ppm)	
	1992	1996	1992	1996	1992	1996
ECOLOGICAS						
Cebada-Barbecho	1.41	1.66	6	10	181	179
Cebada-Girasol	1.46	1.63	12	15	213	168
Ceb.-Veza enterrada	1,48	1,77	9	14	228	187
Ceb.-Veza forraje	1,51	1.73	12	16	225	175
CONVENCIONALES						
Cebada-Cebada	1.42	1.81	8	24	230	175
Ceb.- Veza forraje	1.47	2.08	15	41	205	281
Cebada-Girasol	1.50	1.95	11	34	255	213

Tabla 4. Evolución de algunos componentes químicos en el suelo según rotaciones.

AÑO	VEZA FORRAJE		GIRASOL	
	ECOLOGICO	CONVENCIONAL	ECOLOGICO	CONVENCIONAL
92-93	254 a	310 a	160 a	171 a
93-94	2873 a	2758 a	650 a	600 a
94-95	634 a	398 a	0	0
95-96	4429 a	3093 a	1027 a	1131 a
96-97	3862 b	6670 a	1334 a	1218 a
97-98	1450 a	1667 a	904 a	803 a
MEDIA	2250	2483	679	654

Tabla 5. Producciones en kg/ha de heno de veza y girasol en rotación con cebada. Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila de cada cultivo difieren significativamente ($P < 0,05$, test Tukey). Los valores en negrita son los más altos del año.

La producción de heno de veza y pipa de girasol, no manifiesta grandes diferencias si se abona o no con fertilizantes químicos. En los valores medios de los seis años (Tabla 5), la producción de heno de veza, presenta un descenso de un 10% en el manejo ecológico, no mostrándose diferencias apreciables en el girasol. Cuando se analiza por años, se comprueba que en la rotación de Cebada-Veza forraje, el heno de veza ecológico no presenta diferencias con el convencional en la producción cuando el año es seco, (92-93 y 94-95) o el año anterior ha sido seco y el cultivo de cebada ha extraído del suelo menos nutrientes (93-94 y 95-96). En el año 96-97, que es húmedo y sigue a un año normal de pluviometría, la eficiencia del abono químico es manifiesta, con diferencias significativas. El año 97-98, la siembra tardía, neutralizó el efecto de la fertilización en la producción de forraje.

Al ser un cultivo de verano, la disponibilidad de agua es el factor determinante de la producción de girasol y por ello no se aprecian diferencias entre abonarlo o no, tanto

en los valores medios de los seis años, como cuando se considera por años (Tabla 5). No obstante, la producción de girasol va a influir en el desarrollo del cultivo siguiente, ya que la extracción de elementos minerales del suelo, dependerá de la cantidad de biomasa producida por este cultivo. Esta hipótesis no ha podido comprobarse hasta el quinto año ya que en los anteriores la sucesión de secos y normales, enmascaró en la producción de cebada este efecto, siendo el factor limitante de producción en la cebada, el agua y no la disponibilidad de nutrientes en el suelo. El año 96-97, la cebada sobre girasol en rotación ecológica fue la que menos producción obtuvo (Tabla 6), en cambio en convencional fue la mayor.

AÑO	ROTACIONES ECOLÓGICAS				ROTACIONES CONVENCIONALES		
	Cebada	Cebada	Cebada	Cebada	Cebada	Cebada	Cebada
	Barbecho	Girasol	Veza enterrada	Veza forraje	Cebada	Veza forraje	Girasol
92-93	267 ab	480 a	334 ab	331 ab	205 ab	224 ab	166 b
93-94	3056 a	3135 a	3137 a	3092 a	2783 ab	2289 ab	1954 b
94-95	949 a	865 ab	279 bc	250 c	258 c	153 c	147 c
95-96	3195 bc	2917 bc	3039 bc	2684 c	2832 c	3802 ab	4163 a
96-97	2494 abc	1440 c	2151 abc	2094 bc	1812 bc	2615 ab	3261 a
97-98	1600 b	1617 b	1597 b	1893 b	1893 b	3452 a	3152 a
MEDIA	1926	1742	1756	1724	1630	2089	2140

Tabla 6. Producciones de cebada en kg/ha según rotación y manejo.

Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente ($P < 0,05$, test Tukey) Los valores en negrita son los más altos del año.

Cuando se consideran las medias de los seis años, las producciones de cebada no presentan, prácticamente, diferencias entre los tratamientos (Tabla 6), produciéndose sólo un descenso de la producción de un 15% cuando se comparan las mismas rotaciones en convencional y ecológico. La rotación convencional de monocultivo de cebada es la de menor producción, poniéndose de manifiesto el efecto beneficioso de las rotaciones de cultivo (Lacasta y Meco, 1996), inclusive aunque haya competencia con hierbas (Tabla 3) y no se fertilice. En los años secos (92-93 y 94-95) y en los no muy húmedos (93-94), las rotaciones ecológicas fueron las de mayor producción y en los años húmedos las convencionales, Cebada-Veza forraje y Cebada-Girasol, por presentar mayor eficiencia la fertilización (Rodríguez-Señas y Serrano, 1993) y aprovechar el efecto de la rotación de cultivos.

El balance económico, de los seis años, de las diferentes rotaciones (Tabla 7), es manifiestamente positivo para las realizadas con un manejo ecológico, y ello sin incrementar el coste del producto obtenido. Sólo la rotación Cebada-Veza enterrada ha presentado un balance negativo.

De las rotaciones convencionales dos de ellas, que además son de las más extendidas actualmente en esta región; monocultivo de cebada y Cebada-Girasol, indican balances negativos, incluso por debajo de la rotación ecológica Cebada-Veza enterrada, de la que se obtiene una sola cosecha cada dos años pero gastos correspondientes a dos cultivos. Se podría alegar que en la rotación convencional Cebada-Girasol, el cultivo de girasol no se fertiliza normalmente, y por tanto el precio del abono de esta hoja podría obviarse, con lo que quedaría la rotación con 4.500 ptas./año más de beneficios, pero habría que restarle la disminución de producción de cebada, ya que como se ha visto, el fertilizante químico usado para el girasol ha sido aprovechado por la hoja de cebada, que ha sido la que más ha producido entre las cebadas de todas las rotaciones, llegando a rendimientos de más de 4.000 kg/ha en 1995-96 (Tabla 6). Aún haciendo una lectura benévola de esta rotación y no valorando las posibles pérdidas en la productividad de la cebada, se obtendrían unos beneficios por hectárea y año de 3.710 ptas., que aún segui-

ría, siendo inferior a la mayoría de los manejos ecológicos, incluida la misma rotación pero en ecológica.

	Media Producción 93-98	Ingresos	Total rotación	Total Ingresos año	Gastos	Total Gastos rotación	Total Gastos Año	Beneficios
Rotaciones ecológicas								
Cebada	1.926	38.520			19.000			
Barbecho					8.000			
			38.520	19.260		27.000	13.500	5.760
Cebada	1.742	34.840			23.000			
Girasol	679	20.370			18.000			
			55.210	27.605		41.000	20.500	7.105
Cebada	1.756	35.120			23.000			
V. Enterrada					13.000			
			35.120	17.560		36.000	18.000	- 440
Cebada	1.724	34.480			23.000			
V. forraje	2.250	33.750			23.000			
			68.238	34.115		46.000	23.000	11.1156
Rotaciones convencionales								
Cebada	1.630	32.600			39.000			
Cebada	1.630	32.600			39.000			
			65.200	32.600		78.000	39.000	- 6.400
Cebada	2.089	41.780			39.000			
V. forraje	2.483	37.245			32.000			
			79.025	39.512		71.000	35.500	4.012
Cebada	2.140	42.800			39.000			
Girasol	654	19.620			25.000			
			62.420	31.210		64.000	32.000	- 790

Tabla 7. Balance económico (1993-98), en ptas./ha de los diferentes manejos.

Se podría, también, considerar que en este periodo de 6 años ha habido 2 años secos (92-93 y 94-95) que han influido muy negativamente en las rotaciones convencionales, las cuales han asumido unos gastos de fertilizante y herbicida, que suponen alrededor del 50%, no habiendo sido compensados por una mayor producción. Reduciendo este estudio económico para los últimos tres años con una pluviometría idónea para la eficiencia de los fertilizantes y de los herbicidas (Tabla 3 y 6), con producciones medias de cebada, en rotaciones convencionales, superiores a los 3.000 kg/ha, comprobamos que las diferencias en los beneficios son inferiores al 10% cuando se comparan las mismas rotaciones en manejo convencional y en ecológico (Tabla 8) y el monocultivo de cebada sigue siendo la rotación de menor beneficio. La rotación ecológica Cebada-Veza forraje sólo es superada en beneficio económico, en estos años tan favorables para las rotaciones convencionales, por la misma rotación convencional. Resumiendo, se puede decir que, aún en las mejores condiciones meteorológicas para el uso de agroquímicos en el secano de la zona centro de España, las alternativas de manejo ecológico son competitivas económicamente.

ROTACIONES ECOLÓGICAS				ROTACIONES CONVENCIONALES		
Cebada	Cebada	Cebada	Cebada	Cebada	Cebada	Cebada
Barbecho	Girasol	Veza enterrada	Veza forraje	Cebada	Veza forraje	Girasol
10.797	15.738	4.623	23.502	4.580	28.475	19.015

Tabla 8. Balance económico (1995-98), en ptas./ha de las diferentes rotaciones.

CONCLUSIONES

La flora arvense acompañante de los cultivos herbáceos de secano, que es considerada como uno de los factores limitantes más importante de la producción, en nuestro experimento, o bien ha sido controlada de forma natural por la aparición de años secos intercalados o por siembras tardías obligadas por la meteorología. El único año que se pudo realizar el estudio 1996-97, con infestaciones altas, más de 400 plantas de hierbas/m² no se vieron afectadas las producciones de cebada. Concluyendo, que cuando la emergencia de las hierbas es posterior al cultivo de cebada, y este está ya en fase de ahijamiento, los daños a pesar de llegar a un cubrimiento de la superficie de un 40% son escasos o nulos.

A excepción del potasio el resto de los elementos principales del suelo, nitrógeno, fósforo, y carbonato cálcico, así como el pH, no han mostrado disminución en las parcelas ecológicas, a los cuatro años de iniciar el experimento. La materia orgánica, por el tipo de fertilización realizada en todas las parcelas (incorporación de los residuos de la cosecha), han experimentado un aumento, tanto las parcelas ecológicas como las convencionales. En líneas generales se puede concluir que desde el punto de vista de los factores químicos, el suelo manejado ecológicamente, y con la única aportación de los residuos de cosecha, mantiene a los cuatro años, la misma potencialidad de fertilización que los suelos abonados químicamente.

Los valores medios de los seis años del experimento constatan que el manejo ecológico, o no produce descenso de producción como ocurre con el girasol o este es inferior al 10% en el heno de veza o al 20% en la cebada. Cuando se compara la producción de cebada de cualquier manejo ecológico con la cebada obtenida en monocultivo convencional, se comprueba que aquellas son superiores en un 10%.

Económicamente, y con los valores de los seis años experimentados, las rotaciones ecológicas siempre son más rentables que las convencionales, y como mínimo, duplican los beneficios. Si se consideran sólo los años húmedos, donde la eficiencia de los agroquímicos es óptima, el aumento de beneficios de las rotaciones convencionales escasamente llega a un 15%, en el mejor de los casos. El caso del monocultivo de cereal es aún mas llamativo, estando sus beneficios entre 0 y 5 veces por debajo, dependiendo del manejo con que se compare. Claramente, en nuestros sistemas semiáridos, la productividad de los cultivos de secano no es capaz de amortizar los gastos de los agroquímicos

REFERENCIAS

- Dorado, J., del Monte, J. P. y López Fando, C. 1997. Efectos de la rotación de cultivos y los sistemas de laboreo sobre la flora arvense en ambiente semiárido. *Actas del Congreso de la Sociedad Española de Malherbología*, 41-46.
- Fernandez-Quintanilla, C. y Gómez Fernandez-Montes, A. J. 1984. Análisis energético de la producción de cereales en la región central. *An. INIA*.N,25 ; 41-54.
- Folk, L. 1951. A comparison chost for visual percentage estimati6n. *Journal of Sedimentary Petrology*, **21**: 32-33.
- García Muriedas, G., Estalrich, E., Lacasta, C. y Meco, R. 1997. Efecto de las rotaciones de cultivos herbáceos de secano sobre las poblaciones de la flora arvense. *Actas, Cong. Sociedad Española de Malherbología*, 33-36.
- Hernando, V., Jimeno, L. y González Ponce, R. 1984. Fertilidad de los suelos de secano. *Estudio agrobiológico de la provincia de Toledo*. Diputación de Toledo,194-260.
- Hernanz, J. L., Giron, V. S., Cerisola, C. L., Navarrete, C. y Fernandez-Quintanilla, C. 1992. Análisis de la energía consumida y de los costes de producción de tres sistemas de laboreo ensayados en tres cultivos extensivos. *An. INIA*, Vol **7** (2): 209-225.

- Lacasta, C., García Muriedas, G., Estalrich, E. y Meco, R. 1997. Control mecánico de adventicias en cultivos herbáceos del secano. *Actas, Congr. Sociedad Española de Malherbología*, 37-40.
- Lacasta, C. y Meco, R. 1996. Efecto de diferentes labores y rotaciones en un suelo arcilloso sobre la producción de cultivos herbáceos en Castilla-La Mancha: 12 años de experimentación. *Actas Congr, Nac. Agric. Conser.*, 147-151.
- López Fando, C. 1993. Efectos de distintos residuos orgánicos sobre el rendimiento de cereales y características químicas del suelo. *Actas del XII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del suelo*, 66-72.
- Meco, R., Lacasta, C. y Dorado, J. 1994. Transformación a la agricultura ecológica de un sistema de secano. En *Prácticas ecológicas para una agricultura de calidad. Actas del I Congreso de la SEAE*, 133-141.
- Meco, R. y Lacasta, C. 1996. El método Benaiges para el control de adventicias en secano. *Rev. Agricultura*, **771**: 855-858.
- Rodríguez Señas, J. y Serrano, F. 1993. La eficacia de la fertilización nitrogenada en zonas cerealistas semiáridas. *Actas del XII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del suelo*, 805-811.
- Zaragoza, C. 1998. Ecología y control de la flora arvense. *Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural. Actas del II Congreso de la SEAE*. Pamplona - Iruña 1996, 51-63.

Comparación de los beneficios por hectárea del cultivo convencional y el cultivo ecológico del olivar en los primeros años de reconversión

L. Hurtado Ruiz, J. M. Ayanz Jurado.
O.C.A.M.A de Priego, 16800 Cuenca.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

El termino municipal de Puente de Génave se encuentra enclavado en la Comarca Agraria de la “Sierra de Segura” al noreste de la provincia de Jaén.

Esta comarca es la más oriental de la provincia de Jaén y se caracteriza por su accidentada e irregular configuración, con presencia de fuertes pendientes en gran parte del territorio lo que supone un fuerte obstáculo para realizar labores agrícolas. Ocupa una superficie de 193.419 ha de las cuales solo 60.766 ha son cultivables (31,42%). Más del 93% del territorio se encuentra por encima de los 600 metros de altura y el 52,6% supera los 1.000 metros. El olivar ocupa el 60,65% de la superficie labrada de la comarca, con 36.851,85 hectáreas.

El término municipal de Puente de Génave posee una superficie total de 4.373 ha, de las cuales 2.570 son de olivar, y un núcleo de población de 3.000 habitantes aproximadamente.

La fisiografía de la zona condiciona en gran medida las prácticas agrícolas, ya que predominan los terrenos accidentados. Los suelos son medianamente profundos y de riqueza variable.

La climatología corresponde al tipo mediterráneo continental, con temperaturas medias de 15 a 17 ° C, con riesgos de heladas desde finales de noviembre a principios de abril, y una pluviometría media de 600 mm.

En cuanto a la distribución de la propiedad, predomina el minifundio (menos de 5 has por explotación), estando el 95% de la superficie cultivada en poder de pequeños propietarios, siendo el tamaño medio de las parcelas menor de una hectárea.

En las plantaciones existentes hay un predominio del olivar de 50 a 100 años de edad; a marco real de 10 x 10 con olivos de dos o tres pies de la variedad Picual.

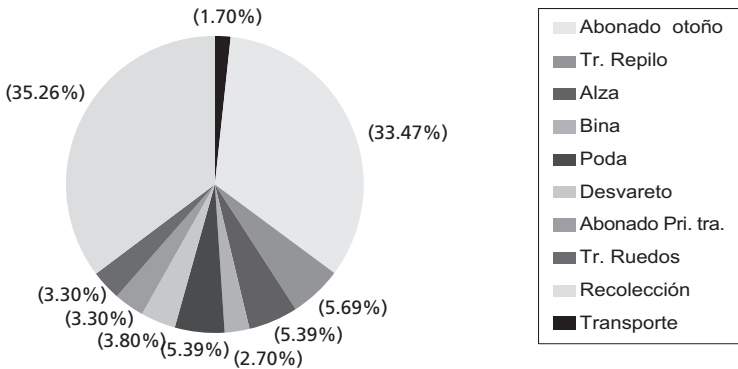
COMPARACIÓN DE LOS BENEFICIOS POR HECTÁREA DEL CULTIVO CONVENCIONAL Y EL CULTIVO ECOLÓGICO DEL OLIVAR EN LOS PRIMEROS AÑOS DE RECONVERSIÓN.

Se han evaluado los costes e ingresos en dos explotaciones de 5 has cada una, con las mismas características (clima, topografía, suelo, variedad, edad del arbolado, etc.), situadas en el término municipal de Puente de Génave (Jaén), una con manejo ecológico y otra convencional.

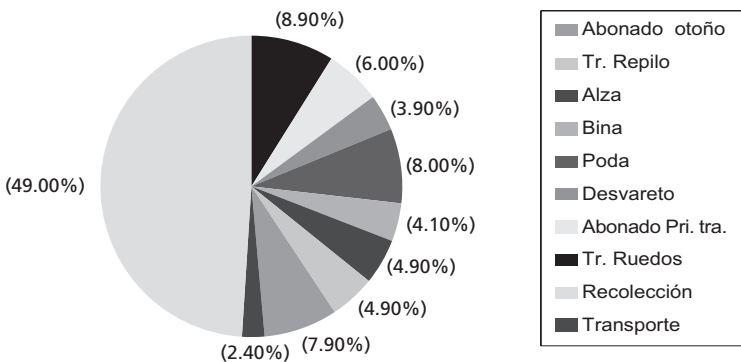
En el Tabla 1 aparecen desglosadas las diferentes técnicas de cultivo en los dos sistemas comparados y los pagos efectuados en cada una de ellas. La explotación ecológica la dividimos en dos subparcelas, llevándose a cabo dos alternativas diferentes para la fertilización del suelo (con productos comerciales y con compostaje de estiércol) y para el manejo de plantas adventicias (laboreo tradicional y desbrozado mecánico)

En las Figuras 1 y 2 podemos observar el porcentaje de coste de cada una de las operaciones culturales respecto al total de costes. Pudiendo observar que en la explotación ecológica la fertilización del suelo representa los mayores coste siendo del 35,3%, frente al 7,9% en convencional.

% DE LAS OPERACIONES EN ECOLÓGICO



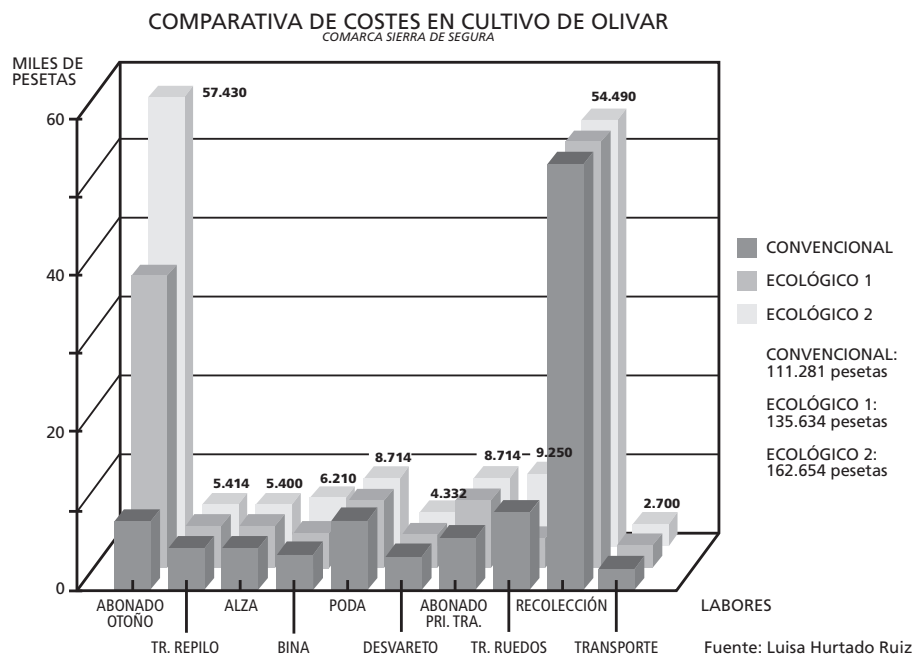
% DE LAS OPERACIONES EN CONVENCIONAL



LABORES CULTURALES	CONVENCIONAL	ECOLÓGICO
ABONADO DE OTOÑO:	Costes de aplicación: 0.9 h/ha (trac. + Abonad) Complejo: 15-15-15: 200 Kg/ha x 32 pts/kg	Costes de aplic.: 0.9 h/ha (trac. + rem. Rep.) manejo de abono orgánico: 5.000 pts. Abono organ.: - comercial: 1.000 Kg/ha x 30 pts/Kg, - Estiercol: 10.000 Kg/ha x 5 pts/Kg
	8.830	37.430
TRATAMIENTO REPILO:	Costes de aplicac.: 1h/ha (trac. + cuba) 2 mangueros x 677 pts/h. Cobre: 1.5 Kg/ha x 900 pts/Kg	Costes de aplicac.: 1h/ha (trac. + cuba) 2 mangueros x 677 pts/h. Cobre: 1.5 Kg/ha x 900 pts/Kg
	5.414	5.414
ALZA:	2 h/ha x 2.700 pts/h	2 h/ha x 2.700 pts/h
	5.400	5.400
BINA:	1.7 h/ha x 2.700 pts/h	1.7 h/ha x 2.700 pts/h
	4.590	4.590
		6.210
PODA:(dividimos por dos)	1 jornal/ha Maestro de poda: 4.619 pts/jornal Motosierra: 4.619 pts/jornal Peón de hacer lecha: 4.332 pts/jornal Peón de quemar: 4.332 pts/jornal	1 jornal/ha Maestro de poda: 4.619 pts/jornal Motosierra: 4.619 pts/jornal Peón de hacer lecha: 4.332 pts/jornal Trituradora: 2.30 h/ha x 2.700 pts/h
	8.951	8.714
DESVARETO:	1 jornal/ha x 4.332 pts./jornal	1 jornal/ha x 4.332 pts./jornal
	4.332	4.332
ABONADO DE PRIMAVERA TRATAM. FITOSANITARIOS:	Coste de aplic.: 1h/ha (trac. + cuba) 2 mangueros x 677 pts/h Cobre: 1.5 Kg/ha x 900 pts/Kg Abono foliar (urea): 2 Kg/ha x 270 pts/Kg Insecticida (Dimetoato): 0.5 l/ha x 689 pts/Kg	Coste de aplic.: 1h/ha (trac. + cuba) 2 mangueros x 677 pts/h Cobre: 1.5 Kg/ha x 900 pts/Kg Abono foliar (Goemar): 1.5 l/ha x 900 pts/Kg Insecticida (Foray): 1.5 l/ha x 1.300 pts/Kg
	6.700	8.714
TRATAMIENTOS DE RUEDOS:	Pase de rulo: 2 h/ha x 2.700 Herbicida: 4.2 pts/ruedo Coste de aplicac.: 1h/ha (trac. + cuba) 2 mangueros x 677 pts/h	Desbroz.: 2 m/olivo = 3.5 h/ha x 1.100 pts/h Pase posterior de rulo: 2 h/ha x 2.700
	9.874	3.850
RECOLECCIÓN:	90 H/ha = 12.8 JORNAL/ha X 4.257	90 H/ha = 12.8 JORNAL/ha X 4.257
	54.490	54.490
TRANSPORTE:	1 h/ha x 2.700	1 h/ha x 2.700 pts/h
	2.700	2.700
TOTAL	111.281	135.634 162.654

Tabla 1. Descomposición de los pagos.

En la Figura 3 aparece una comparación de los costes entre los dos sistemas comparados, en la explotación ecológica los costes del cultivo han sido de un 21,88% y 46,16% superiores a los costes en la explotación convencional.



En el Tabla 2 aparecen la descomposición de los ingresos tomando como referencia, tanto en convencional como en ecológico, el precio medio de venta del aceite Virgen Extra en la campaña 95-96, por ser en esta campaña donde se dieron los precios más altos para los aceites convencionales, estando su precio actual entre un 20 y un 30% por debajo del indicado, sin embargo hay que destacar que el precio medio del kilogramo de aceite ecológico no solo se ha mantenido sino que ha aumentado entre un 5 y un 10%.

	CONVENCIONAL	ECOLÓGICO
PRODUCCIÓN (Kg aceit./ha):	3.000	2.700
RENDIMIENTO:	23%	23%
PRECIO ACEITE(pts/Kg):		
Valor real:	632	836.28
	504	700
Subvención U.E.:	108	108
	20.16	28.28
4% de IVA:		
PRECIO ACEITUNA (pts/kg):	145	192
TOTAL	435.000	518.400

Tabla 2. Descomposición de los ingresos

En el olivar ecológico hemos detectado un 10% menos de producción por hectárea, esta disminución en los primeros años dependerá del grado de intensificación, de la degradación del suelo, del estado de fitosanitario de la explotación, etc.

Los ingresos, como podemos observar en el cuadro, son mayores en la explotación ecológica en un 19,17% más que en la convencional.

En la Tabla 3 podemos ver los beneficios por hectárea en los dos sistemas de cultivos, apareciendo dos datos en el manejo ecológico dependiendo de la alternativa elegida.

	CONVENCIONAL	ECOLÓGICO
INGRESOS:	435.000	518.400
GASTOS:	111.281	135.634 ó 162.654
BENEFICIOS:	<u>323.719</u>	<u>382.766 ó 355.746</u>
		+ 18.24% + 9.89%

Tabla 3. Beneficios/ha

* OTROS GASTOS EN ECOLÓGICO:

INSCRIPCIÓN (CAAE) = 10.000 pts (5 primeras ha) 2.000 pts/ha.

1,5% VOLANTES = 6.639 ó 6.258

* OTROS INGRESOS EN ECOLÓGICO:

SUBVENCIÓN = 45.000 pts/ha (1^{er} año)

En la Figura 4 aparecen representados los beneficios para cada una de las alternativas estudiadas, obteniéndose un beneficio por hectárea en la explotación ecológica mayor al obtenido en la convencional, en un 18,24% en la primera alternativa en y un 9,89% en la segunda.

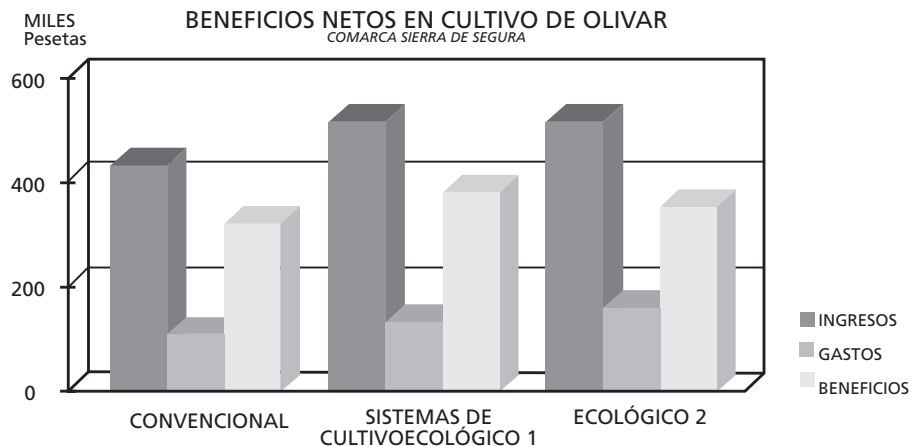


Figura 4. Beneficios netos en olivar.

Fuente: Luisa Hurtado Ruiz

NOTA:

Producción estimada

Convencional 3000 Kgs/ha.

Ecológico 2700 Kgs/ha

Precio de venta del aceite

Convencional 500 ptas/kg

Ecológico 700 ptas/kg

* **NOTA:** Los datos de esta comunicación se han obtenido experimentalmente en la E.A.Ecológica de Puente de Génave durante los años 94-98

DESCOMPOSICIÓN DE LOS COSTES EN UNA HECTÁREA DE OLIVAR DE SECANO.

COMARCA: "la Alcarria"

DENSIDAD DE PLANTACIÓN: 140 olivos por hectárea.

MARCO DE PLANTACIÓN: Irregular.

OPERACIONES CULTURALES	DESCOMPOSICIÓN DE LOS COSTES	COSTE POR HECTÁREA
ABONADO DE OTONO:	<u>Costes de aplicación:</u> 0,9 h/ha (trac. + Abonad) 3000 pts/h <u>Complejo 15-15-15:</u> 140 Kg/ha x 32 pts/kg	7.210
TRATAMIENTO REPILO:	<u>Costes de aplicac.:</u> 1h/ha (trac. + cuba) a 3.000 pts/h 2 mangueros x 677 pts/h. <u>Cobre:</u> 1 Kg/ha x 900 pts/Kg	5.414
ALZA:	2 h/ha x 3.000 pts/h	5.254
BINA:	1,7 h/Ha x 3.000 pts/h	4.890
PODA: (dividimos por dos)	0,8 jornal/Ha <u>Maestro de poda:</u> 4.619 pts/jornal <u>Motosierra:</u> 4.619 pts/jornal <u>Peón de hacer lecha:</u> 4.332 pts/jornal <u>Peón de quema:</u> 4.332 pts/jornal	7.161
DESVARETO:	0,8 joma l/Ha x 4.332 pts/jornal	3.466
ABONADO DE PRIMAVERA		
TRATAM. FITOSANITARIOS:	<u>Coste de aplic.:</u> 1h/ha (trac. + cuba) a 3.000 pts/h 2 mangueros x 677 pts/h <u>Cobre:</u> 1 Kg/ha x 900 pts/Kg <u>Abono foliar (urea):</u> 1 Kg/Ha x 270 pts/Kg <u>Insecticida (Dimetoato):</u> 0,3 l/Ha x 689 pts/Kg	5.741
TRATAMIENTOS DE RUEDOS:	<u>Pase de rulo:</u> 2 h/Ha x 3.000 <u>Herbicida:</u> 2,1 pts/ruedo <u>Coste de aplicac.:</u> 1h/ha (trac. + cuba) a 3.000 pts/h 2 mangueros x 677 pts/h	10.648
RECOLECCIÓN:	46.69 H/Ha = 6,67 JORNALES/Ha X 4.257	28.394
TRANSPORTE:	0,9 h/Ha x 3.000 pts/h	2.700
TOTAL		80.878

Utilización de distintos productos para mejorar el enraizamiento en estaquillado semileñoso en olivo

M. P. Suárez, E. P. López, J. Ordovás, I. Pérez e I. Aguirre

EUITA. Cortijo de Cuarto. Apartado 11043. 41080 Sevilla.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate some root-promoting substances in order to substitute Indolic 3-butyric acid (IBA) on olive propagation and allow production of plants under organic agriculture methods. Trials were conducted under mist on a perlite substrate. Cuttings of Picual, Manzanilla and Picudo cultivars were treated with IBA 3000 ppm for 5 seconds and Auxym oligo, Roots and Micor+AA for 2 minutes. For all the cultivars, IBA presented the best rooting percentage: 68% for Picudo, 59% for Picual and 70% for Manzanilla. Roots and Micor+AA did not show significant differences as compared to the control (28% for Picudo, 22% for Picual and 20% for Manzanilla). Cuttings treated with Auxym oligo did not root.

RESUMEN

Se ha estudiado la utilización de distintos productos ecológicos para sustituir el Ácido Indol Butírico como enraizante en la propagación de estaquillas semileñosas de olivo y posibilitar la obtención de plantones de acuerdo con el método de producción ecológico. Los ensayos se realizaron en una bancada de propagación con nebulización y perlita como sustrato. A los cvs. Picual, Manzanilla y Picudo se les aplicó en la base de las estaquillas: IBA 3000 ppm. durante 5 segundos; Auxym Oligo, Roots y Micor + AA durante 2 minutos y se dejó un testigo sin tratar. Para todos los cultivares el tratamiento con IBA fue el que provocó mayor enraizamiento de estaquillas: 68% en 'Picudo', 59% en 'Picual' y 70% en 'Manzanilla'. La aplicación de Roots Concentrado y Micor + AA dio como resultado porcentajes de enraizamiento más bajos y que no difieren estadísticamente del testigo sin tratar (28% en 'Picudo', 22% en 'Picual' y 20% en 'Manzanilla'). El Auxym oligo no produjo prácticamente enraizamiento en ninguno de los tres cultivares estudiados.

INTRODUCCIÓN

La reglamentación vigente en la Agricultura Ecológica, indica que deben emplearse para la propagación semillas o material de reproducción vegetativa obtenidas de acuerdo con el método de producción ecológico (Reglamento CEE nº 2092/91). En olivo, para plántulas obtenidas por estaquillado semileñoso se utiliza una auxina sintética, el IBA, que mejora enormemente su enraizamiento (Cimato y Fiorino, 1980; Caballero, 1981; Hartmann, 1992) pero no está autorizada para el cultivo ecológico. Por ello sería de interés el encontrar algunos productos ecológicos que pudieran utilizarse para incrementar el enraizamiento de las estaquillas de olivo que al menos se acercaran a los porcentajes obtenidos con la utilización del IBA.

El objetivo de este trabajo es aportar información sobre productos ecológicos susceptibles de ser utilizados para incrementar el enraizamiento de estaquillas de olivo, que pudieran sustituir a dicha auxina sintética.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han realizado tres ensayos de enraizamiento con los cultivares de olivo Picual, Picudo y Manzanilla. Los dos primeros son para la producción de aceite destacando 'Picual' por su gran difusión (640.000 ha) y producción y 'Picudo' (60.000 ha) por la calidad de su aceite. El tercero es un cultivar de mesa de gran calidad y extensión (85.000 ha) (Barranco *et al.*, 1997).

Los productos utilizados como enraizantes han sido:

- IBA: Ácido Indol Butírico. Es una auxina sintética empleada comercialmente para estimular el enraizamiento. Se usaron dosis de 3000 ppm en solución hidroalcohólica (1:1), sumergiendo las bases de las estaquillas durante 5 segundos.
- Auxym Oligo: Producto comercial. Compuesto orgánico natural procedente de extractos de plantas tropicales y cuya composición es a base de aminoácidos, vitaminas, elementos nutritivos, sustancias húmicas, auxinas y citoquininas. Se sumergió la base de las estaquillas durante 2 minutos.
- Roots: Producto comercial. Compuesto orgánico natural formado por extractos húmicos de turba, extractos de algas, vitaminas, mioinositol y otros metabolitos. Se sumergió la base de las estaquillas durante 2 minutos.
- Micor + AA: Producto comercial. Formulado sobre una base de polisacáridos y alcoholes naturales enriquecidos con microelementos. Se sumergió la base de las estaquillas durante 2 minutos.

En todos los casos las estaquillas tenían 16 cm de longitud y dos pares de hojas. El enraizamiento se efectuó en invernadero, en una bancada de nebulización con perlita como sustrato. El diseño experimental para cada ensayo fue en bloques al azar con cinco tratamientos (los cuatro productos mencionados y un testigo sin tratar), cuatro repeticiones y 10 estaquillas por parcela elemental.

A los 60 días se extrajeron las estaquillas y se tomaron los siguientes datos:

- Porcentaje de estaquillas enraizadas
- Porcentaje de estaquillas con callo
- Porcentaje de estaquillas con necrosis de tallo
- Número de raíces por estaquilla
- Longitud de raíces

El análisis de los datos se ha realizado mediante análisis de varianza con separación de medias por el test de Tukey ($p \leq 0,05$)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los tres cultivares estudiados el porcentaje de enraizamiento es claramente superior con el tratamiento de IBA, frente a los productos Auxym, Roots y Micor + AA y frente al testigo sin tratar (Tabla 1).

	PICUAL	TESTIGO	IBA	AUXYM	ROOTS	MICOR
ENRAIZAMIENTO (%)	21,9 b	59,4 a	3,1 b	12,5 b	9,4 b	
Nº RAÍCES/ESTAQUILLA	1,9 b	15,8 a	1 b	2,3 b	3,3 b	
FORMACIÓN DE CALLO (%)	21,9 a	40,6 a	3,1 a	12,5 a	9,4 a	
NECROSIS DE TALLO (%)	18,8 b	65,6 a	90,6 a	59,4 a	84,4 a	
PICUDO						
ENRAIZAMIENTO (%)	28,1 ab	68,8 a	0 b	28,1 ab	21,9 ab	
Nº RAÍCES/ESTAQUILLA	1,8 b	22,3 a	0 b	2,2 b	1,5 b	
FORMACIÓN DE CALLO (%)	12,5 b	65,6 a	6,3 b	6,3 b	21,9 ab	
NECROSIS DE TALLO (%)	6,3 b	18,8 b	90,6 a	15,6 b	12,5 b	
MANZANILLA						
ENRAIZAMIENTO (%)	20 b	70 a	2,5 b	27,5 b	5 b	
Nº RAÍCES/ESTAQUILLA	1,5 b	13,3 a	0,3 b	2,4 b	0,9 b	
FORMACIÓN DE CALLO (%)	57,5 a	55 a	10 a	42,5 a	25 a	
NECROSIS DE TALLO (%)	27,5 a	37,5 a	70 a	20 a	67,5 a	

Tabla 1. Porcentaje de enraizamiento, número de raíces por estaquilla, porcentaje de estaquillas con callo y con necrosis de tallo en los cultivares Picual, Picudo y Manzanilla para los distintos tratamientos ensayados. Dentro de cada carácter estudiado los resultados son estadísticamente significativos (Test de Tukey $p \leq 0,05$) cuando las letras que siguen al número son diferentes.

No se han encontrado diferencias significativas en la producción de callo en ninguno de los productos utilizados para los cvs. Picual y Manzanilla. Mientras que en el cv Picudo el IBA y el Micor + AA produjeron más estaquillas con presencia de callo.

El Auxym es el producto que más necrosis de tallo ha inducido, aunque sólo ha resultado estadísticamente significativo en el cv. Picudo.

Los tratamientos con auxinas sintéticas (IBA) han resultado notablemente más efectivos que los productos ecológicos ensayados para el enraizamiento de estaquillas semileñosas de olivo. Los porcentajes obtenidos con el IBA se sitúan dentro de los habituales descritos para estos cultivares por Cimato y Fiorino (1980), Caballero (1981) y del Río *et al.* (1986). La falta de ensayos con los productos ecológicos que hemos utilizado nos impide el poder comparar nuestros resultados.

En lo relativo al número de raíces por estaquilla enraizada (Tabla 1) y a la longitud de las mismas (datos no presentados), el IBA ha sido netamente superior a la de los demás productos utilizados lo que cabía esperar dados los malos porcentajes de enraizamiento que se han obtenido con los productos ecológicos.

No se ha encontrado diferencias significativas para los diversos tratamientos en la formación de callo en los cultivares Picual y Manzanilla. En cambio para el cultivar Picudo el porcentaje de estaquillas con callo ha resultado elevado en los tratamientos con IBA y con MICOR + AA.

La necrosis de tallo se ha producido sobre todo con las aplicaciones de AUXYM que han tenido un efecto claramente negativo sobre las estaquillas posiblemente debido a

que la dosis empleada ha sido alta. No obstante solo hay diferencias estadísticamente significativas en el cv. Picudo.

Pensamos que sería interesante probar nuevas dosis y nuevos productos y mientras se encuentra una alternativa eficaz, quizá debería autorizarse la utilización del IBA para la obtención de plántones de olivo en cultivo ecológico.

REFERENCIAS

- Barranco, D., Fernández-Escobar, R. y Rallo, L. 1997. El cultivo del olivo. Ed. Mundi-Prensa). Madrid, 651 pp.
- Caballero, J. M. 1981. Multiplicación del olivo por estaquillado semileñoso bajo nebulización. *Comunicaciones INA: Serie Producción Vegetal*, **31**, 39 pp.
- Cimato, A. y Fiorino, P. 1980. Stato attuale delle conoscenze sulla moltiplicazione dell'olivo con la tecnica della nebulizzazione. *L'Informatore Agrario*, **XXXVI**: 12227-12238.
- Hartmann, H. y Kester, D. E. 1992. Propagación de plantas. Ed. Continental. México, 760 pp.
- del Río, C., Caballero, J. M. y Rallo, L. 1986. Influencia del tipo de estaquilla y del AIB sobre la variación estacional del enraizamiento de los cultivares de olivo Picual y Gordal Sevillana. *Olea*, **17**: 23-26.

Asociación de maíz con alfalfa. Experiencia Piloto en Agricultura Ecológica. «Finca El Aguilarejo» Diputación de Córdoba

S. Cubero e I. Amián.

Delegación de Investigación y Desarrollo Agrícola y Ganadero de la Diputación Provincial. Plaza de Colón, 15. Córdoba.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se enmarca dentro de un modelo de manejo ecológico de toda la finca Aguilarejo, en el cual el diseño y cuidado de la biodiversidad, el cuidado de la fertilidad del suelo y las rotaciones de cultivos son sus herramientas metodológicas, para la consecución del sistema agrario sustentable y extrapolable, como objetivos fundamentales (Cubero y Amián, 1994) y que la Diputación de Córdoba viene desarrollando desde el año 1993, junto con otras variadas actividades, como publicaciones, cursos de formación, ferias comerciales, convenios de colaboración con otras instituciones etc. que persiguen el fomento y desarrollo de la agricultura ecológica (Amián, 1998).

La biodiversidad como herramienta fundamental se apoya en: la creación de un sistema cerrado (Porcuna, 1996), en las rotaciones de cultivos (Vereijken, 1993), en las asociaciones y mezclas de estos (Altieri, 1992) así como el cuidado de una vegetación diversa, basada en setos por todo el entorno de la finca y también en la delimitación o separación de la diferentes parcelas que la componen. (Figura 1).



Figura 1. Croquis de El Aguilarejo con las rotaciones y asociaciones 1997-98.

Los resultados ecológicos obtenidos hasta la fecha son muy positivos, los resultados agronómicos confirman todos los conocimientos empíricos y teóricos enunciados por los agricultores ecológicos desde hace años y los resultados económicos dejan ver la evidencia de una agricultura, la ecológica, que obteniendo producciones similares o ligeramen-

te inferiores a las de la agricultura química intensiva en cantidad (Stanhil, 1989), con costos similares o ligeramente superiores (Vereijken, 1989) y calidad muy superior (Votgman, 1985, Molina, 1996, Albi, 1998) puede sustituir perfectamente a aquel modelo, cuyos problemas no dejan de amenazar a toda la humanidad y al todo el planeta tierra o al menos convertirse en una opción alternativa a tener en cuenta.

Bien es cierto que son necesarias aun muchas mejoras, en las técnicas aplicadas a este sistema agrario, en la maquinaria empleada, en la articulación comercial y empresarial del propio sector pero sobre todo en el cambio de actitud política y científica para que el soporte que las administraciones dedican a este modelo y sector, tanto en investigación y en formación como asesoramiento a los agricultores o consumidores, si lo comparamos con todo el esfuerzo y presupuesto que todavía se dedica a un modelo de producción de alimentos más que obsoleto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Rotaciones y asociaciones

Desde el primer año de este experimento se planificaron dentro de la rotación y alternativa de cultivos elegida, asociaciones de cereales y leguminosas por el motivo de ser una importante fuente de aprovisionamiento de nitrógeno y fósforo para los cereales (Barea, 1989, Temprano y Orive, 1982), que ha sido abandonada casi por completo, pero que era utilizada por los ganaderos andaluces desde hace mucho tiempos y se ha utilizado y utiliza por todas las culturas agrarias mas antiguas, finalmente por que este técnico las viene utilizando con éxito a nivel particular y en asesoramiento a varios agricultores ecológicos.

Desde la campaña del 1993-94 se introdujo específicamente la alfalfa en asociación con cebada (ver Tabla 1 con la secuencia de Rotaciones 93-98) con el aliciente de obtener dos cosechas en un año, en una finca de regadío e introducir además una especie de leguminosa, la alfalfa, reconocida como gran mejorador de las propiedades del suelo (Bourgignon, 1989).

PARCELA	1993-94	1994-	1995-96	1996-97	1997-98
P-1	PATATA	CEBADA+VEZA	1A 951B ABONO VERDE 1A HABICHUELA 1B GARBANZO 1C HABAS	1A PATATAS y AJOS 1B TRIGO+ALFALFA 1C MAÍZ	1A SOJA 1B GIRASOL 1C GIRASOL
P-2	ABONO VERDE GIRASOL	2A HABICHUELA 2B PATATA+AJO	2A y B CEBADA+VEZA 2B PATATA	ABONO VERDE MAÍZ+ALFALFA	2A SOJA 2A ₁ PATATA 2B ₁ AJOS 2B SOJA
P-3	CEBADA+ALFALFA	ABONO VERDE GIRASOL	MAÍZ RETIRADA	AVENA+VEZA	3A SOJA 3B BARBECHO
P-4	ABONO VERDE GARBANZO	TRIGO+ALFALFA	REBROTE DE TRIGO+ALFALFA	ABONO VERDE GIRASOL	VEZA+AVENA BARBECHO
P-5	AVENA+VEZA	A ABONO VERDE A GARBANZO B RETIRADA	A GIRASOL B PATATA	5A HABAS 5B HABICHUELAS	MAÍZ

TABLA 1. ROTACIONES Y ASOCIACIONES CAMPAÑAS 1993 A 1997.

+: este signo indica cultivo asociado.

*1c: las letras indican subparcelas y los subíndices indican, a su vez, subparcela dentro de estas: 1c2 cuando aparecen dos cultivos en una casilla sin ningún signo quiere decir que los cultivos se suceden en el tiempo dentro del mismo año: por ejemplo abono verde y a continuación maíz.

Sobre la ventaja de las asociaciones de cultivos existe una amplia literatura y ha sido una de las herramientas más valiosas defendidas y divulgadas por los agricultores ecológicos de todo el mundo apoyada ampliamente por el conocimiento empírico y científico.

(Altieri, 1992, Altés, 1987).

La alfalfa la sembramos al tiempo que el cereal pero utilizando algún sistema o maquinaria diferente para que el reparto de las semilla sea homogéneo y para que la profundidad de siembra sea mínima, dos o tres centímetros máximo. Utilizamos tan solo de 7 a 10 kilogramos de semilla de alfalfa por hectárea en la mezcla con el cereal para evitar una competencia significativa con éste y sí obtener una transferencia de nitrógeno suficiente para el cereal vía radicular.

Cuidado de la fertilidad

Hemos seguido la estrategia planteada el primer año en el modelo para toda la finca basada en los siguientes elementos:

- usar **leguminosas en la rotación**, ya sea sola, asociada a otro cultivo (ver rotación) o en abono verde, dada su importante capacidad de fijar nitrógeno atmosférico en simbiosis con las diferentes cepas de bacterias de *Rhizobium leguminosarum* (Temprano y Orive, 1992).
- **hacer siembras e incorporaciones de los abonos verdes**. De todos es conocido el efecto benéfico y mejorador de la fertilidad del suelo como concepto global de las abonos verdes ya que mejoran la estructura del suelo, se descomponen y mineralizan a gran velocidad (Lizot, 1997) enriquecen y activan a vida de los microorganismos del suelo, evitan erosiones y pérdidas de materias orgánica, evitan las pérdidas de nitrógeno durante la épocas de lluvias, etc. Nosotros hemos optado actualmente por dejar crecer los rebrotes de los cultivos de cereales asociados a leguminosas durante el otoño invierno para a continuación sembrar un cultivo de primavera-verano. Esta forma nos ahorra labores y gastos de semilla y siembra, aunque puntualmente hagamos siembras de alguna especie determinada para algún cultivo determinado.
- **aplicar partidas de estiércol u otras materias orgánicas cada año a una o dos parcelas según necesidades y programa de fertilización**.

Otro elemento que se tiene en cuenta, consiste en tener el suelo el mínimo tiempo desnudo, evitando así las pérdidas de suelo por erosión y las pérdidas de materia orgánica así como de la actividad biológica del suelo, y jugando para ello con el *tiempo necesario* debido para la preparación de la tierra del siguiente cultivo.

Como elementos de control realizamos una *analítica* al comienzo de la campaña, es decir sobre setiembre u octubre, la cual nos permita comprobar el estado del suelo y los niveles y la evolución de los nutrientes en sus elementos fundamentales, como materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, fósforo asimilable, pH, etc., (Tablas 2, 3 y 4) y en segundo lugar utilizamos los resultados productivos así como su evolución.

TEXTURA	PARCELA 1		PARCELA 2		PARCELA 3		PARCELA 4		PARCELA 5		UNIDADES
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
CAPACIDAD INTERCAMBIO	11.74	12.09	15.39	15.57	10.7	9.91	8.26	8.78	8.17	7.57	meq/100 gr.
CALCIO INTERCAMBIO	8.19	9.05	11.19	11.44	8.09	6.81	5.20	4.94	5.20	5.59	meq/100 gr.
MAGNESIO INTERCAMBIO	2.39	2.09	3.05	2.55	1.70	1.88	1.42	1.30	1.29	0.15	meq/100 gr.
SODIO INTERCAMBIO	0.42	0.53	0.41	0.54	0.49	0.79	0.24	0.29	0.54	0.34	meq/100 gr.
POTASIO INTERCAMBIO	0.74	0.42	0.74	0.51	0.42	0.38	0.32	0.32	0.61	0.83	meq/100 gr.
CARBONATOS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	% p/p
FÓSFORO ASIMILABLE	37.4	33.9	53.7	30.7	32.9	39.2	17.9	20.8	24.3	28.0	p.p.m.
MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE	1.97	3.03	3.51	3.73	2.45	2.15	1.27	1.30	1.37	1.37	% p/p
NITRÓGENO ORGÁNICO	0.12	0.13	0.20	0.21	0.13	0.11	0.07	0.08	0.08	0.08	%
pH 1/2.5	7.93	7.90	7.70	7.40	7.16	6.75	7.25	7.24	7.49	7.38	-
pH CIK	7.42	7.37	7.35	7.14	7.16	6.75	6.75	6.66	6.86	6.80	-
POTASIO ASIMILABLE	315	200	320	230	180	160	150	150	280	365	p.p.m.

Tabla 2. Análisis realizados por laboratorio agroalimentario de Córdoba (24- Agosto -1.995).

Concepto	P1-1	P1-2	P 2-1	P 2 -2	P 3 - 1	P 3 - 2	P 4 - 1	P 4 - 2	P 5 - 1	P 5 - 2
Carbonato	0,00	0,32	0,00	1,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fósforo A	19,9	24,4	42,7	58,0	24,8	17,4	16,7	18,7	20,1	21,5
Potasio A	165	160	305	240	135	135	135	130	230	270
N ORGN	0,09	0,10	0,11	0,15	0,10	0,09	0,06	0,07	0,07	0,06
M. O.	1,50	1,66	1,82	2,59	1,60	1,56	1,12	1,28	1,15	1,12
pH 1/2,5	7,74	8,14	7,30	7,71	7,50	7,05	7,28	7,27	7,21	7,32
pH CIK	7,16	7,29	6,67	7,16	6,92	6,33	6,65	6,45	6,58	6,58

Tabla 3. Septiembre del 996. Laboratorio agrario de Córdoba. Junta de Andalucía.

Concepto	P1-1	P1-2	P2-1	P2-2	P3-1	P3-2	P4-1	P4-2	P5-1	P5-2
capacidad de cambio	9,13	10,09	11,22	13,56	9,04	9,39	7,30	7,91	7,30	7,30
magnesio cambio	1,69	1,71	1,69	2,70	1,98	1,98	1,22	1,46	1,48	1,49
calcio cambio	6,52	7,69	8,75	9,86	6,40	6,70	5,41	5,86	4,89	4,38
potasio cambio	0,51	0,31	0,36	0,52	0,28	0,35	0,36	0,31	0,50	0,60
Sodio cambio	0,41	0,38	0,42	0,48	0,38	0,34	0,25	0,28	0,28	0,26
Carbonat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fósforo A	28	29,00	36	50	19	16	15	16	18	19
Potasio A	203	135	173	210	115	148	160	130	200	240
N ORGN	0,09	0,09	0,10	0,15	0,09	0,10	0,06	0,07	0,07	0,06
M. O.	1,80	1,70	2,01	2,84	1,52	1,59	1,21	1,32	1,28	1,11
pH 1/2,5	7,70	7,62	7,72	7,621	7,02	6,67	7,23	7,40	7,26	6,89
pH CIK	7,30	7,11	7,24	7,17	6,62	6,34	6,75	7,03	6,72	6,49

Tabla 4. Septiembre del 997. Laboratorio agrario de Córdoba. Junta de Andalucía..

Aportaciones realizadas la campaña 1996-97:

- *P - 1 29.000 m2. Cultivos patatas, ajos y trigo con alfalfa.*
P - 1 A.1.000 kg/ha de materia orgánica comercial, Adexal. Total 1650 kg en 1,65 hectáreas del trigo, las patatas y los ajos.
El trigo se asocia además con alfalfa, utilizando 10 kg/ha de semilla de alfalfa sembrada a voleo tras la siembra a máquina del trigo y tapada con un pase de gradilla.
En la P 1C se incorporó al final de la anterior campaña un excelente rastrojo del cultivo de habas verdes (para el cultivo de maíz)
P - 1-C. Se prueba además para el maíz 800 kg de otra materia orgánica comercial procedente de la fermentación de cascarras de almendras y avellanas, marca Biologic.
- *P - 2 Cultivo de maíz. 2,8 ha*
1. P - 2 Toda. Incorporación del abono verde de excelente desarrollo consistente en el rebrote de la Veza + Cebada de la campaña anterior.
2. P - 2A₁ 1,1 ha. 21.000 kg/ha de estiércol fermentado incorporados el 18 de marzo.
P - 2A₂ 0,5 ha se añaden 1200 kg de materia orgánica comercial que se incorporan con la abonadora, procedente de la fermentación controlada de orujos y alpechines, marca Adexal, a razón de 2.400 kg/ha.
P - 2 B. X 1,2 ha. 22.400 kg/ha de estiércol fermentado = 26.880 kg totales.
3. Finalmente en la P1 C y P2 A se ha asociado alfalfa a la semilla de maíz, buscando la cesión del nitrógeno de la alfalfa al maíz, a razón de 8 kg/ha e incorporándola por el tubo del desinfectante de suelo de la maquina sembradora para poder colocar las semillas a la profundidad adecuada.
- *P - 3 Veza y avena asociadas en mezcla 3 ha.*
Incorporación de toda la paja del maíz del anterior cultivo.
Buena fijación de nitrógeno por la veza del cultivo que en el mes de mayo alcanzó un

optimo desarrollo.

- *P - 4 Girasol. 3,4 ha.*

Incorporación del abono verde a base del rebrote de trigo asociado con vegetación espontánea del cultivo anterior. Se pica con desbrozadora y se incorpora con un pase de grada de discos durante el mes de marzo.

- *P - 5 Habas y habichuelas*

A Cultivo habas, 2,5 ha. No se aporta nada

B Cultivo habichuelas. 0,88 ha. En marzo se corta e incorpora cual abonado verde toda las hierbas nacidas durante el otoño e invierno copiosos en lluvias. Ver Anexo nº 1.

Se aplican antes de la siembra de las habichuelas 2 abonadoras, 1000 kg/ha aproximadamente de materia orgánica comercial de marca Adexal, ya citada.

Análisis anuales de cada parcela y subparcela

Siguiendo la evolución de la fertilidad efectuamos tomas de muestras de análisis a mediados de septiembre. Colocamos a continuación las tablas resúmenes de las análisis de 1995, 1996 y 1997. (Tablas 2-4).

PLANTEAMIENTO DE LA ASOCIACIÓN DE MAÍZ Y ALFALFA 1997

El experimento se planifica sobre la parcela 2 completa y la subparcela 1 C, con una superficie total de 3,8 ha.

Como objetivo básico pretendemos mejorar la fertilidad del suelo y elevar así la productividad del maíz ya que en la anterior campaña aparecieron síntomas de deficiencias en nutrientes con un porcentaje muy elevado, 24% de las plantas desarrolladas de maíz sin cuajar la mazorca (Cubero y Amián, 1997)

Teniendo en cuenta las producciones de maíz de cultivo convencional obtenidas en la zona y las variedades híbridas muy seleccionadas para una respuesta grandes disponibilidades de abonos nitrogenados, se introducen las tres técnicas de fertilización, siendo una de ellas la asociación con alfalfa, que se lleva a cabo en dos subparcelas con 2,6 ha, dejando una la subparcela 2B de 1,2 ha sin alfalfa como testigo.

La segunda es la incorporación de abono verde. El abonado verde produce una rápida y eficiente mineralización de nitrógeno en los dos tres meses posteriores al enterrado (Lizo, 1997)

AÑOS	1993		1994		1995		1996		1997	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
capacidad cambio	12,1	13,7			15,39	15,57			11,22	13,56
magnesio caio	2,58	3,42			3,05	2,55			1,69	2,70
caldo cambio	7,75	8,32			11,19	11,44			8,75	9,86
potasio cambi	0,62	0,37			0,41	0,54			0,36	0,52
Sodio cambio	1,49	1,14			0,74	0,51			0,42	0,48
Carbonat	0,83	0,87	0,87	0,87	0,00	0,00	0,00	1,59	0,00	0,00
Fósforo A	70	24	39,6	55,9	53,7	30,7	42,7	58,0	36	50
Potasio A	259	145	250	270	320	230	305	240	173	210
N ORGN	0,11	0,13	0,11	0,19	0,20	0,21	0,11	0,15	0,10	0,15
M. O.	1,67	2,65	1,65	2,88	3,51	3,73	1,82	2,59	2,01	2,84
pH 1/2,5	8,03	7,96	7,54	7,70	7,70	7,40	7,71	7,30	7,72	7,62
pH CLK	7,44	7,33	7,29	7,13	7,35	7,14	7,16	6,67	7,24	7,17

Tabla 5. Análisis de las subparcelas 1 y 2 entre 1993 y 1997.

En tercer lugar y debido a las limitaciones de estiércol de calidad y a petición de

algunos industriales del sector, probamos dos materias orgánicas comerciales, como ya se señaló anteriormente juntamente con el estiércol.

	1ª 1C	9.000 m ²	900 kg DE BIOLÓGIC, M.O. COMERCIAL A 29 PTAS/kg
	2º 2 A1	11.000 m ²	21 t DE ESTIÉRCOL FERMENTADO EL 18/3 EQUIVALENTE A 19 t/ha
LOTES 3 1997	2 A2	6.000 m ²	1.000 kg DE ADEXALM.O. COMERCIAL A 5 PTAS/kg EQUIVALENTE A 1.600 kg/ha
	3º 2 B	12.000 m ²	24 t DE ESTIÉRCOL FERMENTADO FECHA 18/3 EQUIVALENTE A 20 t/ha
	total	38.000 m ²	

Todas estas aportaciones suponen 30.736 ptas. / ha de materia prima fertilizante de media.

Utilizamos además cinco variedades de semillas de híbridos comerciales de maíz de tres firmas diferentes y también diferentes ciclos productivos. Esta variable nos deberá dar información, al margen del objetivo principal de este experimento, sobre las dificultades que plantea la finca en su manejo de suelo, tanto en la primavera como en los otoños largos de agua al trabajar con diferentes ciclos de cultivos y su comportamiento. Ver tabla 6.

Variedad y Parcela	nºde plantas 1 m ²	nºde mazorcas 1 m ²	PESO BRUTO 1m ²	PESO GRANO 1 m ²	CICLO	P.E./HU	peso total parcela y Kg/ ha
OROPESA 1 C ₁	0,97142	0,97142	1,8071	1,3000	700	72 - 19,6	1C +
DONANA 1 C ₂	0,88571	0,85714	1,4971	1,2171	600	75 - 16,9	1C +
TEMPRA 2 A ₁	0,96428	0,92857	1,6857	1,2585	500	74 - 13,6	2A
DRACMA 2 A ₂	0,91428	0,85714	1,4000	1,0754	700	76 - 18,5	1C + 2A =
FIR 2 A ₃	0,92857	0,89285	1,5250	1,1757	700	74 - 19,6	20510/ 8.204
FIR 2 B	0,82857	0,78571	1,2340	0,9468	700	74 - 19,3	8.141/ 6.783

Tabla 6. Datos Muestreo.

Es de destacar de forma importante que el maíz se siembra este año en la hoja de rotación que reúne mejores condiciones de suelo como puede verse de la comparación de la analítica de la tierra de las tablas 2, 3 y 4 así como en la tabla 5 en la que ofrecemos la evolución de la citada parcela a lo largo de los cinco años de seguimiento.

La asociación maíz con alfalfa se realiza en la mismo surco de siembra del maíz que fue a un marco de 0,7 m X 0,17 m y sembrada el mismo día distribuyéndose 8 kg por hectárea de semilla de alfalfa y utilizando para ello el tubo destinado habitualmente a localizar un insecticida de suelo, el cual pudimos regular dando menor profundidad de siembra que a la semilla de maíz.

Implantado ambos cultivos aparecían 1,5 plantas de alfalfa por metro lineal equivalente a una 20.000 plantas por hectárea

EVOLUCIÓN DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN LA PARCELA Nº 2

Como se ha señalado mas arriba el experimento se plantea en la parcela nº 2 que desde el año 1993, inicio del proyecto, el análisis de la tierra corroboró una información transmitida por los vecinos: mas de diez años atrás aquella parcela había sido el “descansadero” de una vaquería ubicada en la finca y desde entonces se comporta como la mejor tierra para los cultivos. Dato que se pudo comprobar en la primera cosecha de

girasol de 1994 que a igual tratamiento de cultivo en la parcela 2,2 obtuvimos 2115 kg/ha y en la 2,1 630 kg/ha (Cubero y Amián, 1995). En la tabla 5 hemos querido destacar la evolución de dicha parcela a lo largo del ciclo de 1993 a 1997, en septiembre, fecha que se ha cosechado el maíz y se produce el último análisis.

Se pueden elaborar varios comentarios sencillos pero concluyentes:

1. Los datos del año 1995 parece que distorsionan la mayoría de los parámetros de todas las parcelas alcanzando en general valores superiores a la media del rango en el que se mueve la finca durante todo el ciclo 93-97 lo cual nos hace pensar que no se respetó la profundidad de la toma de muestra y se ha llevado a analizar un horizonte mas superficial en lugar al 0 a 30 centímetros que es el que tiene marcada la sonda de la toma de muestras.
2. La evolución de los niveles de fertilidad no es señaladamente significativo, si eliminamos el citado año 95, aunque se observan disminuciones en algunos parámetros hay incrementos en otros, no pudiéndose observar a lo largo del ciclo una tendencia a la baja ni al alza señalada.
3. La materia orgánica mantiene la diferencia por encima 2,65% comentada al principio en la subparcela 2.2, ya que en ella se situaba el descansadero y zona de ejercicios de la vaquería, habiendo mejorado en general sus niveles aunque sea tan solo en algunas décimas.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La producción total de maíz cosechado ha sido de 28.651 kg y la media por ha de 7.743 kg. Problemas técnicos de imposibilidad de maniobrar el camión, que cargaba el maíz desde la cosechadora, nos impidieron pesar el mismo al finalizar la recolección, una a una cada subparcela. La recolección se comenzó por la subparcela 2B de 1,2 ha sin alfalfa que se pesa al terminar, haciendo un subtotal de 8.141 kg y posteriormente se pesa todo el resto es decir 20.510 kg.

Sí apareció una correlación directa entre los datos reales de kilogramos cosechados y las mediciones del muestreo de la tabla 6 del día 2 del septiembre de 1997 con información de cada variedad y subparcela, corroborado además por los cálculos aproximados realizados por los mecánicos sobre la capacidad de las tolvas de la cosechadora cuando realizaba la recolección de cada variedad, llegando a estimar 9 toneladas para la subparcela 1C₁ variedad Oropesa, aunque exista desviación entre una y otra medida, que achacamos a una toma de muestras relativamente pequeña.

Del muestreo citado arriba, tabla 6, se dedujo que la subparcela 2B presentaba el menor índice de densidad de plantas por metro cuadrado 0,78571 frente a 0,90142 en la media de las otras subparcelas con alfalfa lo que representa un 12,83% por debajo de la media.

Sin embargo el dato más significativo es la influencia de la alfalfa asociada al maíz. Ver tabla 6.

La subparcela P2B no ha tenido alfalfa, y a pesar de ser la zona mejor de la finca con los mas altos índices en todos los parámetros de medida de la fertilidad mediante el análisis de suelo, por ejemplo m.o. de 2,82 después del cultivo (ver tablas 2, 3 y 4) así como las mejores producciones a lo largo de los cuatro años ya cultivada, ha tenido por el contrario la producción mas baja, 6.783 kg/ha. Presentando una diferencia de 1.421

kg. de menos que la producción media de las otras parcelas con alfalfa, 8.204 kg/ha., lo que supone un 17.32% por debajo de la producción media del maíz con alfalfa. Esta diferencia parece que corrobora la influencia directa de la alfalfa ya que el resto de tratamientos sobre la fertilidad y sobre el cultivo todo, aportación de estiércol, abono verde e incluso variedad fueron idénticos al menos en las subparcelas 2 A₃ y 2 B y la diferencia es muy significativa, el 17,32% de la media de todas las subparcelas con alfalfa por encima de la subparcela 2B sin alfalfa, aunque este resultado no nos impida la necesidad de seguir corroborando los resultados durante mas años.

REFERENCIAS

- Albi, M. A. 1998. Estudio de las características de la calidad del fresón y del aceite de oliva virgen ecológicos. Jornadas Técnicas sobre Ganadería Ecológica 18 y 19 de abril de 1996. Diputación de Córdoba. pp 54-60
- Altieri, M. A. 1992. Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. Ediciones Cetal. Valparaiso.
- Altieri, M. A. y Labrador, J. 1994. Manejo y diseño de sistemas agrícolas sustentables. HD 6/794. MAPA. Madrid.
- Amián, I. 1998. Sistemas ganaderos ecológicos integrados en los secanos y regadíos. En «*Actas de las Jornadas sobre Ganadería Ecológica. Córdoba 18 y 19 de abril de 1996*, pp. 29-34. Ed. Diputación de Córdoba.
- Barea, J. M. 1989. Utilización de los microorganismos del suelo como alternativa a los fertilizantes químico. En *Seminario de formación de asesores en agricultura ecológica. Córdoba, febrero de 1989*. Pp. 149-162. Ed Junta de Andalucía. Sevilla
- Bourgignon, C. 1989. La tierra, el suelo y los campos. Ed. Vida Sana. Barcelona
- Crovetto, C. 1992. Rastrojos sobre el suelo. Ministerio de Agricultura de Chile. Valparaiso
- Cubero, S. y Amián, I. 1994. Experiencia piloto en agricultura ecológica en la finca El Aguilarejo. Un modelo de rotaciones y asociaciones en cultivos extensivos de riego del Guadalquivir. *Actas del I Congreso de la SEAE. Toledo 28 y 29 de Octubre de 1994*, pp. 301-311. Ed. Junta de Comunidades de Castilla - La Mancha y SEAE. Toledo.
- Cubero, S. y Amián, I. 1997. Informe Campaña 1995-96. Experiencia piloto en agricultura ecológica. Diputación de Córdoba. Pp. 30
- Labrador, J. 1997. La materia orgánica en los agrosistemas. Ed. MAPA - Mundi Prensa.
- Molina, A., Perez, J. y Colmenares, R. 1998. Calidad de los alimentos desde la perspectiva de la Agricultura Ecológica. En *III Congreso Nacional del Medio Ambiente. Madrid 25 al 29 de Noviembre de 1996. Vol. 1 pp. 87 - 95*
- Orive, R. y Temprano, F. 1982. Simbiosis rhizobium - leguminosas. En *Leguminosas grano*. Pp. 69-95. Ed. Mundiprensa. Madrid
- Porcuna, J. L. y Labrador, J. 1998. Concepto de plaga y enfermedad desde la perspectiva del manejo ecológico de los agrosistemas. En *III Congreso Nacional del Medio Ambiente. Madrid 25 al 29 de Noviembre de 1996. Vol. 1 pp. 74-82*
- Stanhil. 1989. The comparative productivity of organic agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **30**: 1-26
- Vereijken, P. 1989. From Integrated Control and Intregrated Farming, an Experimental Approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **26**: 37 - 43
- Vereijken, P. 1993. En *Report 1. Network integrated and ecological farminfg systems*. Wageningen
- Vogtman, H. 1983. La calidad de lo productos agrícolas provenientes de distintos sistemas de cultivos. *Agricultura y Sociedad*, **26**: 69-104

FICHA DE LA OPERACIONES REALIZADAS EN LA PARCELA DEL CULTIVO DE MAIZ

PARCELAS	P - 2 COMPLETA SUBPARCELA P1C
SUPERFICIE	P 2,8 HECTÁREAS P 1C 0,9 HA. TOTAL 37.000 M2 APXTE.
LABORES PREPARATORIAS	DEBIDO A LAS LLUVIAS QUE HAN RETRASADO LA ENTRADA EN EL TERRENO Y A LA GRAN CANTIDAD DE BIOMASA DESARROLLADA DE ABONO VERDE LAS LABORES PREPARATORIAS HAN SIDO DIFICULTOSAS ¹ 5 DE MARZO SE CORTA EL ABONO VERDE CON DESBROZADORA 1 PASES DE GRADA PARA INCORPORAR EL ABONO VERDE 19/3 UN PASE DE ARADO VERTEDERA A POCA PROFUNDIDAD (20 cm) DEBIDO A LAS DIFICULTADES PARA INCORPORAR LA GRAN MASA DEL ABONO VERDE 20/3 2 PASES DE GRADA
SIEMBRA	EL 2 Y 4 DE ABRIL DE 1997 CON SEMBRADORA DE PRECISIÓN AL MARCO DE 0.75 X 0.17 SE SIEMBRAN 5 VARIEDADES DE TRES CASAS COMERCIALES
LABORES DE CULTIVO	13/5 1 PASE DE CULTIVADOR ENTRE LÍNEAS EN EL MES DE MAYO. PASE DE APORCADO ENTRE LÍNEAS A COMIENZOS DEL MES DE JUNIO.
RIEGOS	18/6. 1º RIEGO. SE HACE A PÍE POR SURCOS COLOCANDO MANGUERAS DE POLIETILENO CON UN ORIFICIO PARA CADA SURCO EN LA CABECERA DE LAS PARCELAS. ESTE SISTEMA PERMITE REGULAR EL CAUDAL SEGÚN EL TAMAÑO DEL ORIFICIO. SE HA PROCURADO RETRASAR AL MÁXIMO EL PRIMER RIEGO Y TODAVÍA EXISTEN ALGUNAS MANCHAS CON HUMEDAD EN LA P2B. POSTERIORMENTE SE DA UN RIEGO CADA SEMANA.
TRATAMIENTOS	NINGUNO
INCIDENCIAS	DE PLAGAS EN LA COSECHA PRÁCTICAMENTE NULAS. A DIFERENCIA DE LA ANTERIOR CAMPAÑA NO APARECE CARBÓN O TIZNE EN LAS MAZORCAS Y LOS ATAQUE DE LA ORUGA HELHIOTIS ARMIGERA, U OTRAS ORUGAS EN LAS MAZORCAS NO SON SIGNIFICATIVAS

¹ El exceso de labores como es sabido perjudica enormemente la vida del suelo y su estructura física. Es por tanto que se hace necesaria una mayor investigación sobre el no laboreo y las siembras directas (C. Croveto, 1998) para lo que habría que disponer de una herramienta ó producto que permitiera el secar la hierba para sembrar sin labrar ni utilizar herbicidas.

Comportamiento de la asociación tradicional lechuga-coliflor con técnicas ecológicas; diferencias respecto a su monocultivo

A. Domínguez y J. Roselló.

Estació Experimental Agrària. Pda. Barranquet, s/n, 46740 Carcaixent.

RESUMEN

Se han evaluado el comportamiento productivo de los cultivos de lechuga y coliflor mediante técnicas ecológicas, tanto por separado (o en monocultivo) como en la asociación que tradicionalmente se venía realizando en la comarca de La Ribera. En la asociación, la lechuga al crecer más rápidamente aprovecha el hueco que deja la coliflor. Se ha observado una bajada en el rendimiento productivo en cultivo asociado, al igual que del tamaño, pero sin diferencias estadísticamente significativas, excepto en el caso de la producción de lechugas en la cual hay una clara disminución de la producción. Este último resultado es lógico si tenemos en cuenta la mayor separación de las plantas de lechuga en la asociación (menor densidad de cultivo). No obstante, la mejor utilización del suelo nos puede resultar beneficioso económicamente (se obtienen dos cosechas en el mismo cultivo). Esto viene confirmado por la fórmula de la relación equivalente de suelo, que es de 1,51. Es decir, que para obtener las mismas producciones que 1 ha asociada de coliflor y lechuga, harían falta 1,51 ha de monocultivos (0,90 ha de coliflor y 0,61 ha de lechuga en monocultivo). Resultado que viene a apoyar las razones ecológicas de aumento de la biodiversidad.

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica es una de las claves para el desarrollo de una agricultura ecológicamente sostenible. Dentro de este concepto tan extenso, podemos hablar de la asociación de cultivos como una aportación más al engranaje del delicado equilibrio del agroecosistema.

Se entiende por cultivo asociado, también *policultivo*, la presencia de dos o más especies creciendo al mismo tiempo en la mismo espacio o superficie de parcela.

La asociación de cultivos es una forma de aumentar la diversidad de la parcela ecológica, aportándonos además ventajas como:

- Un mejor aprovechamiento del espacio y los nutrientes, dado que se utilizan especies de distintas familias, profundidad y tipo de raíces o necesidades nutritivas. Incluso hay asociaciones que aumentan su capacidad nutricional (leguminosas).
- Se pueden establecer relaciones positivas, alelopáticas o de otra índole, entre las plantas, reforzando la sanidad de la parcela. Quizá lo más vistoso de las asociaciones sea precisamente la reducción de ataques de patógenos, debido a emisiones repelentes (para los patógenos), atractivas (para fauna auxiliar) o a un mayor vigor (asociación de gramínea-leguminosa). Incluso el simple hecho de mezclar distintos cultivares de una misma especie puede reducir la incidencia de plagas, como en el caso del brócoli y el pulgón de la col *Brevicoryne brassicae* (Altieri, 1987).
- Reducen los problemas causados por especies adventicias, por diversas causas (una mayor competencia, fenómenos alelopáticos, cubrición o sombreado del terreno, etc).
- Las asociaciones adecuadas aumentan el rendimiento, debido a los factores anteriores.
- Diversifican el riesgo ante accidentes, tanto agronómica como comercialmente.

Podemos realizar, no obstante, asociaciones inadecuadas, que perjudiquen a una o varias de las especies usadas. Por ello, debemos tener claras las repercusiones antes de diseñar e instaurar un policultivo.

En la E.E.A. de Carcaixent hemos ensayado una asociación típica de la comarca y en otras zonas hortícolas, se trata del cultivo de coliflor y lechuga intercaladas, con el objetivo de conocer el comportamiento agronómico de las dos especies en monocultivo y asociadas. Esta asociación, citada en otros trabajos de agricultura ecológica como ejemplo (Cánovas *et al.*, 1993), se utiliza tradicionalmente para aprovechar la diferente velocidad de crecimiento de ambas hortalizas. Se plantan las dos especies a la vez, intercalando entre cada dos hileras de coles una hilera de lechugas, o bien, tal como hicimos nosotros, una lechuga y una col alternativamente dentro de la misma hilera.

El agricultor puede recolectar las lechugas, de crecimiento más rápido, dejando libre el espacio que será ocupado por las coles más lentamente. Obtendrá así una mayor productividad por unidad de superficie.

Podemos además determinar la Relación Equivalente de Suelo (RES), (LER, en inglés, Gliessman y Altieri, 1982; Liebman, 1987), definida como la cantidad de superficie necesaria en monocultivo para obtener la misma producción que estas especies en cultivo asociado.

Por ejemplo, una RES de 1,38 en la asociación maíz/judía significa que por cada hectárea cultivada en asociación debe plantarse 1,38 hectáreas de monocultivo para obtener la misma producción por unidad de superficie.

Algunos ejemplos de RES los podemos encontrar en la Tabla 1.

Asociación de cultivo	R.E.S.
Cebada/haba	0,85
Mijo/cacahuete	1,26
Maíz/judía	1,38
Mijo/sorgo	1,53
Maíz/boniato	2,31

Tabla1. Ejemplos de la R.E.S. de asociaciones de cultivos (Liebman, 1987).

Otra línea interesante sería estudiar la RES con otro tipo de variables o características distintas de las de la producción, tal y como se está realizando en otros centros de investigación, para así evitar las dificultades para comparar cultivos con distintos ciclos (que pueden cosecharse antes en monocultivo que en asociado) o distintos marcos de plantación. Así, por ejemplo, se puede calcular la RES medida en calorías o proteínas por unidad de superficie y día.

MATERIAL Y MÉTODOS

En una parcela de la E.E.A. de Carcaixent se han planteado tres tratamientos con tres repeticiones, distribuidos como bloques al azar. Los tratamientos fueron:

1. Monocultivo de coliflor, cultivar “Serrano”, con un marco de plantación de 60x50 cm.
2. Monocultivo de lechuga, cultivar “Inverna”, tipo Romana, con un marco de plantación de 30x40 cm (a dos caras).
3. Asociado de los mismos cultivares, coliflor con marco de plantación de 60x50 cm. y lechuga al mismo marco de 60x50 cm., intercalando una lechuga entre dos coliflores, con lo que la densidad de plantación de la lechuga es mucho más baja en asociado que en monocultivo.

La conducción fue la misma para toda la parcela, el cultivo precedente fue patata, se estercoló con 5 kg/m² a final del verano, se plantaron los dos cultivares el mismo día el 7 de Octubre, la lechuga se cosechó el 9 de Enero, y la coliflor el 23 de Febrero (mes y medio de diferencia).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados logrados son los que se pueden observar en la Tabla 2. Realizando los cálculos necesarios, obtenemos una relación equivalente de suelo de 1,51. Esto es, son necesarias 0,90 ha de coliflor más 0,61 ha de lechuga en monocultivo para producir las mismas cantidades que una ha de asociación coliflor-lechuga.

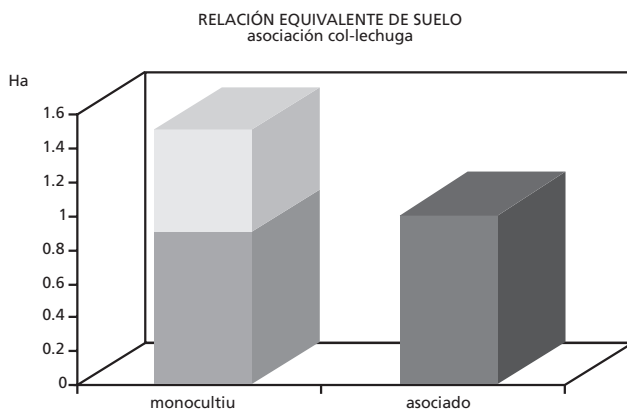
ESPECIE	TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN TOTAL (Kg/m ²)	PESO MEDIO (g)
Coliflor	Monocultivo	3,1	1025
	Asociación	2,8	834
Lechuga	Monocultivo	1,8 a	595
	Asociación	1,1 b	469

* Sólo existen diferencias estadísticamente significativas en la producción total de lechuga (según test de Duncan, con nivel de confianza 95%).

TABLA 2. Producciones y pesos unitarios obtenidos.

No se encuentran diferencias significativas en producción total entre los tratamientos en el caso de la coliflor. En lechuga sí que tenemos diferencias significativas debido a que, como hemos dicho, presenta una densidad de plantación diferente.

Respecto a los pesos unitarios, aunque son inferiores en cultivo asociado respecto del monocultivo, no hay diferencias estadísticas significativas.



Durante el cultivo se presentó un ligero ataque de oruga de la col (*Pieris brassicae*), que no se trató, ya que apareció el Himenóptero parásito *Apanteles sp.* que junto a las aves insectívoras controlaron la plaga; no se observaron diferencias en los conteos de presencia de orugas de *Pieris*, entre las parcelas de coliflor asociadas o en monocultivo.

Al final del cultivo se presentó una infección de mildiu en lechuga, que tampoco se trató ya que faltaban pocos días para la recolección; tampoco se observaron diferencias respecto del ataque de mildiu entre los tratamientos de la lechuga.

CONCLUSIONES

Nos encontramos ante una asociación que presenta una sinergia positiva, dando como resultado una producción mayor por unidad de superficie. La ventaja es puramente física, ya que, al ser el ciclo de la lechuga más corto que el de la coliflor, y al cosecharse antes la lechuga, la coliflor asociada aún no ha sufrido competencia por el espacio y puede completar su desarrollo sin problemas.

Esta asociación no complica el manejo, ni impide la mecanización, ni es mucho más exigente en mano de obra, con lo que no se presentan algunas de las desventajas del cultivo asociado. Quizás sería interesante cuidar la fertilización extra que demandan los dos cultivos conjuntamente.

No se ha observado ninguna influencia de la asociación sobre la sanidad del cultivo, los problemas presentados se han solucionado debido a la estabilidad y diversidad de la parcela ecológica en su conjunto (puesto que teníamos más cultivos y setos alrededor), y no por los tratamientos objeto del ensayo.

No creemos que la pequeña reducción de tamaño (sin significación estadística) sea motivo de pérdida comercial. Más bien al contrario, los calibres comerciales cada vez se demandan más pequeños.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer la ayuda prestada por Carmen Capilla y Amparo Montesinos, del Departamento de Estadística e Investigación Operativa de la Universidad Politécnica de Valencia.

REFERENCIAS

- Altieri, M.A. y Schmidt, L.L. 1987. Mixing broccoli cultivars reduces cabbage aphid numbers. *California Agriculture*, November-December.
- Cánovas, A.F., Hilgers, M., Jiménez, R., Mendizábal, M. y Sánchez, F. 1993. Tratado de Agricultura ecológica, ed. Dpto. de Ecología y Medio Ambiente (Instituto de Estudios Almerienses) Diputación de Almería
- Gliessman, S. y Altieri, M.A. 1982. Polyculture cropping has advantages. *California Agriculture*, July.
- Liebman, M. 1987. Polyculture Cropping Systems.

Jardinería ecológica: Necesidad y criterios básicos

P. Domínguez Gento y A. Domínguez Gento.

*ADAE-Ribera (Asociación para el Desarrollo de la Agricultura Ecológica en La Ribera),
Colom 67-30, 46.600-Alzira.*

RESUMEN

La jardinería convencional origina una serie de problemas semejantes a los de la agricultura convencional, aunque obviamente de menor escala; así, suele utilizar nitratos, herbicidas, insecticidas, fungicidas, etc. con el inevitable impacto ambiental y humano; además frecuentemente gasta excesiva agua para riego en zonas donde ésta escasea, produce también residuos vegetales que se incineran o trasladan a los vertederos y puede introducir plantas exóticas capaces de desplazar a las autóctonas. Por tanto cabe plantearse la necesidad de reconvertir la jardinería convencional en ecológica, y en ese sentido se proponen unos criterios básicos, sencillos y factibles de lo que debería ser la Jardinería Ecológica. Por otra parte, dado que los jardines están dentro mismo de las ciudades y en ellos no hay que producir sino simplemente mantener vivos y sanos los vegetales, la jardinería ecológica puede resultar más fácil de generalizar que la agricultura ecológica, lo cual serviría también para divulgar e implantar ésta última.

LOS PROBLEMAS DE LA JARDINERÍA CONVENCIONAL

Parques, jardines y plantas aisladas realizan un cúmulo de funciones importantes dentro de la ciudad: oxigenar el aire, absorber el anhídrido carbónico, reducir la contaminación, cobijar vida, dar sombra y humedad, frenar el viento, suavizar el entorno, facilitar el ocio sano, el esparcimiento y la relajación, mejorar la estética, etc. Resultan por tanto muy beneficiosos para todos y uno de los objetivos prioritarios de la sociedad moderna es precisamente incrementar las zonas verdes dentro de las ciudades, para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Pero normalmente, en los diseños iniciales para llenar de vegetación los huecos que quedan en la trama urbana, no existen criterios definidos más allá de los puramente

estéticos y no se presta mucha atención al tipo de especies a utilizar ni a las técnicas empleadas para el mantenimiento y cuidados posteriores; por no haber, ni siquiera en los jardines de los centros educativos hay la deseable y lógica intención didáctica, por ejemplo. Así nos encontramos con que unas actividades que deberían ser totalmente beneficiosas acaban creando problemas de relativa importancia y pierden algunas de sus posibilidades más interesantes.

Como en la agricultura convencional, de donde proceden muchos jardineros, también en la jardinería convencional se utilizan abonos químicos como los nitratos que son altamente solubles y, en parte, acaban alcanzando y contaminando los acuíferos. Aunque de menor escala que en la agricultura, esta contaminación resulta aquí más grave porque en los jardines no hay que producir cosechas sino simplemente mantener vivos y sanos los vegetales, que suelen ser lo bastante rústicos como para no necesitar aportes extras de nutrientes.

Paralelamente ocurre algo curioso, en muchas zonas verdes llegan casi a barrer la base de los árboles dejándola limpia de hojarasca, como si fuera la habitación de una casa; hojas que finalmente queman o tiran al contenedor de basura más próximo, destruyendo así una fuente de nutrientes y oligoelementos muy útiles para las propias plantas; además si se queman producen humos y gases, como el anhídrido carbónico, causantes del efecto invernadero y del calentamiento global, y si se tiran complican el ya desbordado problema de los residuos sólidos urbanos. Lo mismo pasa con otros restos vegetales, como los ramajes de la poda o el césped segado y a veces con productos aprovechables para la alimentación humana, como los dátiles que caen de las palmeras. Y no es poca cosa, el Plan Integral de Residuos de la Comunidad Valenciana evalúa en unas 32.000 toneladas anuales los residuos producidos por la jardinería urbana en esta autonomía.

También se utilizan venenos químicos: a veces por exceso de humedad aparecen hongos y entonces echan fungicidas, en otras ocasiones nitratos y riegos originan una brotación excesivamente tierna y en consecuencia aparecen pulgones y otros fitófagos que se rocían con insecticidas, incluso pueden molestar las hierbas adventicias bajo los árboles con lo cual aplican hasta herbicidas... Y así aparece la contaminación por biocidas en parques, jardines, zonas verdes e incluso plantas aisladas, con todos sus problemas asociados, incluyendo un cierto riesgo para los niños que los visitan.

Respecto a las especies utilizadas merecen una especial atención los céspedes, que en las regiones mediterráneas con gran insolación durante la mayor parte del año crecen y han de segarse muy a menudo, como si se cosechara hierba para la basura, lo cual genera un uso excesivo de máquinas ruidosas, consumidoras de combustibles fósiles y generadoras de gases invernadero. Además necesitan de riegos casi continuos durante el verano, precisamente cuando apenas llueve, y el agua ha de quitarse al acuífero o al río en la época que éste tiene menos caudal y más lo necesita para diluir la contaminación, descomponer la materia orgánica y evitar la anoxia que mata la fauna acuática... Y por si fuera poco, para eliminar la competencia de otras hierbas más rústicas y la acción de fitófagos, los céspedes también suelen tratarse con herbicidas y plaguicidas.

Al introducir especies exóticas se corre el peligro de provocar con ellas la invasión de nuestros ecosistemas naturales y el desplazamiento, reducción e incluso la desaparición de especies autóctonas, alguna de las cuales puede ser endémica. Es lo que ha ocurrido ya con ciertas especies de la fauna ibérica y con la flora puede suceder igual, de hecho tenemos el caso del ailanto que está adueñándose de los barrancos y desplazando plantas autóctonas, y en el norte peninsular el monocultivo de eucaliptos australianos va sustituyendo los bosques caducifolios ancestrales; lo cual crea también un problema de tipo cultural, por la pérdida de las raíces etnobotánicas. Por tanto, hay que considerar esta cuestión al elegir las especies que se plantan.

En materiales y construcción algunos jardines convencionales suelen ser duros, artificiales y caros, con un exceso de cemento y piedra pulida que deja amplias áreas al descubierto, sin vegetación, de forma que en verano resultan poco o nada agradables. Por otra parte, en cuanto caen cuatro gotas, estos suelos se convierten en peligrosas pistas de resbalones, sobre todo para las personas mayores.

Y cuanto más artificial sea una zona verde tanto más trabajo da, más maquinaria, materias y energía consume y mayores costes supone, lo cual va en detrimento de otras tareas y proyectos más necesarios, como por ejemplo aumentar las zonas verdes, que tanto escasean en la mayoría de nuestros barrios debido a la nula o pésima planificación histórica y a la gran especulación que se hace con el suelo urbano.

Finalmente los jardines convencionales suelen desaprovechar algunas funciones importantes que podrían tener, como la didáctica para enseñar a los ciudadanos a conocer y respetar la Naturaleza de la que procedemos y dependemos.

Por su parte los cada vez más abundantes campos de golf serían asimilables a jardines de césped, a base del monocultivo herbáceo convencional, con el correspondiente uso intensivo de abonos y venenos químicos, despilfarro de agua, mantenimiento y maquinaria excesivas, generación de residuos, quemas, humos, anhídrido carbónico,... Posiblemente resultan aún más problemáticos que los jardines normales.

EL MEJOR JARDÍN ES EL BOSQUE AUTÓCTONO

Los bosques que aún nos quedan son el resultado de millones de años de interacciones entre el medio físico fluctuante y los organismos que evolucionan adaptándose a dichos cambios. Por supuesto que realizan infinidad de funciones benéficas, las mismas que los parques urbanos pero ampliadas con otras de tipo ecológico, como el mantenimiento de la biodiversidad natural o la regulación del ciclo hidráulico absorbiendo las lluvias, recargando los acuíferos y descargando en manantiales y ríos.

Son autosuficientes, en absoluto necesitan aportes artificiales de ningún tipo, y en ellos no existen los residuos, cualquier resto orgánico es aprovechado por unos u otros seres y finalmente transformado en nutrientes que servirán de nuevo como alimento a las plantas, en un ciclo prácticamente cerrado; también tienen microorganismos en su suelo vivo que transforman el superabundante pero inerte nitrógeno atmosférico en nitrógeno mineral asimilable por los vegetales. Tienen bastante con el Sol y la lluvia, y las plantas crecen fuertes, resistentes a los posibles parásitos, que suelen estar además controlados y equilibrados por sus correspondientes depredadores o parásitos.

Por todo ello resulta obligado proteger los bosques, tanto como los más importantes tesoros históricos o artísticos que poseemos; con ellos, además de disfrutar, podemos obtener beneficios y aprender multitud de cosas. Lamentablemente nuestro territorio ya sólo alberga un escaso 2% de los bosques autóctonos, aunque una proporción mucho mayor todavía podría restaurarse...

Nosotros, los seres humanos, procedemos de aquellos bosques primigenios y ahora que vivimos tan alejados de ellos necesitamos recuperarlos e integrarlos de alguna forma en nuestras ciudades. Así los espacios verdes sirven esencialmente para no perder el contacto y la influencia benéfica que la Naturaleza nos ofrece, formamos parte de ella y no podemos aislarnos en la dura y gris geometría recta, precisamos física y psicológicamente rodearnos del medio natural.

Y al diseñar esas zonas verdes que nos oxigenan y reconfortan tendríamos si no que

imitar, sí tomar como referencia principal lo que la propia Naturaleza ha diseñado, a base de incontables ensayos de prueba y error o acierto. Seguramente nos evitaríamos muchos, por no decir todos, los problemas antes mencionados.

En primer lugar deberíamos buscar las plantas adecuadas y si lógicamente queremos que resulten fáciles de mantener (incluso autosostenibles a corto o medio plazo), baratas, sin apenas consumos, hemos de elegir preferentemente las autóctonas, que son más resistentes al clima, al terreno y a los posibles fitófagos o parásitos existentes, y no representan peligro alguno de adaptación o invasión. Es recomendable cierta diversidad, para evitar o reducir enfermedades y plagas, incluyendo también plantas que den polen y otros alimentos en invierno, cosa que agradecerá la fauna asociada. Los plantones nunca se arrancan del bosque, se crían previamente en vivero propio o se adquieren de otro.

El agua que llueve será suficiente para alimentar estos vegetales, excepto al principio que deberán regarse lo suficiente para que arraiguen bien y superen los primeros veranos. Así se ahorrará el elemento más valioso y que tantos problemas plantea en la cuenca mediterránea, sobre todo durante los ciclos climáticos secos. Obviamente el césped está contraindicado en estas latitudes, donde sólo llueve unos 500 litros por metro cuadrado al año, los prados alpinos, su equivalente natural, son propios de climas mucho más lluviosos; en su lugar resultan preferibles las múltiples aromáticas que aquí abundan, aunque si es necesario siempre puede sembrarse algún tipo de gramínea autóctona, como la grama (a sabiendas de que luego resulta muy difícil de erradicar). En el Mediterráneo no podemos tener jardines nórdicos de la misma forma que en el norte no pueden tener jardines mediterráneos, al fin y al cabo nuestros paisajes naturales no tienen nada que envidiar a aquellos otros, poseemos más variedad y una gran belleza, pero indudablemente bastante menos agua.

En los jardines naturales no hace falta el abonado químico, basta con dejar en el suelo los restos de las propias plantas, triturándolo previamente en el caso de las ramas finas, las gruesas pueden servir para hornos, estufas de leña o para decorar el mismo jardín. Si molesta la hojarasca porque el viento la esparce por las calles conviene recogerlas y compostarlas en algún rincón del jardín, para luego repartir el compost por él, y si esto resulta imposible entonces se pueden quemar esparciendo posteriormente las cenizas de manera que tampoco se pierdan los nutrientes; nunca deben tirarse a la basura. Al plantar inicialmente quizás interese mejorar algo el suelo para acelerar el crecimiento de los plantones, lo cual puede hacerse con humus o compost, abonos orgánicos poco solubles que no crean problemas ecológicos y duran mucho más que los químicos.

Tampoco los venenos hacen falta, las plantas silvestres son muy resistentes y no suelen tener dificultades con sus parásitos ya que albergan en ellas mismas los depredadores que controlan su población, evitando que se conviertan en plaga; y en casos excepcionales siempre puede utilizarse el control biológico o los extractos naturales, como en la agricultura ecológica. En nuestros montes sólo se plantean problemas graves de plagas cuando rompemos el equilibrio ecológico; por ejemplo al pretender convertirlos en un monocultivo de pino blanco, habiendo diezmado previamente la fauna natural (aves insectívoras sobre todo), entonces no resulta extraño que se propague la procesionaria causando estragos; aunque más grave aún que la plaga es el pirofitismo de estos pinos que favorece los incendios forestales y las pulverizaciones que se hacen con avionetas lanzando venenos de una forma indiscriminada y masiva.

Dado que resultan innecesarios y que suponen un peligro real para la salud pública, especialmente para los más pequeños que todo lo tocan y se lo llevan a la boca, los plaguicidas deberían estar absolutamente prohibidos en cualquier tipo de jardines o zonas verdes. Igual que los abonos químicos y cualquier otro producto que genere

problemas ambientales o de salud, máxime cuando existen alternativas naturales respetuosas con el medio y con las personas.

La geometría de la plantación debería ser irregular, con la lógica interna del bosque urbano diseñado previamente, sin alinear los árboles porque en los ecosistemas naturales no hay rectas. El aspecto estético ni mucho menos está reñido con la ecología, mas bien sucede lo contrario, aunque depende mucho de la buena mano y del acierto del jardinero a la hora de elegir, distribuir y cuidar las especies que sitúa en el jardín.

En definitiva, si ya resulta perfectamente posible y recomendable compaginar la agricultura con la ecología, tanto mejor puede hacerse con la jardinería, que no tiene que producir ni comercializar toneladas de alimentos. Y así los jardines-bosque, con la práctica diaria del mantenimiento ecológico, pueden servir de ejemplo demostrativo sobre cómo debemos relacionarnos con la Naturaleza.

OBJETIVOS FUNDAMENTALES DE LA JARDINERÍA ECOLÓGICA

Los parques, jardines y zonas verdes ecológicos han de tener tres grandes objetivos fundamentales:

- I. Mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, depurando el aire, dando vida, sombra, humedad, protección contra el viento, amortiguando ruidos, suavizando el entorno, permitiendo el esparcimiento, etc. etc. Esto lleva implícito que no se debe usar ninguna técnica ni sustancia química que pueda perjudicar directa o indirectamente la salud de las personas, en cambio sí pueden servir para implantar tecnologías alternativas tan interesantes como por ejemplo las farolas fotovoltaicas, que se alimentan mediante energía solar.
- II. Aprovechamiento didáctico general, un bosque urbano ha de servir para que los ciudadanos conozcan el medio natural en que hemos surgido y evolucionado, y aprendan a protegerlo comportándose con respeto. También para acercar las técnicas y los valores agroecológicos a los habitantes de las ciudades, incluso podría añadirse un pequeño huerto ecológico al parque para que los urbanitas, al menos los más jóvenes, vean cómo se producen realmente los alimentos. Estos objetivos se cumplen mejor explicitándolos mediante carteles sencillos que indiquen los nombres de las principales plantas, sus asociaciones, ecosistemas, las técnicas y herramientas utilizadas en su cuidado, el comportamiento deseable en las visitas, etc. Todo lo cual resulta especialmente indicado en el caso de los jardines de centros educativos, que deberían ser como minijardines botánicos.
- III. Aumentar y mejorar las zonas verdes, que ahora resultan del todo insuficientes: en la mayoría de ciudades no alcanzamos los 5 metros cuadrados por persona, o 21 por vivienda, que recomiendan los estándares europeos, ni siquiera contabilizando las plazas y paseos casi descubiertos de vegetación, con el agravante de que bastantes zonas verdes se hallan en las afueras, lejos de la mayoría de la población y a veces con difícil acceso por el tránsito; nuestras ciudades han crecido de forma casi caótica y sin reservar espacios para parques o jardines, habiendo grandes aglomeraciones humanas sin apenas un árbol. Además hay que mejorar los existentes, siguiendo la filosofía de que el mejor jardín es el bosque autóctono, aunque sea de reducidas dimensiones; también se pueden conectar e integrar con las huertas intra o periurbanas, protegiéndolas del urbanismo salvaje y reconvirtiéndolas en ecológicas, siguiendo el ejemplo de algunas capitales que han creado a su alrededor huertos de ocio ecológicos para sus habitantes.

Son tres objetivos fundamentales y prioritarios por sí mismos y porque en la medida que hayan más y mejores zonas verdes, que aumenten la calidad de vida de la población

y ayuden a concienciarla sobre la protección del entorno, disminuirán también los excesivos desplazamientos desde la ciudad hacia el campo o el monte, reduciendo así problemas tan dramáticos como los accidentes de tráfico, la contaminación atmosférica y la chaletización destructiva de nuestras zonas rurales.

CRITERIOS BÁSICOS DE JARDINERÍA ECOLÓGICA

Los criterios básicos de la que podríamos denominar Jardinería Ecológica, coherentes con los anteriores objetivos, serían los siguientes:

- * Utilizar plantas autóctonas, porque son las mejor adaptadas a las condiciones del lugar, y procedentes de vivero no de los escasos bosques que nos quedan.
- * Favorecer la diversidad vegetal, de manera que en el parque o jardín estén presentes las especies más comunes de nuestros ecosistemas, siguiendo las asociaciones naturales, con lo cual será también más resistente.
- * Tender a la cobertura total del suelo, adecuando las alturas de la vegetación a cada necesidad concreta; por ejemplo, las áreas que se quieren soleadas durante el invierno pueden estar cubiertas de plantas caducifolias y las que requieran amplios espacios libres pueden plantarse lateralmente con árboles grandes espaciados.
- * No emplear abonos químicos como nitratos, fosfatos, urea, etc.; aprovechar todos los restos vegetales dejándolos como caen sobre el suelo o triturándolos si es necesario; excepcionalmente se puede añadir humus, compost o estiércol bien fermentado, en cantidades mínimas para evitar las brotaciones excesivas que favorecen el ataque de fitófagos.
- * No emplear venenos de síntesis, procurando que las plantas crezcan fuertes y respetando su fauna asociada; en casos graves puede buscarse apoyo de depredadores biológicos o excepcionalmente el uso de extractos naturales como los permitidos en la agricultura ecológica (Reglamento CEE 2092/91).
- * Ahorrar agua, al menos en las regiones donde ésta escasea; basta con seleccionar especies adaptadas al estiaje local, que una vez han arraigado bien ya tienen suficiente con las lluvias. En los adornos acuáticos el agua debe recircularse y también se puede utilizar la procedente de depuradoras.
- * Reducir mantenimiento y maquinaria, de manera que se minimice el consumo de energía y también la emisión de ruido y gases; las plantas autóctonas apenas necesitan actuaciones y los recursos que así se ahorren pueden dedicarse a crear las nuevas zonas verdes que hacen falta.
- * Utilizar materiales naturales, sencillos, baratos y duraderos en la construcción del jardín; el objetivo es crear un conjunto natural donde poder pasear libres y tranquilos.
- * Aprovechar la energía solar para generar la electricidad que necesitan farolas, bombas, casa de aperos, etc., situando alrededor de las placas plantas de porte medio o bajo que no les hagan sombra.
- * Favorecer la participación ciudadana en la reconversión y creación de los bosques urbanos, para mejorarlos, facilitar su conservación y aprovecharlos más socialmente. Pueden ser utilizados por centros educativos y asociaciones diversas para realizar itinerarios didácticos y lúdicos; también se pueden organizar acciones colectivas de limpieza o plantación y cuidado de la zona verde, fiestas alrededor del día del árbol, etc.

RECONVERSIÓN DE LOS JARDINES ACTUALES A ECOLÓGICOS

Sólo en contados casos tendremos la posibilidad de diseñar un jardín de nueva creación, desde el principio, con lo cual podremos aplicar cómodamente los anteriores

critérios y objetivos. Pero en la mayoría de ocasiones, como ocurre en la agricultura, nos encontramos con parques, jardines y zonas verdes que ya están hechos y cuidados de una determinada manera; habrá entonces que reconvertirlos de la forma más suave posible, no es cuestión de hacer tabla rasa y eliminar enseguida la mayoría de plantas, seguramente ya adultas y de cierto porte...

Sin embargo lo que sí puede y debe hacerse desde el inicio mismo de la reconversión es el abandono total de los productos químicos de síntesis (abonos, plaguicidas y demás); lo cual no resultará difícil dado que en jardinería no suelen emplearse excesivamente, se trata más que nada de que lo asuman los responsables del jardín y superen los malos hábitos adquiridos. En caso de necesidad siempre puede utilizarse la lucha biológica y los productos naturales aceptados en la agricultura ecológica, aunque lo ideal y el objetivo final será prescindir de todos los aportes externos.

Luego hay que considerar las limitaciones naturales para la vegetación que compone el parque o jardín, y en las riberas del Mediterráneo el principal factor limitante suele ser el agua, por tanto se han de evaluar las plantas existentes en función de su consumo. Si tenemos césped de alguna variedad exótica, al menos se debe sustituir el tipo de planta por tapizantes autóctonas, aunque lo más adecuado sería sustituirlo totalmente por las diversas hierbas aromáticas que pueblan nuestras montañas, como el espliego, cantueso, romero, salvia, tomillo, etc. repartiéndolas sobre la superficie ocupada por el césped; necesitarán riegos mientras arraigan y será preciso desbrozar un poco a su alrededor para evitar que el césped las debilite.

Si el césped era amplio, entre las aromáticas convendrá situar diversos árboles, arbustos y lianas autóctonas, como la carrasca, alcornoque, quejigo, sabinas, fresno, madroño, mirto, lentisco, boj, enebro, coscoja, espino, rosal, palmito, serbal, retamas, brezos, jaras, hiedra, madreSelva, algún algarrobo y olivo, pinos diferentes, algún chopo y sauce, etc., no es variedad precisamente lo que nos falta. Siempre teniendo en cuenta el suelo, clima, sombra, crecimiento, afinidad, floración,... y colocándolos cerca o lejos de los paseos según su fragilidad, vistosidad y peligrosidad por las espinas, exudaciones, ramas, frutos, etc.

Debajo de los árboles, cuando son jóvenes y dejan claros, suelen crecer las hierbas adventicias, algunas de las cuales resultan verdaderamente hermosas cuando florecen... Si molestan al hacerse grandes tan sólo será necesario segarlas o rotovatarlas una o dos veces al año, con lo cual aportarán nutrientes y vida a la tierra; también se puede acolchar el suelo con materiales naturales como la paja, que cubre y no deja medrar la hierba. Cuando las plantas del jardín crezcan y se hagan frondosas no dejarán ya espacio libre ni luz para estas oportunistas.

El resto de vegetales del parque o jardín que no sean autóctonos ni resistentes a la sequía estival, deben ir sustituyéndose paulatinamente, plantando otros adecuados a su lado pero procurando no eliminarlos hasta que los nuevos tengan suficiente porte. Si son grandes, agradables y no suponen muchos problemas de mantenimiento, se pueden dejar como muestra, indefinidamente. Los árboles monumentales deberían protegerse siempre.

Y ya con la reconversión en marcha puede ponerse una plaquita para identificar cada planta representativa, un panel del ecosistema o los ecosistemas principales de la región, y marcar un itinerario por el jardín. También sería interesante colocar algún cartel explicativo de las nuevas técnicas y las razones para aplicarlas. Todo ello, junto a las indicaciones convenientes para salvaguardar el conjunto, redundará en conocimiento y disfrute público. Existen mil posibilidades para aprovechar bien el bosque urbano.

Finalmente, para incrementar las zonas verdes, habría que colocar vegetales hasta incluso en las calles donde ahora no los hay, descubriendo la tierra en las mismas aceras, si son anchas, o en la calzada, dejando cuadros de 1 ó 2 metros de lado por cada coche aparcable; en los lugares difíciles también podrían servir los macetones. Estas plantas aisladas y con poco suelo interesa que den buena sombra durante el verano, que no ensucien apenas de hojarasca y frutos la calle o plaza y que no revienten con sus raíces el pavimento ni revistan peligro para los ciudadanos, además de ser parcas en requerimientos. La ciudad debería quedar inmersa en la vegetación.

REFERENCIAS

- Albarracín, C., Correa, M. y Morales, M. J. 1997. Un bosque autóctono en el jardín del Instituto. *Quercus*, **131**: 35-37.
- Arias, G., Bueno, P., Catalá, F. J., García, F. J. y Suelves, V. *Jardín del Turia, parque urbano forestal*. Cuaderno-guía publicado por la Consellería de Agricultura Pesca y Alimentación y el Ayuntamiento de Valencia, 17 pp.
- Barranco, F. y Blasco, M. 1997. L'aigua en el jardí. *Ecoagricultura*, **54**: 30-31.
- Casañs, J. V. y Siliclluna, J. L. *Los árboles de Xirivella*. Cuaderno-guía editado por el Ayto. de Xirivella, 52 pp.
- Consejo de las Comunidades Europeas. 1991. *Reglamento CEE n1 2092/91 sobre la producción agraria ecológica*, del 24 de junio del 91.
- Labajos, L. 1995. El jardín mediterráneo. *Quercus* de agosto, 10-12.
- Seoane, T. 1996. Los céspedes en jardinería. *Quercus*, **130**: 42-43.

Control mecánico de malas hierbas y su efecto sobre la producción de cebada y trigo en Soria

A. Moyano, M. Benito, N. Carramiñana y M^a P. Ciria.

EUITA de Soria. Universidad de Valladolid. Ronda Eloy Sanz Villa, 5. 42003-Soria.

ABSTRACT

The main aim of this survey is to know the effect that the weed mechanical control has on barley (*Hordeum vulgare*) and wheat (*Triticum aestivum*) production. The design chosen was that of groups taken at random, in three times in three different experimental lost sited in San Esteban de Gormaz (Soria), longitude 3° 12' W (meridian of Greenwich), latitude 41° 31' N and height 860 m. During the campaign the average temperature was 10,7 °C with a total amount of rain of 298,3 mm. Weed measures and barley and wheat measures were made, both before and after harrowing in order to tes weeds and plants sensibility to this operation. From the results obtained we could deduce that the flexible thorn harrow efficacy was in all cases between 50% and 70% and the elimination of cereal plants after harrowing was between 5% and 7%, percentage that did not influenced on the production. Wheat was more sensitive to this operation than barley. The average production of barley oacillated between 2,62 and 3,75 t/ha in chemical controlled lost and between 2,57 and 3,18 t/ha in mechanical controlled lost, depending in this case on the nutrients added.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es conocer el efecto que tiene el control mecánico de malas hierbas sobre la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y trigo (*Triticum aestivum*). El estudio lo hemos realizado aplicando el diseño de "bloques al azar" con tres repeticiones, en tres parcelas experimentales situadas en el término municipal de San Esteban de Gormaz (Soria), longitud: 3° 12' W (Meridiano de Greenwich), latitud: 41° 34' N y altitud: 860 m. La climatología durante la campaña fue: temperatura media 10,1 °C y precipitación total 467,8 mm. Realizamos conteos de malas hierbas y de plantas de cebada y trigo, antes y después del pase de grada, para comprobar la sensibilidad de las malas hierbas y el cultivo a esta operación. De los resultados deducimos que la eficacia de la grada de púas flexibles, en todos los casos, osciló entre el 50% y el 70%; y la eliminación de plantas de cereal tras el pase de la grada fue entre el 5% y el 7%, porcentajes que no influyeron posteriormente en la producción, siendo el trigo más sensible que la cebada a esta operación. En cebada las producciones medias oscilaron entre 2,62 y 3,75 t/ha en parcelas con control químico de malas hierbas y entre 2,57 y 3,18 t/ha en

parcelas con control mecánico, dependiendo del aporte de nutrientes efectuado.

INTRODUCCIÓN

Durante las dos últimas décadas, ha sido el control químico de malas hierbas el manejo que ha prevalecido sobre los métodos mecánicos, provocando inversiones de flora, contaminación y la pérdida de una cierta cultura agraria. Estas causas son las que han hecho que en los últimos años se haya incrementado el interés por el control de malas hierbas de forma no química, es decir, métodos mecánicos para reducir los tratamientos con herbicidas.

El presente trabajo tiene como objetivo el conocimiento de los efectos que el control mecánico de malas hierbas tiene sobre la producción de trigo y cebada. Para ello vamos a utilizar una grada de púas flexibles por ser un apero que ha dado buenos resultados anteriores en el cultivo del cereal. Este trabajo forma parte de un proyecto más amplio de cuatro años, y en él adelantamos los resultados del primer año.

MATERIAL Y MÉTODOS

Hemos realizado el estudio aplicando el diseño de “bloques al azar” con tres repeticiones, en tres parcelas experimentales situadas en el término municipal de San Esteban de Gormaz en la provincia de Soria, cuyas coordenadas geográficas son: longitud 3° 12' W, latitud 41° 34' N y altitud 860 m.

Las condiciones climatológicas de la zona durante la campaña han sido: temperatura media mensual 10,1 °C y precipitación de 467,8 mm.

Las parcelas se denominan A, B y C. La parcela A se divide en dos subparcelas denominadas A1 y A2. Todas ellas han estado durante los dos años anteriores en barbecho. En la parcela A y B hemos sembrado cebada de la variedad Unión, y trigo variedad Marius en parcela C.

Dividimos cada parcela verticalmente en tres subparcelas en las que realizamos los distintos tratamientos contra malas hierbas: aplicación de herbicida, pase de grada de púas flexibles y testigo. A su vez, realizamos otra división horizontalmente en la que llevamos a cabo los distintos tratamientos de abonado distribuidos al azar: aplicación de abonado químico, aplicación de compost y testigo. En el caso de la parcela C, sólo realizamos división vertical ya que en trigo únicamente vamos a estudiar el control de malas hierbas con abonado químico. En las figuras 1, 2 y 3 se muestra el diseño correspondiente a cada parcela.

A1				A2		
Herbicida	Testigo	Ecológico		Herbicida	Testigo	Ecológico
Compost	Compost	Compost	Leguminosa	Compost	Compost	Compost
Testigo	Testigo	Testigo		Testigo	Testigo	Testigo
Químico	Químico	Químico		Químico	Químico	Químico
Compost	Compost	Compost		Compost	Compost	Compost
Químico	Químico	Químico		Químico	Químico	Químico
Testigo	Testigo	Testigo		Testigo	Testigo	Testigo
Químico	Químico	Químico		Químico	Químico	Químico
Testigo	Testigo	Testigo		Testigo	Testigo	Testigo
Compost	Compost	Compost		Compost	Compost	Compost

Figura 1. Diseño de las subparcelas A1 y A2

Herbicida	Testigo	Ecológico	
Compost	Compost	Compost	
Testigo	Testigo	Testigo	
Químico	Químico	Químico	
Compost	Compost	Compost	Barbecho
Químico	Químico	Químico	
Testigo	Testigo	Testigo	
Químico	Químico	Químico	
Testigo	Testigo	Testigo	
Compost	Compost	Compost	

Figura 2. Diseño de la parcela B

Herbicida	Testigo	Ecológico
Químico	Químico	Químico
Químico	Químico	Químico
Químico	Químico	Químico

Figura 3. Diseño de la parcela C

La alternativa programada para las parcelas A y B es: cebada, leguminosa, trigo, barbecho.

Para realizar el estudio hemos utilizado los siguientes materiales:

- Semilla
 - Cebada: variedad Unión (ciclo corto); es por su adaptación y productividad la variedad más habitual en la zona Dosis 190 Kg/ha.
 - Trigo: variedad Marius (ciclo medio- largo). Dosis 210 Kg/ha.
 - Leguminosa: veza forrajera común. Dosis 150 Kg/ha
- Fertilización en presiembra
 - Compost comercial a partir de estiércol de vacuno. Dosis 2500 Kg/ha.
 - Abono comercial tipo 8-24-8. Dosis 300 Kg/ha.
- Lucha contra malas hierbas
 - Grada de púas flexibles: un único pase el día 24/3/1997 en parcelas de cebada cuando el cultivo se encontraba en estadio fenológico de ahijado y dos pases los días 3/4/1997 y 28/4/1997, en parcela de trigo, cuando el cultivo también se encontraba en estadio fenológico de ahijado.
 - Tratamiento químico herbicida: Tribenurón 75%. Dosis 25 g/ha (disuelto en agua a 300 l/ha).

Las labores de preparación del suelo fueron las tradicionales para los cultivos de cereal de invierno.

Los parámetros estudiados en este trabajo son:

- Niveles de producción de los cultivos
- Eficacia de la grada de púas flexibles

Para estudiar la eficacia de la grada de púas, realizamos conteos de malas hierbas antes y después del pase. Este parámetro lo estudiamos únicamente en parcelas donde el tratamiento contra malas hierbas lo realizamos con grada de púas. De la misma forma que procedemos con las malas hierbas, hacemos un conteo de plantas de cebada y trigo

eliminadas con el pase de grada de púas, para comprobar la sensibilidad del cultivo a esta operación.

Las malas hierbas encontradas fueron las siguientes:

- *Anthemis sp.* Falsa manzanilla
- *Convulvulus arvensis L.* Corregüela
- *Capsella bursa-pastoris (L.) Medick.* Bolsa de pastor
- *Diploaxis virgata (Lav) DC.* Mostacilla
- *Fumaria officinalis L.* Fumaria
- *Erodium sp.* Agujas
- *Geranium sp.* Geranio silvestre
- *Lamium amplexicaule L.* Ortiga muerta
- *Papaver rhoeas L.* Amapola
- *Vicia sativa L.* Veza
- *Ranunculus sp.* Ranunculáceas
- *Verónica hederafolia L.* Verónica
- *Cinara sp.* Cardo
- Otras

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

	Herbicida			Testigo			Grada		
	Compost	Testigo	Químico	Compost	Testigo	Químico	Compost	Testigo	Químico
Finca A1	3796,3 a	3870,4 a	4240,7 a	3527,7 a	3814,8 a	4277,7 a	3907,4 b	3648,1 b	4407,4 b
Finca A2	3370,4 a	3518,5 a	4000,0 a	3259,2 a	3000,0 a	3851,8 a	2870,4 b	2518,5 b	3870,3 b
Finca B	1666,6 a	1638,9 a	3388,9 a	1638,9 a	1388,9 a	3000,0 a	1750,0 a	1388,9 a	2222,2 a

Tabla 1. Producciones medias (Kg/ha) en las parcelas de cebada.

- a. no significativo
b. significativo

	Herbicida	Testigo	Grada
Finca C	3493,3 a	3333,3 a	4106,6 a

Tabla 2. Producciones medias (Kg/ha) en la parcela de trigo.

- a. no significativo

En las Tablas 1 y 2 se muestran las producciones medias de las tres parcelas.

Los resultados obtenidos tras realizar el estudio estadístico son:

- En parcela A, el abonado influye significativamente (con nivel de significación del 1% y 5%) en los niveles de producción obtenidos. La realización de un tratamiento contra malas hierbas y la acción conjunta del abonado y el tratamiento contra malas hierbas, no influye en los niveles de producción.
- En parcela B, no influye significativamente en los niveles de producción, ni el realizar un tratamiento contra malas hierbas, ni el abonar, ni la acción conjunta de tratar contra malas hierbas y abonar.
- En parcela C, el realizar los distintos tratamientos contra malas hierbas no influye sobre los niveles de producción de trigo.

Las malas hierbas con mayor grado de presencia fueron las de hoja ancha. En general, el porcentaje más alto (un 17% del total) correspondió a *Fumaria officinalis* y a *Papaver rhoeas* (un 12% del total), y el menor a *Geranium sp.* (1,5% del total). Se obser-

varon malas hierbas de hoja estrecha de forma esporádica. El cardo fue la planta más resistente al paso de la grada de púas, siendo del 10% la eficacia media considerando el total de las parcelas. La eficacia osciló entre un 48% y un 72% en el resto de las malas hierbas presentes.

Malas Hierbas	% sobre total				% eficacia				MEDIA
	A1	A2	B	C	A1	A2	B	C	
Falsa manzanilla	2,5	8,7	7,1	3,5	50,0	57,1	37,5	75,0	54,9
Corregüela	8,8	7,5	9,8	7,1	57,1	66,7	54,5	75,0	63,3
Bolsa de pastor	3,8	6,2	4,5	0,1	66,7	60,0	60,0	100,0	71,6
Mostacilla	8,8	2,5	4,5	3,5	57,1	50,0	60,0	75,0	62,5
Fumaria	18,9	17,5	17,0	14,1	60,0	57,1	68,4	81,2	66,7
Agujas	5	2,5	0,0	9,7	50,0	100,0	0,0	72,7	55,7
Gemio silvestre	1,3	0	1,8	3,5	100,0	0,0	50,0	75,0	56,2
Ortiga muerta	1,3	3,7	5,3	3,5	0,0	66,7	50,0	75,0	47,9
Amapola	7,6	13,7	10,7	17,7	50,0	72,7	58,3	75,0	64,0
Veza	8,8	6,2	7,1	1,7	71,4	60,0	25,0	50,0	57,8
Ranunculáceas	2,5	6,2	17,0	9,7	50,0	40,0	57,9	45,4	48,3
Verónica	12,6	8,7	8,9	7,1	50,0	57,1	40,0	87,5	58,6
Cardo	6,3	6,2	0,0	5,3	0,0	40,0	0,0	0,0	10,0
Otras	11,4	10,1	6,2	12,4	44,4	62,5	42,8	50,0	49,9
Total					51,9	58,7	52,6	66,3	54,8

Tabla 3. Presencia de malas hierbas y eficacia de la grada de púas flexibles.

Considerando la eficacia media por parcela, ésta se encuentra comprendida aproximadamente entre el 52% y el 66%.

Para completar el estudio sobre la eficacia de la grada de púas flexibles, en la Figura 4 están recogidos los porcentajes de plantas de cultivo eliminadas tras la realización de esta labor ecológica.

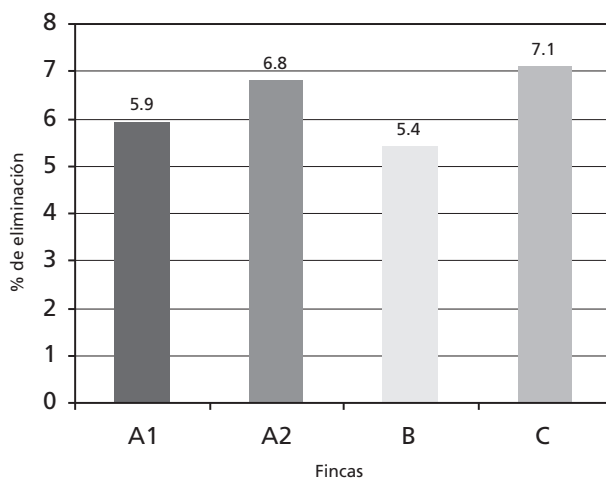


Figura 4. Porcentaje de plantas de cultivo eliminadas tras el pase de grada.

Respecto a la eliminación de plantas de cultivo, el trigo resultó ser el más afectado con un valor ligeramente superior a 7%. Los porcentajes medios de eliminación en cebada fueron inferiores al 6%.

CONCLUSIONES

Niveles de producción

Respecto a los resultados obtenidos en las parcelas de cebada, se demuestra que existe una influencia del tipo de abonado utilizado respecto a los niveles de producción obtenidos. Esta influencia es estadísticamente significativa (con nivel de significación del 1% y 5%) únicamente en parcelas que han sido tratadas contra malas hierbas mediante el pase de grada de púas flexibles. Los mayores niveles de producción se consiguen con un abonado químico.

Comparando los resultados obtenidos tanto en parcelas con control de malas hierbas mediante herbicida como en parcelas tratadas de forma ecológica (grada de púas), observamos que no existen diferencias significativas.

Hay que tener en cuenta que el estudio realizado se basa en los datos obtenidos en una sola campaña, y que el sistema de fertilización orgánica presentará los efectos a más largo plazo, ya que los nutrientes contenidos en la materia orgánica se liberan lentamente mediante un proceso de mineralización.

En parcela B, en todos los casos se produce una gran diferencia con los resultados obtenidos en la parcela A, lo cual se debe a la influencia negativa del entorno (chopos existentes en uno de los márgenes y el encharcamiento de algunas subparcelas debido a las lluvias torrenciales). Debido a estos agentes externos, no podemos sacar conclusiones claras de esta parcela.

En la parcela de trigo, las mayores producciones las obtenemos al realizar tratamiento contra malas hierbas con grada de púas flexibles, pero estadísticamente no se demuestra que las diferencias sean significativas (con nivel de significación del 1% y 5%).

Eficacia de la grada de púas flexibles

En todos los casos está entre el 50% y el 70%, resultado que necesita ser comprobado en años posteriores en que se puedan dar mayores infestaciones de malas hierbas o aparezcan nuevas especies.

Las malas hierbas más abundantes son *Papaver rhoeas* y *Fumaria officinalis*, con porcentajes de eliminación en todos los casos superior al 50%, y en algunos incluso superior al 60%.

La eliminación de plantas de cultivo tras el pase de la grada de púas oscila entre el 5% y el 7%, siendo más sensible el trigo que la cebada a esta operación.

Ensayo de control de *Cydia pomonella* o *Carpocapsa* combinando tratamientos biológicos y confusión sexual sobre peral y manzano en Aragón

F. Villa Gil*, **J. A. Sasot Bayona***, **R. Balduque Martín**** y **G. Valencia Sancho*****

*Centro de Técnicas Agrarias, D.G.A. Barrio de Montañana, 176. Apdo. 727, 50080 Zaragoza.

**Centro de Protección Vegetal. Barrio de Montañana, 176. Apdo. 727, 50080 Zaragoza.

***Escuela Politécnica de Huesca. Carretera de Zaragoza km. 6.7, 22071 Huesca.

RESUMEN

Se parte de dos plantaciones de manzano de las variedades Reineta con Golden como polinizadora y Oregón Spur y otra de pera Conferencia, ambas colindantes.

Las variedades Reineta y Golden están formadas en vaso y llevan establecidas 14 años, por otro lado la variedad Oregón Spur está formada en palmeta, al igual que la pera Conferencia y lleva establecida cuatro años.

Las plantaciones se encuentran inscritas en el Comité Aragonés de Agricultura Ecológica, teniendo en la cosecha del presente ensayo la calificación de “Reconversión”.

El método de control ha consistido en el tratamiento de la primera generación de *Carpocapsa* mediante el uso de Virus de la Granulosis (Madex) y *Bacillus thuringiensis* (Delfin) alternativamente, y para la segunda generación se colocaron difusores de feromona (Checkmate CM) para producir confusión sexual.

Los resultados obtenidos podemos considerarlos como muy buenos, a pesar de las dificultades que se nos han presentado, ya que únicamente resultó afectado por *Carpocapsa* el 3,53% de la producción, apreciándose claramente la sensibilidad de las especies (peral o manzano) y de las variedades de manzano.

INTRODUCCIÓN

La carpocapsa es la plaga que más afecta a la producción y calidad de la cosecha de peral y manzano, además de ser la de mayor repercusión económica, es difícil de combatir en Agricultura Ecológica. Desde el momento de aparición de las feromonas como método de confusión sexual los distintos servicios de la Administración junto con las empresas que las comercializan comenzaron a realizar ensayos para evaluar su eficacia.

El presente ensayo está incluido en esa línea y es de las primeras realizadas en Agricultura Ecológica dentro de nuestra Comunidad.

Hasta la aparición del método de confusión sexual, la plaga se combatía en Agricultura Ecológica mediante tratamientos efectuados en pulverización con biopesticidas tipo Virus de la Granulosis y/o *Bacillus thuringiensis*, siguiendo la evolución de la plaga mediante monitorización con feromonas en el interior de la parcela. Los resultados obtenidos son en muchas ocasiones descorazonadores además de suponer un alto costo debido al precio de los productos.

Con la aparición del uso de feromonas como método de confusión sexual se abre una nueva vía muy esperanzadora para solucionar dichos problemas.

En Aragón podemos considerar que los ataques son producidos por dos generaciones de la plaga cuyos picos vienen a coincidir según climatología para la primera generación, en el mes de mayo y para la segunda, hacia mediados de agosto.

La limitación del uso de difusores de feromona como método de control de las dos generaciones radica en que la garantía de eficacia en la difusión del producto es limitada y para el control de las dos generaciones sería necesaria la colocación de difusores en dos ocasiones, lo cual encarece el método considerablemente. Es por lo que en la estrategia de lucha hemos optado por el uso de biopesticidas en la primera generación y la colocación de difusores de feromona para crear la confusión en la segunda generación.

MATERIAL

Para la realización del ensayo se utilizaron, en la primera generación:

Delfín, de Novartis.

- *Bacillus thuringiensis*, 32 millones U.I./g W.G. a dosis de 700 g/ha y tratamientos aplicados con unos 600-800 litros de agua dependiendo de la vegetación. A fin de disminuir los efectos de degradación de los rayos ultravioletas, se añadió leche desnatada a razón de 500 cc. por 100 litros de agua.
- Formulación desarrollada a partir de la cepa SA-11.

Madex 3, de Agrichem.

- Virus de la Granulosis de la Carpocapsa 3×10^{13} G.V./l. SL. A dosis de 100 cc/ha con 500 gr/hl de azúcar y 500 cc./hl de leche desnatada.

Difusores de feromona para confusión sexual. (En la segunda generación)

- Checkmate de Kenogard (Consep) con ingrediente activo (E.E.)-8-10-Dodecadien-1-ol a razón del 12,36%.
- Materia inerte: 87,64%.
- Colocados a razón de 480 por ha; la dosis recomendada por la empresa es de 300 a 400 por hectárea.

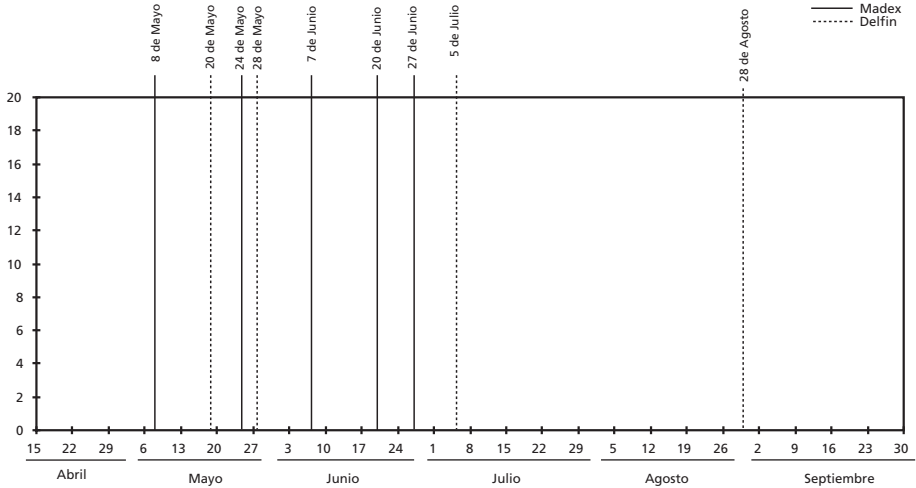
Dos trampas Delta con fondo engomado con feromona de monitorización para seguimiento de la confusión, una en peral, otra en manzano y una más en una plantación próxima para seguir la evolución de la plaga.

MÉTODO

La determinación de la fecha del primer tratamiento se efectúa aplicando el método

conocido como Grados Día, que consiste en efectuar la suma de las temperaturas medias diarias descontando a cada una 10 grados a partir del momento en el que la temperatura media de dos días consecutivos es igual o superior a 15° C. Cuando dicha suma es igual o mayor que 90 se realiza el primer tratamiento, ya que a partir de aquí, puede producirse la eclosión de los huevos de *Carpocapsa*.

En 1997 el primer tratamiento se efectuó el día 8 de Mayo con Madex (Virus de la Granulosis). La estrategia de lucha se realizó de forma que se procuraba distanciar los tratamientos con este producto unos 14 días y entre ambos, realizar un tratamiento con *Bacillus thuringiensis*, de manera que se efectuaron 5 tratamientos con Madex y 4 con Delfin, en las siguientes fechas (Figura 1):



- Madex los días 8 y 24 de mayo y 7, 20 y 27 de junio.
- Delfin los días 20 y 28 de mayo, 5 de julio y 28 de agosto.

La realización de los tratamientos se vio afectada por la elevada pluviometría registrada en la zona durante los meses de mayo y junio. Esta superó el 75% por encima de la media histórica, lo que nos hizo temer por la eficacia de los tratamientos, a pesar de lo cual hemos tenido un buen control.

Durante la segunda generación se colocaron difusores de feromona para confusión sexual el día 7 de julio, siguiendo una tabla del Centro de Protección Vegetal, colocando además difusores en los dos primeros y en los dos últimos árboles de cada fila, y en todos aquellos que forman el perímetro de la parcela, con una separación máxima de 3 metros entre sí.

En total se colocaron 1200 difusores en toda la superficie (2,5 ha), lo que equivale a una densidad de 480 difusores por ha.

La tabla, para su colocación correcta, determina, en función de la densidad de difusores que se desea implantar (500 unidades/ha) y la densidad de plantación establecida (metros entre líneas x metros entre plantas), la pauta a seguir colocando difusores dentro de la línea una vez que el perímetro de la plantación ha quedado debidamente protegido. Igualmente, para que la confusión funcione, es deseable proteger una superficie conjunta de cultivo que establezcamos como mínimo en 2,5 ha. (Tabla 1)

Marco	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	Marco
1.0	1/20*	1/13	1/10	1/8	1/7	10000	10000	10000	1000	1000	1000	100	100	100	10010	10010
1.5	1/13	1/9	1/7	10000	1000	1000	100	10010	10010	10010	1010	1010	1010	1010	1010	1.5
2.0	1/10	1/7	10000	1000	100	100	10010	1010	1010	1010	1010	1010	1010	1010	11010	2.0
2.5	1/8	10000	1000	100	10010	1010	1010	1010	1010	1010	11010	11110	11110	7/8	1111	2.5
3.0	1/7	1000	100	10010	1010	1010	1010	11010	1110	1110	9/10	1111	1111	1111	21111	3.0
3.5	1000000	1000	100	1010	1010	11010	11010	11110	7/8	1111	1111	1111	21111	2111	21211	3.5
4.0	10000	1000	10010	1010	11010	11010	11110	9/10	1111	21111	21111	21111	21111	2111	2121	4.0
4.5	1000	10010	1010	11010	11010	1110	9/10	1111	21111	2111	21211	2121	2121	22221	22221	4.5
5.0	1000	10010	1010	11010	1110	7/8	1111	21111	2111	21211	2121	2121	2221	2222	2222	5.0
5.5	1000	10010	1010	11010	11110	1111	21111	2111	21211	2121	2221	2221	2222	222	32222	5.5
6.0	100	1010	11010	11110	9/10	1111	21111	21211	2121	2221	22221	2222	32222	3222	32232	6.0
6.5	100	1010	11010	11110	1111	21111	2111	2121	22121	2221	2222	2222	32232	3232	32332	6.5
7.0	100	1010	11010	7/8	1111	2111	21121	2121	2221	2222	32222	32332	3232	32332	33332	7.0
7.5	10010	11010	111010	1111	21111	2111	2121	22221	2222	2222	3222	32232	32232	3333	3333	7.5
8.0	10010	11010	1110	1111	21111	21211	21221	22221	2222	32222	32232	32332	3333	3333	43333	8.0

Tabla 1. Feromonas confusión sexual Quan G.m.

Pauta distribución (PD) (Dosis 500 DIF/ha) según marco de plantación

*1 difusor cada 20 árboles.

PD = marco (m²) / 20 (m²).

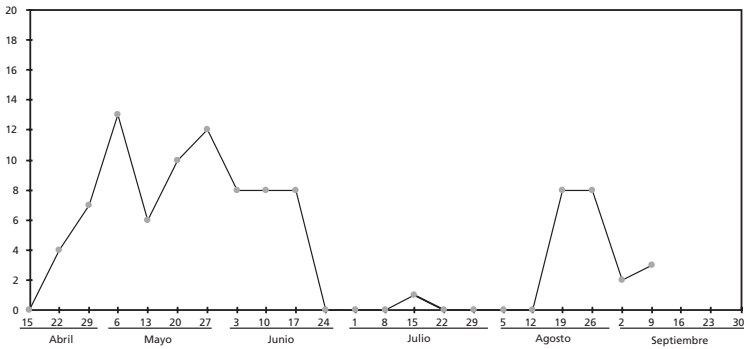
La metodología de trabajo llevada a cabo desde el comienzo de la evolución de la plaga ha sido la siguiente:

En primer lugar, se colocaron las trampas tipo Delta con una cápsula de feromona que se cambió cada 6 semanas, una en el centro de la plantación de manzano (en la zona ocupada por la variedad Reineta) y otra en el centro de la parcela de peral. Dichas trampas se revisaban semanalmente anotando el número de adultos capturados.

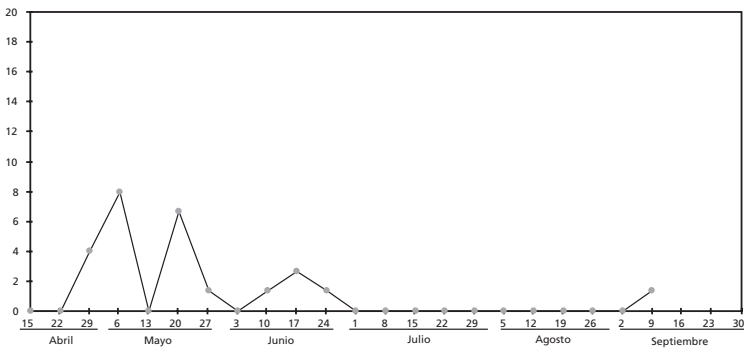
Igualmente, y también con cadencia semanal se efectuaba el control de unos 1000 frutos por hectárea para conocer la incidencia y evolución de los daños de la plaga, recogiendo los frutos que se contaban con daños de Carpocapsa destruyéndolos fuera de la parcela. Consideramos que esta medida es importante para la disminución de la plaga en la segunda generación.

Con los datos aportados por los dos controles, se efectuaban los tratamientos cuando las condiciones climáticas lo permitían.

De éste modo se trazaron las curvas de vuelo en el interior de la parcela (Figuras 2 y 3).

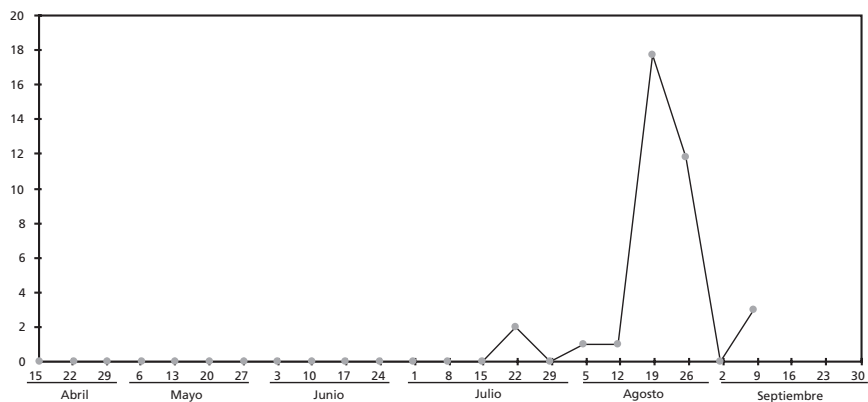


Curva de vuelo de *Cydia pomonella*
 Año 1997
 Finca propiedad de: D. Carlos Pascual.
 Localidad: Pinosoro.
 Nº Capturas/trampa
 Parcela de Manzano
 Trampa dentro de la parcela.



Curva de vuelo de *Cydia pomonella*
 Año 1997
 Finca propiedad de: D. Carlos Pascual.
 Localidad: Pinosoro.
 Nº Capturas/trampa
 Parcela de Peral
 Trampa dentro de la parcela.

Una vez colocada la confusión se estableció otra trampa Delta de monitorización en una parcela próxima (a unos 400 m) para seguir la evolución de la plaga. Si con los difusores colocados, se presentan capturas de adultos en la trampa colocada en el interior de la parcela protegida, la confusión no funciona bien y por lo tanto deberíamos realizar algún tratamiento, preferiblemente de Virus de la Granulosis. Si no tenemos capturas en esa trampa, la confusión funciona bien y no es necesario tratar (ver curva de vuelo fuera de la parcela, Figura 4).



Curva de vuelo de *Cydia pomonella*
 Año 1997
 Finca propiedad de: D. Carlos Pascual.
 Localidad: Pinsoro.
 N° Capturas/trampa
 Parcela de Peral
 Trampa fuera de la parcela.

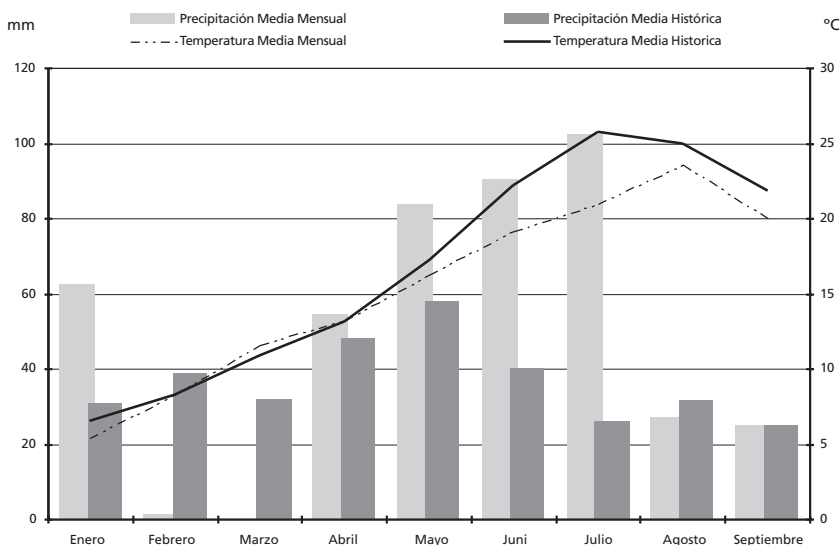
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo comprendido entre la colocación de las trampas Delta de monitorización (15 de abril de 1997) hasta el último conteo efectuado (9 de septiembre de 1997) se realizaron 21 controles de trampas (ver curvas de vuelo) y 19 controles de frutos.

Casi desde los primeros conteos fue patente el paralelismo en las capturas realizadas en las trampas de monitorización situadas en manzano y en peral, así como la gran diferencia existente entre el número de capturas en ambas especies ya que en pera Conferencia se contabilizaban siempre muchas menos que en manzano (ver curvas).

Igualmente, entre las 3 variedades de manzana presentes en la plantación, la mas afectada fue Golden, seguida de Reineta y quizá con menos daños Oregon Spur.

En la última fase del desarrollo del fruto, ya en madurez comercial, se produjo un hecho para el que no hemos encontrado explicación. Se debe a las 8 capturas efectuadas los días 19 y 26 de agosto respectivamente. Los difusores de feromona aseguran la eficacia durante 70 días desde su colocación, pues bien, el tiempo transcurrido desde la colocación hasta el 19 de agosto fue de 43 días. Las condiciones climáticas registradas en ese periodo fueron pluviometrías casi un 400% superior a la normal y con relación a la temperatura pensamos que no ha podido intervenir ya que fue de 1,5°C de media, inferior a la temperatura media histórica y en agosto fue ligeramente superior a la normal (Figura 5).



Con relación a los daños obtenidos sobre la cosecha diremos que el número de frutos recogidos en los controles fue de 498 manzanas, el número de frutos recogidos por el agricultor en el resto de la plantación fue de 600 y el peso y número de frutos aparecidos en la recolección fue de 98 kg, o sea, 490 frutos. Aplicando una media de 200 gramos por fruto a los recogidos en los controles suponen 1098 frutos, o sea unos 220 kg, de modo que el total de fruta dañada fue de 318 kg.

La producción respectiva de las distintas variedades fue:

Oregón Spur 1.475 kg
 Golden Delicious 1.543 kg
 Reineta 5.982 kg
 Total 9.000 kg

$318 / 9.000 = 3,53\%$ de la producción afectada por Carpopcapsa en éste ensayo.

En peral no apareció ningún fruto afectado.

CONCLUSIONES

A pesar de la anomalía surgida en la última fase de cultivo, consideramos que mientras se avanza en el conocimiento y en la aplicación de las feromonas sexuales, la estrategia utilizada en este ensayo de utilizar tratamientos con Virus de la Granulosis y *Bacillus thuringiensis* para el control de la primera generación y el uso de feromonas para el control de la segunda, puede dar resultados satisfactorios, siempre que se efectúen controles periódicos que permitan adoptar medidas, a fin de limitar los daños de la plaga por una falta de control.

La mejora y el incremento de los difusores usados para liberar la feromona, junto con su abaratamiento y el incremento del período de eficacia de las feromonas, podrían ser vías que contribuirían a aumentar la eficacia del control y a reducir el número de tratamientos, disminuyendo así el impacto ambiental y reduciendo los costos que suponen los tratamientos.

Consideramos que los resultados obtenidos son muy satisfactorios y esperanzadores, y que este método aporta una solución viable a los fruticultores ecológicos.

REFERENCIAS

- Alvarez, S. 1988. *El Manzano*. Aedos.
- Belles, X. 1988. *Insecticidas biorracionales*. CSIC; Madrid.
- Bobey, R. y Baggiolini, M. 1989. *La Defensa de las plantas cultivadas: Tratado práctico de fitopatología y zoología agrícola*. 2ª ed. Omega.
- Canovas, A.F. 1993. *Tratado de Agricultura Ecológica*. 1ª Ed. Instituto de Estudios Almerienses.
- Daccordi, M. Triberti, P. y Zanetti, A. 1989. *Guía de Mariposas*. Grijalbo.
- Davies, R. 1989. *Introducción a la entomología*. Mundi-Prensa; Madrid.
- Planes, S. y Carrero, J. M. 1995. *Plagas de Campo*. Mundi-Prensa; Madrid.
- Rodríguez de la Torre, M. 1989. Manejo y control de plagas de insectos. En *Control de plagas de plantas y animales, Vol 3*. Comité sobre plagas de plantas y animales. 1ª Ed. Limusa; México.
- Ronald Carroll C., Vandermeer, J. H. y Rosset, P. 1990. *Agroecology*. Mc Graw-Hill, Nueva York.

Los míridos del G. *Dicyphus* depredadores naturales en el control biológico del cultivo de tomate en invernadero: pautas para la gestión de agroecosistemas

J. Calvillo.

Biohur-Gipuzkoa. Urteaga 23, 20570 Bergara.

ABSTRACT

This work tries to define the conditions in which the appearance of mirids of *Dicyphus* genus happens in protected tomato crops of Basque Country, proposing ways to help his management based in the relationship between natural enemies, vegetation and with the activities carried out in the surroundings of the exploitation.

Parallel surveys of both tomato crop and his surroundings have been conducted in six exploitations. Data about crop growing conditions, land conditioning and management carried out usually by each farmer, presence of pests, diseases and natural enemies, (paying special attention to *Dicyphus* mirids) have been collected in tomato crop. In the surroundings, the vegetation and the management practices carried out have been studied. Also, the present fauna has been sampled using a D-Vac vacuum-net.

It was observed that mirids appearance in crops occurred in May and that their population densities were low. Some releases of chemical treatments, some management actions on the surroundings (clear of scrub and activities on the vegetation) and some

structural peculiarities of the land and glasshouses, are considered as the probably cause of these results. It has been confirmed the strong relationship between mirids population and the status and management of surroundings.

To increase the appearance of mirids, it is proposed to decrease the amount of chemical treatments and to establish measures to help the intercommunication between different zones of the exploitation, like to maintain unaltered vegetation patches. Crop plants like tomato, eggplant, borage, pumpkin and marrow, and weeds of *G. Lamium* and *G. Salvia* are shown good hosts for the *G. Dicyphus*. Therefore, it is proposed to maintain them near crops all along the year.

RESUMEN

El presente trabajo intenta definir las condiciones en las que se produce la aparición de mífidos del *G. Dicyphus* en el cultivo de tomate en invernaderos del País Vasco y propone medidas que favorezcan su manejo basándose en la relación de la fauna auxiliar con la vegetación y con las actividades que se realizan en el entorno de las explotaciones.

Para ello se ha efectuado el seguimiento del cultivo de tomate y el de su entorno en seis explotaciones tomando datos sobre las condiciones de crecimiento del cultivo, preparación del terreno y manejo realizados por cada agricultor, presencia de plagas y enfermedades y aparición de fauna auxiliar, dedicando especial atención a los mífidos del *G. Dicyphus*. También se ha analizado la vegetación existente en el entorno y las prácticas llevadas a cabo para su manejo, muestreando la fauna con una aspiradora D-Vac.

Se ha observado que la aparición de mífidos en los cultivos se da en Mayo y que se presentan en bajas densidades. Se discute como causa la realización de tratamientos químicos, determinadas actuaciones de manejo del entorno (desbroces y actividades sobre la vegetación) y algunas peculiaridades estructurales de los invernaderos y del terreno, confirmándose la fuerte interrelación existente entre la población de mífidos y el estado y manejo del entorno.

Para favorecer la aparición de mífidos en los cultivos se propone la restricción de los tratamientos químicos y las medidas que ayudan a intercomunicar las diferentes zonas de la explotación entre sí y con el entorno natural, como el mantenimiento de zonas intactas de vegetación. Las plantas cultivadas de tomate, berenjena, borraja, calabaza y calabacín, y adventicias del *G. Lamium* y *G. Salvia* se muestran como buenas hospedantes del *G. Dicyphus* y se propone su mantenimiento en las cercanías de los cultivos a lo largo de todo el año.

INTRODUCCIÓN

Hasta la fecha en el estudio y desarrollo de los agroecosistemas se ha priorizado su productividad en detrimento de factores como la sustentabilidad, equidad y estabilidad, con el resultado de haber creado sistemas agrícolas frágiles y desequilibrados y haber perdido su biodiversidad (Labrador y Altieri, 1994). Uno de los componentes del agroecosistema que más ha sufrido ésta pérdida y que además ha sido causa principal de la misma ha sido el control de plagas y enfermedades. Mediante el manejo de la vegetación y el diseño de arquitecturas vegetales específicas se puede llegar al mantenimiento de poblaciones de enemigos naturales o a la aparición de factores disuasorios sobre determinadas plagas (Altieri, 1991). Mediante la diversificación de cultivos y de la vege-

tación circundante los hábitats y los recursos alimenticios se hacen disponibles para una gran diversidad de organismos beneficiosos y se mejora en consecuencia el control biológico de plagas (Altieri *et al.*, 1987).

La rotación de cultivos, las asociaciones, los calendarios de cultivo, etc. son actuaciones agronómicas básicas con un importante papel en el manejo de poblaciones de plagas con vistas a la sustentabilidad del agroecosistema. Al aumentar el equilibrio entre los componentes del mismo y su capacidad de autorregulación se aumenta a su vez su resistencia al ataque de plagas y enfermedades (Altieri y Letourneau, 1982). Con el desarrollo del control integrado y, fundamentalmente, de la agricultura ecológica en el País Vasco se ha puesto de manifiesto la validez de este camino y con el presente estudio se pretende dar un paso más en el mismo.

Antecedentes de control biológico en los invernaderos del País Vasco y justificación del estudio

En 1989 fue realizado el primer estudio en la Lucha Biológica contra la mosca blanca de los invernaderos con la introducción del parasitoide *E. formosa*. El cultivo de tomate en invernadero venía siendo afectado en los últimos años en el País Vasco principalmente por plagas de mosca blanca de los invernaderos (*T. vaporariorum*), pulgones y thrips (el principal de ellos *Frankliniella occidentalis* Perg.). Las experiencias de Control Biológico realizadas desde entonces han tenido como finalidad conocer la problemática existente para poner en práctica métodos de Control Integrado de plagas y enfermedades, fundamentalmente en cultivo de tomate, pimiento y lechuga en invernadero (Calvillo, 1993).

Entre 1989 y 1992 se ha ido ampliando la magnitud y extensión de los estudios realizados, desde los 340 m² de tomate protegido de la primera experiencia hasta los 8800 m² de tomate, lechuga y pimiento bajo plástico de 1992 en Gipuzkoa y Bizkaia.

En dichas experiencias se constató la presencia de depredadores nativos en los cultivos y su frecuencia sugiere la gran influencia que estos pueden llegar a tener para el control natural de la plaga de mosca blanca (Alomar *et al.*, 1991, Malausa *et al.*, 1987). Al disminuir los tratamientos durante la realización de los estudios mencionados se observó el aumento de depredadores naturales, haciéndose evidente la posibilidad de potenciar la fauna nativa y su utilidad (Narzikulov *et al.*, 1984, Wratten, 1987). Los datos obtenidos en estos trabajos muestran la existencia de una rica fauna asociada a los cultivos. En tomate la casi totalidad de ella correspondieron al *G. Dicyphus*.

El papel depredador de los míridos se está evidenciando cada vez más importante en la bibliografía existente, pudiendo suponerse que es un factor fundamental en la variabilidad que se ha observado en la aparición de plagas (Alomar *et al.*, 1991). Dentro de los míridos el *G. Dicyphus* aparece asociado a la mosca blanca y parece tener una gran importancia en su control dentro del ámbito mediterráneo (Gabarra *et al.*, 1988, Malausa *et al.*, 1987).

Los depredadores naturales dependen de una serie de plantas huésped por las que se supone que presentan preferencia y sobre las que pueden vivir en ausencia de los cultivos, lo cual relacionaría la presencia y magnitud de las plagas con el tipo de vegetación existente en torno a los cultivos que fuera capaz o no para albergar una fauna depredadora más o menos importante (Lagerlöf y Wallin, 1988, 1993). Sin embargo, las prácticas agrarias del control integrado insisten en mantener el entorno libre de adventicias como una de las principales medidas profilácticas (Alomar *et al.*, 1989) y carecemos de datos concretos sobre dicha relación, siendo aún una incógnita el papel que juega la planta en muchos casos. El cultivo ecológico por su parte ofrece un ambiente adecuado

para su estudio pero carecemos de experiencias adecuadas en el mismo.

Este contexto ha sido el que nos ha llevado a comenzar el estudio de los factores que intervienen en la dinámica de estos depredadores y de su papel en el control de plagas, relacionando los cultivos y los problemas que estos presentan con su entorno. Este estudio es indispensable para aprovechar el control natural e integrarlo en los métodos de Control de Plagas y Enfermedades. Esto aumentaría su eficacia al aumentar el uso de nuestros propios recursos y facilitaría una gestión adecuada de los recursos agrarios y paisajísticos acorde con el medioambiente.

OBJETIVOS

El objetivo principal del presente estudio es proponer pautas para una gestión agraria más eficaz desde un punto de vista ambiental. Este objetivo se aplica mediante los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar cuantitativa y taxonómicamente las poblaciones de mirdos del G. *Dicyphus* que alberga el cultivo de tomate en invernadero en el País Vasco que puedan encontrarse en condiciones de bajo o nulo tratamiento para ser manejadas en el control de plagas y conocer su ciclo anual.
2. Determinar la taxonomía y cuantificar otros depredadores nativos existentes en dichos cultivos de tomate.
3. Determinar las especies y comunidades vegetales de la Comunidad Autónoma Vasca en las que se hospedan los depredadores nativos con la finalidad de manejarlos y potenciar su actividad.
4. Definir los problemas y poblaciones de plagas en invernaderos del País Vasco.
5. Estudiar los factores que inciden en los puntos anteriores, como son las tareas agrícolas y los cambios en las adventicias y en la vegetación natural y proponer cambios en su manejo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio consta de dos fases. La primera conduce a la determinación de las explotaciones que van a ser objeto de seguimiento y la segunda a la obtención de los resultados propiamente dichos. Los pasos llevados a cabo en la primera fase han sido los siguientes:

- 1- Recopilación y estudio de la bibliografía sobre el tema.
- 2- Elección de las explotaciones mediante encuestas a una serie de agricultores preseleccionados según experiencias previas, utilizando una ficha de datos sobre la explotación.
- 3- Determinación de las comunidades vegetales representativas de la C.A.V. en las que según la bibliografía disponible (Aseginolaza *et al.*, 1989) es posible encontrar las especies supuestamente hospedantes de mirdos y que a su vez conforman un entorno adecuado para albergar dicha fauna
- 4- Estudio de la distribución de las precipitaciones mediante el mapa de isoyetas (I.V.E., 1991).

De este modo se han elegido seis explotaciones localizadas cada una en un entorno vegetal diferente y que representan las diferentes posibles combinaciones de elementos de vegetación del País Vasco (Tabla I). Antzuola, Berrobi y Elgoibar practican la agricultura ecológica, Aulestia la agricultura biodinámica y Mungía y Zabalegi el control integrado.

Localidad	Superficie (m ²)	Cultivo	Variiedad	Nº Plantas	Fecha Trans.
Antzuola	340	Tomate	Ensayo*	738	23-III
		Pimiento	Italiano	102	"
Aulestia	255	Tomate	Indalo	300	22-III
			Ramón	180	"
Berrobi	700	Pimiento	Aitor	240	"
		Tomate	Pampas	453	27-II
			Comet	407	"
		Doge	172	"	
Elgoibar	600	Otros**	-	350 m ²	Enero
		Tomate	Doge	1044	14-III
			Comet	246	"
Hernani (Zabalegi)	340	Pimiento	"Choricero"	678	"
		Tomate	Ramón	480	24-III
(Zabalegi)		Judía verde	Helda	480	"
Mungia	420	Tomate	Royesta	1110	1-IV
		Pimiento	"Choricero"	228	"

Tabla I. Datos de los cultivos sobre los que se ha hecho el seguimiento.

* Es una colección de variedades, algunas autóctonas, objeto de un estudio paralelo. Variedad y nº de plantas: Comet (138), Rambo (138), Loidi (63), Japonés (34), Aziarregi (10), Robin (125), Himar (120) y Santiago (120) (Gimeno y Calvillo, 1994).

** Lechuga, Puerro y Escarola en los pasillos del tomate. Judía verde, Crisantemo, Gladiolo y Ornamental en maceta en el resto del invernadero (350 m²) con diferentes fechas de plantación.

En la segunda fase en cada una de las explotaciones se ha llevado a cabo el seguimiento de un invernadero de tomate y, paralelamente el de su entorno. El método de muestreo utilizado ha sido el seguido en el estudio de los Míridos depredadores en El Maresme (Alomar, 1994):

1- El muestreo en el cultivo se lleva a cabo según el método desarrollado en 1989 en la Escuela Zabalegi (Calvillo, 1989). Para su realización se utiliza una ficha o estadillo en la que se anotan observaciones sobre las poblaciones de mosca blanca y parasitismo por *Encarsia*, datos diversos sobre el cultivo (síntomas de enfermedades, ritmo de crecimiento y estado fenológico), presencia de otras plagas y observaciones sobre poblaciones de míridos y de otros insectos útiles, distinguiendo posibles enemigos naturales. Si es posible éstos se capturan manualmente y el material se recoge en tubos de ensayo herméticos con agua y alcohol al 70% para su determinación taxonómica. En la ficha se dispone de un espacio para observaciones diversas sobre la marcha del cultivo, incluyendo las opiniones del agricultor si procede.

2- En el exterior se ha realizado un seguimiento de la fauna y de la vegetación en torno al invernadero de tomate. Esta tarea requiere la determinación taxonómica de las adventicias. Para ello la mayoría se ha identificado de visu con ayuda de la bibliografía clásica y con el apoyo los pocos datos locales existentes (Ortiz del Portillo, 1979). Los resultados sirven de base al muestreo con la máquina aspiradora de insectos D-Vac. También se realiza un muestreo manual de la fauna. Los ejemplares válidos se conservan en agua con alcohol al 70% en tubos de ensayo herméticos para su posterior estudio y determinación en grupos taxonómicos.

Los míridos del G. *Dicyphus* se agrupan según sus caracteres metronómicos en tres grupos basados en la bibliografía disponible (Wagner, 1952). El resto de la fauna se determina a diferentes niveles taxonómicos según la bibliografía clásica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Vegetación y explotaciones

La población ejerce una fuerte presión sobre el territorio de las provincias de Bizkaia y Gipuzkoa: No se ha encontrado ninguna explotación cuyo entorno no haya sido alte-

rado por el hombre y cuya vegetación actual se corresponda con la potencial.

Las explotaciones están situadas en municipios de muy distinto carácter aunque todos reflejan la fuerte industrialización sufrida por el País Vasco a partir de los años 50 y 60. Sus diferentes situaciones influyen indudablemente en las actividades agrarias que se llevan a cabo diariamente y, en consecuencia, en la vegetación y la fauna que puede encontrarse en sus cultivos. Sólo Aulestia conserva las estructuras agrarias como fundamento de la actividad laboral y se aproxima algo más a la situación natural.

Meteorología

Se han producido dos anomalías importantes a lo largo del año con influencia negativa sobre el cultivo: En abril se produce un descenso anómalo de temperaturas cuya consecuencia más evidente es la ralentización en el desarrollo de las plantas y en Julio se produce una elevación de las temperaturas que afecta al cuajado de los frutos disminuyendo la producción.

RESULTADOS DEL MUESTREO DE LOS INVERNADEROS DE TOMATE

Tratamientos

Los productos utilizados en cada uno de los invernaderos han sido los más habituales, tanto por la cantidad de tratamientos como por el tipo de productos empleados, con excepción de las flores de Bach, que se aplicaron experimentalmente con óptimos resultados. Han sido los siguientes (Se cita la fecha del tratamiento entre paréntesis):

Aulestia: Jabón Chimbo (5-05), Jabón Chimbo y Caldo de *Equisetum* (16-05), Caldo de *Equisetum* y de Ortiga (1-06), Caldo bordelés (21-07).

Berrobi: Rotenona (8-04), Trilone (15-04), Abejorros (*Bombix sp.*) (22-04), Jabón Chimbo (29-04), Caldo bordelés (16-05), Caldo de ortigas y caldo de *Equisetum sp.* (23-05), Flores de Bach (Manzano silvestre, Nogal, Sauce y *Avena sativa*) (6-06), Jabón Chimbo y caldo bordelés (8-07), Cal en polvo (20-08).

Elgoibar: Hormona Supertomat (29-04), Jabón Chimbo, alcohol y Cupravit (Oxicloruro de cobre) (30-04), Caldo bordelés, caldo de ortigas y caldo de *Equisetum sp.* mezclados (20-05), Caldo bordelés y caldo de brotes de tomate mezclados (4-06), Flores de Bach (Manzano silvestre y *Avena sativa*) (13-06).

Mungia: Herbicida (desconocido) (19-05), Karate (31-05), Dursban (Sin datos).

Zabalegi: Mesurol (Metiocarb) (15-04), Confidor 20 LS (Imidacloprid) (14-05).

Se puede considerar que el número de tratamientos es bajo, aún en el caso de las explotaciones que no pertenecen a la agricultura ecológica. En algún caso la comunicación con el agricultor debe ser mejorada ya que carecemos de datos importantes como la fecha e identidad de algunos tratamientos.

Mosca blanca

En la figura 1 se exponen los resultados del conteo de adultos de mosca blanca obtenidos a lo largo del seguimiento. Se han expuesto los datos en escala logarítmica de tal modo que los valores quedan divididos en dos grupos: Por encima y por debajo del umbral de 1 mosca blanca por planta. Para graficar se han eliminado los valores nulos.

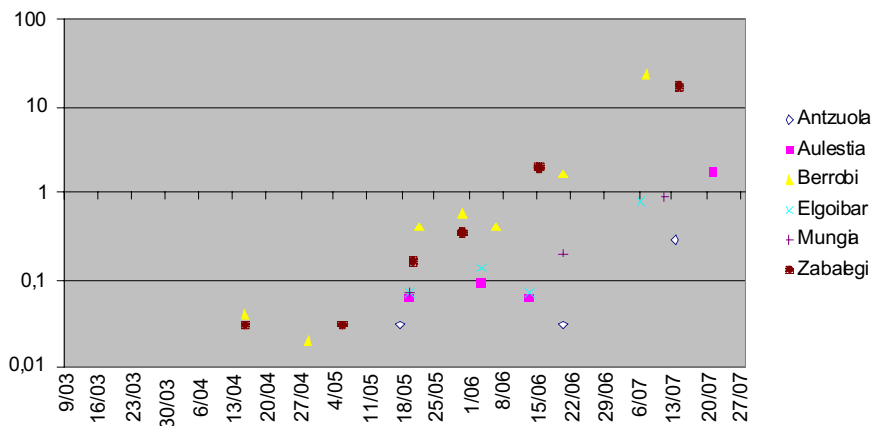


Figura 1. Resultados del conteo de mosca blanca (media de adultos por planta en escala logarítmica).

El nivel de mosca blanca en los cultivos de tomate ha sido bajo en general. Sólo Aulestia, Berrobi y Zabalegi han llegado al umbral de un adulto por planta de media indicado para la introducción de *E. formosa*. Sin embargo este umbral ha sido alcanzado muy tardíamente por lo que no se realizó ningún tratamiento contra la mosca blanca.

Pulgonos

En todos los invernaderos ha habido pulgonos en mayor o menor medida, sobre todo a partir de Abril, pero son los invernaderos de Antzuola, Aulestia y Berrobi los que muestran niveles más elevados. En Berrobi se observan en casi todas las plantas muestreadas (98% el 20-06). Este hecho se corresponde con la cantidad de Negrilla observada en ellos. Los pulgonos han mostrado, como suele ser habitual, síntomas de control natural (sobre todo momias) con los primeros calores del verano. Sin embargo en Berrobi no ha sido suficiente y los tratamientos realizados no han sido efectivos. Finalmente las condiciones meteorológicas y el estado fitosanitario del cultivo parecen haber sido las que han causado su paulatina desaparición. En cuanto a Antzuola y Aulestia debiera haberse hecho un tratamiento a principio de Junio y por no haberlo hecho se han recogido frutos con negrilla. Todos estos datos indican que se trata de un tema no solucionado adecuadamente.

Míridos

La fecha del primer avistamiento en cada localidad es un dato importante que marca el comienzo de la actividad de los míridos. Para cada invernadero es la siguiente: Zabalegi (20-05), Antzuola (20-06) y Berrobi (ninfas) (20-06), Aulestia (21-07) y Mungia (12-08). En Elgoibar no se observaron en tomate.

Cuando se observa primero una ninfa debemos suponer la presencia de los insectos adultos en el cultivo desde bastante antes. Sin embargo, según muestran los datos de otras explotaciones y de otros años (Calvillo, 1993), los míridos presentan densidades de población muy bajas en estas fechas y su proliferación se da tardíamente, aumentando la probabilidad de observar ninfas antes que adultos.

Para el País Vasco las referencias más tempranas disponibles en la bibliografía son las siguientes: 12-05-92 en pimiento en Larrauri (entre Mungia y Bakio), 12-06-89 en Zabalegi (ninfas), 14-06-90 en Morga (entre Mungia y Gernika) (ninfas), 25-06-92 en pimiento en Mungia, 18-07-90 en tomate en Mungia (ninfas) y 5 de Julio de 1991 en tomate en Azpeitia (Gipuzkoa) (Calvillo, 1993, Calvillo, 1991a).

Comparando con estos datos se pueden considerar tardíos los primeros avistamientos de Aulestia y de Mungia. Ésta explotación parece tener un largo historial de presencia tardía de estos insectos en sus cultivos: sus primeros avistamientos de adultos han sido 1-08 en tomate en 1991, 30-07 en pimiento en 1992 y 26-07 en tomate en 1990 (Calvillo, 1991b, 1993).

Los factores causantes principales son sin duda la climatología local y las actividades realizadas en el cultivo y su entorno. Más adelante discutiremos el efecto del entorno y de las plantas que en él se encuentran. En climas más benignos otros autores dan fechas de primera aparición anteriores: Abril-Mayo en Liguria (Petacchi y Rossi, 1991) y Mayo, tanto para adultos como ninfas, en El Maresme (Alomar *et al.*, 1991). Y la influencia de los tratamientos sobre la fauna benéfica es fundamental (Hassan *et al.*, 1991, Ledieu, 1982). Un ejemplo de ello es que tras la primera observación hecha en Zabalegi dejan de observarse durante más de un mes, muy posiblemente debido al tratamiento químico realizado por esa fecha, además de los problemas de manejo derivados del drenaje incorrecto en ese invernadero. Por otra parte Mungía tiene también un amplio historial de tratamientos químicos en sus cultivos (Calvillo, 1993).

En Elgoibar no se observa ningún ejemplar en el cultivo de tomate del seguimiento. Se observa uno por primera vez el 7-IX, en una planta adventicia en el borde del cultivo. Otro ejemplar es capturado en la parte alta de la explotación (Elgoibar II), este sí en tomate, en el cultivo tardío recientemente trasplantado. Estos datos corroboran la fuerte influencia ambiental sobre la aparición de los insectos en los invernaderos y la importancia que tiene la presencia de otros cultivos fuera de los invernaderos del seguimiento. Esta conclusión se ve corroborada más adelante cuando se discuten los resultados generales del *G. Dicyphus*.

RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL ENTORNO DE LOS INVERNADEROS

Descripción de la vegetación del entorno de los invernaderos del seguimiento

Como consecuencia de la prospección de las cercanías del cultivo se han definido los siguientes tres tipos de vegetación, expuestos a continuación por grupos, que han servido de base a los muestreos en el exterior de los invernaderos.

Grupo A: Cultivos: Este grupo lo forman los cultivos principales presentes en el entorno durante el seguimiento realizado en el de tomate.

Grupo B: Vegetación permanente: En este grupo se incluye la vegetación circundante del entorno próximo de los invernaderos que no varía con las actividades culturales al encontrarse fuera del alcance o de las necesidades de terreno del agricultor. Se incluyen plantas del interior de los invernaderos que han sido plantadas expresamente para cumplir una función acompañante, como p. ej. algunas aromáticas.

Grupo C: Vegetación transitoria-adventicias: Se trata de plantas asociadas a los cultivos, que crecen en ellos y cuyo periodo vegetativo depende de la duración de éste y termina cada vez que se vuelve a roturar el suelo, ya sea para eliminarlas durante el normal desarrollo del periodo de cultivo, ya sea al haber finalizado este y disponerse el terreno para recibir el siguiente. En este grupo se incluyen plantas de cultivo que germinan o crecen espontáneamente entre las plantas de otro cultivo diferente. Se consideran también adventicias y como tales suelen ser retiradas.

Las adventicias encontradas no varían grandemente entre una explotación y otra, pero en cada una son más abundantes unas que otras:

- * G.C-1. Antzuola. Gramíneas, *Ranunculus sp.*, *V. persica* Poir., Compuestas, *Stellaria media* Vill., *Verbena officinalis* L., *C. bursa-pastoris* Moench., *M. officinalis* Lam., *Salvia sp.*, plántulas de tomate, calabaza y calabacín.
- * G.C-2. Aulestia. Gramíneas, *S. media* Vill., *Amarantus retroflexus* L., *U. dioica* L., calabaza.
- * G.C-3. Berrobi. *C. bursa-pastoris* Moench., *V. persica* Poir., *Euphorbia sp.*, Compuestas, *Ranunculus sp.*, *S. media* Vill., *M. officinalis* Lam., borraja, lechuga.
- * G.C-4. Elgoibar. Gramíneas, *Oxalis sp.*, *A. retroflexus* L., *S. media* Vill.
- * G.C-5. Mungia. *Fumana sp.*, *M. officinalis* Lam., *S. media* Vill., *Taraxacum sp.*, *Ranunculus sp.*, *Lamium sp.*
- * G.C-6. Zabalegi. *Rumex sp.*, Compuestas.

En resumen, encontramos en muy pocos metros cuadrados una gran variedad de cultivos y un entorno vegetal bien conservado. Esto nos proporciona una alta diversidad y oportunidades para observar el movimiento de los insectos. En el caso de los *Dicyphus* podemos observar con un muestreo muy localizado cuáles son sus hospedantes alternativos cuando se retira el cultivo de tomate, ya que se encuentran muchos posibles en sus proximidades.

Plantas hospedantes de *Dicyphus*

De las 31 muestras que contienen *Dicyphus* 12 han sido tomadas sobre plantas de tomate del seguimiento efectuado (30 individuos adultos), una en tomate tardío (un adulto) y otra sobre plántulas de tomate de crecimiento espontáneo en el cultivo de lechuga (6 adultos). A estos resultados hay que añadir una buena cantidad de móridos *Dicyphus* observados en el mismo durante los conteos que no han sido capturados. De estos resultados deducimos que la principal planta hospedante durante el presente estudio ha sido el tomate.

Otras plantas de cultivo sobre las que se han tomado numerosas muestras con *Dicyphus* han sido:

- calabaza (6 muestras con 22 adultos, dos de ellas con 12 adultos acompañadas por grosella),
- borraja (3 muestras con 3 adultos),
- vaina (una muestra con un adulto),
- crisantemo (una muestra con 3 adultos),
- calabacín espontáneo al aire libre (una muestra con un adulto),
- berenjena (una muestra con un adulto) y
- estaquillas portainjerto de manzano (una muestra de un adulto), aunque ésta estaba acompañada de una compuesta no determinada. Otras muestras de manzano no contienen *Dicyphus*, ni tan siquiera otra fauna ocupante, por lo que podríamos deducir que en este caso la planta huésped era la compuesta y no el manzano.

Entre las plantas no cultivadas también se han encontrado *Dicyphus* en *Lamium sp.* (3 muestras con 9 adultos). En una de las muestras se encuentra con las mencionadas plántulas de tomate del cultivo de lechuga y con *Salvia* y *Stellaria*.

Vemos que el tomate es una planta muy importante dentro del ciclo anual de este insecto. Concentra una gran población de su principal presa, la mosca blanca, y ocupa el terreno durante un amplio período del año.

La calabaza, el calabacín y la borraja pueden jugar un papel importante, dependiendo de su presencia en la explotación. Son plantas muy fáciles de encontrar durante todo el año en casi todas las explotaciones, dado que brotan espontáneamente con gran

facilidad en cualquier esquina y son respetadas por el agricultor, en algunos casos para obtener semilla de ellas, en otros por considerarlas de cierto valor. Cabe destacar que en Zabalegi se intenta seguir a rajatabla las medidas profilácticas en torno a los cultivos aconsejadas en el Control Integrado y que no se permite el rebrote ni el crecimiento de ninguna adventicia. Sin embargo en casi todas las explotaciones de agricultura ecológica, y en todas las englobadas por este estudio, se ha podido encontrar alguna planta de calabaza, calabacín o borraja creciendo abandonada en alguna esquina.

En cuanto a las plantas no cultivadas es difícil sacar conclusiones determinantes debido a la escasez tanto de muestras como de plantas en las que han sido observados ejemplares de *Dicyphus*, aunque es manifiesto el importante papel de las labiadas del *G. Lamium* y posiblemente del *G. Salvia* como hospedantes de estos insectos. Por tanto, cabe decir lo mismo que para las plantas cultivadas que crecen espontáneamente en los márgenes: debemos valorar cuidadosamente su eliminación. Si entre las adventicias se encuentran plantas silvestres del *G. Lamium* o *Salvia*, o plantas de cultivo como el tomate, el calabacín o la borraja, al eliminarlas podemos perder un recurso que ayuda a actuar contra la mosca blanca.

Resultados generales sobre la captura de *Dicyphus*

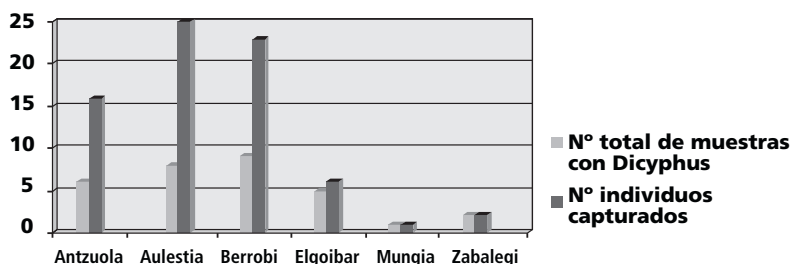


Figura 2. Resultado del conteo de míridos

Los resultados generales indican un mayor número de muestras con *Dicyphus* tomadas en Berrobi, Aulestia y Antzuola y un mayor número de individuos capturados en Aulestia, Berrobi y Antzuola (Figura 2). El número mayor de ejemplares por muestra sigue un orden parecido: Aulestia, Antzuola y Berrobi. La primera deducción que podemos hacer de estos resultados es que las explotaciones de agricultura ecológica presentan una población mayor de míridos.

Analizados los resultados con detalle se ve la importancia que tiene el entorno de los invernaderos de cara a la colonización de los cultivos de tomate por parte de los míridos. Aulestia y Antzuola tienen cultivos que albergan míridos cerca del tomate y realizan un manejo del entorno adecuado en este sentido, conservando plantas que pueden hacer de puente entre un cultivo y otro (Labiadas y plántulas de tomate). Las prácticas bajo la denominación ecológica favorecen la aparición de míridos en ellos.

Mungia y Zabalegi se situarían en el extremo opuesto con tratamientos químicos que han afectado las poblaciones de insectos en general y con un manejo del entorno más “aséptico”, que ofrece menos refugio a los míridos, los cuales aparecen más tardíamente en el cultivo y en bajo número. En el exterior deben buscar plantas en zonas que no se desbrozan tan frecuentemente, como la parcela de estacas de manzano de Zabalegi.

Entre ambos extremos se sitúan Berrobi y Elgoibar, explotaciones en las que observamos algunos efectos del aislamiento del cultivo del resto de la explotación. En Elgoibar por su localización en una hondonada alejada del resto de cultivos y en Berrobi por

tratarse de un invernadero cerrado de cristal, los resultados respecto a la captura de *Dicyphus* no han sido satisfactorios. Con esto vemos que la práctica de la agricultura ecológica no es determinante en los resultados: explotaciones que realizan agricultura ecológica en un entorno altamente humanizado o industrializado, o bajo condiciones particulares (como las de Elgoibar y Berrobi), pueden carecer de una población importante de fauna auxiliar.

En cuanto a las condiciones de hibernación de los míridos, con los datos disponibles no podemos precisar con exactitud en qué forma y en qué plantas se produce, pero la dinámica observada de aparición tardía en el tomate y sus preferencias por plantas de cultivo que surgen espontáneamente, nos indican que su actividad y densidad disminuye en extremo y que deben estar supeditadas a las plantas mencionadas. Cuando la plaga abunda en el cultivo alcanzan niveles suficientemente elevados en él. No hemos llegado a observar daños en el cultivo debidos a los míridos tal como refleja la bibliografía que se producen (Alomar *et al.*, 1994).

Fauna asociada al cultivo

En el análisis de la fauna capturada en el entorno del cultivo llama la atención el alto número de ejemplares encontrados en algunas de ellas contrastando con su total ausencia en otras. Se han tomado muestras con gran cantidad de taxones diferentes y un alto número de individuos en Mungía, Berrobi y Antzuola. Las únicas muestras sin ningún ejemplar de los taxones estudiados pertenecen a Elgoibar, Mungia y Zabalegi. Los datos obtenidos no son suficientes por sí mismos para determinar el valor agroecológico de las explotaciones ni para concretar los grupos de vegetación que pueden ser beneficiosos. En este sentido se hace necesario un estudio más profundo y completo.

Se ha buscado una posible relación entre la fauna diversa capturada en cada explotación y las capturas de *Dicyphus* pero ésta no parece existir. Podría decirse que la planta hospedante no es en sí misma determinante, sino que el entorno en que se encuentra hace de ella que sea un hospedante adecuado o no para la fauna del mismo.

CONCLUSIONES

1. La población ejerce una fuerte presión sobre el territorio de las provincias de Bizkaia y Gipuzkoa y las explotaciones se encuentran en un entorno alterado por la actividad humana, con vegetación actual diferente de la potencial.
2. El número de tratamientos aplicados al cultivo de tomate es bajo.
3. Han aparecido muy pocos problemas con la mosca blanca. Sólo supera el umbral de 1 adulto por planta en Aulestia, Berrobi y Zabalegi. No se realiza ningún tratamiento contra ella.
4. La plaga principal han sido los pulgones y su tratamiento no ha sido adecuado en los invernaderos de agricultura ecológica con excepción de Elgoibar. Es un tema pendiente en las explotaciones de éste tipo.
5. La aparición de los míridos en el cultivo se da en Mayo-Junio. Comparando con la bibliografía consultada se puede considerar tardía. Parece confirmarse la influencia de los tratamientos químicos en estos resultados.
6. La población de míridos del G. *Dicyphus* es mayor en las explotaciones del seguimiento con Agricultura Ecológica, pero este hecho no es determinante, como observamos en Elgoibar y en Berrobi, donde las condiciones particulares han sido limitantes para la misma.
7. Las plantas que utilizan los *Dicyphus* para completar este ciclo son mayoritariamente de cultivo. En el seguimiento la principal ha sido el tomate, donde encuentran mosca blanca, que constituye su presa preferente. Otras plantas cultivadas impor-

tantes son la calabaza y el calabacín, la borraja, la berenjena y el crisantemo, este último en el caso en que la población de *Dicyphus* sea abundante. Entre las plantas no cultivadas son importantes las del *G. Lamium* y del *G. Salvia*. Estas plantas constituyen un valioso recurso en la lucha contra la mosca blanca.

8. El número de míridos y de otra fauna en los cultivos va aumentando desde Junio conforme va pasando el año y es máximo a la entrada del otoño. El cultivo de tomate actúa como atrayente de los mismos. En su alrededor se encuentran en muy baja densidad.
9. La eliminación de las plantas hospedantes del *G. Dicyphus* que crecen en los márgenes del cultivo y alrededores del invernadero son medidas que perjudican al control natural de plagas en invernadero.
10. Más que la presencia de unas plantas concretas, parece que es el entorno en condiciones naturales, con vegetación permanente conservada y libre de actividades antrópicas perniciosas, el que condiciona favorablemente la aparición de fauna en los cultivos.
11. Se proponen como medidas para favorecer la aparición de míridos y de otra fauna beneficiosa las siguientes:
 - Control estricto de los tratamientos, evitándolos a partir de Julio, siempre que sea fitosanitariamente posible.
 - Respeto absoluto de la vegetación del entorno si en ella se encuentran plantas hospedantes de míridos: plántulas de tomate, borraja, berenjena, calabaza y calabacín, y plantas del *G. Lamium* y del *G. Salvia*.
 - Mantener algunas zonas permanentemente con vegetación en el entorno de los invernaderos.
 - Evitar el aislamiento de un cultivo o de una parte de la explotación, con medidas que ayuden a interconectar toda la explotación y sus recursos. Manejar la explotación como un todo y favorecer la conexión con su entorno.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido extraído de la Tesis de Máster “Papel de los depredadores naturales en el control biológico de cultivos de tomate en invernadero: Pautas para la gestión de agroecosistemas”, realizada con una beca de la Fundación Cándido Iturriaga-María Dañobeitia para ser presentada en el Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza y ha contado con el apoyo de la Asociación de Agricultura Ecológica Biotur-Gipuzkoa. El autor quiere agradecer a estos tres organismos su ayuda al proyecto. Igualmente a todas las personas que han puesto su granito, o grano, de arena durante estos años.

REFERENCIAS

- Alomar, O. 1994. Els mírids depredadors (Heteroptera: Miridae) en el control integrat de plagues en conreus de tomàquet. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.
- Alomar, O., Adillon, J., Bordas, E., Castañé, C., Gabarra, R. y Albajes, R. 1989. Prácticas culturales de control integrado en invernaderos. Hojas Divulgadoras 11/89. M.A.P.A., Madrid.
- Alomar, O., Castañé, C., Gabarra, R., Arnó, J., Ariño, J. y Albajes, R. 1991. Conservation of native mirid bugs for biological control in protected and outdoor tomato crops. En *Integrated control in protected crops under Mediterranean climate, Allassio (Ital.) 29 Spt.-2 Oct. 1991*. Bol. SROP/WPRS 14/5: 33-42.
- Alomar, O., Goula, M. y Albajes, R. 1994. Mirid bugs for biological control. Identification, Survey in Non-cultivated winter plants, and colonization of tomato fields. En *Integrated control in protected crops under Mediterranean climate, Lisboa, 21-23 Sept. 1994*.

Bol. SROP/WPRS 17(5): 217-233.

- Altieri, M. A. 1991. Increasing biodiversity to improve insect pest management in agroecosystems. En *Biodiversity of microorganisms and invertebrates: its role in sustainable agriculture. Proceedins of the First Workshop on the Ecological Foundations of Sustainable agriculture 26-27 July 1990* (Hawksworth, D.L., ed.) W.E.F.S.A. 1: 165-182. Londres.
- Altieri, M. A., Norgaard, R. B., Hecht, S. B., Farrell, J. G. y Liebman, M. 1987. Agroecology. The scientific basis of alternative agriculture. Intermediate Technology Publications, London.
- Altieri, M. A. y Letourneau, D. K. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection*, **1**: 405-430.
- Aseginolaza, C., Gómez García, D., Lizaur, X., Montserrat, G., Morante, G., Salaverría, M.R. y Uribe-Echebarría, P. M. 1989. Vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Gobierno Vasco, Dep. de Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente, Serv. Central de Publics (ed.). Vitoria-Gasteiz.
- Calvillo, J. 1989. Determinación de la eficacia del parasitoide *Encarsia formosa* Gahan (Hym. Aphelinidae) en la lucha biológica contra poblaciones de mosca blanca *Trialetrodes vaporariorum* Westw. (Hom. Aleyrodidae) en invernadero. Informe final del trabajo realizado para el Dep. Agric. y Pesca del Gobierno Vasco. 61 pp.
- Calvillo, J. 1991a. Azpeitiako tomate-negutegi batean *Encarsia formosa* Gahan. parasitoidearen bidez negutegien euli zuria *Trialetrodes vaporariorum* Westw. kontrolatzeko aplikazio-entseia. Informe del trabajo realizado para la Diputación Foral de Gipuzkoa. 27 pp.
- Calvillo, J. 1991b. Aplicación del parasitoide *Encarsia formosa* Gahan. (Hym. Aphelinidae) contra la mosca blanca de los invernaderos *Trialetrodes vaporariorum* Westw. (Hom. Aleurodidae) en Bizkaia: temporada 1991. Informe del trabajo realizado para la Diputación Foral de Bizkaia.
- Calvillo, J. 1993. Seguimiento de plagas y enfermedades en cultivos de lechuga, tomate y pimiento bajo invernadero en Bizkaia durante 1992. Informe final de los trabajos realizados para la Diputación Foral de Bizkaia. 133 pp.
- Gabarra, R., Castañé, C., Bordás, E. y Albajes, R. 1988. *Dicyphus tamaninii* as a beneficial insect and pest in tomato crops in Catalonia, Spain. *Entomophaga*, **33(2)**:219-228.
- Gimeno, C. y Calvillo, J. 1994. Colección de tomates en cultivo ecológico en invernadero. En I Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, *Prácticas ecológicas para una agricultura de calidad*, Toledo, 28-29/IX/1994. Consejería de Agric. y Medio Ambiente de Castilla-La Mancha (ed.).
- Hassan, S. A., Bigler, F., Bogenschuetz, H., Boller, E., Brun, J., Calis, J. N. M., Chiverton, P., Coremans-Pelseneer, J., Duso, C., Lewis, G. B., Mansour, F., Moreth, L., Oomen, P. A., Overmeer, W. P. J., Polgar, L., Rieckmann, W., Samsoe-Petersen, L., Staeubli, A., Sterk, G., Tavares, K., Tuset, J. J. y Viggiani, G. 1991. Results of the fifth Joint Pesticide Testing Programme carried out by the IOBC working group, Pesticides and Beneficial Organisms. *Entomophaga*, **36**: 55-67.
- Instituto Vasco de Estadística. 1991. Euskal urtekari estatistikoa 1990. Eustat, Vitoria-Gasteiz, 653 pp.
- Labrador, J. y Altieri, M. A. 1994. Manejo y diseño de sistemas agrícolas sustentables. Hojas Divulgadoras 6-7/94. MAPA, Madrid.
- Lagerlöf, J. y Wallin, H. 1988. Cropping systems, field margins and invertebrate fauna in Swedish agriculture. *Intecol Bull. (Ecol. Inst.)*, **16**: 55-59.
- Lagerlöf, J. y Wallin, H. 1993. The abundance of arthropods along two field margins with different types of vegetation composition: an experimental study. *Agric. Ecosystems and Environm.*, **43**: 141-154.
- Ledieu, M. S. 1982. Integration of pesticides with natural enemies. Glasshouse Crops Research Institute.
- Malausa, J. C., Drescher, J. y Franco, E. 1987. Perspectives for the use of a predaceous bug *Macrolophus caliginosus* Wagner (Hemiptera: Miridae) on glasshouse crops.

- IOBC/WPRS Bull.*, **10(2)**: 106-107.
- Narzikulov, M. N., Akhmedov, A. A., Bazarov, B. B. y Sharipov, M. 1984. Fewer treatments-more natural enemies. *Zashchita Rastenii*, 1: 31-32.
- Ortiz del Portillo, P. 1979. El cultivo de las huertas vizcaínas. *Temas Vizcaínos, Serie naranja*, año IV, nº46. Caja de Ahorros Vizcaína.
- Petacchi, R. y Rossi, E. 1991. Prime osservazioni su *Dicyphus (Dicyphus) errans* (Wolff) (Heteroptera Miridae) diffuso sul pomodoro in serre della Liguria. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*, **23(1)**: 77-86.
- Wagner, E. 1952. Zur Systematik der Gattung *Dicyphus* (Hem. Het., Miridae). En: *Commentationes Biologicae Societas Scientiarum Fennica*, Helsingfors, XII, 6, 36 pp.
- Wratten, S. D. 1987. The effectiveness of Native Natural Enemies. En: *Integrated Pest Management*. (Burn, A.J., Coaker, T.H., Jepson, P.C., eds.): 89-112. Academic Press.

Uso de la termoterapia para el control de la podredumbre negra de la chufa (*Cyperus esculentus* L.) causada por *Rosellinia necatrix* Prill

J. García-Jiménez, A. Vicent, J. Busto, M. J. Moya, R. Sales y J. Armengol.
Patología Vegetal. Departamento de Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n. 46022. Valencia.

ABSTRACT

Over the past 5-7 years, a new tuber rot of *Cyperus esculentus* L. caused by *Rosellinia necatrix* Prill. have been observed near Valencia in eastern Spain. Previous studies showed that the optimum «in vitro» growing temperature for the isolates of this fungus was 23°C, finished at 32°C and the isolates died after 6 days at 35°C. This result showed the possibility to use thermotherapy to cure affected tubers. A method to eradicate the fungus maintaining the viability of the tubers has been prepared; tubers were soaked in water 10-15 h and heated in hot water at 53°C during 20-30 minutes. Then they were placed in cool water during 30 minutes and sown in the fields.

A thermotherapy machine prepared to process a big amount of tubers was used in 1997. No disease incidence was detected on fields sown with treated tubers, and the production levels were completely normal. This method is already used by several farmers.

RESUMEN

En los últimos 5-7 años se ha detectado una incidencia cada vez mayor en el cultivo de la chufa de la enfermedad denominada «podredumbre negra» causada por *Rosellinia necatrix*. Estudios previos mostraron que el óptimo de crecimiento «in vitro» de los aislados de este hongo se situaba en 23°C, cesaba a 32°C y los aislados morían tras 6 días a 35°C. Ello hizo pensar en la posibilidad de saneamiento de los tubérculos afectados mediante termoterapia. Tras varios ensayos preliminares en laboratorio se ha puesto a punto un método que destruye el hongo dejando intacta la viabilidad de los tubérculos: antes de la plantación los tubérculos se mantienen en remojo en agua durante 10-15 horas y se tratan con agua caliente a 53°C durante 20-30 minutos. A continuación se enfrían en agua a temperatura ambiente durante unos 30 minutos y se procede a la plantación en el terreno definitivo. En la campaña de 1997 fue utilizada una máquina preparada para tratar grandes cantidades de tubérculos por termoterapia. En las zonas plantadas con tubérculos tratados, la incidencia de la enfermedad fue nula, con unos niveles de producción completamente normales. Este método ya está siendo utilizado extensivamente por diversos agricultores.

INTRODUCCIÓN

La podredumbre negra o «alquitranat» de la chufa (*Cyperus esculentus L.*) es una enfermedad criptogámica que viene presentándose con una intensidad creciente desde hace unos seis o siete años en la comarca de L'Horta Nord de Valencia, resultando ser en la actualidad el principal problema patológico de este cultivo (Busto, 1997; García-Jimenez *et al.*, 1997; García-Jimenez *et al.*, 1998; Vicent, 1998).

La sintomatología característica de esta enfermedad es la aparición en las parcelas afectadas de unos rodales, situados en algunos casos cerca de las bocas de riego, en los que las plantas de chufa presentan una senescencia prematura. Si se levanta la parte aérea de la planta se observa un micelio blanquecino que recubre toda la superficie del caballón y al arrancar las plantas sus raíces aparecen totalmente colonizadas por este micelio. Los tubérculos adquieren una coloración negruzca, que da nombre a la enfermedad, iniciándose ésta en las estrías transversales que forman los nudos para finalmente en un estado más avanzado de afección recubrir toda la superficie del tubérculo. El interior de éste adquiere un aspecto acorchado y una tonalidad parduzca unido a una sustancial pérdida de peso del mismo.

El agente causal de esta enfermedad es *Rosellinia necatrix* Prill, un hongo del suelo extramadamente polífago con un rango de hospedantes superior a las 170 especies vegetales, principalmente de carácter leñoso.

La característica que ha determinado la diseminación de la enfermedad es la capacidad de flotación que adquieren los tubérculos con un alto grado de afección, que como se ha citado anteriormente pierden gran parte de su peso. Un primer medio de dispersión de la enfermedad fueron los vertidos de chufas afectadas desde los canales de los lavaderos a la red de riego, de ahí la presencia de rodales en las parcelas en los alrededores de las bocas de riego. Esto ya ha sido solucionado con la instalación en dichos lavaderos de varios mecanismos que eliminan los tubérculos separados por flotación. Un segundo medio de dispersión de la enfermedad lo constituyen los tubérculos que, al presentar un menor grado de afección, permanecen sumergidos en el agua y pasan a formar parte del material de plantación utilizado en la campaña siguiente. La selección visual realizada tradicionalmente por los agricultores no es suficiente para garantizar que el material de propagación esté libre de *R. necatrix* ya que tubérculos en un estado inicial de afección pueden no presentar síntomas externos pero posteriormente en campo se comportan como focos de la enfermedad.

La gravedad de la enfermedad ha creado la necesidad de diseñar un sistema que permita a los agricultores disponer de un material de plantación libre de *R. necatrix* para de este modo tener controlados sus dos medios de dispersión en la comarca. De los estudios realizados por Szejnberg *et al.* (1987) se sabe que *R. necatrix* es un hongo muy sensible a las altas temperaturas: los autores obtuvieron una mortalidad del 50-100% de los aislados de *R. necatrix* sometidos a una temperatura de 38°C durante 4 horas. Esto nos indujo a pensar en la posibilidad de utilizar la temperatura para sanear el material vegetal de propagación mediante la puesta a punto de un sistema de tratamiento por termoterapia.

PARTE EXPERIMENTAL

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL CRECIMIENTO DE *Rosellina Necatrix*

Para comprobar la influencia de las altas temperaturas sobre los aislados españoles de *R. necatrix* se decidió establecer el crecimiento en placa del hongo a distintas tempe-

raturas, comparando los aislados obtenidos de chufa con algunos procedentes de otras especies vegetales.

Material y métodos

Aislado Nº	Hospedante	Origen
1	chufa	Alboraia
2	chufa	Alboraia
3	chufa	Alboraia
4	chufa	Alboraia
5	ciruelo	Benejama (Alicante)
6	aguacate	CECT 2817

Tabla 1. Aislados de *R. necatrix* utilizados en el ensayo de crecimiento en función de la temperatura.

En la Tabla 1 se indica el hospedante y lugar de origen de los aislados de *R. necatrix* utilizados en este ensayo.

Cada uno de estos aislados se hizo crecer en placas Petri con medio de cultivo Patata Dextrosa Agar (PDA): el hongo se sembraba puntualmente en el centro de la placa y se incubaba en estufa en oscuridad a las temperaturas de 8°C, 11°C, 14°C, 17°C, 20°C, 23°C, 26°C, 29°C, 32°C y 35°C. Para cada una de estas temperaturas se realizaron cinco repeticiones (placas por aislado).

Las observaciones se llevaron a cabo a los seis días de la siembra, midiendo el crecimiento diametral (en mm) en cada placa. Para ello de cada una de las placas se realizaban dos mediciones correspondientes a los diámetros de crecimiento miceliar del hongo, tomados sobre dos ejes perpendiculares que habían sido señalados previamente en la base de la placa, obteniéndose el valor medio de los diez diámetros (dos por placa) medidos para cada aislado. Con estos datos se pudo determinar, la velocidad de crecimiento radial de cada aislado según la fórmula:

$$VCR = \frac{D/2}{N}$$

Donde: VCR: Velocidad de crecimiento radial (mm)
 D: Diámetro medio
 N: 6 (días)

Resultados y discusión

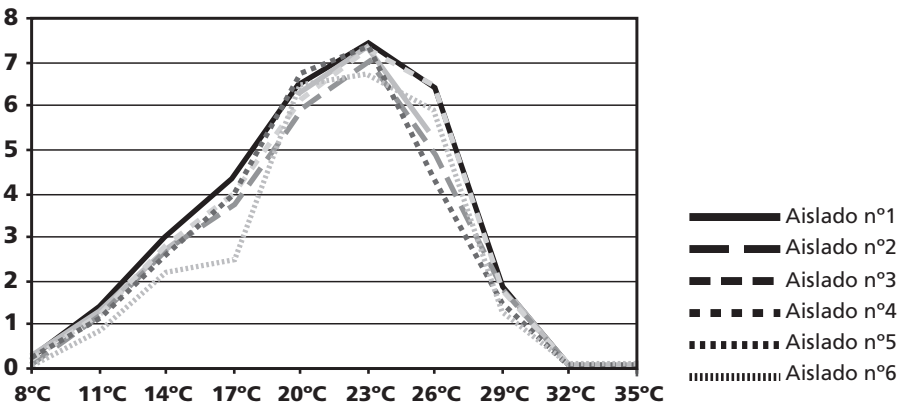


Figura 1. Crecimiento radial diario de distintos aislados de *R. necatrix* a distintas temperaturas.

Los valores medios del diámetro de la colonia para cada aislado y temperatura aparecen en la Figura 1.

Puede apreciarse en la Figura 1 que todos los aislados, independientemente de su origen tienen un comportamiento similar, con una temperatura mínima para su desarrollo de aproximadamente 8°C, un máximo a 23°C, cesando su desarrollo a 32°C.

A fin de estudiar la supervivencia del hongo a altas temperaturas, las placas sometidas a 32°C en oscuridad durante 6 días y en las cuales no se había observado crecimiento se sometieron a ciclos alternantes de 12 horas de luz (mezcla luz día- NUV Sylvania F40-BLB) y 12 horas de oscuridad a 25-27°C. Tras tres días en estas condiciones se observaba desarrollo del hongo en todas las placas, señal de que el hongo no había muerto.

El mismo proceso se siguió con las placas sometidas a 35°C. En este caso ya no se observó crecimiento incluso después de diez días a 25-27°C, por lo tanto se podría concluir que todos los aislados mueren a esta temperatura.

Para aseverar esta afirmación, se hizo crecer el hongo en las condiciones anteriores durante seis días a 25-27°C, transcurridos los cuales se señaló en las placas el avance del crecimiento miceliar del hongo, y se introdujo en la estufa a 35°C. Tras seis días en la misma no se vio una reanudación del crecimiento, incluso después de permanecer durante diez días más a 25-27°C.

Estos resultados concuerdan básicamente con los resultados obtenidos por Khan (1959) con aislados de *R. necatrix* de manzano. Este autor encontró que *R. necatrix* presentaba un crecimiento activo en una amplia gama de temperaturas (19-28°C), con un crecimiento máximo a los 22°C y una temperatura mortal mínima de 34°C.

En nuestro caso, para todos los aislados ensayados se obtuvo un mismo tipo de curva en el que sólo el aislado de aguacate era ligeramente distinto, con velocidades de desarrollo, algo menores en el intervalo entre 8 y 23°C y siendo similar a los demás aislados a temperaturas superiores.

TRATAMIENTO DE TERMOTERAPIA A LOS TUBÉRCULOS DE CHUFA EN LABORATORIO

Como consecuencia de los resultados obtenidos en el ensayo anterior, que ponen de manifiesto la influencia de las altas temperaturas sobre el crecimiento de *R. necatrix* y en vista de los buenos resultados obtenidos con el uso de las altas temperaturas en el control de diversos patógenos presentes en cultivos como el gladiolo (García-Jiménez y Alfaro-García, 1985), se procedió al estudio de la termoterapia como método de saneamiento de tubérculos de chufa y de esta forma proporcionar a los agricultores un sistema que les permita obtener un material de plantación completamente libre de *R. necatrix*.

El método propuesto se basa en someter a los tubérculos a un tratamiento de agua caliente a una temperatura que deberá ser lo suficientemente alta para eliminar el inóculo de *R. necatrix* presente en los tubérculos a la vez que no reduzca la capacidad de brotación de éstos.

Material y métodos

Se utilizó un baño termostático con agitador, en el cual se controlaba la temperatura manteniéndola constante durante el tiempo indicado en cada caso.

Ensayo 1: El objetivo de este ensayo fue estudiar la viabilidad de los tubérculos de chufa a altas temperaturas. Para ello se hicieron lotes de 50 chufas sanas que se pusieron a remojo en agua durante 24 horas a temperatura ambiente, para que los tubérculos se hinchasen y favorecer con ello una mejor transmisión del calor, pasadas las cuales se introdujeron en unas bolsas de malla que permitían un buen intercambio de agua. Se hicieron lotes de tres bolsas con 50 tubérculos cada una y se introdujeron en un baño termostático con agitador durante diez, veinte, y treinta minutos respectivamente a temperaturas de 43°C, 46°C, 49°C, 52°C, 55°C, 58°C, 61°C, 64°C y control (temperatura ambiente).

Tras el tratamiento, las bolsas con las chufas se introdujeron inmediatamente en un recipiente con agua fría, durante cinco minutos. Posteriormente se pusieron a brotar los tubérculos mediante el método de toalla húmeda que consiste en distribuir los distintos tubérculos de chufa en un papel absorbente y empaparlos con agua estéril envolviéndolos en papel de aluminio para aislar y evitar la posible pérdida de agua, dejándolos así durante diez o quince días, tras los cuales se realiza un conteo de tubérculos brotados.

Ensayo 2: El objetivo de este ensayo era llegar a una temperatura lo más exacta posible, en la que el tratamiento fuera compatible con una buena brotación de la chufa. Se siguieron las mismas pautas que en el Ensayo 1 con la excepción de las temperaturas, que fueron: 55°C, 56°C, 57°C, 58°C, 59°C, 60°C y 61°C y control (temperatura ambiente).

Ensayo 3: Una vez delimitada mediante los ensayos anteriores la temperatura más alta de tratamiento compatible con una buena brotación en este ensayo nos planteamos estudiar la supervivencia de *R. necatrix* en los tubérculos afectados sometidos a dicha temperatura. Con este fin se llevaron a cabo dos experimentos:

- * El primero con la finalidad de observar si se destruía el inóculo de *R. necatrix* presente en la superficie del tubérculo (Ensayo 3.1).
- * El segundo con la finalidad de estudiar la viabilidad del hongo en el interior de la chufas después del tratamiento (Ensayo 3.2).

Las chufas que se utilizaron en ambas experiencias procedieron de una parcela situada en el término municipal de Alboraiá que presentaba un fuerte ataque de la enfermedad; para cada ensayo se seleccionaron 60 tubérculos con un alto grado de afección.

Ensayo 3.1: Se prepararon cuatro lotes de 15 tubérculos, con los que se siguieron las mismas pautas que las señaladas en el Ensayo 1 sometiéndolos a una temperatura de 55°C durante 10, 20, 30 minutos y un lote control sin tratar. Posteriormente los tubérculos de los cuatro lotes se introdujeron en cámara húmeda durante tres-cuatro días al cabo de los cuales se observó el eventual desarrollo de micelio, procediéndose a su identificación microscópica o mediante siembra en medio de cultivo Patata-Dextrosa-Agar + 500ppm de sulfato de estreptomina (PDAS).

Ensayo 3.2: Se siguió la misma metodología que la señalada en el Ensayo 3.1 realizando aislamientos comparativos de la parte interna del tubérculo. Para ello se desinfectaron los tubérculos en hipoclorito sódico al 1,5% de cloro activo durante un minuto e inmediatamente se dieron dos lavados con agua estéril.

Una vez realizado el lavado, se tomaron pequeños fragmentos de las zonas necrosadas del interior de la chufa, cinco por tubérculo, y se sembraron en placas con medio de cultivo PDAS. Para cada uno de los tiempos de tratamiento se realizaron 20 puntos de aislamiento. Las placas así sembradas se incubaron en estufa a 25-27°C durante 3-4 días al cabo de los cuales las colonias obtenidas se repicaron individualmente a medio de

cultivo PDA dejándose crecer hasta su identificación bajo ciclos alternantes de 12 horas de oscuridad: 12 horas en luz día + ultravioleta cercana (Sylvania F-40 BLB), condiciones que favorecen la esporulación en la mayoría de las especies fúngicas.

Resultados y discusión

Ensayo 1: Los porcentajes de brotación obtenidos en el Ensayo 1 aparecen en la Figura 2. De los resultados obtenidos se observa que la brotación se mantiene alta y prácticamente constante entre los 43°C y los 55°C, temperatura a partir de la cual se produce un descenso de la brotación, que se acentúa a los 61°C y que prácticamente se hace nula a los 64°C.

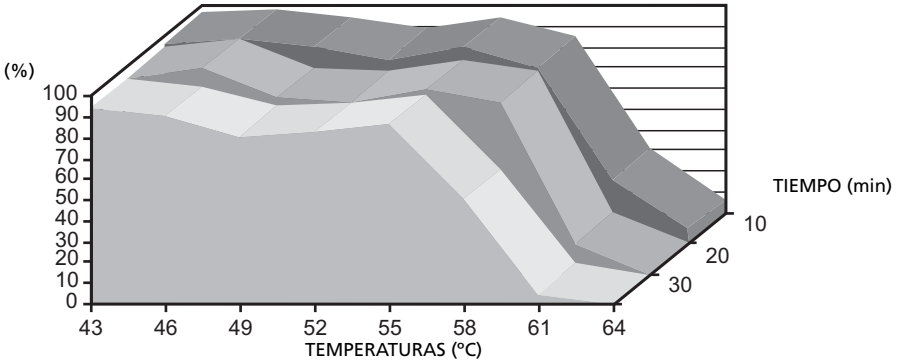


Figura 2. Influencia de la temperatura del agua y del tiempo de tratamiento en el porcentaje de brotación de tubérculos de chufa sanos (Ensayo 1)

Ensayo 2: Los resultados de esta prueba tienen la misión de establecer con mayor precisión, a partir de qué temperatura se produce una disminución de la brotación más acusada. Todos estos datos quedan reflejados en la Figura 3.

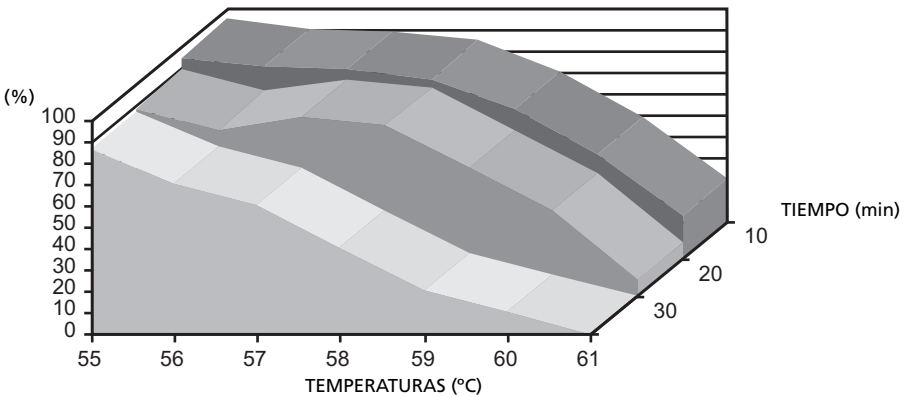


Figura 3. Influencia de la temperatura del agua y del tiempo de tratamiento en el porcentaje de brotación de tubérculos de chufa sanos (Ensayo 2)

Según estos datos se ve muy clara la diferencia de porcentaje de brotación en relación al tiempo de exposición en las distintas temperaturas, ya que con el tratamiento de diez minutos el descenso de la brotación es menos acentuado y bastante similar al descenso que se presenta con el de veinte minutos. En cambio a treinta minutos el descenso de la brotación es mucho más acusado.

Ensayo 3.

Ensayo 3.1: Después de transcurrir cinco días en cámara húmeda los tubérculos que recibieron tratamientos por termoterapia, durante diez, veinte y treinta minutos, no presentaron crecimiento fúngico. Por el contrario en los controles sin tratar todas las chufas presentaban crecimiento de hongos, procediéndose a la identificación de los mismos como *R. necatrix*.

Ensayo 3.2: Tras incubación de las placas en estufa a 25-27°C no se observó crecimiento de hongos en ninguno de los veinte puntos de aislamiento realizados para cada uno de los tiempos de tratamiento por termoterapia. En los controles sin tratar sí se identificó la presencia de *R. necatrix*.

De los Ensayos 1 y 2 se desprende que temperaturas iguales o inferiores a 55°C permiten una alta brotación de los tubérculos de chufa (superior en general al 85%). Los resultados obtenidos en el Ensayo 3 confirman que *R. necatrix* se elimina con el tratamiento de 55°C a los tres tiempos de tratamiento (10, 20 y 30 minutos). No obstante, hay que tener en cuenta que para el tratamiento de tubérculos a gran escala una exposición de 10 minutos a esa temperatura podría ser insuficiente para erradicar totalmente el inóculo fúngico del interior del tubérculo debido al gradiente de temperaturas que se induce en su interior que puede impedir que se alcance durante un tiempo suficiente una temperatura letal para el hongo, recomendándose un tratamiento de 55°C durante 20-30 minutos.

PUESTA A PUNTO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE TUBÉRCULOS POR TERMOTERAPIA A GRAN ESCALA

Material y métodos

Una aplicación real de la termoterapia en campo requería crear un sistema que permitiera tratar una cantidad de tubérculos significativamente mayor a la que se utilizó en los ensayos anteriores de laboratorio.

Con esta finalidad se diseñó una máquina capaz de procesar una mayor cantidad de tubérculos. Esta máquina se compone de un tambor de acero inoxidable perforado de 80 cm de longitud y 50 cm de diámetro, sumergido en una balsa de 640 l de capacidad recubierta exteriormente con placas plásticas aislantes. En la parte inferior hay una resistencia eléctrica y en la parte superior una toma de agua potable; la combinación de ambas permite aumentar o disminuir la temperatura del agua de la balsa al nivel deseado; a su vez hay conectado un sistema de recirculación de agua impulsado por una bomba eléctrica situada en la parte exterior de la balsa, que permite homogeneizar la temperatura de todo el volumen de agua durante el tratamiento de los tubérculos. La temperatura se regula mediante un termostato situado en el codo de salida de la bomba.

Se realizaron varios ensayos con el fin de comprobar el funcionamiento de esta máquina, analizando la eficacia en el control de *R. necatrix* y la influencia sobre la capacidad de brotación de los tubérculos, comparándolo con el tratamiento realizado en laboratorio.

En estos ensayos se utilizaron tubérculos aparentemente sanos y otros con síntomas visuales muy avanzados de podredumbre negra que, en el caso de laboratorio, se sometieron a un tratamiento de 55°C durante 25 minutos, de manera similar a la expuesta en el apartado anterior. En el caso de baño a gran escala se eligieron 25 minutos a 53°C, dos

grados menos que el tratamiento en laboratorio, debido a la menor exactitud en la regulación de la temperatura. Se dejó un grupo de tubérculos afectados sin tratar como control. En la Tabla 2 se incluyen los códigos utilizados para identificar los diferentes grupos de tubérculos utilizados en los ensayos.

Clasificación	Tratamiento por termoterapia	Código	Porcentaje de brotación
Seleccionada como sana	Máquina de termoterapia	S2	90%
	Laboratorio	S3	92%
Afectada por <i>R. necatrix</i>	Sin tratar	A1	20%
	Máquina de termoterapia	A2	38%
	Laboratorio	A3	46%

Tabla 2. Porcentajes de brotación obtenidos a partir de los grupos de tubérculos utilizados en el ensayo número 6.

Ensayo 4: De cada uno de los tres grupos de chufas afectadas por *R. necatrix*, tratadas en laboratorio (A3), tratadas en la máquina de termoterapia (A2) y el control sin tratar (A1), se eligieron 20 tubérculos y siguiendo la metodología expuesta en el Ensayo 3.2 se realizaron cinco puntos de aislamiento por tubérculo.

Ensayo 5: De cada uno de los tres grupos de tubérculos afectados utilizados en el ensayo anterior (A1, A2 y A3) se eligieron 30 tubérculos que fueron introducidos en cámara húmeda.

Ensayo 6: En este ensayo se comprobó la capacidad de brotación de las chufas tratadas así como la evolución del inóculo de *R. necatrix* que pudiera quedar en los tubérculos después de los tratamientos con termoterapia.

Para ello se utilizaron grupos de 50 tubérculos: dos grupos de chufas aparentemente sanas tratadas en laboratorio (S3) y en la máquina (S2); tres grupos de chufas afectadas por *R. necatrix*, tratadas en laboratorio (A3), en la máquina (A2) y por último un grupo como control sin tratar (A1).

Para aproximar las características de este ensayo a las condiciones de campo, los cinco grupos de tubérculos se plantaron en bandejas independientes utilizando tierra esterilizada al autoclave manteniéndolos en una cámara climática (Fitotrón) a 25°C y 70% HR. A los 15 días se procedió a su recolección en la que se evaluó el porcentaje de brotación.

Resultados y discusión

A continuación se exponen los resultados de los tres ensayos de evaluación del efecto del tratamiento por termoterapia a gran escala sobre los tubérculos de chufa.

Ensayo 4: Los resultados de este ensayo quedan reflejados en la Figura 4. En ellos se observa como el control sin tratar presenta un 91% de los puntos de aislamiento con crecimiento de hongos, siendo el porcentaje de *R. necatrix* el 59% del total de puntos de aislamiento realizados. La mayor efectividad se ha obtenido con el tratamiento por termoterapia efectuado en laboratorio, que sólo presentó crecimiento de hongos con carácter saprofito en el 1% del total.

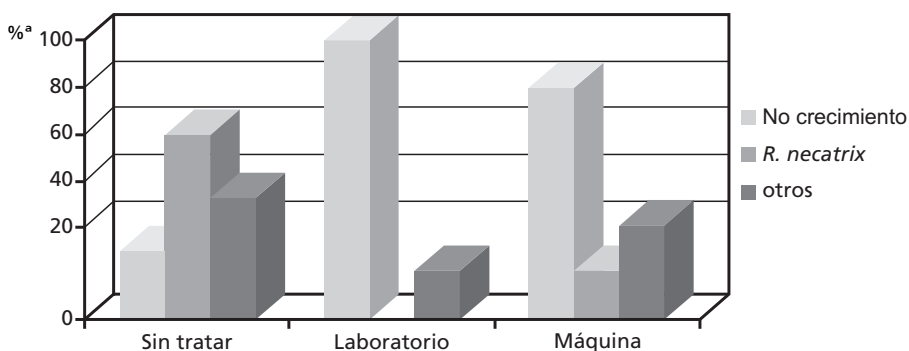


Figura 4. Porcentajes de los hongos aislados en el Ensayo 4

ªPorcentaje referido al total de puntos de aislamiento realizados en cada uno de los grupos de tubérculos

Por último, en el tratamiento por termoterapia realizado con la máquina se desarrollaron hongos en el 21% de los puntos de aislamiento; es importante señalar que todos los hongos aislados presentaban un carácter eminentemente saprofito y sólo un 1% del total de puntos de aislamiento se identificaron como *R. necatrix*.

Teniendo en cuenta que para la realización de este ensayo se partió de un material fuertemente afectado, es de suponer que el tratamiento por termoterapia a gran escala de un material de plantación comercial eliminaría por completo la presencia de *R. necatrix* en los tubérculos.

Ensayo 5: Después de transcurrir cinco días en cámara húmeda, los grupos de chufas tratadas por termoterapia, tanto en laboratorio como en la máquina de termoterapia, mostraron sólo un 3% de los tubérculos con crecimiento miceliar en su superficie correspondiente en todos los casos a hongos saprofitos. En cambio en el control sin tratar se desarrolló micelio de *R. necatrix* en el 100% de los tubérculos.

Ensayo 6: Los porcentajes de brotación de los diferentes grupos de tubérculos ensayados aparecen en la Tabla 2; se puede observar la gran diferencia existente entre el porcentaje de brotación de las chufas afectadas y las que se seleccionaron como sanas: las seleccionadas como sanas presentan un buen nivel de brotación no existiendo diferencias importantes entre las tratadas por termoterapia en laboratorio, que alcanzaron un porcentaje de brotación del 92% y las tratadas en la máquina de termoterapia, con el 90%.

Las chufas afectadas presentaron en general un bajo nivel de brotación pero sí se apreciaron diferencias significativas según el tratamiento recibido, oscilando de un 20% de porcentaje de brotación en las chufas afectadas sin tratar a un 38% en las tratadas con la máquina de termoterapia y un 46% en las tratadas por termoterapia en laboratorio.

CONCLUSIONES

Se ha comprobado que la temperatura afecta al desarrollo de *R. necatrix*, presentando un intervalo de crecimiento de 8 a 32°C con un máximo a 23°C. La temperatura de 35°C resultó letal para el hongo, lo que plantea la posibilidad del uso de la termoterapia para controlar la enfermedad causada por este hongo.

Los tratamientos por termoterapia realizados en laboratorio han demostrado que

exposiciones a 55°C durante 10, 20 y 30 minutos matenienen una buena brotación de los tubérculos de chufa al mismo tiempo que la completa eliminación del inóculo fúngico.

Con el tratamiento de tubérculos de chufa a gran escala a 53°C durante 25 minutos mediante el uso de una máquina de termoterapia se obtienen resultados similares a los de laboratorio, con una buena brotación de los tubérculos y la práctica eliminación del inóculo de *R. necatrix*.

En la campaña de 1997 ya ha sido utilizado este sistema que permite controlar la transmisión de esta enfermedad por el material de plantación. En las zonas plantadas con tubérculos tratados, la incidencia de la enfermedad fue nula, con unos niveles de producción completamente normales. Este método ya está siendo utilizado en la comarca de L'Horta Nord por diversos agricultores.

REFERENCIAS

- Busto, J. 1997. Etiología y aproximación al control de la podredumbre negra o alquitranat de la chufa. Proyecto final de carrera. E.T.S.I.A. Universidad Politécnica de Valencia.
- García-Jiménez, J. y Alfaro-García, A. 1985. Inspección fitosanitaria del bulbo de gladiolo: estudio básico. Boletín del Servicio contra Plagas e Inspección Fitopatológica. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Fuera de serie-nº3. Dirección General de la Producción Agraria. 71pp.
- García-Jiménez, J., Busto, J., Armengol, J., Martínez-Ferrer, G., Sales, R. y García-Morató, M. 1997. La podredumbre negra o «alquitranat»: un grave problema de la chufa en Valencia. *Agrícola Vergel*, Marzo: 144 -148.
- García-Jiménez J., Busto, J., Vicent, A., Sales, R. y Armengol, J. 1998. A tuber rot of *Cyperus esculentus* caused by *Rosellinia necatrix*. *Plant Disease*. (aceptado publicación).
- Khan, A. H. 1959. Biology and pathogenicity of *Rosellinia necatrix*. *Biologia Labore* **5**, 199-245.
- Sztejnberg, A., Freeman, S., Chet, I. y Katan, J. 1987. Control of *Rosellinia necatrix* in soil and in apple orchard by solarization and *Trichoderma harzianum*. *Plant Disease*, **71**: 365-369.
- Vicent, A. 1998. La podredumbre negra o alquitranat de la chufa causada por *Rosellinia necatrix* Prill: Estudio particular de la termoterapia como método de control. Proyecto fin de carrera. E.U.I.T.A. Universidad Politécnica de Valencia.

Curvas de vuelo de algunos áfidos (*Homoptera, Aphididae*), plagas potenciales de cultivos de leguminosas, en la vega del río Tuerto (León)

N. Pérez Hidalgo y M. P. Mier Durante

Departamento de Biología Animal, Universidad de León, E-24071 León (España).

ABSTRACT

The damages, both direct and indirect, which aphids cause to the leguminous crops are well known. These, together with the indiscriminate use of phytosanitary chemical products, cause severe economic losses as well as environmental problems and are dangerous to humans. Nevertheless, these problems can be reduced with a better knowledge of the biology of the species. This involves a study of the flight pattern of the aphids with the aim to establishing a warning system and advice on phytosanitary actions, thus facilitating prognosis and prevention.

In this study we show the flight curves of four species of aphids which are potential plagues to leguminous crops: *Acyrtosiphon (A.) pisum*, *Aphis (A.) craccivora*, *Aphis (A.) fabae* and *Therioaphis (T.) trifolii*. The capture of the insects -3,614 specimens- was carried out during 1992 and 1993 using Moericke yellow traps in the locality of San Román de la Vega (León). We analysed the results obtained and the possible relationship between the periods of flight activity of each species and the climatic conditions.

RESUMEN

Los daños, tanto directos como indirectos, que causan los pulgones sobre los cultivos de leguminosas son bien conocidos. Éstos, unidos a la utilización indiscriminada de productos químicos fitosanitarios, ocasionan graves pérdidas económicas a la par que problemas medioambientales y perjuicios para la salud humana. Sin embargo estos problemas se pueden paliar con un mejor conocimiento de la biología de las especies. Ello comporta el estudio de la dinámica de vuelo de los pulgones, con la idea de establecer una red de avisos y de recomendaciones sobre actuaciones fitosanitarias, facilitando así, la prognosis y prevención.

Exponemos en este trabajo las curvas de vuelo de cuatro especies de áfidos que son plagas potenciales de cultivos de leguminosas: *Acyrtosiphon (A.) pisum*, *Aphis (A.) craccivora*, *Aphis (A.) fabae* y *Therioaphis (T.) trifolii*. La captura de los insectos -3.614 ejemplares- se efectuó durante los años 1992 y 1993, mediante trampas amarillas de Moericke en San Román de la Vega (León). Analizamos los resultados obtenidos y la posible relación entre los períodos de actividad de vuelo de cada especie y las condiciones climáticas.

INTRODUCCIÓN

Los pulgones son insectos de régimen estrictamente fitófago y pueden afectar a plantas de interés económico para el hombre. Se alimentan succionando savia del floema y con ello producen daños directos a las plantas sobre las que viven. Durante el proceso de alimentación inyectan saliva con fines de lubricación y de alteración de las características de la propia savia y como consecuencia provocan en muchos casos malformaciones de hojas, enrollamiento o abarquillamiento de las mismas, caída o deformación de frutos, etc. Por otra parte, las heces de los pulgones, más conocidas como melaza, pueden producir daños indirectos a la planta, debido a que son sustancias líquidas muy ricas en azúcares, que pueden recubrir el vegetal dificultando la transpiración y facilitando el desarrollo de hongos saprófitos.

A estos daños se suman los de ser transmisores, junto con otros insectos, de virus que provocan enfermedades en las plantas.

Son precisamente las hembras partenogenéticas aladas las responsables de la diseminación y transmisión de estos virus, tanto de aquéllos que son “persistentes” (el virus se mantiene dentro del pulgón por un largo período de tiempo) y están ligados a la transmisión por pulgones específicos de plantas a las que afecta el virus, como de los “no persistentes” (se mantiene minutos u horas) y que pueden ser transmitidos por pulgones no ligados tróficamente a ellas.

Son insectos que presentan ciclos biológicos plurigeneracionales de complejidad variable, con mayoría de generaciones constituidas exclusivamente por hembras partenogenéticas y vivíparas; éstas pueden ser ápteras o aladas. Las hembras vivíparas aladas tienen una gran importancia para la especie porque permiten la dispersión de las poblaciones, el cambio de hospedador cuando ello es necesario, y en definitiva conlleva el flujo genético que acompaña a la reproducción sexual que acontece en otoño.

La facultad de producción de alados es una característica propia de cada especie, en algunas de ellas, está totalmente fijada, mientras que en otras, su aparición se debe a la conjunción de factores físicos, químicos o biológicos que han afectado al desarrollo de los individuos directamente o que afectaron a su generación precedente (Dixon, 1985).

Visto lo perjudiciales que pueden ser estos insectos, se ha buscado desde hace tiempo el modo de combatirlos. La utilización indiscriminada, y a menudo inadecuada de insecticidas ha provocado la aparición de resistencias y la desaparición de insectos depredadores y parasitoides que venían controlando en cierta medida sus poblaciones.

Para mejorar los métodos de control de los áfidos, es necesario conocer los ciclos vitales de cada especie y cómo están ajustados a las condiciones cambiantes; en particular, es muy importante conocer y en su caso prever los momentos de aparición de alados.

El método más frecuentemente utilizado para estudiar la actividad de vuelo de los pulgones es el de su captura mediante trampas de distintos tipos (Robert y Rouzé-Jouan, 1976).

MATERIAL Y MÉTODOS

Con la finalidad de estudiar la actividad de vuelo del pulgón del lúpulo *Phorodon (P.) humuli* (Schrank, 1981) en la vega del río Tuerto (provincia de León) durante 1992 y 1993, se instalaron dos trampas de Moericke en San Román de la Vega (UTM: 30TQH4407), que se mantuvieron activas desde el 30 de abril hasta el 18 de noviembre en 1992 y desde el 27 de marzo hasta el 19 de noviembre en 1993.

Dichas trampas son recipientes metálicos de 60 x 60 x 10 cm, con el interior pintado de amarillo (espectro de absorción entre 500 y 600 nm) y emplazados sobre un soporte a 70 cm del suelo. Se llenan de agua en aproximadamente 2/3 de su volumen, a la que se añade un poco de detergente. El material se recogió de 1 a 3 veces por semana y se fijó en alcohol al 70%.

Se capturan pulgones de diferentes especies, de forma que se obtiene información sobre la actividad de vuelo de muchas especies, algunas de las cuales son plagas potenciales de cultivos distintos a aquél que origina el estudio, en este caso, el lúpulo.

La identificación del material se efectuó bajo la lupa binocular y en ocasiones fue necesario realizar preparaciones para ser examinadas al microscopio. Se utilizaron las claves de la región mediterránea de Remaudière y Seco Fernández (1990), y otras claves de diversos autores (por ejemplo: Heie, 1980, 1995) para algunos géneros en concreto.

Entre las especies capturadas hay varias que se desarrollan sobre papilionáceas y que pueden llegar a causar daños económicos en cultivos de leguminosas existentes en la zona, se trata de: *Acyrtosiphon (A.) pisum* (Harris, 1776), *Aphis (A.) craccivora* Koch, 1854, *Aphis (A.) fabae* Scopoli, 1763 y *Therioaphis (T.) trifolii* (Monell, 1882).

Las recogidas se han agrupado por semanas estándar de la Rothamsted Experimental Station (RES) -que considera como semana 1, la que va del 1 al 7 de enero y así sucesivamente, prescindiendo del 29 de febrero y del 31 de diciembre- y hemos sumado las capturas de las dos trampas en cada año. Para su estudio y representación gráfica se ha seguido lo establecido por Seco *et al.*, (1992), esencialmente: agrupación bisemanal de capturas y representación aritmética, logarítmica o mixta, según las cantidades de alados capturados.

Se han considerado los datos de pluviometría de la estación meteorológica de La Bañeza (Azucarera) situada a 22 km de los puntos de muestreo; mientras que para la temperatura hemos tenido que utilizar los de la Estación Meteorológica de la Base Aérea de la Virgen del Camino, distante 40 km de la zona de estudio, dado que era la única estación con datos diarios que precisábamos.

Las Figuras 1 y 2 muestran las precipitaciones registradas durante 1992 y 1993 respectivamente; y las Figuras 3 y 4 indican las temperaturas medias, máximas absolutas, media de las máximas, mínimas absolutas y media de las mínimas de ambos años respectivamente; en todo caso referidas a parejas de semanas estándar RES.

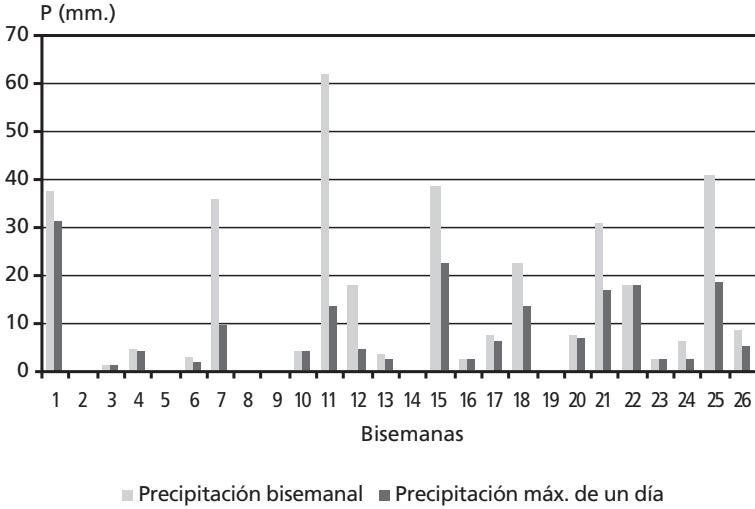


Figura 1. Precipitaciones registradas en 1992.

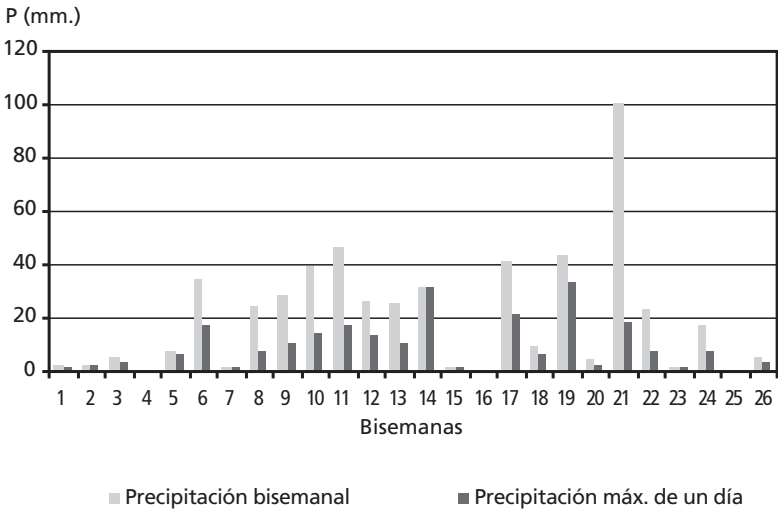


Figura 2. Precipitaciones registradas en 1993.

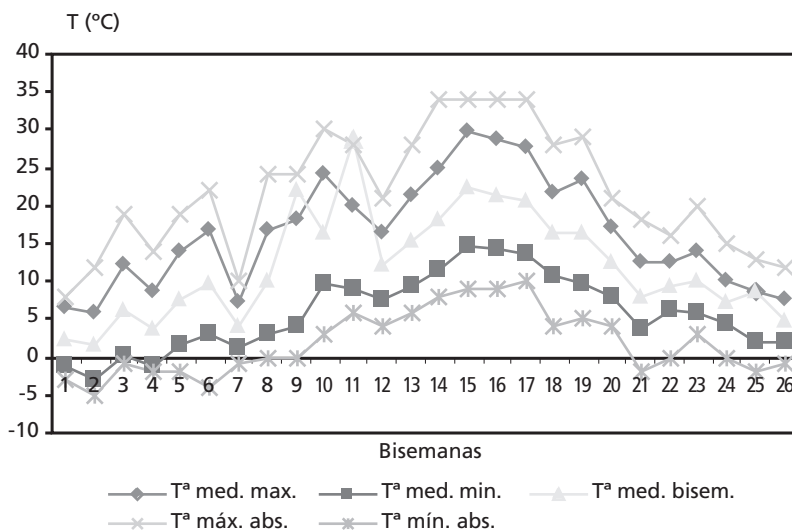


Figura 3. Evolución de las temperaturas durante 1992.

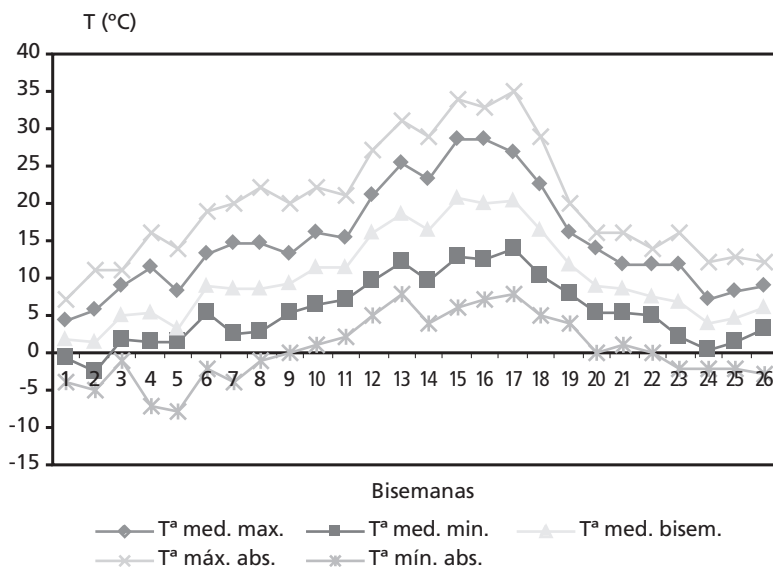


Figura 4. Evolución de las temperaturas durante 1993.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número total de pulgones alados capturados durante los dos años ascendió a 12.668. El 29% (2.528 ejemplares) de los capturados en 1992 y el 26% (1086 ejemplares) de los capturados en 1993 pertenecen a las cuatro especies que tratamos, lo que da una idea de la importancia relativa de las mismas en la vega del río Tuerto.

Acyrtosiphon (A.) pisum (Harris, 1776)

El gran pulgón verde del guisante es monoico (no precisa cambiar de hospedador para completar su ciclo) y holocíclico (con sexuados otoñales) en varias leguminosas, entre ellas alfalfa, guisante y alubia. Según Núñez Pérez (1991) esta especie representó el 40% de las muestras recogidas sobre alfalfa (*Medicago sativa*) en la provincia de León y también recogió importantes colonias sobre guisante (*Pisum sativum*) y almorta (*Lathyrus sativus*). Es transmisor de virus “no persistentes” (virus de las judías, guisantes, remolacha, etc.) y “persistentes” (virus del mosaico y del enrollamiento de las hojas del guisante). En la zona de estudio son frecuentes las leguminosas arbustivas silvestres que también albergan a esta especie.

El número de capturas en ambos años es similar, 195 ejemplares en 1992 y 202 ejemplares en 1993. Como en otras especies monoicas, se presenta un importante vuelo de dispersión en primavera-verano y otro mínimo hacia el otoño una vez que las poblaciones se han recuperado después del estío. En este caso, el vuelo de primavera se inicia muy pronto como ocurre en otras especies monoicas (Remaudière *et al.*, 1980) y se extiende a lo largo de muchas semanas, siendo el perfil de la curva irregular (Figuras 5 y 6). Resultados similares se obtuvieron en Azadinos (León) por Nieto *et al.*, (1987), en localidades de Salamanca por Dueñas y Ovilo (1990) y en Almería (Aguire-Segura y Pascual, 1994). En la curva derivada de las capturas en 1993 se puede observar el descenso en el número de pulgones alados en las bisemanas 8 a 13 en comparación con las del año anterior, que puede deberse a las distintas condiciones climáticas de este año a principios de primavera (Tabla 1, Figuras 1-4).

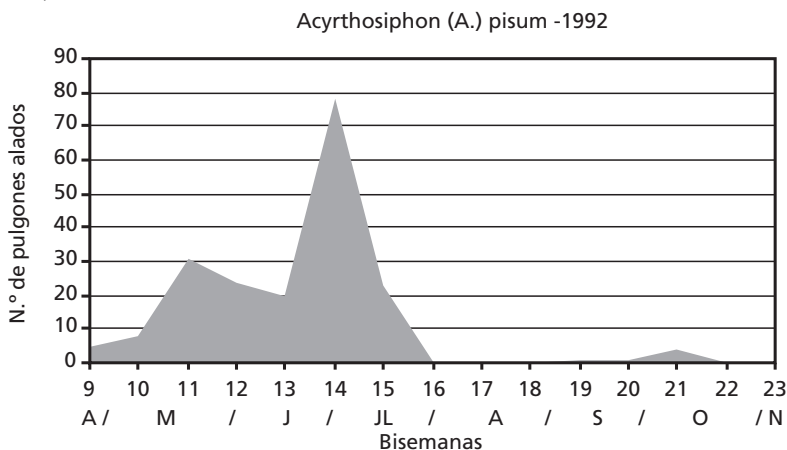


Figura 5. Curva de vuelo para *Acyrtosiphon (A.) pisum* en 1992.

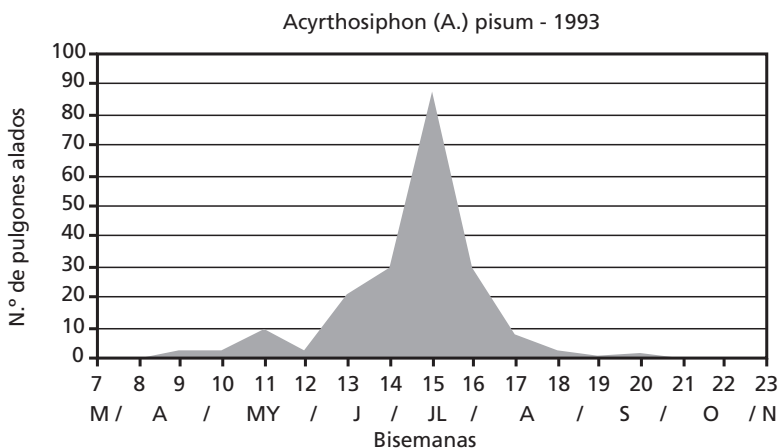


Figura 6. Curva de vuelo para *Acyrtosiphon (A.) pisum* en 1993.

Años	P		T.máx.		T.mín.		T.med.	
	1992	1993	1992	1993	1992	1993	1992	1993
Enero	37,2	4,2	6,06	5,46	1,96	1,34	1,93	2,05
Febrero	5,8	11,6	10,84	10,53	-0,25	0,14	5,25	5,14
Marzo	11,6	34,4	14,28	11,8	1,87	2	7,96	6,58
Abril	27,2	44,2	15,33	13,43	3,3	3,27	9,35	8,39
Mayo	40,9	99,8	21,3	15,48	8,37	6,9	14,59	11,19
Junio	46,1	51,5	18,6	22,55	8,36	10,75	13,48	16,70
Julio	38,5	32	27,35	25,86	12,83	11,17	19,70	18,46
Agosto	31,1	41,2	26,80	26,38	13,3	12,51	20,06	19,29
Septiembre	8,3	55,1	21,55	18,23	9,5	7,86	15,48	13,05
Octubre	46,3	108	13,74	12,16	5,70	5,29	9,75	8,14
Noviembre	6,9	35,5	12,23	9,86	5,13	2,2	8,68	5,75
Diciembre	50	5	7,83	8,36	2,06	2,62	4,88	5,63

Tabla 1. Precipitación (P) en mm y temperatura, en °C, media de las máximas (T.máx.), media de las mínimas (T.mín.) y media de las medias (T.med.) para cada mes de los años 1992 y 1993.

Curvas semejantes se presentan en el este de Sicilia (Patti y Barbagallo, 1990) y en el norte de Italia (provincia de Pavía) (Colombo y Limonta, 1990).

Aphis (A.) craccivora Koch, 1854

El pulgón negro de las leguminosas presenta un ciclo monoico y holocíclico en la zona de estudio, aunque puedan mantenerse algunas hembras invernates. Se alimenta de muchas especies de varias familias de plantas, predominando las leguminosas y puede afectar a los cultivos de alubia y alfalfa. Puede ser vector de cerca de 30 virus (Blackman y Eastop, 1984), siendo importantes los “persistentes” en el caso del trébol y los “no persistentes” en el caso de judías, guisantes, remolachas, crucíferas y cucurbitáceas. En la provincia de León Nuñez Pérez (*op. cit.*) ha observado importantes colonias sobre cultivos de alubia (*Phaseolus vulgaris*) y en menor medida en almorta y trébol (*Trifolium pratense*).

Se capturaron 371 y 153 ejemplares en 1992 y 1993 respectivamente. Las Figuras 7 y 8 muestran las curvas de vuelo de esta especie, siendo claramente monomodales en la zona de estudio, como corresponde a una especie de ciclo monoico; presentando un fuerte vuelo de dispersión en la segunda quincena de junio y primera de julio (bisemanas 13 y 14), que coincide con la bonanza de las temperaturas y sigue a las lluvias primaverales.

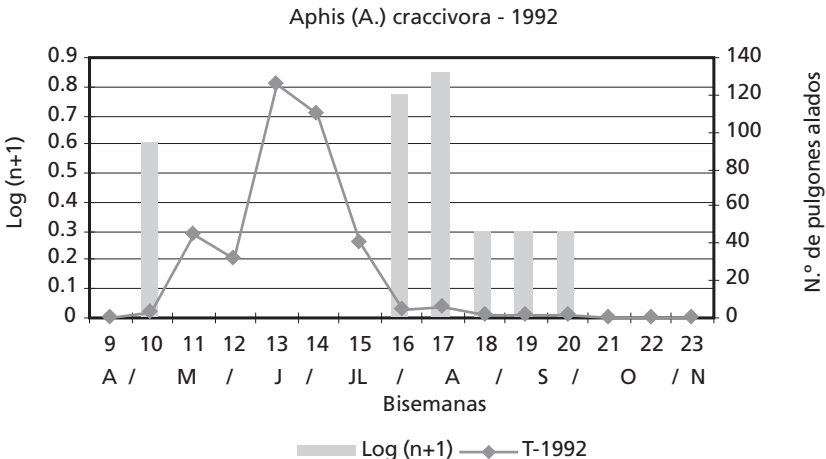


Figura 7. Curva de vuelo para *Aphis (A.) craccivora* en 1992.

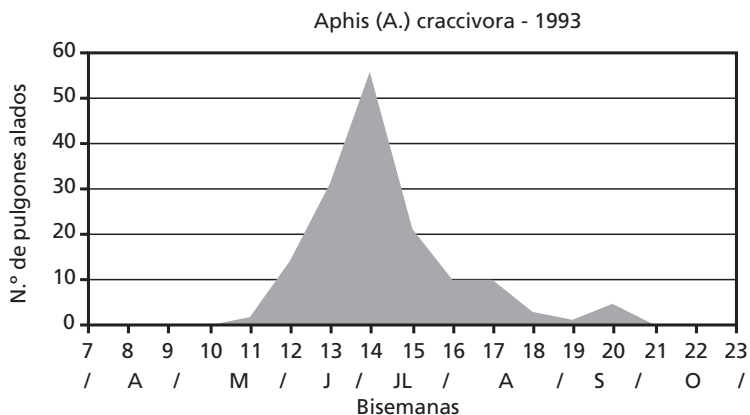


Figura 8. Curva de vuelo para *Aphis (A.) craccivora* en 1993.

Las curvas obtenidas en la provincia de Salamanca por Ovilo y Dueñas (1990) mediante capturas con una torre de succión y Dueñas y Ovilo (*op. cit.*) a partir de capturas con trampas de Moericke, presentan dos periodos de actividad -primaveral y otoñal- claramente definidos y cuya mayor densidad de capturas se da a finales de septiembre-primeros de octubre. Esto mismo sucede con la curva de vuelo para esta especie en Almería (Aguirre-Segura y Pascual, 1992).

En Italia la situación es muy similar a la que se presenta en España; Colombo y Limonta (*op. cit.*) muestran una curva de vuelo para esta especie, en el norte de Italia, muy parecida a la que obtenemos en León, mientras que en Sicilia (Patti y Barbagallo, *op. cit.*) el comportamiento de la población aérea de esta especie se aproxima al de la zona meridional de España.

***Aphis (A.) fabae* Scopoli, 1763 y otras especies asociadas (grupo *fabae*)**

El pulgón negro de las habas presenta característicamente un ciclo dioico (con dos hospedadores) y holocíclico, teniendo como hospedador primario a *Euonymus europaeus*, *Viburnum opulus* y *Philadelphus coronarius*; y a leguminosas y muchas otras especies de varias familias como hospedador secundario (desde finales de primavera hasta el otoño). Con frecuencia en toda Europa occidental, la especie se puede mantener anholocíclicamente con hembras invernantes. *A. fabae* es una compleja especie con varias subespecies con preferencias tróficas diferentes, cuyos alados son indiferenciables entre sí y con los de otras especies con capacidades biológicas distintas y en general con poblaciones relativamente poco significativas. El conjunto de todas ellas constituye el denominado grupo *fabae*.

En zonas de cultivo de leguminosas en la provincia de León Núñez Pérez (*op.cit.*) indica la importancia de esta especie -el 60% de las muestras recogidas- en cultivos de alubias, formando densas colonias en hojas y tallos.

Las capturas fueron abundantes (1883 ejemplares, el 22% y 699 ejemplares, el 17%, en 1992 y 1993 respectivamente) y frecuentes (prácticamente en todas las bisemanas) en los dos años de muestreo. La curva de vuelo de 1992 (Figura 9) es bimodal como en Bretaña, Francia (Robert y Rouzé-Jouan, *op. cit.*), Sicilia (Patti y Barbagallo, *op. cit.*) y en otras localidades de León (Seco Fernández, 1989; Núñez Pérez, 1991; González Villazala, 1995 y Fernández Pérez, 1995) y Almería (Aguirre-Segura y Pascual, 1992).

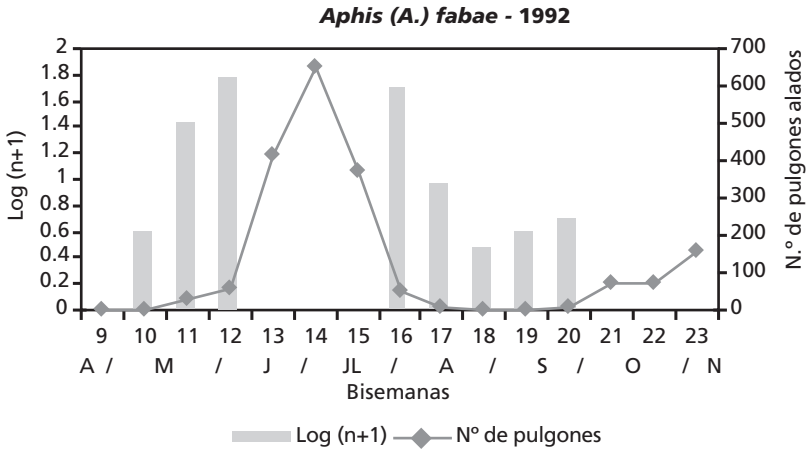


Figura 9. Curva de vuelo para *Aphis (A.) fabae* en 1992.

El máximo de primavera-verano no es tan perceptible en 1993 (Figura 10), muy probablemente debido a las precipitaciones que se produjeron en este año en las bisemanas 8 a 15 (Figura 2), que unidas a las bajas temperaturas -según Johnson y Taylor (1957) el umbral de vuelo para esta especie está fijado alrededor de 15,5 °C- (Tabla 1, Figura 4), influyeron de manera directa en el vuelo primaveral de esta especie.

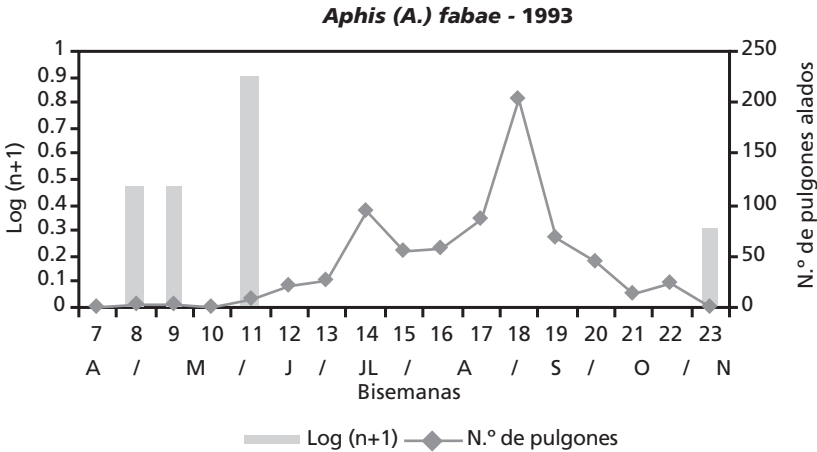


Figura 10. Curva de vuelo para *Aphis (A.) fabae* en 1993.

Estas curvas de vuelo, permiten pensar en una especie dioica con un vuelo de emigración (el máximo de primavera-verano) y otro de reemigración con menor número de efectivos en otoño. También se podría pensar en la existencia de poblaciones anholocíclicas sobre el hospedador secundario con un fuerte vuelo de dispersión primaveral, con máximo en la primera quincena de julio, y otro menor al final de octubre y comienzos de noviembre, después de las lluvias otoñales, en busca de hospedadores adecuados para la invernada. En la provincia de Salamanca Ovilo y Dueñas (*op. cit.*) y Dueñas y Ovilo (*op. cit.*) presentan una curva para esta especie con dos periodos de vuelo (primaveral y otoñal), pero en este caso, el vuelo de otoño es mucho más importante pudiendo confirmar la existencia de poblaciones anholocíclicas en el hospedador secundario.

Therioaphis (T.) trifolii (Monell, 1882)

El pulgón moteado de la alfalfa es monoico holocíclico sobre ésta y algunas otras leguminosas, constituyendo una plaga importante de los alfalfares de todo el mundo. Es un agente importante en la transmisión del virus de la alfalfa (“luceme mosaic virus”) y del trébol (“clover vein mosaic virus”); si bien en nuestra provincia no desarrolla importantes colonias.

Es un pulgón poco atraído por el amarillo, a lo que puede deberse la baja cuantía de las capturas, 79 ejemplares en 1992 y 32 en 1993, similares a las obtenidas en otras zonas de León (Suárez, 1983 y Seco Fernández, *op. cit.*). Las curvas de vuelo son en dientes de sierra (Figuras 11 y 12), lo que puede ser consecuencia del bajo número de capturas de una especie que produce alados prácticamente durante todo el año coexistiendo con los ápteros y que no se rarifica durante el verano en la zona, ya que los cultivos de alfalfa son de regadío.

Therioaphis (T.) trifolii - 1992

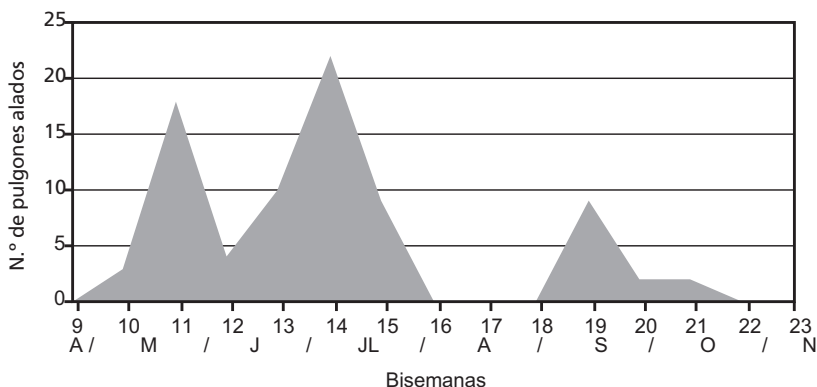


Figura 11. Curva de vuelo para *Therioaphis (T.) trifolii* en 1992.

Therioaphis (T.) trifolii - 1993

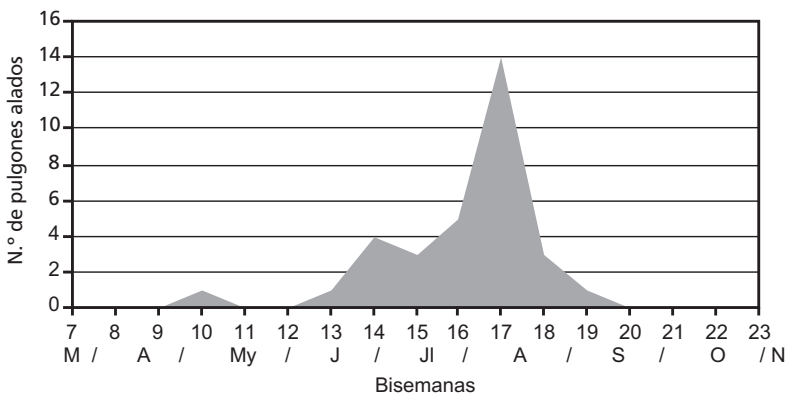


Figura 12. Curva de vuelo para *Therioaphis (T.) trifolii* en 1993.

Las curvas de vuelo de esta especie en León (Seco Fernández, *op. cit.*) y en varias localidades de la provincia de Salamanca (Ovilo y Dueñas, *op. cit.*; Dueñas y Ovilo, *op. cit.*) son semejantes a las obtenidas en 1992 en nuestra zona de estudio (Figura 11), aunque en aquéllas se manifiesta una mayor actividad otoñal.

Resultados similares a los nuestros obtuvieron en el norte de Italia Colombo y Limonta (*op. cit.*) aunque sus curvas no muestran tanta irregularidad y presentan un mayor número de capturas.

Consideraciones generales

En general se observa que el número de ejemplares capturados en 1993 fue muy inferior al de 1992 y que las curvas de vuelo de las cuatro especies consideradas están ligeramente desplazadas hacia la derecha en 1993 respecto a 1992. Siendo tantos los factores que afectan a la producción de alados en los pulgones y tan diferente su incidencia en las distintas especies, es difícil establecer la razón que explique ese desplazamiento, pero ésta, bien pudiera ser la diferencia en las temperaturas de ambos años. En 1992 la temperatura media del mes de mayo fue claramente superior (más de 3 °C) a la de 1993 (Tabla 1). Durante ese mes en 1992 únicamente en 9 días se bajó de 13 °C de temperatura media (considerada como temperatura umbral de vuelo necesaria para varias especies de pulgones), mientras que en 1993 sólo hubo 10 días por encima de 13 °C.

La nítida menor cuantía de capturas en 1993 bien pudo deberse a la conjunción del factor de temperatura señalado, junto con el de las precipitaciones, ya que entre el 20 de abril y 30 de junio, hubo 17 días de lluvia en 1992 frente a 35 días en 1993.

CONCLUSIONES

La menor cantidad de hembras aladas de *A. (A.) pisum*, *A. (A.) craccivora*, *A. (A.) fabae*, y *T. trifolii* capturadas en 1993 respecto a 1992 en la vega del río Tuerto, está en relación con el distinto régimen de temperaturas y lluvias del invierno y primavera de ambos años.

Las curvas de vuelo de esas cuatro especies están desplazadas una quincena en 1993 en relación con las temperaturas y precipitaciones.

No obstante lo anterior, la curva de vuelo de cada especie responde bien, de forma general, al modelo conocido para ellas en España y en Europa occidental.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el contexto del proyecto de investigación titulado: "Bases para el control del pulgón del lúpulo en España: Biología de *Phorodon humuli* (Schrank) (Hom.: Aphididae)", financiado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (AGR-91-0271).

REFERENCIAS

- Aguirre-Segura, A. y Pascual, F. 1992. Curvas de vuelo observadas en las proximidades de Almería (España) para algunas especies de Aphidini (Homoptera, Aphididae) con especial atención a aquellas que tienen interés agrícola. *Bolm. Soc. port. Ent.*, **3** (1): 150-160.
- Aguirre-Segura, A. y Pascual, F. 1994. Curvas de vuelo registradas a lo largo de un año completo para distintas especies de Macrosiphini (Homoptera, Aphididae) en Almería. *Bol. San. Veg. Plagas*, 20: 927-939.
- Blackman, R. y Eastop, V.F. 1984. *Aphids on the world's crops. An identification guide*. J. Wiley and Sons. Chichester. 8 + 466 pp.

- Colombo, M. y Limonta, L. 1990. Flight curves of leguminosae-aphid pests trapped in northern Italy. En Proceedings of a meeting of the EC-Experts' Group, Catania, Italy (7 to 9 November, 1988) "Euraphid" network: Trapping and aphid prognosis (R. Cavalloro, ed.), Commission of the European Communities; Luxembourg, pp. 47-52.
- Dixon, A.F.G. 1985. *Aphid ecology*. Blackie & Son. Glasgow. 157 pp.
- Dueñas, E. y Ovílo, I. 1990. Trampeo de áfidos en el cultivo de remolacha. *Bol. San. Veg. Plagas*, **16**: 71-79.
- Fernández Pérez, A.M. 1995. *Pulgones alados de especies de interés agrario de Villoria de Órbigo (León) capturados con trampas de Moericke durante el bienio 1992-1993*. Proyecto fin de carrera. Universidad de León. 159 pp.
- González Villazala, M.B. 1995. *Pulgones alados de especies de interés agrario capturados en Carrizo de la Ribera (León) con trampa de Moericke en el bienio 1992-1993*. Proyecto fin de carrera. Universidad de León. 199 pp.
- Heie, O.E. 1980. *The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. I. General Part. The Families Mindaridae, Hormaphididae, Thelaxidae, Anoeciidae, and Pemphigidae*. *Fauna ent. scand.*, **9**. 236 pp.
- Heie, O.E. 1995. *The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. VI. Family Aphididae: Part 3 of tribe Macrosiphini of subfamily Aphidinae, and family Lachnidae*. *Fauna ent. scand.*, **31**. 222 pp.
- Johnson, C.G. y Taylor, L.R. 1957. Periodism and energy summation with special reference to flight rhythms in aphids. *Jour. Exp. Biot.*, **34 (2)**: 209-221.
- Nieto, J.M., Mier Durante, M.P., Maze, R. y Suárez, A. 1987. Courves de vol de quelques espèces d'aphides d'intérêt agricole aux environs de León (Espagne). En Actes réunion du groupe du experts des CE (Palavras-Les-Flots, 1985) *Migration aphidiene et réseau "Euraphid" dans les pays des Communautés européennes* (R. Cavalloro, ed.), Commission des Communautés européennes; Luxembourg, pp. 37-47.
- Núñez Pérez, E. 1991. *Bases para el desarrollo del control integrado de los pulgones (Hom., Aphididae) de los cultivos de la provincia de León*. Tesis doctoral. Universidad de León. 341 pp.
- Ovílo, I. y Dueñas, E. 1990. Estudio de la población aérea de áfidos capturados por una torre de succión en Salamanca. *Bol. San. Veg. Plagas*, **16**: 55-70.
- Patti, I. y Barbagallo, S. 1990. Flight activity of some aphid species collected in Sicily with a Rothamsted suction trap. En Proceedings of a meeting of the EC-Experts' Group, Catania, Italy (7 to 9 November, 1988) "Euraphid" network: Trapping and aphid prognosis (R. Cavalloro, ed.), Commission of the European Communities; Luxembourg, pp. 53-67.
- Remaudière, G., Latgé, J.P. y Michel, M.F. 1980. Evolution des populations des pucerons du littoral de Basse-Normandie. *Acta Oecologica, Oecol. Applic.*, **1 (4)**: 341-355.
- Remaudière, G. y Seco Fernández, M.V. 1990. *Claves para ayudar al reconocimiento de alados de pulgones trapeados en la región mediterránea (Hom. Aphidoidea)*. Universidad de León. Secretariado de publicaciones, 2 Vols. 205 pp.
- Robert, Y. y Rouzé-Jouan, J. 1976. Activité saisonnière de vol des pucerons (Hom: Aphidoidea) dans l'ouest de la France. Résultats de neuf années de piègeage. *Ann. Soc. ent. Fr. (N.S.)*, **12 (4)**: 671-690.
- Seco Fernández, M.V. 1989. *Estudio comparado de la población aérea de áfidos capturados en León mediante trampas de succión y de Moericke*. Tesis doctoral. Universidad de León. 161 + 37 pp.
- Seco, M.V., Remaudière, G. y Nieto, J.M. 1992. Representaciones gráficas de las curvas de vuelo de áfidos (Hom.: Aphidoidea) alados capturados con trampas: una nueva propuesta. *Ann. Soc. ent. Fr. (N.S.)*, **28 (3)**: 241-249.
- Suárez Fidalgo, A.M. 1983. *Estudio de áfidos alados, capturados con trampa de Moericke (excepto subtribu Macrosiphina)*. Tesina de licenciatura. Universidad de León. 98 pp.

Control biológico de la podredumbre húmeda de la lechuga, mediante la aplicación al agua de riego del hongo antagonista *Trichoderma spp*

T. Campos*, **J. Rosello****, **M. D. Gomis*****, **M. R. Hermosa******, **I. Grandona******
y E. Monte**.**

* Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias Apdo. Oficial 46113 Moncada.
Valencia.

** Estación Experimental Agraria. Pda. Barranquet s/n 46740 Carcaixent

***AMC Chemical-Trichodex S.A. Vicente Alexander 4, 3ªA. 41920 San Juan de
Aznalfarache, Sevilla.

**** *Departamento de Microbiología y Genética, Universidad de Salamanca. Edif.
Departamental. Laboratorio 208. Avda. Campo Charo s/n. 37007 Salamanca.*

RESUMEN

Se evaluó el control ejercido por *Trichoderma sp.* sobre el Ascomiceto *Sclerotinia sclerotiorum*, agente causal de la podredumbre húmeda de la lechuga, en una parcela de la estación Experimental Agraria de Carcaixent, parcela en la que se conocía la presencia de dicho hongo. El ciclo del cultivo fue de otoño-invierno y el cultivar "Inverna" del grupo Romanas durante los años 1996 y 1997. Los tratamientos fueron, testigo, solarización y aporte de materia orgánica (5 kg/m²), con 3 repeticiones, en dos subparcelas una de ellas con aplicación de *Trichoderma spp.* y la otra sin aplicación. Se suministraron 3 tratamientos de *Trichoderma*, con el agua de riego, el sistema es riego por inundación, los momentos fueron, 1º al transplante, 2º y 3º con una periodicidad de 15 días. Se contaron esclerocios por el método Adams antes y después del cultivo, se contaron número de plantas muertas a la madurez comercial de la lechuga. Los resultados del análisis estadístico indican una alta significación de la aplicación de *Trichoderma* en el control de la enfermedad, el resto de los tratamientos no mostraron efectividad.

INTRODUCCIÓN

Una de las enfermedades más graves en el cultivo de la lechuga es la producida por el hongo Ascomiceto *Sclerotinia sclerotiorum* que provoca la podredumbre húmeda. Su alto grado de incidencia y la falta de medios efectivos, principalmente los tratamientos químicos en vegetación han resultado insuficientes (Gomar *et al.*, 1993), (Scannanini *et al.*, 1993) convirtiendo esta enfermedad en la principal causante de pérdidas de cultivo en primaveras y otoños lluviosos o cuando junto a HR elevada se producen concentraciones de agua.

Numerosos autores citan el control biológico como una estrategia alternativa para el control de hongos patógenos, entre ellos *Sclerotinia sp.*

El control biológico ha sido definido por Cook y Baker (1983) como la disminución de la cantidad de un Inóculo o de una actividad productora de enfermedad de un patógeno llevado a cabo, bien a través de una o más organismos o por el hombre

Diferentes especies del género *Trichoderma* se usan como agentes de Control Biológico de enfermedades en agricultura. Los más utilizados son *T. barzianum*, *T. viride* y *T. virens*. Se ha demostrado que son capaces de controlar a hongos de diversos géneros, como *Armillaria*, *Botrytis*, *Chondrostereum*, *Colletotrichum*, *Dematophora*, *Diaporthe*, *Endothia*, *Fulvia*, *Fusarium*, *Fusicladium*, *Helminthosporium*, *Pseudoperonospora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*, *Venturia* y *Verticillium* (Hermosa, 1998).

Son varios los mecanismos de acción que presenta *Trichoderma*: micoparasitismo, competición y antibiosis.

En el micoparasitismo son varias las enzimas producidas por *T. barzianum* capaces de hidrolizar las paredes celulares de numerosos hongos. Estas enzimas incluyen endoquitinasas, proteasas, exoglucan- β -1,3 glucosidasas, endoglucan- β -1,6 glucosidasas, etc. (Lorito, 1998). Estas enzimas son inducidas por los diferentes polímeros componentes de la pared de distintas estructuras de los hongos diana.

Los esclerocios de especies patógenas de lechuga, como *Sclerotinia sclerotiorum* y *Sclerotinia minor* son susceptibles de ser hidrolizados por las enzimas líticas, en especial las glucanasas, producidas por *T. barzianum* (Whipps, 1991), aunque también las hifas de estos patógenos pueden ser parasitadas por el citado antagonista (Inbar *et al.*, 1996).

Se ha demostrado que la acción patógena de *Sclerotinia* sobre la lechuga depende, en gran medida, de la materia orgánica (Dillard y Grogan, 1985) y de la flora edáfica (Mercier y Reeleder, 1987). La acción micoparásita, así como el efecto supresor de microorganismos presentes en el suelo hacen de *T. barzianum* un prometedor agente de Control Biológico de la podredumbre húmeda de la lechuga.

MATERIAL Y MÉTODOS

En una parcela de la Estación Experimental Agraria de Carcaixent, en la que se conoce la presencia de *Sclerotinia esclerotiorum*, por haberse presentado e identificado en otros cultivos de esa parcela y por haberse incrementado en nivel de inóculo con unas plantaciones de lechuga en otoño de 1995 y primavera de 1996, se ha planteado un ensayo para determinar la eficacia del control ejercido por *Trichoderma sp.* sobre *Sclerotinia esclerotiorum*, comparándolo con otras técnicas alternativas como la solarización y el aporte de materia orgánica en elevadas cantidades.

Los ensayos se realizan en la plantación de otoño–invierno, repitiéndose la plantación en primavera para comprobar un posible efecto remanente de los tratamientos.

Las parcelas a las que se aplican los tratamientos son de 12 m², con 71 lechugas del cultivar Inverna, del tipo romana, plantadas en líneas y a nivel del suelo, con una densidad de 6 planta por m².

Se compara la aplicación o no de un preparado industrial de *Trichoderma*, cuya composición está formada por tres cepas: *Trichoderma viride* 25, *Trichoderma harzianum* 29 y *Trichoderma harzianum* F470, a razón de 4 millones de conidias por planta, en dos subparcelas, cada una de las cuales comprende tres bloques con tres tratamientos: S, solarización, (efectuada durante los meses de julio y agosto); F, estiércol, (dosis de 5 kg/m²); y T, testigo.

La aplicación se realiza en tres momentos, al trasplante de las lechugas y dos dosis posteriores con un intervalo de 15 días entre ellas, se incorpora con un dosificador al agua de riego en las tres ocasiones. El ciclo del cultivo está alrededor de los 90 días, trasplantándose a primeros de septiembre y cosechando a finales de noviembre o primeros de diciembre.

No se realizan aplicaciones de fungicidas con objeto de no interferir en las relaciones entre especies del suelo, ni otros tipos de aplicaciones de pesticidas o herbicidas, solo se realizó una única fertilización de fondo con 1 kg de abono complejo 15-15-15 por parcela elemental.

Los controles realizados fueron:

- Inspección visual durante todo el cultivo para seguir la evolución del mismo y anotar las bajas producidas por causas diferentes a la pudrición por *Sclerotinia*.
- Comprobación de la viabilidad de los esclerocios de *Sclerotinia* recogidos del suelo, sembrando los esclerocios después de la desinfección en el medio de cultivo (Adams, 1975).
- Cuento semanal, durante las tres últimas semanas que es cuando hay peligro importante de presencia de enfermedad, de plantas muertas por *Sclerotinia*.
- Anotaciones climáticas del ciclo de cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los dos años de estudio, el número de plantas de lechuga muertas por pudrición de *Sclerotinia* en el cultivo de otoño, fue inferior en las parcelas tratadas con *Trichoderma*. Se han encontrado diferencias altamente significativas (α : 0,01) en las plantas tratadas, no encontrándose diferencias entre tratamientos y en la totalidad de las interacciones. El método estadístico aplicado ha sido un análisis multifactorial, las diferencias significativas se han estudiado mediante el Test de Rango Múltiple: LSD. (Tabla 1)

TRATAMIENTO	OTOÑO 1996	OTOÑO 1997
	MEDIA DE PLANTASMUERTAS	MEDIA DE PLANTAS MUERTAS
SIN TRATAR CON TRICHODERMA	5,06 a*	2,04 a*
TRATADAS CON TRICHODERMA	2,49 b	1,31 b

Tabla 1.

* test de Rango múltiple: LSD

En cuanto a la climatología, de acuerdo con los datos recogidos en la Tabla 2, las temperaturas medias y máximas, de los dos últimos años, correspondientes al mes de noviembre son bastante parecidas. Por el contrario la humedad relativa ha sido desigual, el año 97 (14,5 l/m²), ha sido más seco que el 96 (46,5 l/m²), esta desigual pluviometría sería suficiente para explicar las diferencias entre las medias de plantas afectadas en otoño entre los años 1996/97 (Tabla 2). El mes de Abril ha sido muy lluvioso, pero su mayor número de horas de sol, reduce las horas de elevada humedad relativa.

Datos climatológicos medios de los ensayos en 1996 y 1997

	Tª media noviembre °C		Precipitaciones noviembre, l/m ²	Tª media abril °C		Precipitaciones abril, l/m ²
	máxima	mínima		máxima	mínima	
Año 1996	19,67	9,7	46,5			
Año 1997	19,57	10,02	14,5	22,87	11,6	79,1

Tabla 2.

La duración media de las horas de sol diarias durante los meses de noviembre son: 9h 45 min., y los meses de abril son: 13 h 20 min.

Las lechugas cultivadas en el ciclo de primavera, trasplantadas en febrero y cosechadas en abril, no han presentado plantas afectadas por *Sclerotinia*, debido a que las condiciones climáticas no eran favorables a la enfermedad, por lo que no se ha podido comprobar si se mantenía la protección de *Trichoderma* frente a *Sclerotinia*.

En los análisis efectuados referentes a la viabilidad de los esclerosis recogidos del suelo lo fueron en un alto porcentaje alrededor de un 60%.

CONCLUSIONES

La presencia de plantas de lechuga afectadas por *Sclerotinia* va ligada a la climatología presente en las última semanas del ciclo otoñal de cultivo, en estos casos la aplicación de *Trichoderma* se ha mostrado muy efectiva al competir con *Sclerotinia* y reducir significativamente el número de plantas afectadas.

Sería importante conocer la persistencia de la *Trichoderma* aplicada y su efecto sobre la dinámica del suelo y futuros cultivos, en el ciclo de lechuga de primavera no se ha podido contrastar al no presentarse plantas muertas por *Sclerotinia*.

REFERENCIAS

- Adams, P. B. 1975. Factors affecting survival of *Sclerotinia sclerotiorum* in soil. *Plant Disease Reporter*, **59**: 599-603.
- Cook, R. J. y Baker, K. F. 1983. The nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. American Phytopathological Society, St. Paul, MN
- Dillard, H. R. y Grogan, R. G. 1985. Influence of green manure crops and lettuce on sclerotial populations of *Sclerotinia minor*. *Plant Disease*, **69**: 579-582.
- Gomar, E., Martí, M. y Sorribas, R. 1993. Daños que produce *Sclerotinia Sp* en cultivos de *Lactuca sativa*. *Phytoma*, **46**: 16-22.
- Hermosa, M. R. 1998. Caracterización molecular de cepas de *Trichoderma* utilizadas como agentes de control biológico de hongos fitopatógenos. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- Inbar, J., Menendez, A. y Chet, I. 1996. Hyphal interaction between *Trichoderma harzianum* and *Sclerotinia sclerotiorum* and its role in biological control. *Soil Biology*

- and Biochemistry*, **28**: 757-763.
- Lorito, M. 1998. Chitinolytic enzymes and their genes. En Kubicek, C.P. & Harman, G.E. (eds.), *Trichoderma and Gliocladium* vol. 2. Taylor and Francis, Londres (en prensa).
- Mercier, J. y Reeleder, R. D. 1987. Interactions between *Sclerotinia sclerotiorum* and other fungi on the phylloplane of lettuce. *Canadian Journal of Botany*, **65**: 1633-1637.
- Scannavini, M., Cobelli, L. y Antoniaci, L. 1993. Agenti del marciume del colletto della lattuga. *Informatore Fitopatologico*, **3**: 23-28.
- Whipps, J. M. 1991. Effects of mycoparasites on sclerotia forming fungi. En *Biotic Interactions and Soil-borne Diseases*. (eds. A.B.R. Beemster y otros). Amsterdam: Elsevier. pp. 129-140.

Estudio preliminar de los aislamientos de los hongos *Chaetomium elatum* y *Chaetomium globosum* como antagonistas frente a *Rhizoctonia solani*

T. Campos* y J. Roselló**.

* Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Apdo. Oficial. DP 46113. Moncada (Valencia).

** Estación Experimental Agraria. Pda. Barranquet s/n; 46740 Carcaixent. (Valencia).

RESUMEN

En una parcela de la Escuela de la Estación Experimental Agraria de Carcaixent, en la que se estudiaba el control agronómico de *Rhizoctonia solani*, aparecían resultados anómalos, ante la sospecha de encontrarnos frente a un suelo supresivo se realizaron análisis micológicos, en medios de cultivo generales y específicos frente a *Rhizoctonia solani*, apareciendo repetidamente un hongo desconocido. Llevado a identificar al IMI. se clasificaron los hongos ascomicetos: *Chaetomium elatum* y *Chaetomium globosum*. Realizados cultivos duales se observó que *Chaetomium elatum* no era competidor de *Rhizoctonia solani* y *Chaetomium globosum* si. Durante los años 1996/97 se han realizado ensayos en contenedor y en campo comparando la presencia de daños en plantas de judía, esqueje de clavel y alcachofa procedente de semillas en los siguientes tratamientos: testigo, *Rhizoctonia solani*, *Chaetomium globosum* y *Rhizoctonia solani* + *Chaetomium globosum*, Observándose diferencias en los daños a planta entre los tratamientos. Ante el interés de los resultados seguiremos estudiando el efecto de *Chaetomium globosum* como antagonista.

INTRODUCCIÓN

Se entiende por antagonismo, el conjunto global de las influencias desfavorables que un organismo ejerce sobre otro. Existen una gran diversidad de agentes conocidos

como antagonistas: virus, bacterias, hongos, nematodos o una combinación de microorganismos.

Son varios los autores que citan los mecanismos de acción de *Chaetomium globosum* como competición y antibiosis.

Chaetomium globosum es conocido por su habilidad en la destrucción de los nutrientes y sustratos complejos tales como la madera almacenada, yute y otras fibras naturales utilizando celulosa y lignina como fuentes de carbono.

La aplicación en semilleros de *Pinus sylvestris* de una mezcla de hongos saprofitos -*Chaetomium globosum*, *Penicillium lanosum*, *Trichoderma viride*, etc- reducen el damping off causado por *Fusarium oxysporum*, en el caso de ser producido por *Rhizoctonia solani* solo es efectiva la incorporación de *Chaetomium globosum* (Manka y Przezborski, 1987).

Dos aislados de *Chaetomium globosum* reducen la esporulación de picnidios de *Diaporthe Phaseolorum* f. sp. *meridionalis* in soybean, uno de ellos reduce la incidencia más que el otro (Pereira y Dhingra, 1996). Los metabolitos fungitoxicos BHT y chaetomin producidos por *Chaetomium globosum* logran controlar el damping off producido por *Pybittium ultimum* en remolacha (Di Pietro *et al.*, 1992).

En suelos resistentes son conocidos los efectos que produce el hongo saprofito *Chaetomium globosum* como antagonista de varias enfermedades de suelo (Gindrat D.; Gerhardson B. y Larsson M. entre otros).

Chaetomium globosum Kunze y *Chaetomium elatum* Kunze han sido aislados repetidamente en una parcela de Carcaixent, cuando se intentaba controlar el hongo *Rhizoctonia solani* Kurts.

MATERIAL Y MÉTODOS

Aislamiento e identificación de los hongos aislados

Ante la dificultad de clasificar el material micológico que repetidamente aislamos en nuestras experiencias para el control de *Rhizoctonia solani*, enviamos dicho material al IMI para su clasificación.

Cultivos duales

A la vista de que pudiéramos encontrarnos ante un hongo antagonista de *Rhizoctonia solani*, se procedió a realizar cultivos duales de *Chaetomium elatum* y *Chaetomium globosum* frente a *Rhizoctonia solani* en placa Petri sobre medio de cultivo agarizado.

Pruebas de control biológico

Durante los años 1996/97 se han realizaron numerosas pruebas de control inoculando en suelo procedente de la parcela en la que aislamos *Chaetomium globosum* y *Chaetomium elatum* y en suelo estéril en los siguientes tratamientos: testigo, *Rhizoctonia solani*, *Chaetomium globosum* y *Rhizoctonia solani* + *Chaetomium globosum* sobre los huéspedes de *Rhizoctonia solani*: judías, esquejes de clavel y plantas de alcachofa procedentes de semilla.

Preparación de inóculo de *Rhizoctonia solani*

Seguimos el método puesto a punto por Cebolla y Campos (1987) sobre tallos de clavel, cada maceta llevaba 16 g de inóculo. En las inoculaciones en bandeja 100 g de esquejes de clavel inoculados, en ensayos de campo 1 kg por parcela elemental.

Preparación de inóculo de *Chaetomium globosum*

Se realizaron dos métodos el primero cultivando el hongo sobre caldo de patata agarizado (PDA) en estufa a 24 °C±1 y oscuridad durante un mes, el contenido de cada placa se trituraba con una batidora con 150 ml de agua y se añadían a bandejas de 20 litros o macetas de 2 litros en el primero de los casos 4 placas/bandeja en el segundo caso 1 placa/maceta. En el segundo método el hongo se cultivaba sobre PDA igual que en el caso anterior y a continuación se inoculaba en salvado de trigo según el método Acremonium Inoculum Preparation.

Inoculación

Una vez preparados los inóculos se procedía de la siguiente forma: se inoculaba primeramente *Chaetomium* en los tratamientos de: *Chaetomium globosum* y *Chaetomium globosum*+*Rhizoctonia solani*, dejándolo en contacto con el suelo durante un mes transcurrido esté se inoculaba *Rhizoctonia solani* en el mismo contenedor en el tratamiento *Rhizoctonia solani* + *Chaetomium globosum*; y *Rhizoctonia solani*, en los testigos se sustituía la suspensión del micromiceto en el método que así lo requería por la misma cantidad de agua; en el segundo método de preparación de inóculo simplemente se procedía a poner el suelo ya fuese estéril o de la parcela en la maceta o bandeja recibiendo el mismo tratamiento que aquellas.

Experiencias realizadas

- Se inocularon bandejas con suelo procedente de la parcela y suelo estéril sembrando 80 judías, 2 por golpe y 4 filas de 10.
- Se inocularon 10 macetas por tratamiento en los dos tipos de suelo 2 judías/maceta.
- Se inocularon 10 macetas por tratamiento en los dos tipos de suelo 2 esquejes de clavel/maceta.
- Se inocularon 5 macetas en cada uno de los tratamientos en suelo estéril con plantas de alcachofa.
- Se inocularon directamente en el suelo 3 parcelas de 3*1,5 con 2 kg de inóculo, de *Chaetomium globosum*, a las dos semanas se inoculaba una de estas parcelas y otra de las mismas dimensiones que estaba enfrente respetando la línea guarda de un metro con un kg de tallos de clavel inoculados con *Rhizoctonia solani*, se repitió a las tres semanas con la segunda de las parcelas y a las cuatro semanas la tercera y última a los cuarenta días de la última inoculación se plantaron plantas de alcachofa.

El método de preparación del inóculo de *Chaetomium globosum* fue el primero en las inoculaciones con judías y esquejes de clavel, en el caso de alcachofas tanto en campo como en macetas fue el segundo que hemos descrito.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación del material micológico

Los datos facilitados por el IMI fueron: *Chaetomium elatum* y *Chaetomium globosum*.

Cultivos duales

Se observó una zona de inhibición entre el patógeno *Rhizoctonia solani* y *Chaetomium globosum*, no así con *Chaetomium elatum*.

Pruebas de control biológico

Preparadas en bandejas y macetas siembra de judías. (Tablas 1, 2 y 3)

EN SUELO DE CAMPO				
	Testigo	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Chaetomium globosum</i>	<i>Chaetomium globosum</i> + <i>Rhizoctonia solani</i>
Nº plantas germinadas	20	1	20	16

Tabla 1.

EN SUELO ESTÉRIL				
	Testigo	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Chaetomium globosum</i>	<i>Chaetomium globosum</i> + <i>Rhizoctonia solan.</i>
Nº plantas germinadas	23	0	22	15

Tabla 2.

SUELO ESTÉRIL-JUDIAS EN MACETAS				
	Testigo	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Chaetomium globosum</i>	<i>Chaetomium globosum</i> + <i>Rhizoctonia solani</i>
PLANTAS CON SÍNTOMA	0-0%	15-75%	0-0%	10-50%
PLANTAS SIN SÍNTAMOS	20-100%	5-25%	20-100%	10-50%

Tabla 3.

Las judías eran antiguas y tenían bajo poder germinativo, ahora bien las procedentes de bandejas con Inóculo de *Rhizoctonia* se sembraron en PDA+Streptomycinina y se aisló Rh, no así en el resto que estaban prácticamente todas podridas.

Este ensayo se repitió en macetas sembrando 2 judías en cada una de ellas, un total de 10 macetas por tratamiento, en este caso, las macetas cuyo contenido era suelo de la parcela no germinó ninguna, los resultados en suelo estéril fueron:

Preparadas en macetas sobre esquejes de clavel.

Se plantaron 2 esquejes de clavel/maceta 10 macetas por tratamiento. (Tablas 4 y 5)

SUELO DE CAMPO				
	Testigo	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Chaetomium globosum</i>	<i>Chaetomium globosum</i> + <i>Rhizoctonia solani</i>
PLANTAS CON SÍNTOMAS	0-0%	12-60%	0-0%	2-10%
PLANTAS SIN SÍNTOMAS	20-100%	8-40%	20-100%	18-90%

Tabla 4.

SUELO ESTÉRIL				
	Testigo	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Chaetomium globosum</i>	<i>Chaetomium globosum</i> + <i>Rhizoctonia solani</i>
PLANTAS CON SÍNTOMAS	0-0%	11-55%	0-0%	5-25%
PLANTAS SIN SÍNTOMAS	20-100%	9-45%	20-100%	15-75%

Tabla 5.

En plantas de alcachofa procedentes de semilla.

- En campo (Tabla 6)

Estos resultados no variaron, la experiencia se mantuvo en el campo durante 6 meses.

- En macetas y suelo estéril. (Tabla 7)

Este ensayo se repitió 2 veces con resultados parecidos. En todas las plantas que murieron se aisló *Rhizoctonia solani*.

Inocular con <i>Chaetomium globosum</i> 17-7-97 Inocular <i>Rhizoctonia solani</i> 14-8-97 Plantar 10 plantas de alcachofa 23-9-97 a los 30 días sobreviven 6 plantas	Inocular con <i>Rhizoctonia solani</i> 14-8-97 Plantar 8 plantas de alcachofa el 23-9-97 a los 30 días sobreviven 2 plantas
Inocular con <i>Chaetomium globosum</i> 17-7-97 Inocular con <i>Rhizoctonia solani</i> 7-8-97 Plantar 10 plantas de alcachofa 23-9-97 a los 30 días sobreviven 8 plantas	Inocular con <i>Rhizoctonia solani</i> 7-8-97 Plantar 8 plantas de alcachofa el 23-9-97 a los 30 días sobreviven 0 plantas
Inocular con <i>Chaetomium globosum</i> 17-7-97 Inocular con <i>Rhizoctonia solani</i> 31-7-97 Plantar 10 plantas de alcachofa el 23-9-97 a los 30 días sobreviven 10 plantas	Inocular con <i>Rhizoctonia solani</i> 31-7-97 Plantar 8 plantas de alcachofa el 23-9-97 A los 30 días sobreviven 0 plantas

Tabla 6.

SUELO ESTÉRIL				
	Testigo	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Chaetomium globosum</i>	<i>Chaetomium globosum</i> + <i>Rhizoctonia solani</i>
Plantas muertas	0	5	0	2
Plantas vivas	5	0	5	3

Tabla 7.

CONCLUSIONES

Aunque no creamos que los resultados que acabamos de ver sean concluyentes si cabe una fundada esperanza de encontrarnos a un buen antagonista frente al patógeno *Rhizoctonia solani* capaz de producir daños en semillas, leguminosas solanaceas y algunas cucurbitaceas como el melón, entre otros.

REFERENCIAS

- Cebolla, V. y Campos T. 1988. Control químico de las marras de plantación en alcachofa. III Congreso Nacional de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas (SECH). Tenerife.
- Di Pietro, A., Gut-Rella, M., Pachlatko, J. P. y Schwinn, F. J. 1992. Role of Antibiotics Produced by *Chaetomium globosum* in Biocontrol of *Ptyhium ultimum*, a Causal Agent of damping off. *Phytopathology*, **82**: 131-135.
- Manka, K. y Przezborski, A. 1987. Towards biological protection of forest tree seedlings against parasitic damping off. *Sylwan*, **131 (1)**: 53-59.
- Pereira, J. y Dhingra, O. D. 1997. Suppression of *Diaporthe Phaseolorum* f. sp. *meridionalis* in soybean stems by *Chaetomium globosum*. *Plant Pathology*, **46**: 216-223.

La degradación de las propiedades del suelo en relación a su uso en dos sistemas agroforestales de la Comunidad Valenciana: implicaciones ecológicas ante un hipotético cambio climático

M. J. Molina*, **M. D. Soriano**** y **J. V. Llinares***

*Centro de Investigaciones sobre Desertificación-Cide (CSIC, Universitat de València, Generalitat Valenciana). Camí de la Marjal s/n, 46470 Albal. (Valencia).

** Escuela Universitaria de Ingenieros Técnicos Agrónomos. Avda. Blasco Ibañez 21, 46010 Valencia.

ABSTRACT

With the aim of predicting the loss of quality of the Valencia agroecosystems in the case of an hypothetical global climatic change we conducted field observations, soil sampling and laboratory analyses on two agroecosystems with the same physical potential but different climatic conditions.

In the studied climatic gradient the increase of aridity is two-fold and so is the increase of erosion in the slopes. The depth and the organic matter content of soil decrease proportionally to the increase of erosion. The proportion of non-aggregated silt and clay decreases between 50 and 130% and the water retention capacity decreases a 25%. In rainfed terraced agricultural soils under conventional tillage the chemical fertility decreases between 20 and 50% respect to the eroded soil in the slopes whereas the water content at field capacity experiences a 50% decrease. In the case of abandoned terraced fields located at the footslope, herbs and shrubs improve the chemical, physical and hydrological soil quality of past tilled soils. If this kind of fields are going to be abandoned but also when conventional tillage causes physical and chemical degradation, herbs and shrubs with proved economical or ecological interest would improve the soil, could contribute partially to the sustainable development and combat degradation in agricultural areas with desertification risk. In the slopes the results suggest that *S. Tenacissima* better than other shrubs would be able to adapt to the new climatic and edaphic conditions of aridity and play an important role in the conservation of the soil resources.

RESUMEN

Con objeto de predecir el deterioro de la calidad de nuestros agroecosistemas ante un hipotético cambio climático, realizamos observaciones y muestreo de campo y análisis de suelos en dos sistemas agroforestales con la misma potencialidad del medio físico pero distintos umbrales climáticos.

En el gradiente climático estudiado el índice de aridez aumenta el doble, la erosión

en las laderas aumenta el doble, la profundidad de suelo y el contenido de materia orgánica se reduce a la mitad, la proporción de limo y arcilla no agregados aumenta entre un 50 y un 130% y la capacidad de retención de agua del suelo se reduce un 25%. En suelos de cultivo de secano en terrazas con prácticas convencionales de cultivo la fertilidad química se reduce entre un 20 y un 50% respecto del suelo más erosionado de las laderas, y el contenido de agua a capacidad de campo disminuye a la mitad. Si el cultivo en terrazas al pie de estas laderas semiáridas erosionadas se abandona y se produce la recolonización de especies de matorral y herbáceas las propiedades químicas, físicas e hidrológicas del suelo mejoran. Ante el peligro de un cambio climático deben preverse cambios en la gestión de los sistemas agroforestales valencianos. En los bancales situados al pie de laderas donde se prevea el abandono de cultivos o en suelos agrícolas donde el laboreo tradicional junto con la agresividad de la lluvia degrada el suelo, la utilización de especies herbáceas o arbustivas de interés económico y/o ecológico mejoraría las condiciones físicas y químicas del suelo y podrían ser alternativas viables para el desarrollo sostenible y la lucha contra la degradación en áreas con riesgo de desertificación. En las laderas los resultados del estudio sugieren que el esparto, mejor que otras especies de matorral, sería capaz de adaptarse a las nuevas condiciones de aridez climática y edáfica y ejercer un importante papel en la conservación del recurso suelo.

INTRODUCCIÓN

El proceso de Desertificación en el área mediterránea constituye un problema medioambiental de primera magnitud, y así es reconocido en el ámbito científico, político y social (UNEP, 1992). Las peculiaridades del clima mediterráneo como son la concentración de las lluvias en otoño y primavera, en ocasiones muy intensas, el fuerte periodo de sequía estival y la gran variabilidad interanual unida a la intensa actividad humana sobre el medio sitúa a las zonas bajo esta influencia climática en zonas de riesgo (Rubio y Sanroque, 1990). Este se acentuaría en el caso de una aridización del clima debida al esperado cambio climático. Las previsiones indican un aumento de 2-3 °C de la temperatura, un descenso de precipitación, un aumento de la evaporación y el consiguiente descenso de la humedad del suelo en el periodo estival de 15 a 25% (Bolle, 1995). En el área Mediterránea hay datos climáticos que señalan una tendencia hacia un descenso de la precipitación desde los años 30 (Maheras, 1988). Sin embargo, todavía no está demostrado que esta tendencia sea una consecuencia del cambio climático global sino que puede ser debida a la propia variabilidad climática. Lo mismo sugiere el estudio de los datos de precipitación de 46 años en seis estaciones climáticas de la Comunidad Valenciana (Rubio, 1987).

Sea cual sea la causa, la relación entre aridización del clima, usos del suelo y degradación de sus propiedades ha sido reconocida a lo largo de todo el área mediterránea (Lavee *et al.*, 1991, Cammeraat, 1996, Puigdefábregas *et al.*, 1996, López-Bermúdez *et al.* 1996), y así ha sido reconocido también en una zona de la provincia de Alicante (Boix *et al.*, 1995). Contribuir con datos de la Comunidad Valenciana a la validación de modelos de funcionamiento y de predicción generales es de interés científico y práctico, puesto que ayuda a la creación de bases de datos de referencia ante la perspectiva del cambio que pueden ser útiles para diseñar estrategias de planificación y utilización de los recursos que permitan el mantenimiento o la mejora de la calidad de los agrosistemas.

Imeson *et al.* (1996) proponen un modelo dinámico para el análisis de la degradación de los ecosistemas en varios niveles jerárquicos basado en el deterioro de la organización (o procesos) que permite un aprovechamiento óptimo de sus recursos. La idea básica es que la asociación suelo-planta (a macro, meso o microescala) en un área sigue unas pautas que reflejan las propiedades de suelo, la litología, la geomorfología y el uso,

y que esta asociación está relacionada con la disponibilidad hídrica, la radiación incidente y la disponibilidad de nutrientes.

Basándonos en dicho modelo los objetivos del trabajo son:

- Cuantificar la degradación de las propiedades del suelo a escala de planta y de ladera en un gradiente de aridez climática próximo al hipotético cambio climático en dos agrosistemas de la Comunidad Valenciana, uno en la provincia de Valencia y otro en la de Alicante.
- En el área de clima más árido, comparar la degradación de las propiedades del suelo en función de tres tipos de utilización: agrícola de secano en uso, agrícola de secano abandonado y forestal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Situación y características generales de las áreas de estudio

Las zonas de estudio han sido La Concordia (Liria, 39° 45' N, 0° 43'O) en la provincia de Valencia y Benidorm-Finestrat (38° 32'- 38° 33'N y 0 ° 29'- 0° 30'O) en la provincia de Alicante.

La ladera seleccionada en la Concordia está situada entre 550 y 575 m, con orientación SO y pendiente entre 30 y 40%. El suelo es poco profundo (entre 30 y 40 cm), pedregoso y corresponde a los Leptosoles Rendzínicos según la clasificación FAO (Rubio *et al.*, Mapa de Suelos de la Comunidad Valenciana, Villar del Arzobispo 667). El material de origen corresponde a calizas del Jurásico (IGME, 1977). En la ladera estudiada se observa una pauta de distribución del suelo ligada a la distribución de las plantas dominantes. Se observa que el suelo protegido por las plantas dominantes es más profundo mientras que el suelo entre plantas ("Claros") es muy pedregoso y mucho menos profundo (15-30 cm). Las especies dominantes son la aliaga (*Ulex parviflorus*) y el romero (*Rosmarinus officinalis*). Aproximadamente el 50% de la superficie del suelo está cubierta ellas. El resto corresponde a suelo con mucha pedregosidad superficial, colonizado por especies herbáceas y leñosas de poco porte y escasa cobertura. Existe un claro predominio de las zonas no labradas, así como campos de cultivo abandonados y, dentro de ellos, el matorral ocupa la mayor superficie. Los cultivos de secano se mantienen en las zonas de valle más llanas donde predominan la vid, el olivo y el almendro.

La segunda zona estudiada está situada a 5 km de la costa de Benidorm, entre 70 y 100 m de altitud. La ladera, de orientación SO, está situada en el monte Cortina, últimas estribaciones del Puig Campana: La pendiente de la ladera varía entre 25 y 30%. Las terrazas de cultivo, en uso o abandonadas, seleccionadas para el estudio están orientadas al SO. La pendiente media de las zonas abancaladas es de 15%, siendo la pendiente de cada bancale de un 2% y en sentido contrario a la pendiente general. El suelo es poco profundo, entre 10 y 15 cm en la mayor parte de la ladera, con mayor profundidad (15-30 cm) en las zonas de acumulación de sedimentos, pedregoso y corresponde a la asociación Regosol calcáreo/ Leptosol lítico. La profundidad de suelo en los bancales es de 50-60 cm. El material de origen del suelo corresponde a calizas del Cretácico (IGME 1981). Existe un claro predominio de las zonas no labradas, así como campos de cultivo abandonados y, dentro de ellos, el matorral ocupa la mayor superficie. Entre los cultivos de secano predominan los almendros. Las especies arbóreas silvestres son principalmente el pino y el algarrobo. Las laderas se encuentran en su mayoría formadas por matorrales dominados por el esparto (*Stipa tenacissima*). El suelo en la ladera se distribuye en mosaico siguiendo una pauta que podemos denominar de "Terrazas" y "Claros". Las

primeras son zonas de infiltración y acumulación de sedimentos y están ocasionadas por el papel que esta planta ejerce frente a la erosión. Los segundos son zonas desprotegidas y están sujetas a intensos procesos de escorrentía y erosión (Sánchez y Puigdefábregas, 1994, Puigdefábregas y Sánchez, 1996, Cerdá, 1997).

El gradiente climático en las zonas de estudio

El clima en la zona de La Concordia se ha caracterizado mediante los datos termopluiométricos que se indican en la Tabla 1. Por su situación geográfica, sería intermedio entre el de las estaciones de Alpuente y de Segorbe. Las características de la precipitación son similares a las de la estación pluviométrica de Alcublas, observatorio más próximo a la zona de estudio. Por altitud y orografía el régimen de temperaturas estaría más próximo al de Segorbe que al de Alpuente. Respecto al tipo climático estaría entre el Secosubhúmedo y el Semiárido, con mayor tendencia hacia el primero que hacia el segundo. El índice de aridez para la zona estaría entre 32 y 38. La precipitación media anual es de 485 mm (Alcublas). La temperatura media anual es de 15,8 °C (Segorbe), la temperatura media del mes más frío (enero) es de 8,1 °C y la temperatura media del mes más cálido (agosto) es de 24,3 °C. El número medio de días con precipitación es de 50 y la precipitación máxima en 24 horas con un periodo de retorno de 5 años es de 83,9 mm (Tabla 1).

Zona Benidorm-Finestrat	Lat	Log	Altura (m)	Periodo	T	tm	Tm
Benidorm	38°32'N	0°8'O	15	57-68	19,6	12,2	27,8
Altea	38°36'N	0°2'O	61	61-90	-	-	-
	P (mm)	Días pp	Pmax/24h	ETP	la	Clasificación	
Benidorm	293	-	-	1030	71,6	Arido	
Altea	407,6	34,2	101,2	-	-	Semiárido	

Zona La Concordia	Lat	Log	Altura (m)	Periodo	T	tm	Tm
Alpuente	39°56'N	0°59'O	1092	54-60	12,4	4,8	21,9
Alcublas	39°48'N	0°42'O	774	61-90	-	-	-
Segorbe	39°51'N	0°29'O	364	43-69	15,8	8,1	24,3
	P (mm)	Días pp	Pmax/24h	ETP	la	Clasificación	
Alpuente	472	-	-	694	31,9	Secosubhúmedo	
Alcublas	486	50,6	83,9	-	-	-	
Segorbe	506	53,2	87,5	811	38,2	Semiárido	

Tabla 1. El clima en Benidorm-Finestrat (38°32'N- 0° 29'O, 70 m) y La Concordia (39°45'N- 0° 43'O, 575 m). T: temp. media anual, tm: temp. media mes más frío, Tm: temp. media mes más cálido (°C), ETP: evapotranspiración potencial (mm), la: índice de aridez. Fuente: Agroclimatología de España. INIA Cuad.7 (Elías y Beltrán, 1977) y Atlas climático 1961-1990 Coput-Generalitat Valenciana.

Para caracterizar el clima de la zona de Benidorm-Finestrat se disponen de los datos termopluiométricos correspondientes a la estación de Benidorm, y de los datos pluviométricos de la estación de Altea. En cuanto a altitud y orografía, la precipitación total anual corresponde más a la estación de Altea que a la de Benidorm. Según la clasificación de Thornthwaite, el clima de Benidorm se definiría como árido, con una precipitación total anual de 293 mm. Sin embargo, la correspondiente a la estación de Altea es de 407,6 mm lo que la situaría dentro del clima Semiárido. Podríamos decir que el clima de la zona de Benidorm-Finestrat es Semiárido, con una precipitación media anual de 407 mm. La temperatura media anual es de 19,6 °C; la temperatura media del mes más frío (enero) es de 12,2 °C y la media del mes más cálido (julio) de 27,8 °C. El índice de aridez para la zona estudiada sería algo menor que 71,6. En la Tabla 1, puede observarse que el nº medio de días de precipitación es de 34 y que la precipitación máxima en 24 horas, con un periodo de retorno de 5 años, es de carácter torrencial (101,2 mm/24 horas).

Al comparar los parámetros climáticos utilizados para las dos zonas de estudio podemos decir que entre ambas zonas existe un gradiente climático de aridez creciente. De la primera a la segunda observamos un descenso en la precipitación media anual de 80 mm, un aumento de la temperatura media anual, de la media del mes más frío y de la media del mes más cálido que oscilan entre 3 y 4 °C. También observamos un descenso del nº de días de precipitación (de 50 a 34 días) y un aumento del índice de aridez de casi el doble (de 32-38 a 71,5). Paralelamente se observa un incremento de la intensidad de las precipitaciones de 83,9 a 101,2 mm/24 horas.

Muestreo y análisis de suelos

Para determinar las características del suelo a escala de ladera se tomaron al azar 12 muestras del suelo superficial en La Concordia y 10 en Benidorm-Finestrat, en una superficie de alrededor de 150 m². Las muestras fueron divididas en dos grupos: debajo de las plantas dominantes ("Planta") y en el suelo no cubierto por ellas ("Claros") con objeto de determinar las variaciones de sus propiedades a menor escala.

En la zona de Benidorm-Finestrat seleccionamos una ladera aterrazada sometida a utilización agrícola de secano con prácticas de manejo convencional. En una superficie aproximada de 150 m², se muestrearon 5 bancales. En cada bancal se tomó una muestra compuesta de 5 submuestras distribuidas en los extremos y en el centro. En las proximidades de la ladera forestal se eligió una ladera aterrazada de superficie similar a la anterior, en la que los cultivos fueron abandonados. Se tomaron 5 muestras de suelo en los espacios ocupados por especies de matorral alto y otras 5 en los espacios dominados por herbáceas. Este tipo de muestreo se realizó bajo la hipótesis de que también en los bancales abandonados deberíamos encontrar unas pautas de variación espacial del suelo ligadas al tipo de vegetación que recoloniza los bancales una vez que las prácticas de cultivo y manejo se abandonan.

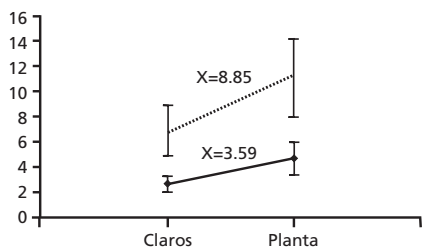
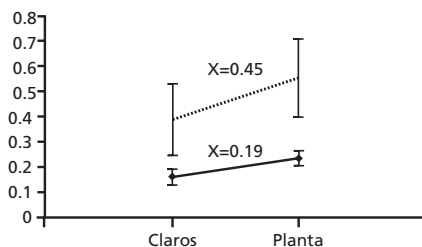
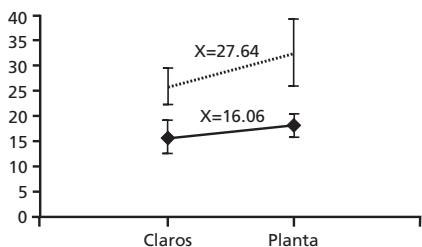
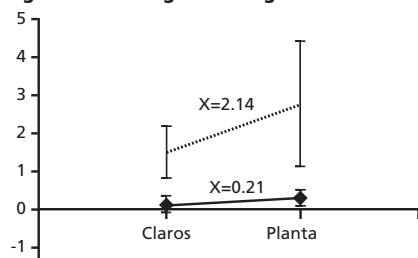
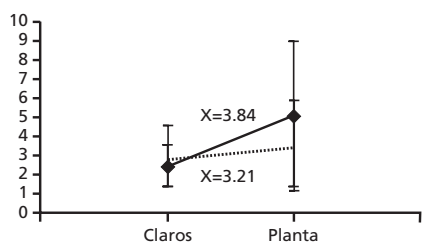
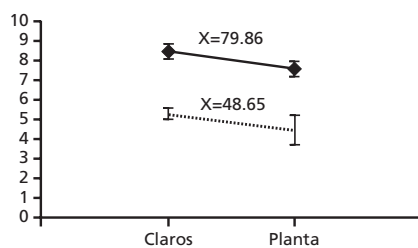
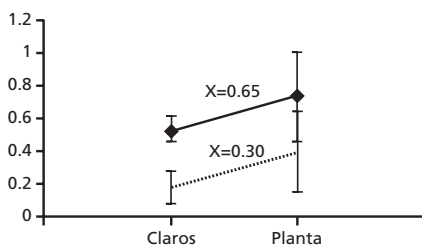
Se tomaron muestras del suelo superficial (5 cm en Benidorm-Finestrat) y 1-2 cm en la Concordia. Las operaciones de preparación de las muestras previas al análisis fueron: secado al aire, trituración convencional previa al tamizado o trituración en mortero de ágata cuando el análisis lo requirió, tamizado (2 mm), homogeneización y almacenamiento.

Las propiedades químicas analizadas y los métodos empleados fueron: humedad al aire (en estufa a 105 °C hasta peso constante), materia orgánica ((Walkley y Black, 1934), nitrógeno total (Bremner, 1965 procedimiento semi-micro Kjeldahl mediante el Kjeltec-auto), nitrógeno mineral (Bremner, 1965), fósforo asimilable (Olsen y Dean, 1965), carbonatos totales (Calcímetro de Bernard, Duchaufour, 1965), Capacidad de intercambio catiónico (Peech, 1954, modificación normalizada en el Cide, lab. Análisis específicos) y salinidad (Richards, 1954).

Las propiedades físicas analizadas y los métodos empleados fueron: determinación del estado de agregación del suelo (basado en la medida de la distribución de agregados por tamaños mediante láser utilizando el analizador Coulter LS130 mediante un procedimiento normalizado desarrollado por Molina *et al.*, no publicado) y de las curvas de humedad-potencial hídrico (Klute, 1986, modificado y normalizado según Ingelmo *et al.* 1998) incluyendo la humedad a capacidad de campo (20 kPa, según Bruand *et al.* 1996) y en el punto de marchitamiento (1500 kPa).

RESULTADOS

Influencia del gradiente climático en la degradación de las propiedades del suelo forestal.

Figura 1 % Materia orgánica**Figura 2 % Nitrógeno total****Figura 3 CIC (cmol/kg)****Figura 4 mg P₂O₅/100g****Figura 5 Nitrógeno mineral (mg/100g)****Figura 6 % Carbonatos Totales****Figura 7 Conductividad eléctrica (dS/m)****LEYENDA**

— Benidorm-Finestrat (Semiarido)

..... La Concordia (Secosubhmedo)

x = Valores medios escala de ladera.

En las Figuras 1 a 7 se representan los valores medios y las desviaciones estándar de materia orgánica, nitrógeno total y mineral, fósforo asimilable, carbonatos totales, capacidad de intercambio catiónico y salinidad de las dos laderas de estudio.

A escala de ladera, los contenidos medios de materia orgánica, nitrógeno total y capacidad de intercambio catiónico del suelo (Figs. 1 a 3 respectivamente) se reducen a la mitad (de 9 a 4% aproximadamente, de 0,45 a 0,2 mg/100 g y de 28 a 16 cmol/kg respectivamente) en el gradiente climático estudiado. A escala de planta ocurre también una reducción de este orden de magnitud al faltar la protección de la planta (ej. Fig. 1: de 11% bajo planta a 7% en claros en la ladera de la Concordia y de 4,6 a 2,5% en la ladera de Benidorm-Finestrat). Para este conjunto de propiedades la variabilidad se reduce al aridificarse el clima lo que estaría indicando que la degradación resultante de un incremento de la aridez del clima también conduciría a una reducción de la heterogeneidad

del recurso suelo. La disponibilidad del fósforo se reduce alrededor de un 90% (Fig. 4) así como su variabilidad. Las variaciones en los contenidos de nitrógeno mineral (Fig. 5), de carbonatos totales (Fig. 6) y de salinidad (Fig. 7) siguen pautas opuestas a las de las propiedades anteriores ya que tanto los valores medios como la variabilidad tienden a aumentar al aridificarse el clima. El aumento de estas propiedades al aumentar la aridez climática se debe a una mayor mineralización de la materia orgánica y a un “ascenso” de sales hacia la superficie debido al aumento de la evaporación. En el caso de los carbonatos totales se produce un incremento de alrededor del 60% sobre el valor medio de la ladera menos árida. Los valores de salinidad en el suelo erosionado de los claros aumentan alrededor del 150% (0,2 a 0,5 dS/m).

Figura 8
Agregación La Concordia (Secosubhúmedo)

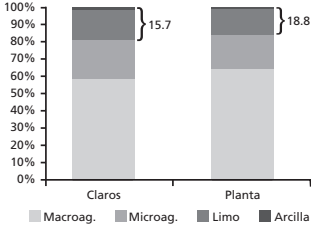


Figura 9
Agregación Benidorm (Semiárido)

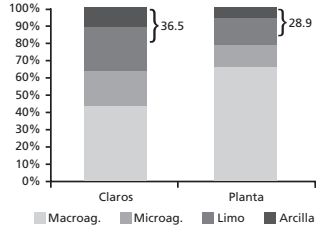


Figura 10
Curvas humedad-potencial hídrico

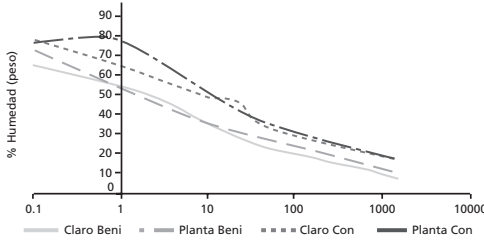


Figura 11 % Materia orgánica

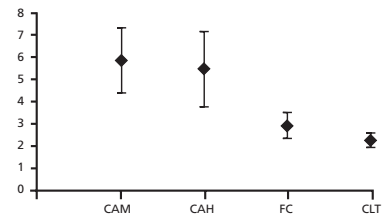


Figura 12 % Nitrógeno total

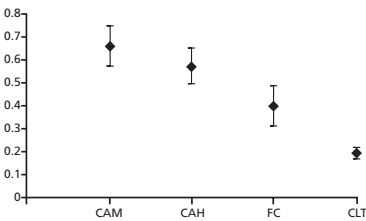


Figura 13 CIC (cmol/kg)

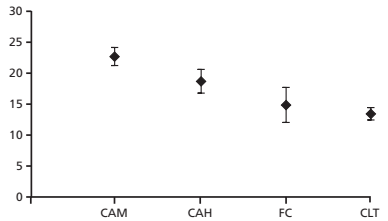


Figura 14
Agregación Benidorm - Finestrat

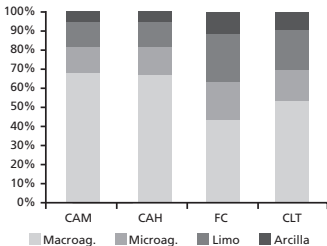
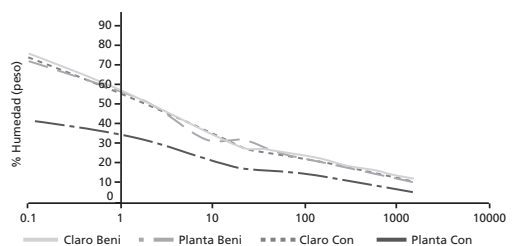


Figura 15
Curvas humedad-potencial hídrico Benidorm - Finestrat



LEYENDA

Beni= Benidorm-Finestrat / Con= La Concordia / CRA = Capacidad de retención de agua / CAM = Cultivo abandonado con matorral
CAH = Cultivo abandonado con herbáceas / FC = Forestal claros / CLT = Cultivo laboreo convencional.

El estado de agregación es quizás la propiedad del suelo que mejor indica la calidad de la estructura edáfica y ésta, a su vez, es indicadora de las cualidades físicas, químicas, biológicas e hidrológicas del suelo. En las figuras 8 y 9 se representa, para las dos zonas, la distribución de agregados en 4 clases de tamaño de partícula. De acuerdo con la bibliografía (Elliot, 1986; Oades y Waters, 1991; Utomo y Dexter, 1982) para un mismo suelo, cuanto menor sea la proporción de macro y microagregados (o lo que es lo mismo, mayor la proporción de limo y arcilla no agregados) menor es la calidad de la estructura y mayor es su susceptibilidad a la erosión (ver por ejemplo Ellwell, 1986 y Silleos, 1981). Como puede observarse al comparar las Figuras 8 y 9, hay un aumento de las proporciones de limo y arcilla no agregados que se produce a expensas de la degradación de los macro y microagregados del suelo al aumentar la aridez en el gradiente estudiado. Este aumento de la fracción erosionable del suelo, el limo y la arcilla no agregados, es de alrededor de un 50% sobre el contenido en el suelo menos árido en el caso en que el suelo esté cubierto por plantas de matorral pero es de alrededor de un 130% si éstas desaparecen.

En la Figura 10 pueden observarse las curvas de humedad-potencial hídrico para el suelo en las dos laderas. El agua retenida en el suelo para los mismos potenciales hídricos disminuye al aumentar la aridez del clima. A escala de ladera, la capacidad de retención de agua del suelo (agua a potenciales entre capacidad de campo y punto de marchitamiento) disminuye desde 27,5% a 21% (relación peso/peso) lo que supone una reducción del 25% sobre su capacidad inicial, lo que está de acuerdo con la bibliografía referente a las posibles consecuencias del cambio climático global (Bolte, 1995).

Los resultados presentados hasta ahora indican que en el suelo no sometido a prácticas de cultivo las peores condiciones físicas, químicas, de fertilidad e hidrológicas del suelo dan en los claros de las laderas más áridas, donde el suelo está sometido a intensos procesos de escorrentía y erosión. Utilizando las propiedades del suelo de los claros vamos a determinar en qué medida distintos tipos de uso y manejo agrarios pueden influir en las propiedades del suelo.

Influencia del uso en las propiedades del suelo en zonas semiáridas

En las Figuras 11, 12 y 13 se indican los contenidos de materia orgánica, nitrógeno total y CIC del suelo en terrazas sometido a prácticas convencionales de cultivo de secano y del suelo de cultivo abandonado y recolonizado por especies herbáceas y de matorral. En las Figuras 14 y 15 se indican la agregación y las curvas de humedad-potencial hídrico.

En las figuras 11, 12 y 13 podemos observar que la fertilidad química del suelo sometido a prácticas convencionales de cultivo se reduce a niveles incluso menores que los del suelo no agrícola en pendiente y muy erosionado de los “claros” como consecuencia del laboreo. La agregación (Fig. 14) se mantiene en niveles próximos a la del suelo de los claros o incluso mejores, indicando una menor intensidad del proceso de erosión como resultado de un efectivo aterrazamiento, pero las curvas de la Figura 15 indican que el agua a capacidad de campo (20 kPa) se reduce de un 30% en el suelo erosionado de los claros a un 19% en el suelo labrado (es decir, se reduce prácticamente a la mitad). Sin embargo, cuando el laboreo se abandona, y las terrazas como práctica de manejo para frenar la erosión del suelo son efectivas, el suelo permite el desarrollo de especies de matorral y herbáceas, lo que aumenta su fertilidad química, la agregación y la capacidad de almacenamiento de agua.

DISCUSIÓN.

La interacción entre la aridez climática y el uso del suelo en el proceso de desertificación del área mediterránea

En la vertiente mediterránea, donde hay una larga historia de utilización de los recursos naturales, la antropización es el rasgo más característico del medio natural. La acción humana ocasiona impactos de diferente magnitud. Sin embargo, para una misma magnitud del impacto, el mismo medio físico no tiene la misma “resiliencia” o capacidad de recuperación de las condiciones anteriores al impacto. Esta capacidad de los agrosistemas depende de los umbrales de humedad y temperatura máximos y mínimos dentro de los cuales los procesos se desarrollan en su óptimo y debe ser peor bajo aquellas condiciones climáticas más limitantes. Si se ocasionan nuevos impactos en el ecosistema (antrópicos o naturales como pueden ser episodios de lluvia intensos) cuando todavía no se ha alcanzado un equilibrio se producen cambios que sólo permiten la supervivencia de los componentes del ecosistema más resistentes.

A través de los resultados obtenidos en este trabajo hemos puesto en evidencia que el gradiente climático existente entre dos zonas con unas características potenciales del medio físico similares superpuesto a una intensa acción humana en el pasado más o menos reciente en ambas, ha conducido a una alteración de los procesos físicos, químicos y biológicos. En ambas zonas, hemos observado distinta respuesta del ecosistema a la interacción entre el clima y el uso. Hay rasgos macroscópicos en el ecosistema que permiten reconocer que los procesos en ambas zonas son similares aunque de diferente magnitud. Por ejemplo, en ambas zonas se ha detectado un contraste suelo vegetado-suelo no vegetado (contraste planta-claro). La existencia de este “mosaico de suelos” pone de relieve que el proceso de erosión ha actuado, con intensidad, en ambas zonas. Sin embargo, ni las plantas dominantes son las mismas, ni la profundidad del suelo es la misma, ni tampoco la superficie ocupada por las plantas o desprovista de vegetación es la misma. El proceso de erosión en las laderas ha sido causante de unos rasgos morfológicos comunes como son: la presencia de terrazas o escalones formados por la retención del suelo movilizado aguas arriba y frenado por las especies de matorral, la conservación del suelo de mejor calidad en el ambiente protegido por las plantas y la erosión acelerada en los claros. Sin embargo, en la zona de Benidorm-Finestrat la profundidad del suelo en los claros (<15 cm) es inferior a la de los claros de La Concordia (15-30 cm).

Paralelamente al aumento del índice de aridez al doble y al aumento de la intensidad de las precipitaciones hemos observado, a través de la determinación de la profundidad media del suelo, que la intensidad del proceso de erosión en ambas zonas es de 1:2. Esta relación entre la profundidad del suelo y la erosión en ambas áreas es inversamente proporcional a la relación 2:1 entre el contenido medio de materia orgánica del suelo en dicho gradiente, tanto a escala de ladera como a escala de planta. La variación en la dinámica de la materia orgánica al aumentar la aridez disminuye la fertilidad química del suelo y la asimilación de nutrientes ocasionada por un importante aumento del contenido de carbonatos totales. Al aumentar la aridez climática, también disminuye la calidad de la estructura del suelo y su capacidad de almacenamiento de agua, y aumenta su susceptibilidad a la erosión. Es decir, a la disminución de la disponibilidad de agua debida al aumento de la aridez climática hay que añadir una disminución de la capacidad del suelo para retener agua. Ello ocasiona que entre una gama de especies vegetales potencialmente capaces de colonizar estas áreas (García-Fayos, no publicado), sólo el esparto tenga capacidad para adaptarse con éxito a las nuevas condiciones de aridez climática y edáfica.

A través del estudio del suelo bajo diferentes usos en la zona de clima más árido, los datos obtenidos permiten observar que la construcción, al pie de las laderas, de terrazas tradicionales para su posterior puesta en cultivo disminuye la pérdida de suelo por

erosión. Esto se ha podido comprobar con las medidas de espesor de suelo en las terrazas en uso o abandonadas y su comparación con el espesor del suelo forestal. Sin tener en cuenta las propiedades químicas y físicas del suelo. Esta conservación del suelo unido a que las terrazas abandonadas están situadas al pie de la ladera y reciben parte de la escorrentía generada en ellas, es la explicación de la recolonización del suelo en las terrazas de cultivo abandonadas y su abundante vegetación natural de especies de matorral y herbáceas, en comparación con la de las laderas. A ello hay que unir la mejora en las propiedades físicas, químicas e hidrológicas del suelo. Por el contrario, las prácticas de laboreo continuadas producen una degradación que se manifiesta en una pérdida de materia orgánica y un descenso de la capacidad del suelo para retener agua. Las variaciones observadas en la agregación como consecuencia del uso del suelo en Benidorm-Finestrat, son coherentes, a grandes rasgos, con las variaciones observadas en la materia orgánica. Sin embargo, el contenido de materia orgánica no es capaz de resaltar diferencias que, a nivel observacional y de procesos, existen a escala de planta. En cambio la agregación es capaz de detectarlas. Así, en Benidorm-Finestrat se observa un gradiente de degradación de la estructura edáfica en función del uso del suelo, que se puede medir a través de la disminución del contenido de macro+microagregados, En esta zona la agregación varía en el sentido claros forestales (63,5%)<cultivo en uso (69,3%)<suelo forestal bajo esparto (78,6%)<cultivo abandonado, con herbáceas (81,9%)<cultivo abandonado, con matorral (83,1%). La agregación como parámetro sencillo de medir a la vez que sensible a pequeñas variaciones, es un parámetro muy útil como indicador de degradación física.

CONCLUSIONES

Para agroecosistemas de características del medio físico similares a los de La Concordia el esperado cambio climático produciría un incremento de aridez y de torrencialidad de la lluvia que reduciría a la mitad la profundidad del suelo y duplicaría la intensidad del proceso de erosión. La materia orgánica del suelo, el contenido de nitrógeno total y la capacidad de intercambio catiónico se reducirían a la mitad, la disponibilidad del fósforo se reduciría alrededor de un 90% mientras que el contenido de carbonatos totales aumentaría un 60% y la salinidad un 150%. La proporción de la fracción erosionable del suelo (limo y arcilla no agregados) aumentaría entre un 50 y un 130% y la capacidad de almacenamiento de agua se reduciría en un 25%. En suelos de cultivo de secano en terrazas con prácticas convencionales de cultivo la fertilidad química se reduciría entre un 20 y un 50% respecto del suelo más erosionado de las laderas, y el contenido de agua a capacidad de campo disminuiría a la mitad. Si el cultivo en terrazas al pie de estas laderas semiáridas erosionadas se abandona y se produce la recolonización de especies de matorral y herbáceas las cualidades químicas, físicas e hidrológicas del suelo mejoran. En los bancales situados al pie de laderas donde se prevea el abandono de cultivos o en suelos agrícolas donde el laboreo tradicional junto con la agresividad de la lluvia degrada el suelo, la utilización de especies herbáceas o arbustivas de interés económico y/o ecológico mejoraría las condiciones físicas y químicas del suelo y podrían ser alternativas viables para el desarrollo sostenible y la lucha contra la degradación en áreas con riesgo de desertificación. En el caso de mantener un uso agrícola en dichos bancales hay que evitar la pérdida de materia orgánica, la desagregación de las partículas de suelo y el descenso de la capacidad de retención de agua del suelo inducidos por la agresividad de la lluvia y el laboreo. En las laderas los resultados del estudio sugieren que el esparto, mejor que otras especies de matorral, sería capaz de adaptarse a las nuevas condiciones de aridez climática y edáfica y ejercer un importante papel en la conservación del recurso suelo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los proyectos europeos ENV4-CT95-

REFERENCIAS

- Bremmer, J. 1965. Total nitrogen. En *Methods of soil analysis Part II* (C.A-Black ed.). American Society of Agronomy. USA. 1149-1178.
- Bremmer, J. 1965. Inorganic forms of Nitrogen. En *Methods of soil analysis Part II* (C.A. Black ed.). American Society of Agronomy. USA. (pp. 1191-1206).
- Boix, C., Calvo, A., Imeson, A. y Soriano, M. D. 1995. Relationships between physical soil properties and runoff in a mountain zone with a climatological gradient in Alicante (Spain). En *Desertification in a European context: physical and socio-economic aspects* (R. Fantechi, D. Peter, P. Balabanis y J.L. Rubio eds.). Proceedings of the European School of Climatology and Natural Hazards Course held in El Campello, Pueblo Acantilado, Alicante, Spain, from 6 to 13 October 1993. Comisión Europea. Bruselas. (pp. 399-409).
- Bolle, H. 1995. Climate and Desertification. En *Desertification in a European context: physical and socio-economic aspects* (R. Fantechi, D. Peter, P. Balabanis y J.L. Rubio eds.). Proceedings of the European School of Climatology and Natural Hazards Course held in El Campello, Pueblo Acantilado, Alicante, Spain, from 6 to 13 October 1993. Comisión Europea. Bruselas. (pp. 15-34).
- Bruand, A., Duval, O., Gallinard, H., Darthout, R. y Jamage, M. 1996. Variabilité des propriétés du retention en eau des sols: importance de la densité apparente. *Étude et Gestions des Sols*, **3**: 27-40.
- Cammeraat, L. 1996. The MEDALUS core field programme: an overview of sites and methodology. En *Mediterranean desertification and land use* (C. Brandt y J. Thornes eds.). Wiley & Sons. Chichester. Inglaterra. (87-108).
- Cerdá, A. 1997. The effect of patchy distribution of *Stipa tenacissima* L. on runoff and erosion. *Journal of Arid Environments*, **36**: 37-51.
- Demolon, A. 1965. Dinámica del suelo. Ed. Omega. Barcelona.
- Duchaufour, P. 1965. Précis de pédologie. Masson et Cie. Paris.
- Elliot, E. 1986. Aggregate structure and carbon, nitrogen and phosphorus in native and cultivated soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **50**: 627-632.
- Ellwell, H. 1986. Determination of erodibility of a subtropical clay soil: a laboratory rainfall simulator experiment. *J. Soil Sci.*, **37**: 345-350.
- García-Fayos, P. Informe final del proyecto I+D Relación entre colonización vegetal y propiedades hídricas del suelo en laderas calcáreas bajo clima semiárido. Ref. GV-2311/94 (no publicado). Cide. Camí de la Marjal s/n. 46470 Albal (Valencia).
- Imeson, A., Pérez-Trejo, F. y Cammeraat, L. 1996. The response of Landscape Units to Desertification. En *Mediterranean Desertification and Land Use* (C. Brandt y J. Thornes eds.). Wiley & Sons. Chichester. Inglaterra. (pp. 447-468).
- Ingelmo, F., Villalba, M. y Pomares, F. 1998. Retención de agua en suelos de cítricos con manejo ecológico y con manejo convencional. Modelos de regresión. (En este libro).
- Instituto Geológico y Minero de España (IGME) 1977. Mapa geológico de España, hoja 667 (Villar del Arzobispo).
- Instituto Geológico y Minero de España (IGME) 1981. Mapa geológico de España, hoja 847 (Villajoyosa).
- Klute, A. 1986. Water retention. En *Methods of soil analysis, Part I. Physical and Mineralogical Methods* (A. Klute, ed.). Agronomy Monograph nº 9 (2nd Edition). American Society of Agronomy-Soil Science Society of America. (pp. 635-656).
- Lavee, H., Imeson, A., Pariente, S. y Benyamini, Y. 1991. The response of soils to simulated rainfall along a climatological gradient in an arid and semi-arid region. *Catena*, **19**: 19-37.
- López-Bermúdez, F. et al. 1996. *El Ardal Field site: soil and vegetation cover*. En

- Mediterranean Desertification and Land Use (*C. Brandt y J. Thornes eds.*) Wiley & Sons. Chichester. Inglaterra. (pp. 169-187).
- Maheras, P. 1988. Changes in precipitation conditions in the western Mediterranean over the last century. *J. of Climatology*, **8**: 179-189.
- Molina, M.J., Llinares, J.V. y Tellols, L. Procedimiento normalizado para la determinación de la agregación y la textura del suelo mediante la combinación de tamizado en húmedo y medida de la distribución de partículas por tamaños mediante el equipo láser Coulter LS130. Centro de investigaciones sobre desertificación (Cide). Camí de la Marjal s/n 46470 Albal (Valencia).
- Oades, J. y Waters, A. 1991. Aggregate hierarchy in soils. *Aust. J. Soil Res.*, **29**: 815-828.
- Olsen, S. y Dean, L. 1965. Phosphorus. En *Methods of soil analysis, Part II* (C. Black ed.) American Society of Agronomy. USA. (pp. 1044-1047).
- Peech, M. 1954. Determination of exchangeable cations and exchangeable capacity of soils. Rapid micromethods utilizing centrifuge and spectrophotometer. *Soil Sci.*, **59**: 25-38.
- Puigdefábregas, J. y Sánchez, G. 1996. Geomorphological implications of vegetation patchiness on semi-arid slopes. En *Advances in Hillslope Processes Vol. 2*. (M. Anderson y S. Brooks eds). John Wiley & Sons Chichester. Inglaterra. (pp. 1027-1060).
- Puigdefábregas, J. et al. 1996. *The Rambla Honda field site: interactions of soil and vegetation along a catena in Semi-arid Southeast Spain*. En *Mediterranean Desertification and Land Use (C. Brandt y J. Thornes eds.) 137-168*. Wiley & Sons. Chichester. Inglaterra. (pp. 137-168).
- Richards, L. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agriculture Handbook 6. USDA.
- Rubio, J.L. 1987. Desertificación en la Comunidad Valenciana: antecedentes históricos y situación actual de la erosión. *Revista Valenciana d'Estudis Autònoms*, **7**: 231-258.
- Rubio, J. L. y Sanroque, P. 1990. Water erosion and desertification in the Spanish Mediterranean Region. En *Strategies to combat Desertification in Mediterranean Europe* (J. L. Rubio y J. Rickson eds.). Comisión Europea. Bruselas. (pp. 163-192).
- Rubio, J., Forteza, J., Sánchez, J. et al. Proyecto Lucdeme. Mapa de Suelos de la Comunidad Valenciana Escala 1:100.000. Villar del Arzobispo (667). Generalitat Valenciana. Servei d'Estudis Agraris i Comunitaris. Valencia.
- Sánchez, G. y Puigdefábregas, J. 1994. Interactions of plant growth and sediment movement on slopes in a semi-arid environment. *Geomorphology*, **9**: 243-260.
- Silleos, N. 1981. The effect of calcium carbonate on soil erodibility in a survey area in Northern Greece. *ITC Journal*, **4**: 418-434.
- UNEP (United Nations Environment Programme) 1992. Word Atlas of Desertification. Edward Arnold. Sevenoaks.
- Utomo, W. y Dexter, A. 1982. Changes in soil aggregate water stability induced by wetting and drying cycles in non saturated soil. *J. Soil Sci.*, **33**: 623-637.
- Walkley, A. y Black, J.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.*, **37**: 29-38.

El arrastre del suelo durante las prácticas de laboreo con vertedera en laderas con pendiente, un proceso *per se* de degradación física del suelo: erosión por laboreo

S. de Alba Alonso

Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC. C/Serrano 115 dpdo. 28006-Madrid.

ABSTRACT

This paper presents the results of a field experimental work to quantify soil movement on hillslopes during the agricultural practices of conventional tillage with mouldboard plough. The results point out that soil movement rates (kg/m) are proportional to slope gradient and depth of ploughing. Whereas by computer simulation of long-term series of ploughing on a hypothetical hillslope profile was concluded that net soil movement rates are related with the morphology and curvature of the hillslope: soil loss occur on convexities and deposition take place in concavities. The tillage erosion rates present a high variability in relation with the pattern of ploughing in the field. While the mean annual rate of water erosion recorded with the use of fallow experimental plots is 7.3 t/ha, the soil loss estimated for a single tillage operation with a mouldboard plough may reach values higher than 54 t/ha, which represent near eight times the former water erosion rate. It is concluded that the soil redistribution by agricultural practices of tillage is *per se* a process of soil erosion and physic degradation of high magnitude, which may represent the main processes of soil degradation in agricultural hillslopes of Mediterranean areas.

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de un trabajo experimental de campo realizado para cuantificar la movilización y redistribución del suelo en las laderas como consecuencia de las prácticas convencionales de laboreo con vertedera. Los resultados indican que la tasa de movilización de suelo con el laboreo (kg/m) es proporcional a la pendiente del terreno y a la profundidad de laboreo. Mediante la simulación de largas secuencias de laboreo en un perfil teórico de ladera de morfología compleja, se determinó que la variabilidad espacial e intensidad de los balances netos de pérdida o acumulación de suelo dependen de la morfología y curvatura de la ladera, la pérdida de suelo se produce en los tramos de convexos y su acumulación en los tramos cóncavos. Las tasas de pérdida de suelo por laboreo varían de forma importante en función de los patrones de laboreo aplicados. En comparación con la tasa de erosión hídrica anual media registrada en parcelas experimentales de 7,3 t/ha, las pérdidas de suelo estimadas para un único pase de labor con vertedera llegan a ascender hasta 54,7 t/ha, es decir casi ocho veces la tasa anual de erosión hídrica. En consecuencia, se concluye que las prácticas agrícolas de laboreo representan *per se* procesos de erosión y degradación física del suelo de elevada magnitud, que pueden llegar a constituirse como el principal mecanismo responsable de la degradación de los suelos en las laderas agrícolas.

INTRODUCCIÓN

Los paisajes de agricultura extensiva bajo condiciones ambientales mediterráneas se caracterizan por presentar una elevada variabilidad espacial de los horizontes superficiales de suelo. Los tramos de ladera de perfil típicamente convexo, lomas, hombreras y divisorias de aguas, suelen presentar perfiles de suelo con los horizontes superficiales *A* y *B* sumamente adelgazados y, en la mayoría de los casos, suelos truncados en los que se han perdido totalmente esos horizontes y quedan expuestos en superficie los horizontes *C* originariamente subsuperficiales (De Alba, 1997), en muchos casos horizontes cálcicos de tonos claros. Por otro lado, en los tramos inferiores de las laderas el horizonte superficial *A* se engrosa por la acumulación de suelo procedente de las partes altas de la ladera. Este patrón de distribución espacial de los suelos degradados difícilmente es atribuible de forma predominante a la acción de los procesos de erosión hídrica, dado que tanto la longitud como la pendiente de la ladera son los principales factores topográficos determinantes de la intensidad de la erosión hídrica (Foster *et al.*, 1977, Wischmeier y Smith, 1978). En los tramos convexos de ladera ambos parámetros, pendiente y longitud de ladera, son particularmente reducidos, por lo que el proceso predominante de erosión hídrica corresponde al mecanismo de erosión por salpicadura por impacto de las gotas de lluvia -*splash erosion*- (Ellison, 1944). Sin embargo la intensidad de este último proceso ha de ser considerada como de muy escasa magnitud (Kirkby, 1980). Todo ello pone de manifiesto que la modelización de la erosión del suelo en campos agrícolas requiere tener en cuenta junto a los procesos de erosión hídrica otros mecanismos de redistribución de suelo en las laderas (Pennock y De Jong, 1987, Quine y Walling, 1993).

La importancia de los procesos de redistribución y erosión del suelo por las prácticas de laboreo se pone de manifiesto al considerar que las prácticas de laboreo suponen la movilización de una capa de suelo de espesor más o menos uniforme, generalmente de entre 20 y 40 cm, cuya extensión abarca toda la superficie cultivada. A modo de ejemplo, una única pasada de vertedera, con una profundidad media de laboreo de 30 cm, da lugar a la movilización de un total de 4050 toneladas de suelo por hectárea labrada (considerando una densidad aparente del suelo de 1,35 g/cm³); mientras que si la profundidad de laboreo fuera de 40 cm la cantidad total de suelo movilizado ascendería a 5400 t/ha.

Durante las prácticas de laboreo con el apero de vertedera (modelos de vertedera fija, no reversibles), el suelo resulta desplazado por las palas de la vertedera siguiendo una trayectoria oblicua respecto a la marcha del tractor, hacia adelante en la dirección de laboreo y lateralmente hacia la derecha de la pala de vertedera (Figura 1). Cuando los campos de cultivo se sitúan en superficies llanas, las labores con direcciones alternantes en años sucesivos producen un movimiento del suelo de tipo errático sin que tenga lugar desplazamiento neto alguno. En un punto cualquiera del terreno, las pérdidas de suelo ocurridas durante una labor son compensadas con las labores posteriores. Sin embargo, en campos agrícolas situados en laderas con pendiente la movilización del suelo no resulta equivalente en todas las direcciones, sino que guarda una estrecha relación con la pendiente del terreno. El arrastre del suelo ladera arriba provocado por un pase de labor realizado en contra de la pendiente, no resulta suficiente para compensar la pérdida de suelo sufrida como resultado de esa misma labor hecha cuesta abajo a favor de la pendiente, lo que da lugar a una pérdida neta de suelo en las zonas altas de la ladera. Mech y Free (1942) fueron los primeros investigadores que llevaron a cabo una serie de ensayos de campo para demostrar cuantitativamente este desequilibrio.

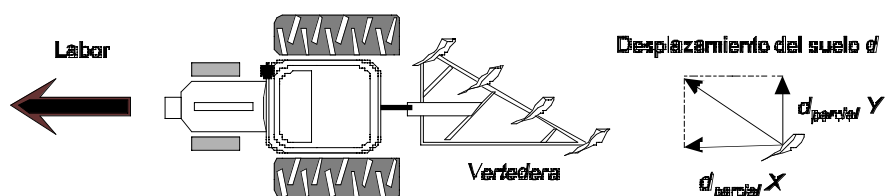


Figura 1. Esquema de la movilización del suelo producida por la pala de la vertedera.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en un trabajo experimental, realizado en 1995/96, para la cuantificación de la redistribución del suelo en las laderas durante las prácticas agrícolas convencionales de laboreo con vertedera. Después del primer estudio de carácter cuantitativo realizado por Mech y Free (1942), muy pocos han sido los trabajos experimentales realizados para cuantificar los efectos del laboreo y prácticamente todos ya en los años noventa. No obstante, en el caso concreto de la vertedera apenas se reducen a cuatro los trabajos experimentales recogidos en la bibliografía, los de Lindstrom *et al.*, (1990), Revel *et al.*, (1993), Govers *et al.*, (1994) y Lobb *et al.*, (1995).

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos de campo fueron realizados en la Finca Experimental La Higuera (CCMA, CSIC), en la localidad de Santa Olalla (Toledo). Como campo experimental se seleccionó una ladera de morfología compleja y pendientes comprendidas entre el 15 y 35%. El suelo es del tipo Luvisol cálcico (FAO, 1989), con un horizonte superficial *Ap* de textura franco-arenosa y estructura poliédrica subangular mediana de desarrollo moderado.

Para efectuar la medición del desplazamiento del suelo con las prácticas de laboreo se utilizaron trazadores metálicos. En el método aplicado se asume que tanto los trazadores metálicos como la masa de suelo, van a presentar un comportamiento similar frente a la vertedera y, por lo tanto, una movilización equivalente. Los trazadores metálicos fueron de 2,7 cm³ de volumen y 4,0 g/cm³ de densidad media. El protocolo de experimentación aplicado fue una adaptación del utilizado por Lindstrom *et al.* (1990), e incluyó siete etapas:

1. Delimitación de las parcelas experimentales.
2. Instalación de los trazadores metálicos (90 por parcela), debidamente etiquetados, enterrados en el suelo a 12 cm de profundidad y distribuidos en la parcela conforme a una malla regular. La instalación de los trazadores en el suelo se realizó con 10 meses de antelación con respecto a la aplicación de las labores, con objeto de favorecer su integración en la masa y bloques estructurales del suelo.
3. Aplicación de las operaciones de laboreo con el apero de vertedera (un pase de labor por parcela) a una profundidad media de laboreo de 24 cm, utilizando maquinaria agrícola convencional y con una velocidad media de 4,5 km/h y un resbalamiento máximo del 10%.
4. Aplicación de un pase de rulo con objeto de suavizar la superficie del suelo.
5. Identificación y restablecimiento de los límites de las parcelas mediante un teodolito digital.
6. Localización de los trazadores metálicos mediante un detector de metales (modelo 1266-X/Fisher).
7. Desenterrado e identificación de los trazadores y medición de sus posiciones finales, coordenadas X; Y, y profundidad.

En una fase previa se realizó un mapa topográfico de detalle con curvas de nivel a equidistancias de 0,5 m y un modelo digital del terreno (MDT) del campo experimental. Después de analizar las pendientes del MDT, se instalaron un total de 12 parcelas (2,75 x 4,5 m) distribuidas en cuatro pendientes diferentes entre el 15 y 30%. En la Figura 2 se representa sobre el mapa topográfico de la ladera, la distribución de las distintas parcelas de control y la dirección de laboreo aplicada en cada una de las parcelas. En cuatro de las parcelas, con pendientes del 15, 20, 25 y 30%, la labor de vertedera se aplicó a favor de la máxima pendiente. Sin embargo, debido a las limitaciones físicas de la maquinaria agrícola convencional utilizada, la labor en contra de la pendiente sólo pudo ser realizada en tres de las parcelas, con pendientes del 15, 20 y 25%; mientras que la labor según las curvas de nivel se limitó a las parcelas con el 15 y 20% de pendiente. En este último caso se instalaron cuatro parcelas (dos en cada rango de pendiente) con objeto de realizar las labores en contorno pero en direcciones opuestas.

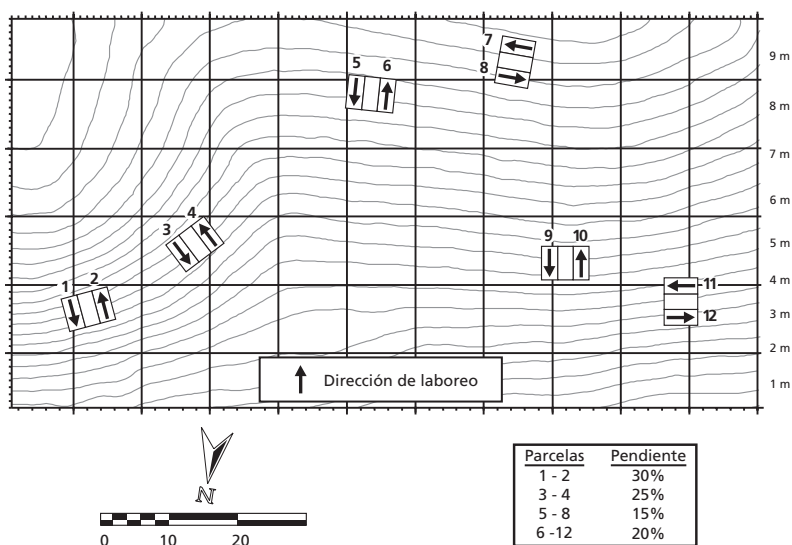


Figura 2. Mapa topográfico del campo de experimentación y distribución de las parcelas experimentales para el control del movimiento del suelo durante el laboreo con vertedera.

RESULTADOS Y MODELIZACIÓN DE LA MOVILIZACIÓN DEL SUELO EN FUNCIÓN DE LA PENDIENTE DEL TERRENO Y DE LA DIRECCIÓN DE LABOREO

En cuanto a las distancias medias de desplazamiento obtenidas tras aplicar un único pase de laboreo en las parcelas experimentales, cabe destacar que los valores máximos correspondieron a las parcelas labradas a favor de la pendiente con distancias totales comprendidas entre 65 y 73 cm, mientras que cuando las labores se realizaron en contra de la pendiente las distancias medias oscilaron entre 47 y 65 cm. En el caso del laboreo en contorno, los desplazamientos reales obtenidos son muy similares para ambas direcciones de laboreo y oscilan entre 52 y 66 cm. No obstante, las diferencias entre los desplazamientos del suelo para direcciones opuestas de laboreo aumentan cuando sólo se consideran las distancias parciales de desplazamiento (Figura 1), y más concretamente en el caso de la distancia parcial en la dirección de la pendiente. Así, el desplazamiento del suelo en la dirección de la pendiente llegó a ser superior en más de 25 cm cuando el laboreo se realizó cuesta abajo en comparación con cuando éste fue realizado cuesta arriba. De forma paralela ocurre en las parcelas labradas en contorno, en las que el desplazamiento medio del suelo fue superior hasta en 21 cm cuando éste fue volteado lateralmente a favor de la pendiente respecto a cuando fue volteado en contra de la misma.

Para determinar la influencia de la pendiente del terreno $S(\%)$ sobre la distancia de desplazamiento del suelo d (cm) en la dirección de la máxima pendiente en la ladera (distancia parcial X o Y , de la Figura 1, dependiendo de la dirección de laboreo), se llevo a cabo un análisis de regresión a partir de los datos medios obtenidos por parcela. De este modo, se determinaron sendas ecuaciones de regresión del tipo $d = a + b \cdot S$, una por patrón de laboreo: a) en la dirección de la pendiente y b) en contorno. Para el análisis de regresión se siguió el criterio aplicado por Lindstrom *et al.* (1992), de tal modo que la pendiente del terreno S se consideró con signo negativo ($S < 0$) cuando la labor se realizó a favor de la pendiente (cuesta abajo), o cuando ésta se realizó en contorno pero volteando el suelo a favor de la pendiente, y con signo positivo ($S > 0$) en los dos casos contrarios, para el laboreo cuesta arriba o en contorno volteando el suelo lateralmente cuesta arriba.

Las rectas correspondientes a las dos ecuaciones de regresión aparecen representadas en la Figura 3. Para ambos modelos de regresión destaca el elevado ajuste con respecto a los datos observados, con coeficientes de determinación R^2 superiores a 0,94 y niveles de significación estadística inferiores a $p < 0,01$ (Tabla 1). Los resultados indican una fuerte correlación inversa entre la pendiente del terreno y el desplazamiento del suelo (coeficientes b negativos). En consecuencia, cuando el suelo se moviliza a favor de la pendiente ($S < 0$) el desplazamiento aumenta conforme lo hace la inclinación del terreno, mientras que lo contrario ocurre cuando el suelo resulta desplazado en contra de la pendiente ($S > 0$). En la Tabla 1, se comparan los dos modelos establecidos con otros previos recogidos en la bibliografía, los de Lindstrom *et al.* (1992) y Govers *et al.* (1994). En todos los casos los modelos reflejan tendencias generales similares. Las diferencias observadas parecen corresponder a diferencias en las condiciones experimentales, rango de pendientes, condiciones del suelo en el momento del laboreo, velocidad y profundidad de laboreo, etc.

Referencia	Pendiente	Prof. laboreo	Análisis de regresión $d = a + b \cdot S$ (cm)				
	S (%)	D (m)	a	b	n	R^2	p
Laboreo en la dirección de la pendiente							
Lindstrom <i>et al.</i> , 1992	de -9,4 a 9,4	0,24	34.24	-1,02	20	0,64	--
Govers <i>et al.</i> , 1994	de -22,7 a 22,3	0,28	28	-0,62	12	0,68	--
Finca La Higuera	de -30 a 25	0,24	38,3	-0,62	8	0,94	0,001
Laboreo en contorno							
Lindstrom <i>et al.</i> , 1992	de -14,0 a 12,8	0,24	44.28	-1,12	20	0,81	--
Finca La Higuera	de -20 a 20	0,24	41.40	-0,50	5	0,94	0,01

Tabla 1- Modelos de regresión $d=f(S)$ para el desplazamiento del suelo por laboreo.

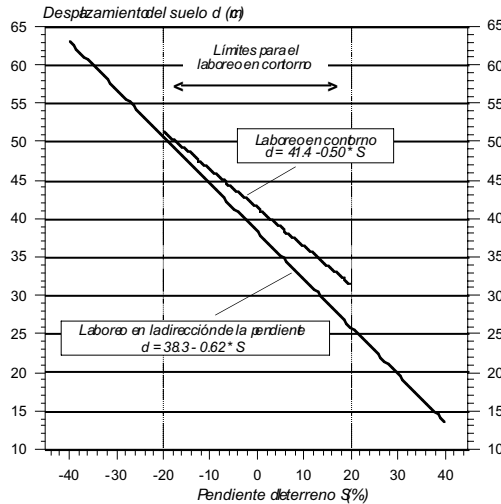


Figura 3. Modelos de regresión $d=f(S)$ para el desplazamiento del suelo (d) durante la labor en función de la pendiente del terreno (S).

Las correspondencias lineales $d=f(S)$ implican que para una misma pendiente del terreno el desplazamiento del suelo varía dependiendo de la dirección de la labor. Direcciones opuestas de laboreo suponen pendientes S de diferente signo. De tal forma que para dos pases de labor consecutivos en direcciones contrarias, se puede calcular un balance neto de desplazamiento de suelo d_n por diferencia de los desplazamientos ocurridos en ambas direcciones: d en sentido ascendente (con una pendiente S) y d' en sentido descendente (con una pendiente $-S$). Operando a partir de las dos ecuaciones de la Figura 3 se obtiene:

$$d_n = d - d' = \{a + b * S\} - \{a + b * (-S)\} = -2*b*S; \text{ con } d_n \text{ y } d \text{ en cm, y } S \text{ en}\%$$

y por lo tanto,

$$d_n = 1,24 * S \text{ patrón de laboreo en la dirección de la pendiente}$$

$$d_n = 1 * S \text{ patrón de laboreo en contorno}$$

Si se define la tasa de movilización de suelo Q_s (kg /m), como la cantidad de suelo que se moviliza a través de una sección de ladera, de dirección paralela a la de las curvas de nivel y longitud $L= 1m$, la tasa neta de movilización de suelo ladera abajo Q_{sn} , se obtendrá mediante el producto de la distancia de desplazamiento neto d_n (m) por la profundidad de la labor D (0,24 m) y la densidad aparente del suelo previa a la labor Da (1370 kg /m³), mediante la siguiente expresión de cálculo:

$$Q_{sn} = d_n * D * L * Da$$

sustituyendo los valores de los distintos parámetros para sendos patrones de laboreo, se obtiene:

$$Q_{sn} = 4,08 * S \text{ patrón de laboreo en la dirección de la pendiente}$$

$$Q_{sn} = 3,29 * S \text{ patrón de laboreo en contorno}$$

Con objeto de visualizar la influencia de la morfología del relieve sobre la redistribución del suelo con el laboreo, se simuló la aplicación de largas series de laboreo sobre un perfil de ladera de morfología compleja. Se utilizó un perfil teórico de

ladera de 80 m de longitud, un desnivel máximo de 5 m y una pendiente máxima inferior al 40% (Figura 4). Como patrón de laboreo se simuló la realización de las labores en la dirección de la pendiente a lo largo del perfil de la ladera, pero alternando la dirección de laboreo en pases de labor consecutivos. Para realizar los cálculos relativos a la redistribución del suelo se dividió el perfil en celdas cuadradas de 1 metro de lado, de tal modo que en éstas las entradas y salidas de suelo Q_s (kg/m) se repartieron por igual por toda la superficie de la celda y, por lo tanto, también los valores correspondientes de rebajamiento o elevación de la superficie del suelo. La Figura 4a muestra la evolución del perfil de la ladera después de simular 25 y 50 secuencias de laboreo (considerando dos pases de labor en direcciones opuestas por secuencia). Se observa que el laboreo da lugar a un progresivo arrasamiento del modelado inicial del perfil de la ladera, mediante la erosión de las partes altas de los interfluvios y la colmatación de las vaguadas (Figuras 4a y b). De acuerdo con los resultados de Lindstron *et al.* (1992), se observa que la movilización neta de suelo depende estrechamente de la curvatura de la ladera, o forma como cambia la pendiente, y no con el valor mismo de ésta. Así por ejemplo, el tramo de ladera que presenta una mayor pendiente da lugar a un balance neto de desplazamiento de suelo prácticamente nulo, ya que corresponde a un tramo de ladera de perfil rectilíneo; mientras que la pérdida neta de suelo se produce en los tramos convexos y su acumulación en los tramos cóncavos. Después de simular tan sólo 50 secuencias de laboreo, en las lomas del perfil las pérdidas de suelo llegan a suponer rebajamientos de la superficie del suelo de hasta 75 cm (Figura 4b), mientras que en las vaguadas se obtienen acumulaciones de suelo de hasta 90 cm de espesor.

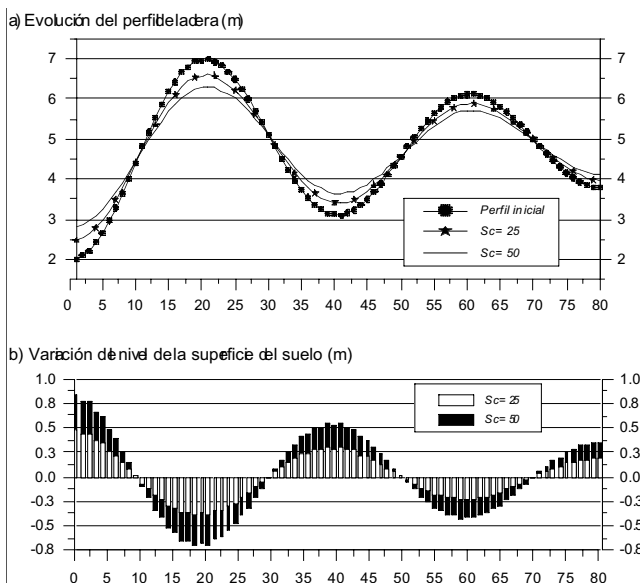


Figura 4. Simulación de aplicar un patrón de laboreo en la dirección de la máxima pendiente sobre un perfil teórico de ladera: a) Evolución del perfil de la ladera tras 25 y 50 secuencias de laboreo (dos pases de labor en dirección opuesta por secuencia); y b) Distribución de los valores netos resultantes de rebajamiento o acumulación de suelo a lo largo del perfil.

TASAS DE EROSIÓN POR LABOREO Y DE EROSIÓN HÍDRICA

La comparación de la intensidad de las pérdidas de suelo producidas por sendos procesos, de erosión hídrica y por laboreo, se realizó a partir de las tasas de erosión hídrica registradas en parcelas experimentales y las estimadas de erosión por laboreo para esas mismas parcelas mediante los modelos de regresión anteriormente expuestos.

El control de las tasas de erosión hídrica se realizó en parcelas experimentales de características estándar (tipo USLE) bajo condiciones de lluvia natural, en las instalaciones de la Finca Experimental La Higuera. Detalles sobre las instalaciones pueden verse en De Alba *et al.* (1994) y De Alba (1997). Más concretamente, se utilizó la tasa de erosión anual media registrada durante el periodo 1993/94-96/97, en una parcela mantenida en barbecho blanco y, por lo tanto, desprovista de cualquier recubrimiento de la superficie del suelo.

En el caso de la erosión por laboreo, se estimaron las tasas de erosión equivalentes a las que se registrarían en parcelas de control de tamaño idéntico al de las parcelas experimentales utilizadas para el estudio de la erosión hídrica; es decir, de 125 m² de superficie, con 25 m de longitud en la dirección de la pendiente y 5 m de anchura. Las tasas de pérdida de suelo así obtenidas corresponden a la cantidad de suelo que sería arrastrado fuera de la parcela de control a través de su límite inferior, con cada pase de laboreo si éste se aplicara sobrepasando dicho límite de la parcela. Se determinaron las curvas de pérdida de suelo en función de la pendiente del terreno para tres patrones de laboreo diferentes, los dos primeros con pases de labor alternantes en direcciones opuestas, en la dirección de la pendiente (a) y en contorno (b); y el tercero, con el laboreo siempre repetido a favor de la pendiente (c). Para cada uno de estos patrones de laboreo, en la Figura 5 se representan las curvas de pérdida media de suelo por pase de labor con relación a los distintos rangos de pendientes en los que resulta posible su aplicación. En esta última Figura, las tasas de erosión por laboreo aparecen expresadas en t/ha y en valores equivalentes de rebajamiento de la superficie del suelo en mm (considerando una densidad aparente del suelo D_a de 1370 kg/m³).

	Pendientes del terreno							
	9%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%
Tasa media de erosión por pase de laboreo								
Laboreo en contorno	5.9	6.6	9.9	13.2	--	--	--	--
Laboreo en la dirección de la pendiente	7.2	8.0	11.9	15.9	19.8	--	--	--
Laboreo repetido a favor de la pendiente	57.4	58.2	62.2	66.3	70.4	74.5	78.6	82.6
Tasa anual media de erosión hídrica								
Finca La Higuera (1993/94*96/97)	7.3							

Tabla 2. Tasas de erosión por laboreo y erosión hídrica (t/ha)

Se observan diferencias muy elevadas entre las tasas de erosión obtenidas con los dos patrones de laboreo que alternan la dirección de la labor en pases consecutivos, respecto a las del patrón de laboreo a favor de la pendiente. Para todos los valores de pendiente del terreno, el patrón de laboreo en contorno da lugar a las tasas de erosión más reducidas, mientras que los valores máximos corresponden al patrón de laboreo siempre a favor de la pendiente. Así por ejemplo, para una parcela de pendiente media del 20% (límite máximo para realizar el laboreo en contorno) las tasas medias por pase de labor ascienden a 13,2 t/ha para el laboreo en contorno, a 15,9 t/ha para el laboreo según la pendiente y a más de 66 t/ha para el laboreo a favor de la pendiente (Tabla 2). Mientras que cuando la inclinación de la ladera supera una pendiente del 25%, el único patrón de laboreo posible de ejecutar es siempre a favor de la pendiente (cuesta abajo), por lo que las pérdidas de suelo resultan ser extremas. Así, para la parcela tipo se estiman pérdidas de suelo por pase de labor de 74,5 t/ha con una pendiente del 30% y de 82,6 t/ha cuando la pendiente alcanza el 40%.

En cuanto a las pérdidas de suelo por erosión hídrica registradas en las parcelas experimentales, de 125 m² (25 x 5 m) y una pendiente media del 9%, la tasa de erosión anual media registrada fue de 7,3 t/ha. Mientras que para esa misma parcela, en el caso más favorable de laboreo, con tan sólo un pase de labor en contorno el valor estimado de pérdida de suelo es de 5,9 t/ha (el 80% de la tasa anual de erosión hídrica); con el patrón de laboreo en la dirección de la pendiente, ambas tasas de erosión hídrica y por pase de laboreo son equivalentes, con 7,3 t/ha frente a 7,2 t/ha respectivamente; y con el laboreo repetido a favor de la pendiente la pérdida de suelo estimada se dispara a 57,4 t/ha, es decir casi 8 veces la tasa anual media de erosión hídrica.

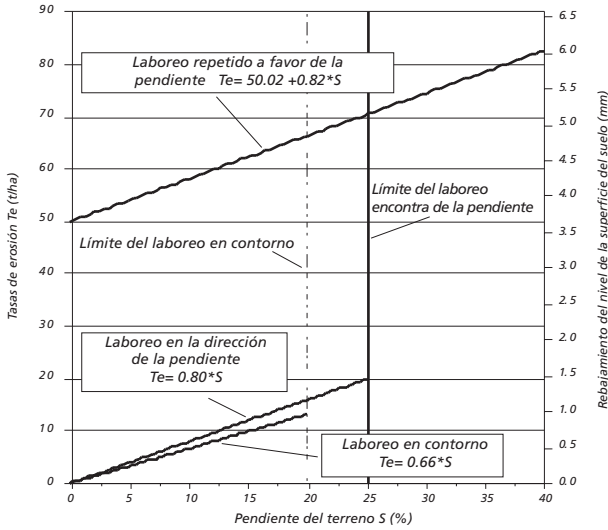


Figura 5. Tasas medias de erosión de suelo por pase de laboreo, expresadas en t/ha y como rebajamientos equivalentes de la superficie del suelo en mm, para parcelas tipo de 125 m² (25 m en pendiente x 5 m según las curvas de nivel) y de pendientes uniformes de hasta el 40%.

La elevada intensidad del proceso de erosión por laboreo se percibe más claramente cuando se considera que las tasas de erosión medias por pase de labor de la Figura 5 y Tabla 2, deben ser multiplicadas por el número total de pases aplicados al año. En el caso de la vertedera es relativamente frecuente que se realicen en el mismo campo al menos dos labores por campaña, en especial en los campos mantenidos en condiciones de barbecho tradicional. En la Figura 6 se comparan gráficamente las pérdidas de suelo debidas a erosión hídrica y erosión por laboreo en las parcelas tipo (125 m² de superficie y pendiente uniforme del 9%), en función del patrón de laboreo aplicado y del número de pases de vertedera por año, uno para el barbecho convencional y dos en el caso del barbecho tradicional.

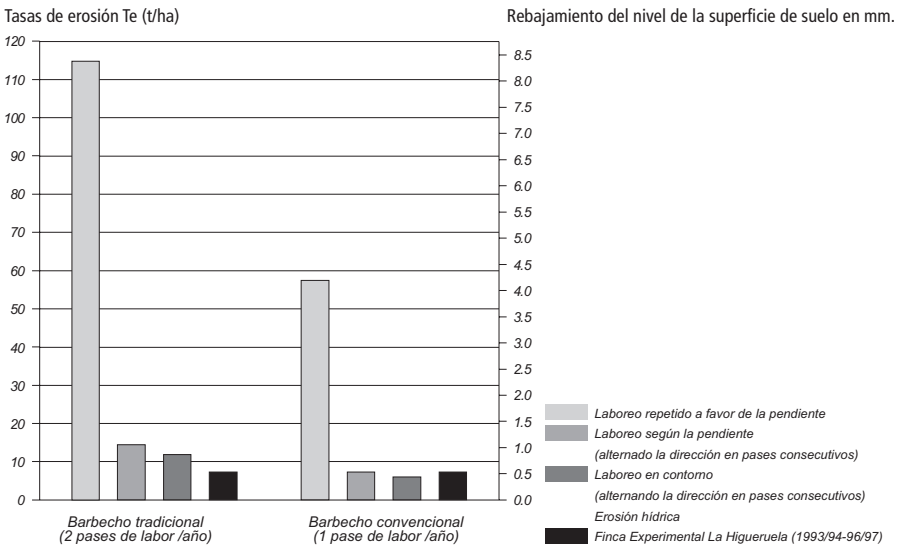


Figura 6. Comparación entre las tasas anuales de erosión hídrica y de erosión por laboreo con vertedera para parcelas tipo (125 m² de superficie y pendiente uniforme del 9%) en función del patrón de laboreo y del número de pases de labor aplicados al año, en el caso de un campo mantenido en barbecho.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos se pone de manifiesto la importancia de las prácticas convencionales de laboreo como proceso *per se* de degradación del suelo en los campos agrícolas situados en laderas con pendiente.

Se ha observado que las tasas de movilización del suelo por laboreo son proporcionales a la pendiente de la ladera, sin embargo los balances netos de pérdida o acumulación de suelo guardan relación con la morfología de ésta. Así mientras que en los sectores de morfología convexa el laboreo produce una pérdida progresiva de suelo y al truncamiento de los perfiles edáficos, en los sectores de perfil cóncavo tiene lugar la acumulación de suelo. Los resultados muestran que en los sectores de morfología convexa las pérdidas de suelo producidas por el laboreo llegan a alcanzar tasas extraordinariamente elevadas, incluso superiores en un orden de magnitud respecto a los valores de pérdida de suelo por erosión considerados como máximos tolerables para las zonas de ambientes semiáridos (entre 5 y 10 t /ha).

Las tasas de erosión por laboreo muestran un muy elevado rango de variación en función del patrón o dirección de laboreo aplicado. Mientras que el laboreo en contorno (con pases de labor sucesivos en direcciones opuestas) da lugar a las tasas de erosión más reducidas, los valores máximos corresponden al patrón de laboreo repetido a favor de la pendiente. Sin embargo, debido a las limitaciones físicas de la maquinaria agrícola convencional, este último es el único patrón que resulta posible aplicar en laderas con pendientes superiores al 25%, por otro lado las más vulnerables ante la erosión por laboreo. Por otro lado, otros dos factores que determinan la intensidad de la redistribución del suelo son la profundidad de laboreo y el número de pases aplicados por campaña agrícola.

En comparación con las pérdidas de suelo por erosión hídrica registradas en parcelas experimentales bajo condiciones de lluvia natural, las pérdidas de suelo estimadas para un único pase de laboreo con vertedera serían al menos equivalentes a las tasas anuales medias de erosión hídrica y, en el caso extremo del laboreo a favor de la pendiente, la pérdida de suelo equivaldría a casi ocho veces el valor de aquellas.

A diferencia de los procesos de erosión hídrica, la redistribución del suelo por laboreo no supone por sí misma exportación alguna de suelo fuera del campo de cultivo. Sin embargo, como resultado de la sinergia de ambos procesos la exportación de suelo por la escorrentía superficial puede verse fuertemente amplificada. Este es el caso, por ejemplo, de la movilización, en episodios de elevada precipitación, del suelo acumulado por el laboreo en los fondos de las vaguadas. Por otro lado, la simple redistribución espacial en las laderas de los materiales que componen los distintos horizontes superficiales de suelo puede llegar a desencadenar importantes modificaciones en la respuesta hidrológica de los perfiles edáficos, e incluso de los patrones espaciales de infiltración en las laderas.

Los resultados ponen de manifiesto que la erosión por laboreo puede llegar a constituir el principal proceso de degradación física del suelo en los sistemas convencionales de agricultura extensiva mediterráneos y, por lo tanto, la necesidad de reducir de forma drástica la aplicación de estas prácticas convencionales de laboreo en laderas con pendiente.

AGRADECIMIENTOS

A Carlos Lacasta, director de la Finca Experimental La Higuera (CCMA, CSIC), y al personal de dicha finca por su colaboración durante la fase experimental. La realiza-

ción de este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del proyecto de investigación "Procesos de degradación del suelo en ecosistemas agrícolas de ambiente mediterráneo" (Ref.:84/RN-9), por el Servicio de Investigación Agraria de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

REFERENCIAS

- De Alba, S., López Fando, C. y Pérez González, A. 1994. Erosión hídrica en sistemas agrícolas. Diseño experimental y resultados preliminares. En *Geomorfología en España* (J. Arnáez Vadillo, J.M. García Ruiz, A. Gómez-Villar, eds.). Sociedad Española de Geomorfología; Logroño. 55-68 pp.
- De Alba, S. 1997. Metodologías para el estudio de la erosión en parcelas experimentales: relaciones erosión-desertificación a escala de detalle. En *El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo. Implicaciones en la desertificación* (J. Ibáñez, B.L. Valero Garcés, C. Machado eds.). Centro de Ciencias Medioambientales (CSIC), Geofoma ediciones; Logroño. 259-293 pp.
- Ellison, W.D. 1944. Studies of raindrop erosion. *Agricultural Engineering*, **25**: 131-182.
- Foster, G.R., Meyer, L.D. y Onstad, C.A. 1977. A runoff erosivity factor and variable slope length exponents for soil loss estimates. *Transactions of the ASAE*, **20**: 683-687.
- Govers, G., Vandaele, K., Desmet, P.J.J., Poesen, J. y Bunte, K. 1994. The role of tillage in soil redistribution on hillslopes. *European Journal of Soil Science*, **45**: 469-478.
- Kirkby, M.J. 1980. The problem. En *Soil erosion* (M.J. Kirkby, R.P.C. Morgan eds.). John Wiley & Sons Ltd. 15-33 pp.
- Lindstrom, M.J., Nelson, W.W., Shumacher, T.E. y Lemme, G.D. 1990. Soil movement by tillage as affected by slope. *Soil & Tillage Research*, **17**: 255-264.
- Lindstrom, M.J., Nelson, W.W. y Shumacher, T.E. 1992. Quantifying tillage erosion rates due to moldboard plowing. *Soil & Tillage Research*, **24**: 243-255.
- Lobb, D.A., Kachanoski, R.G. y Miller, M.H. 1995. Tillage translocation and tillage erosion on shoulder slope landscape positions measured using Cs-137 as a tracer. *Canadian Journal of Soil Science*, **75**: 211-218.
- Mech, S.J. y Free, G.R. 1942. Movement of soil during tillage operations. *Agricultural Engineering*, **23**: 379-382.
- Pennock, D.J. y Jong, E. 1987. The influence of slope curvature on soil erosion and deposition in Hummock Terrain. *Soil Science*, **144**: 209-217.
- Quine, T.A. y Walling, D.E. 1993. Use of Caesium-137 measurements to investigate relationships between erosion rates and topography. En *Landscape sensitivity* (D.S.G. Thomas, R.J. Allison eds.). John Wiley & Sons Ltd. 31-48 pp.
- Revel, J.C., Guiesse, M., Coste, N., Cavalie, J. y Costes, J.L. 1993. Erosion hydrique et entraînement mécanique des terres par les outils dans les coteaux de sud-ouest de la France. La nécessité d'établir un bilan avant toute mesure anti-érosive. En *Farm land erosion in temperate plains environments and hills* (S. Wicherek ed.). Elsevier. 551-562 pp.
- Wischmeier, W.H. y Smith, D.D. 1978. *Predicting rainfall erosion losses*. Agriculture Handbook n° 537. United States Department of Agriculture. Washington, D.C. 58 pp.

Retención de agua en suelos de cítricos con manejo ecológico y con manejo convencional. Modelos de regresión

F. Ingelmo*, M. Villalba* y F. Pomares**

*Centro de Investigaciones sobre Desertificación, CIDE (CSIC-UV-GV). Apartado Oficial. 46470, Albal (Valencia).

**Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, IVIA. Apartado Oficial. 46113 Moncada (Valencia)

RESUMEN

Hemos estudiado con un método experimental normalizado las características de retención de agua de 43 muestras de tierra fina compactadas y sin compactar, procedentes de suelos dedicados al cultivo de cítricos con manejo ecológico (22) y con manejo convencional (21), así como sus características intrínsecas relativas a: textura; contenido en carbonatos; y materia orgánica. El % de arcilla varió entre un 5% y un 49%, siendo ligeramente más arenosas las muestras del manejo ecológico, que sin embargo presentaron un mayor contenido en materia orgánica, con los valores más frecuentes comprendidos en el intervalo 1,5% - 3,5%. La compactación supuso un aumento de la porosidad útil pero no dio lugar a un aumento de la precisión del método de caracterización hídrica de las muestras. Realizamos un análisis de regresión lineal múltiple paso a paso con la humedad volumétrica a cada succión mátrica como variable dependiente, y con las características intrínsecas como variables independientes. Previamente, los valores de cada parámetro fueron normalizados en relación con su media armónica. La mayor explicación de la varianza se consiguió en las muestras del manejo ecológico (>90%) con la textura y con la materia orgánica, para succiones mayores que 20 KPa, tanto en muestras compactadas como sin compactar.

INTRODUCCIÓN

El suelo, junto con el clima y el sistema de manejo del cultivo, constituyen un sistema dinámico del que depende su fertilidad para el desarrollo de las plantas. La producción vegetal está en función de la interacción de los componentes de dicho sistema y, por lo tanto, de la naturaleza y características de cada uno de ellos (Monnier, Stengel y Guerif, 1982). El agua en las condiciones climáticas mediterráneas es un recurso natural escaso; por ello, su uso racional y eficiente, implica el conocimiento de los caracteres físicos del suelo, en especial los relacionados con la naturaleza de sus constituyentes y con la distribución de su espacio poroso, que condicionan las características de su retención y de su movimiento (Ingelmo y Cuadrado, 1986).

En el contexto de la producción agrícola, ya sea convencional, ecológica o integrada, es importante poder conocer la capacidad de retención del agua en el suelo para la correcta administración del riego. Es necesario por lo tanto elaborar protocolos normalizados para su determinación. Bruand *et al.* (1996) proponen que la determinación de la capacidad de retención de agua en el suelo se realice sobre muestras sin alteración de su estructura, lo cual, para suelos de diferente textura, desde arenosos a arcillosos, por tener diferentes sistemas de porosidad, exigiría trabajar con muestras de muy diferente volumen y, como señala McKeague *et al.* (1984) con muy diferentes tiempos de equilibrio para cada valor de succión en la curva característica de humedad del suelo, con lo cual la normalización experimental no sería posible.

Rose (1991) asume que la estructura de un suelo es una propiedad lábil y transitoria del mismo que, sobre todo en suelos agrícolas, puede alterarse por el manejo, de manera que la determinación de las propiedades físicas del suelo *in situ* o en muestras inalteradas en el laboratorio representa sólo uno de los muchos posibles estados estructurales del suelo y que además puede estar afectada por el estado de humedad del suelo durante el muestreo o durante la determinación. Sobre esta base, propone que se determine la curva característica de humedad del suelo sobre muestra alterada, constituida por partículas o agregados de tierra fina (<2 mm), que configuran un modelo bimodal de la distribución de la porosidad entre microagregados y macroagregados en el cual la microporosidad es una propiedad esencialmente invariante ligada a las características intrínsecas y al sistema de manejo del suelo, y la macroporosidad puede variarse experimentalmente (por ejemplo, al compactar las muestras).

Por otra parte, desde el punto de vista de la influencia del sistema de manejo del cultivo de cítricos en las características intrínsecas del suelo, Albiach (1997) encontró diferencias significativas al nivel del 99%, favorables al manejo ecológico en relación con el manejo convencional, en el contenido de materia orgánica, de ácidos húmicos, de carbohidratos, y de gomas microbianas, que indican una mayor integración de la materia orgánica en el suelo, lo que da lugar a un mayor contenido de agregados estables con un mayor diámetro medio ponderado, a una mayor actividad enzimática, y a una mayor biomasa microbiana. Cabe esperar por ello que dicha mayor integración de la materia orgánica, debida al manejo ecológico del cultivo de cítricos, en suelos de similares características texturales y de localización que los relativos al manejo convencional, incida también en las características de retención de agua de los mismos.

Bajo estas consideraciones, el objetivo del trabajo que presentamos es doble: por una parte queremos desarrollar un protocolo experimental estándar para la determinación de la curva característica de humedad del suelo en muestras con alteración de la estructura, que impone las mismas condiciones experimentales para el conjunto de las muestras, y por otra, investigar modelos de regresión lineal múltiple que sirvan para la predicción de la retención de agua de los suelos, en función la textura, la materia orgánica y el contenido en carbonatos, como características intrínsecas de la matriz del suelo que condicionan su estructura.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han muestreado los 15 primeros cm del perfil de 43 suelos de la Comunidad Valenciana dedicados al cultivo de cítricos. Dentro de la misma localización zonal se muestrearon suelos manejados convencionalmente y suelos manejados con el sistema de manejo ecológico, de manera que, en conjunto, 21 muestras de suelo correspondieron al sistema de manejo convencional y 22 al sistema de manejo ecológico. Secamos dichas muestras al aire, las tamizamos individualmente para conseguir agregados de suelo de diámetro equivalente <2 mm, y determinamos su textura, su contenido en carbono oxidable

y su contenido en carbonatos siguiendo los protocolos correspondientes de los Métodos Oficiales de Análisis de Suelos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 1986).

Para la determinación normalizada de la curva característica de humedad de las muestras, con los agregados secos al aire de cada una de ellas llenamos anillos de 4,70 cm de diámetro y 1,65 cm de altura, añadiendo sobre los mismos muestra en exceso y enrasando. Antes de enrasar, la mitad de los anillos se sometieron a una compactación normalizada que se logró ejerciendo sobre cada muestra la presión de 6 KPa durante 10 s. Con este modo de proceder estándar conseguimos para cada muestra de cada sistema de manejo alícuotas del mismo volumen aparente inicial, pero con diferente macroporosidad según que las mismas se compactasen o no.

Utilizamos para todos los puntos de la curva característica de humedad la técnica estándar de la cámara de presión de Richards (Klute, 1986), con placas de presión de cerámica porosa con valores de presión de entrada de aire comprendidos entre 100 KPa y 1500 KPa. Todos los contenidos de agua de las muestras se determinaron gravimétricamente y se expresaron después como contenido volumétrico multiplicando aquél valor por el de la densidad aparente final en equilibrio con cada valor de diferencia de presión (0,1 KPa; 1 KPa; 10 KPa; 20 KPa; 50 KPa y 1500 KPa). En cada una de las determinaciones, cada placa de presión contenía un mínimo de 12 anillos, correspondientes a ambos sistemas de manejo para muestras compactadas y sin compactar. Los tiempos de equilibrio para cada valor de diferencia de presión fueron acumulativos por períodos de 24 h.

Para efectuar el análisis de regresión paso a paso (SPSS, 1993) los valores experimentales de humedad volumétrica en equilibrio con cada una de las diferencias de presión para cada sistema de manejo en muestras compactadas y sin compactar (variable dependiente), así como los correspondientes a los porcentajes de limo + arcilla; de materia orgánica y de carbonatos (variables independientes) fueron previamente normalizados mediante un procedimiento que consiste en hallar primero la media armónica de cada conjunto de datos y después los factores de escala (Ahuja *et al.* 1991), que resultan del cociente entre dicha media armónica y el valor puntual de cada muestra. De esta manera, la media aritmética de cada conjunto de factores de escala es igual a la unidad. Este análisis se realizó para los cuatro siguientes grupos de muestras: 1) muestras del manejo ecológico, sin compactar. 2) muestras del manejo ecológico, compactado. 3) muestras del manejo convencional, sin compactar. 4) muestras del manejo convencional, compactado.

RESULTADOS

Parámetro estadístico	Arcilla	Limo	Arena	Carbonatos	Materia orgánica	Densidad aparente inicial (*)	
						Sin compactación	Con compactación
	%	%	%	%	%		
Media aritmética	27,5	35,0	37,5	24,3	1,97	1047	1145
Valor máximo	49,4	54,9	74,3	67,5	4,70	1176	1288
Valor mínimo	12,4	13,3	12,3	0,2	0,91	932	1013
Desviación estándar	9,0	10,0	16,2	19,4	0,85	70	86
Media armónica	24,5	31,5	29,8	3,3	1,72	1043	1139

Tabla 1a. Análisis estadístico de las características intrínsecas y de la densidad aparente inicial de las muestras del sistema de manejo convencional. Número de muestras 21. (*) Valor medio de 12 repeticiones.

Parámetro estadístico	Arcilla	Limo	Arena	Carbonatos	Materia orgánica	Densidad aparente inicial (*) Kg.m ³	
	%	%	%	%	%	Sin compactación	Con compactación
Media aritmética	23,5	33,4	43,2	21,5	2,47	1044	1142
Valor máximo	40,0	57,6	87,6	63,0	3,70	1285	1352
Valor mínimo	5,0	7,4	12,1	0,5	0,73	913	1001
Desviación estándar	8,1	12,9	19,1	18,9	0,75	88	91
Media armónica	18,7	26,7	34,9	3,9	2,14	1037	1135

Tabla 1b. Análisis estadístico de las características intrínsecas y de la densidad aparente inicial de las muestras del sistema de manejo ecológico. Número de muestras 22. (*) Valor medio de 12 repeticiones.

En las Tablas 1a y 1b se muestran los resultados del análisis estadístico de las características intrínsecas y de los valores de la densidad aparente inicial de las muestras sin compactación y con compactación normalizada de cada sistema de manejo. Las muestras del manejo ecológico son menos arcillosas que las del convencional pero, su contenido medio de materia orgánica es un 25% más alto que en el convencional. En ambos tipos de manejo destacan los valores muy bajos de los valores medios armónicos del contenido en carbonatos, como consecuencia de la alta diferencia entre los valores máximo y mínimo del mismo. La mayor presencia de la materia orgánica en las muestras del sistema de manejo ecológico explica sus menores valores medios, mínimos y armónicos de la densidad aparente inicial; el mayor porcentaje de muestras de la clase textural arenosa en este sistema de manejo explica los valores máximos más altos de la densidad aparente inicial. Destaca también que la desviación estándar de los valores de la densidad aparente inicial son superiores cuando se compactan las muestras.

En la Tabla 2 se presentan los valores armónicos de la humedad volumétrica (%; v/v) en equilibrio con cada una de las diferencias sucesivas de presión, para las muestras compactadas y sin compactar de los sistemas de manejo convencional y ecológico.

Succión (KPa)	Humedad volumétrica (%; v/v)			
	Manejo convencional		Manejo ecológico	
	Sin compactación	Con compactación	Sin compactación	Con compactación
0,1	52,5	53,4	53,1	54,0
1	43,4	43,3	41,9	41,5
10	32,6	34,7	29,2	32,0
20	27,1	29,5	23,7	26,3
50	22,3	25,2	19,5	21,7
1500	11,8	12,3	10,3	10,5
Porosidad de drenaje	25,4	23,9	29,4	27,7
Porosidad útil	15,3	17,2	13,4	15,8

Tabla 2. Valores medios armónicos de la humedad volumétrica a cada valor de succión, de las muestras sin compactación y con compactación normalizada de los sistemas de manejo convencional y ecológico.

En general, el conjunto de los valores son superiores para el sistema de manejo convencional, debido posiblemente a su mayor contenido en arcilla. Sin embargo si consideramos la variación con la succión de la capacidad diferencial de cesión de agua, deducimos que en el punto correspondiente a 20 KPa se alcanza el punto de inflexión de las curvas, de manera que podemos considerar dicho valor de succión como un valor límite en la distribución por tamaños de la porosidad de las muestras: por debajo de dicho límite, y hasta la saturación (0,1 KPa), la macroporosidad o porosidad de drenaje, y por encima del mismo, y hasta el punto de marchitamiento permanente (1500 KPa), la microporosidad o porosidad útil (Ingelmo y Cuadrado, 1986). Al respecto, Bruand *et al.*

(1996) señala que en muestras sin alteración de la estructura, para una amplia gama textural de suelos, el valor de succión que delimita ambos sistemas de porosidad, se alcanza para 10 KPa.

Del análisis comparativo de estos dos parámetros para ambos sistemas de manejo deducimos que las muestras del manejo ecológico presentan una macroporosidad superior en un 16% a la correspondiente a las del manejo convencional, y que éstas presentan mayor porosidad útil debido a su mayor contenido en arcilla. Estos resultados son coherentes con los obtenidos por Albiach (1997), que indican una mayor integración de la materia orgánica en el suelo, contribuyendo a formar agregados de mayor tamaño y más estables, y por lo tanto a un aumento de la macroporosidad. En relación con el contraste experimental de si las muestras se compactan o no se compactan deducimos que con la compactación disminuye la porosidad de drenaje y aumenta la porosidad útil para las muestras de ambos sistemas de manejo, lo que coincide con lo señalado por Shafiq *et al.* (1994).

Por lo que se refiere al análisis de regresión lineal múltiple paso a paso (SSPS, 1993), la expresión general de la ecuación de regresión lineal múltiple con los factores de escala a, es la siguiente:

$$\alpha_{Hv} = a \alpha_{CO_3} + b \alpha_{L+A} + c \alpha_{MO} + d \quad (1)$$

Donde a, b y c son los coeficientes de carga de las tres características intrínsecas de las muestras consideradas como variables independientes explicativas de su capacidad de retención de agua, y d es una constante. En las Tablas 3a, 3b, 4a, y 4b se muestran los valores de los mismos, junto con los de sus correspondientes errores, los valores de la varianza explicada y del error estándar, para las muestras del manejo convencional y para las muestras del manejo ecológico, en los casos en los que la retención de agua se ha determinado experimentalmente en muestras sin compactar y en los que dicha determinación se realizó con compactación normalizada.

Parámetro estadístico	Succión (KPa)					
	0,1	1	10	20	50	1500
a	0,0037	0,0165	0,0437	0,0288	0,0210	0,0108
Error de a	0,0139	0,0195	0,0113	0,0168	0,0186	0,0277
b	-0,0275	0,0227	0,0401	0,3319	0,5357	0,6313
Error de b	0,1351	0,1892	0,1093	0,1632	0,1803	0,2693
c	0,1343	0,0998	0,0204	-0,0103	-0,0652	-0,1144
Error de c	0,0819	0,1147	0,0662	0,0989	0,1093	0,1632
d	0,8895	0,8610	0,8959	0,6496	0,5086	0,4722
Error de d	0,1015	0,1421	0,0821	0,1227	0,1355	0,2023
r ² (ajustado)	0,0522	0,1241	0,7568	0,7096	0,7476	0,5525
Error estándar	0,0994	0,1393	0,0805	0,1202	0,1328	0,1983

Tabla 3a. Parámetros estadísticos del análisis de regresión paso a paso para las muestras no compactadas del sistema de manejo convencional.

Parámetro estadístico	Succión (KPa)					
	0,1	1	10	20	50	1500
a	0,0031	0,0099	0,0232	0,0197	-0,0047	0,0102
Error de a	0,0130	0,0204	0,0107	0,0172	0,0197	0,0278
b	-0,0092	0,1061	0,1693	0,3955	0,6868	0,6937
Error de b	0,1266	0,1976	0,1037	0,1665	0,1911	0,2697
c	0,1175	0,1101	0,0106	-0,0190	-0,1150	-0,0880
Error de c	0,0768	0,1198	0,0628	0,1009	0,1159	0,1635
d	0,8886	0,7738	0,7969	0,6038	0,4329	0,3841
Error de d	0,0952	0,1475	0,0779	0,1251	0,1436	0,2026
r ² (ajustado)	0,0537	0,1822	0,7182	0,6904	0,6815	0,6047
Error estándar	0,0932	0,1455	0,0760	0,1226	0,1407	0,1986

Tabla 3b. Parámetros estadísticos del análisis de regresión paso a paso para las muestras compactadas del sistema de manejo convencional.

Parámetro estadístico	Succión (KPa)					
	0,1	1	10	20	50	1500
a	-0,0070	0,0274	0,0088	0,0059	0,0006	-0,0120
Error de a	0,0076	0,0131	0,0184	0,0133	0,0135	0,0211
b	0,0051	0,0296	0,4332	0,5047	0,5921	0,4874
Error de b	0,0350	0,0601	0,0846	0,0611	0,0620	0,0972
c	0,1557	0,2259	0,2290	0,2576	0,2338	0,1533
Error de c	0,0452	0,0776	0,1093	0,0790	0,0801	0,1256
d	0,8462	0,7171	0,3290	0,2319	0,1734	0,3713
Error de d	0,0287	0,0493	0,0695	0,0502	0,0509	0,0799
r ² (ajustado)	0,6149	0,7367	0,8954	0,9557	0,9614	0,8519
Error estándar	0,0583	0,1002	0,1411	0,1020	0,1035	0,1622

Tabla 4a. Parámetros estadísticos del análisis de regresión paso a paso para las muestras no compactadas del sistema de manejo ecológico.

Parámetro estadístico	Succión (KPa)					
	0,1	1	10	20	50	1500
a	-0,0036	0,0111	0,0026	0,0044	0,0046	-0,0151
Error de a	0,0078	0,0131	0,0162	0,0152	0,0171	0,0233
b	-0,0179	0,0680	0,3821	0,5497	0,6542	0,5460
Error de b	0,0358	0,0605	0,0747	0,0698	0,0786	0,1074
c	0,1876	0,2591	0,1862	0,2267	0,1761	0,1152
Error de c	0,0462	0,0781	0,0965	0,0901	0,1015	0,1387
d	0,8339	0,6618	0,4291	0,2192	0,1652	0,3540
Error de d	0,0293	0,0497	0,0614	0,0573	0,0645	0,0882
r ² (ajustado)	0,6449	0,7714	0,8876	0,9462	0,9437	0,8382
Error estándar	0,0596	0,1009	0,1246	0,1164	0,1311	0,1792

Tabla 4b. Parámetros estadísticos del análisis de regresión paso a paso para las muestras compactadas del sistema de manejo ecológico.

Como puede observarse en las Tablas 3a y 3b en las muestras del manejo convencional, las ecuaciones de regresión explican muy poca varianza para valores de succión inferiores a 10 KPa. Para valores mayores o iguales que 10 KPa la varianza explicada alcanza valores próximos al 70%, siendo la variable (L+A) la de mayor carga para succiones mayores o iguales que 20 KPa. La MO no es significativa ya que el valor de su coeficiente de carga es muy bajo o negativo y casi siempre inferior al valor de su error. La misma tendencia se observa para las muestras convencionales compactadas, sólo que en este caso, desde los 10 KPa de succión, la contribución textural (L+A) a la explicación de la varianza es mayor. El análisis de correlación demostró que los factores de escala del contenido de carbonatos y los del contenido en materia orgánica se correlacionaron significativamente con los de textura (% L+A), con coeficientes de correlación respectivos de 0,82 (99,9% de probabilidad) y 0,552 (99% de probabilidad). No encontramos correlación significativa entre el factor de escala del contenido en carbonatos y el del contenido en materia orgánica.

En las muestras de manejo ecológico (Tablas 4a y 4b), la varianza explicada por las ecuaciones de regresión es mayor del 60% desde valores de succión de 0.1 KPa, siendo la M.O la variable con mayor coeficiente de carga para succiones inferiores a los 10 KPa, y alcanza sus máximos valores para las succiones de 20 y 50 KPa, donde llega al 95-96%, tanto en muestras compactadas como sin compactar. El mayor efecto explicativo de la varianza lo ejerce la variable (L+A) para succiones mayor que 10 KPa seguida de la variable MO. Los menores errores de los factores de carga de ambas variables se alcanzan para las succiones mayor o igual a 10 KPa e inferiores a 1500 KPa. Cabe observar que la acción de compactación normalizada de las muestras da lugar a que, a partir de succiones mayores o iguales que 20 KPa, la contribución de la variable textura sea mayor que en el caso de no compactación, y con errores similares, si bien la explicación de la varianza es algo menor desde succiones mayores o iguales que 10 KPa.

El análisis de correlación realizado para las muestras del sistema de manejo ecológico demostró que los factores de escala del contenido en carbonatos y los del contenido en materia orgánica se correlacionaron con los de textura (% L+A), con coeficientes de correlación respectivos de 0,574 (99% de probabilidad) y 0,837 (99,9% de probabilidad). Además, los factores de escala del contenido en carbonatos y los del contenido de materia orgánica se correlacionaron entre sí con un coeficiente de correlación de 0,574 (99% de probabilidad).

DISCUSIÓN

La determinación experimental normalizada de la curva característica de humedad en muestras con alteración de su estructura dentro de una amplia gama textural ha permitido obtener resultados reproducibles que muestran la influencia de la textura y de la materia orgánica de los suelos en su comportamiento hídrico y en relación con la distribución por tamaños de los sistemas de porosidad. Al respecto hemos demostrado que la compactación de las muestras altera únicamente su macroporosidad y da lugar a una menor precisión en los resultados. A semejanza de lo hallado por Bruand *et al.* (1996), el punto de inflexión de las curvas características de humedad, equivalente a la situación de capacidad de campo, se ha encontrado para valores inferiores a los 33 KPa.

Respecto al análisis de regresión lineal múltiple efectuado con factores de escala normalizados para las diferentes características intrínsecas (variables explicativas) y de los contenidos volumétricos de humedad en equilibrio con los diferentes valores de succión (variables dependientes), hemos encontrado resultados similares a los de Vereecken *et al.* (1989) y Kern (1995) que realizaron estimaciones de la retención de agua en suelos de diferente textura pero sin alteración de la estructura mediante regresión lineal múltiple, considerando como variables explicativas la densidad aparente, la textura y el contenido de carbono orgánico, con unos resultados interesantes desde el punto de vista de la fiabilidad de la predicción. En nuestro caso, al partir de muestra alterada, la influencia de la densidad aparente inicial de las muestras se ha considerado implícitamente al separar el análisis de cada sistema de manejo para muestras sin compactar o compactadas.

CONCLUSIONES

Hemos desarrollado un procedimiento experimental para la determinación de la curva característica de humedad de muestras de suelo correspondientes a diferentes sistemas de manejo dentro de una amplia gama textural y de materia orgánica. Paralelamente hemos demostrado que los suelos de cítricos con manejo ecológico tienen un mayor contenido de materia orgánica, que además se halla más integrada en la fracción mineral del suelo. Este hecho se traduce en que estos suelos soportan mejor la compactación, alcanzando valores menores de densidad aparente que las muestras de suelos del manejo convencional, y además en una respuesta hídrica más coherente. Así, las muestras del sistema de manejo ecológico presentan una mayor porosidad de drenaje por su mayor contenido en materia orgánica, y una menor porosidad útil, por ser ligeramente más arenosas que las del manejo convencional. Las ecuaciones de regresión lineal múltiple obtenidas para las muestras del sistema de manejo ecológico permiten estimar con elevada fiabilidad la capacidad de retención de agua de otros suelos dedicados al cultivo de cítricos con sistema de manejo ecológico, sustituyendo en las mismas los valores en % de las diferentes características intrínsecas y los de los valores medios armónicos de las Tablas 1b y 2.

REFERENCIAS

- Ahuja, L. R. y Williams, R. D. 1991. Scaling water characteristic and hydraulic conductivity based on the Gregson-Hector-McGowan approach. *Soil Science Society of America*, **55**: 308-319.
- Albiach, R. 1997. Estudio de varios índices de actividad biológica del suelo en relación a diferentes aportaciones de enmiendas orgánicas. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Valencia, 194 pp.
- Bruand, A., Duval, O., Gallimard, H., Darthout, R. y Jamage, M. 1996. Variabilité des propriétés de rétention en eau des sols: importance de la densité apparente. *Etude et Gestion des Sols*, **3(1)**: 27-40.
- Ingelmo, F. y Cuadrado, S. 1986. El agua y el medio físico del suelo. Temas monográficos, Excma. Diputación provincial de Salamanca- Centro de Edafología y Biología Aplicada (C.S.I.C.). 18, 101 pp.
- Kern, J. S. 1995. Evaluation of soil water retention models based on basic soil physical properties. *Soil Science Society of American Journal*, **59**: 1164-1141.
- Klute, A. 1986. Water retention: laboratory methods,. En: *Methods of Soil analysis, part 1. Physical and mineralogical method* (Klute, A., ed), Chapter 26, 635-662 pp. Agronomy monograph n° 9, 2nd Ed. American Society of Agronomy-Soil Science Society of America. Madison, USA.
- McKeague, J. A., Eillers, R. G., Thomasson, A. J., Reeve, M. J., Bouma, J., Grossman, R. B., Favrot, J. C., Rengel, M. y Strebel, O. 1984. Tentative assessment of survey approaches to the characterization and interpretation of air-water properties of soils. *Geoderma*, **34**: 69-100.
- Monnier, G., Stengel, P. y Guérif, J. 1982. Recherche de critères de la fertilité physique du sol et son évolution en fonction du système de culture. En *Évolution du niveau de fertilité des sols dans différents systèmes de culture: critères pour mesurer cette fertilité*. (F. Lanza, de.). Instituto Sperimentale Agronomico de Bari. Bari. 35-52 pp.
- Rose, D. E. 1991. The effect of long-continued organic manuring on some physical properties of soils. En *Advances in soil organic matter: the impact on agricultural and the environment*. (W. S. Wilson, ed.). Royal Society Chemical; Cambridge, 197-205 pp.
- Shafiq, M., Hassan, A. y Ahmad, S. 1994. Soil physical properties as influenced by induced compaction under laboratory and field conditions. *Soil & Tillage Research*, **29**: 13-22.
- SPSS. 1993. SPSS for Windows. Base system user's guide. Release 6.0. M. J. Norusis (de.). SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA. 18, 311-365.
- Vereecken, H., Maes, J., Feyen, J. y Darius, P. 1989. Estimating the soil moisture retention characteristic from texture, bulk density and carbon content. *Soil Science*, **148**: 389:403.

Actividad enzimática de esterasas, fosfatasas y β -galactosidasas en suelos de tres fincas de pastos permanentes con diferente altitud

L. Suances, J. Pérez-Sarmentero y A. Molina.

Departamento de Química y Análisis Agrícola, Escuela Técnica Superior Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica Madrid. Ciudad Universitaria sn. 28040 Madrid

ABSTRACT

The activity of esterase, phosphatase and β -galactosidase is studied in the soils of three livestock farms, with permanent grasslands and traditional handling, located at different altitudes in the southern slopes of the Sierra Guadarrama, in the NW of Madrid.

It is demonstrated that at a higher altitude decreases the pH, and increased the available water, the organic matter, the C/N ratio, the total nitrogen and the activity of the three enzymes studied.

Significant correlations at the 0.001 probability level have been obtained between the activity of the enzymes and the water content, pH, organic matter and total nitrogen. And at the 0.05 probability level with C/N ratio.

The farm located at a higher altitude, with very high results of organic matter and enzymatic activity as a consequence of the climatic conditions, does not have, nevertheless, the best soil. The farms located at a medium and lower altitude have soils with similar physical chemistry and biologic characteristics being the farm located at a medium altitude the one with a bigger equilibrium among the parameters analysed for the four years of work.

RESUMEN

Se estudia la actividad enzimática de esterasas, fosfatasas, y β -galactosidasas en los suelos de tres fincas ganaderas con pastos permanentes y manejo tradicional, situadas a diferente altitud en la vertiente sur de la Sierra de Guadarrama, al NW de la ciudad de Madrid.

Se comprueba que al aumentar la altitud disminuye el pH y aumenta el agua útil, la materia orgánica, la relación C/N, el nitrógeno total y la actividad de las tres enzimas estudiadas.

Se obtienen correlaciones con un nivel de significación $p < 0,001$ entre la actividad enzimática y el contenido de agua del suelo, el pH, la materia orgánica y el nitrógeno total y de $p < 0,05$ con la relación C/N.

La finca situada a mayor altitud, con valores muy altos de materia orgánica y actividad enzimática, como consecuencia de las condiciones climáticas, no es la que presenta el mejor suelo. Las fincas situadas en altitud media y baja presentan suelos con características físico-químicas y biológicas más parecidas entre sí, siendo la finca situada a altitud intermedia la que presenta un mayor equilibrio entre los parámetros analizados a lo largo de los cuatro años de estudio.

INTRODUCCIÓN

En un trabajo anterior (Suances *et al.*, 1998) se abordó el efecto de los preparados biodinámicos en las propiedades del suelo de pastos permanentes en tres fincas ganaderas de Madrid, localizadas a lo largo del gradiente altitudinal de la Sierra de Guadarrama.

En el presente trabajo se estudia la relación entre la actividad enzimática de esterases, fosfatasa y β -galactosidasas con las características físico-químicas del suelo de esas tres fincas, incluyendo los datos no disponibles al elaborar el trabajo anterior.

Las características generales de las enzimas consideradas se han descrito en otro trabajo (Pérez-Sarmentero *et al.*, 1994) en el que se observó la gran influencia de la época del año y la profundidad de la capa de suelo en la que se realiza la toma de muestra, influencias que fueron tenidas en cuenta al diseñar el presente experimento.

MATERIAL Y MÉTODOS

El Parque de la Cuenca Alta del Río Manzanares es un área que ocupa el gradiente altitudinal de la Sierra de Guadarrama desde los 600 m a los 2.300 m de altitud, al NW de la ciudad de Madrid. El estudio se ha realizado en tres fincas ganaderas, representativas de los usos y del gradiente altitudinal de la zona. Así, la finca "La Cerca de Ramos", (F1), situada en el término municipal de Colmenar Viejo, a 750 m, está permanentemente ocupada por ganado vacuno de leche. La finca "Las Viñas", (F2), situada en el término municipal de Hoyo de Manzanares, a 1.050 m, está ocupada por ganado vacuno de carne durante los meses fríos del año. Y la finca "Collado Cerrado", (F3), situada en el término municipal de Canencia, a 1.460 m, está ocupada por ganado vacuno de carne durante los meses cálidos del año.

Las muestras de suelo se han recogido una vez al año, en primavera, durante cuatro años consecutivos, de 1992 a 1995. Dada la diferencia meteorológica entre las fincas, las muestras de suelos se han tomado a principios de la primavera en las fincas de altitud baja (F1) y media (F2) y a finales de la primavera en la de mayor altitud (F3). En cada parcela se ha realizado la toma de muestras en tres puntos diferentes y a dos profundidades, entre 0 y 5 cm, y entre 5 y 10 cm. Después de homogeneizar las muestras se han dejado secar al aire antes de proceder a su análisis. Se han realizado los análisis químicos de pH, materia orgánica, nitrógeno, C/N, P_2O_5 , K, Ca, Na y Mg, y los análisis físicos de retención de agua (pF 0), capacidad de campo (pF 2,7), punto de marchitez permanente (pF 4,2) y agua útil (pF 2,7 - pF 4,2). Los análisis químicos y físicos del suelo se han realizado con las muestras de los años 1992, 1994 y 1995. La clasificación textural se ha hecho con las muestras tomadas en el año 1992. Estos análisis se han efectuado siguiendo los métodos oficiales (MAPA, 1993).

La medida de la actividad enzimática de esterases se ha realizado a partir de la hidrólisis del diacetato de fluoresceína (Schnürer y Rosswall, 1982). La medida de la actividad de fosfatasa

y las β -galactosidasas se ha efectuado a partir de la hidrólisis de p-nitrofenil-fosfato y p-nitrofenil- β -D-galactopiranosido, respectivamente, según el método descrito por Rodríguez-Kábana (1989). Las actividades enzimáticas se han determinado en todas las muestras de suelo recogidas.

En cada finca se han dispuesto cuatro parcelas en Cuadrado Latino de 5 x 10 m², separadas por un pasillo de 1,5 m. En las parcelas se colocaron al azar jaulas adecuadas para proteger el pasto del consumo de los herbívoros. Mensualmente, a lo largo de los cuatro años que ha durado el experimento (1992-1995) se recolectó toda la fitomasa aérea mediante unidades elementales de muestreo de 20 cm x 20 cm, distribuidas al azar dentro de dichas jaulas, con lo que se calculaba la materia seca contenida en el pasto. Las jaulas se cambiaban de sitio de forma periódica.

Se ha utilizado un programa estadístico de componentes principales, desarrollado en el Departamento de Ecología de la Facultad de Biología, de la Universidad Complutense de Madrid. El resto de análisis estadísticos se han llevado a cabo con el programa Statgraphics Plus. Se han utilizado valores medios de todos los datos obtenidos por finca y año.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actividad enzimática del suelo

		Esterasas *	Fosfatasas **	β -Galactosidasas **
F1, 1992	(0 - 5) cm	270 (37) ***	293 (48)	60 (8)
	(5 - 10) cm	84 (19)	69 (16)	17 (3)
F1, 1993	(0 - 5) cm	143 (23)	271 (48)	46 (6)
	(5 - 10) cm	36 (2)	81 (14)	14 (1)
F1, 1994	(0 - 5) cm	453 (30)	481 (36)	64 (4)
	(5 - 10) cm	98 (11)	119 (20)	15 (1)
F1, 1995	(0 - 5) cm	247 (23)	460 (33)	75 (4)
	(5 - 10) cm	45 (4)	104 (9)	15 (1)
F1, Media	(0 - 5) cm	278 (32)	376 (31)	61 (4)
	(5 - 10) cm	66 (8)	93 (8)	15 (1)
F2, 1992	(0 - 5) cm	649 (30)	421 (23)	83 (6)
	(5 - 10) cm	196 (11)	90 (3)	23 (2)
F2, 1993	(0 - 5) cm	295 (50)	445 (18)	73 (4)
	(5 - 10) cm	125 (17)	247 (18)	20 (1)
F2, 1994	(0 - 5) cm	506 (59)	598 (12)	70 (3)
	(5 - 10) cm	241 (12)	216 (12)	19 (2)
F2, 1995	(0 - 5) cm	278 (8)	538 (17)	69 (4)
	(5 - 10) cm	127 (6)	249 (39)	24 (2)
F2, Media	(0 - 5) cm	432 (44)	500 (20)	74 (2)
	(5 - 10) cm	172 (14)	200 (20)	21 (1)
F3, 1992	(0 - 5) cm	2.493 (90)	653 (29)	51 (3)
	(5 - 10) cm	478 (27)	348 (11)	46 (2)
F3, 1993	(0 - 5) cm	990 (122)	570 (28)	84 (6)
	(5 - 10) cm	320 (49)	373 (20)	34 (1)
F3, 1994	(0 - 5) cm	1.680 (96)	547 (4)	76 (5)
	(5 - 10) cm	660 (69)	296 (21)	23 (1)
F3, 1995	(0 - 5) cm	1.403 (72)	710 (11)	100 (4)
	(5 - 10) cm	790 (50)	468 (32)	54 (4)
F3, Media	(0 - 5) cm	1.642 (148)	620 (19)	78 (5)
	(5 - 10) cm	562 (51)	371 (19)	39 (3)

Tabla 1. Valores medios de actividades enzimáticas de las tres fincas estudiadas, a dos profundidades y durante cuatro años.

* μ g fluoresceína·g suelo⁻¹·h⁻¹

** μ g p-nitrofenol·g suelo⁻¹·h⁻¹

*** Los números entre paréntesis corresponden al error estándar.

En la Tabla 1 se presenta la actividad enzimática de esterasas, fosfatasas y β -galactosidasas. En ella se recogen las medias y error estándar para cada una de las fincas a dos profundidades y anualmente durante el tiempo de estudio. La media corresponde a las cuatro parcelas que hay en cada finca. Para cada una de las fincas se recoge una media total y su correspondiente error estándar.

La actividad enzimática de esterasas en la muestra superficial es mucho más elevada en F3 y disminuye hacia F1 donde la actividad es menor, presentando las tres fincas distribuciones estadísticamente diferentes. En las muestras de mayor profundidad la finca con mayor actividad enzimática también es F3, y al igual que en superficie presentan distribuciones estadísticamente diferentes.

La actividad de fosfatasas aumenta igualmente hacia la finca de mayor altitud siendo las poblaciones de las tres fincas diferentes en ambos horizontes.

Las β -galactosidasas aumentan de F1 a F3 en ambas profundidades pero solo ligeramente. En la capa superficial las fincas F2 y F3 presentan igual distribución de actividad de esta enzima, mientras que en las muestras de 5-10 cm la distribución es diferente para cada una de las fincas.

Al comparar entre sí las tres enzimas se observa que los valores de las β -galactosidasas son mucho menores en las tres fincas que los de esterasas y fosfatasas. Éstas dos últimas son del mismo orden en F1 y F2, siendo mucho mayores las esterasas que las fosfatasas en F3. La variación menor de β -galactosidasas y fosfatasas entre las tres fincas hay que atribuirlo a que son más específicas y afectan a menor número de microorganismos.

Correlaciones entre las propiedades físico-químicas del suelo y actividad enzimática

En la Tabla 2 se recogen los valores medios calculados para cada parámetro en los tres años en los que se han analizado.

Todos los suelos son de textura franco-arenosa, según el Soil Survey Staff de EE UU (1964)

En las tres fincas estudiadas el pH es ácido, disminuyendo a medida que aumenta la altitud. En la finca F1, de menor altitud, aparecen diferencias entre el pH de superficie y el pH de profundidad. Esto es debido a que en esta finca el espesor de la rizosfera es muy pequeño, menor de 5 cm, encontrándose por debajo una capa con mayor porcentaje de arena que origina un pH más ácido.

El agua útil, diferencia entre Capacidad de Campo (pF 2,7) y Punto de Marchitez Permanente (pF 4,2), es la cantidad de agua almacenada en el suelo, que puede ser absorbida fácilmente por las raíces de la planta, y también influye notablemente en la microbiología del suelo. Puede observarse que este parámetro crece a medida que aumenta la altitud porque en este sentido aumenta el espesor de la rizosfera y la cantidad de materia orgánica, que actúa reteniendo agua.

Además la materia orgánica, en las tres fincas es más abundante en el horizonte superficial que en el profundo. La finca de Colmenar Viejo, F1, es la que presenta menor contenido en materia orgánica siendo bajos los valores que se obtienen en profundidad. La finca de Hoyo de Manzanares, F2, tiene, entre 0 y 10 cm, un valor medio de materia orgánica de aproximadamente el doble que la anterior y la finca de Canencia, F3, tiene más de cinco veces de materia orgánica que la primera. Estos valores tan elevados en F3

pueden explicarse porque la descomposición de la materia orgánica en esta finca es diferente a la descomposición de la materia orgánica en las otras dos. La finca F3 es la que se encuentra a mayor altitud y en ella, durante todo el año, la temperatura es más baja, y la humedad más alta porque las precipitaciones son mayores (Suances *et al.*, 1998). Además, el peor drenaje de esta finca, consecuencia de que la roca madre está próxima a las capas del suelo estudiadas hace que disminuya el abastecimiento de oxígeno y con ello la aerobiosis. Todos estos factores hacen que disminuya la actividad microbiana en las épocas frías y en consecuencia, la mineralización de la materia orgánica. Estos resultados están de acuerdo con Schinner (1982) quien también justifica el depósito de materia orgánica en el suelo como consecuencia de la baja mineralización. Esta idea se ve confirmada al observar los altos valores medios de la relación C/N para esta finca, 18,78 en superficie y 14,55 en profundidad. Estos valores son superiores, en todos los años de nuestro estudio, a todos los valores obtenidos para las otras dos fincas.

Profundidad	Colmenar Viejo (F1)		Hoyo de Manzanares (F2)		Canencia (F3)	
	(0 - 5) cm	(5 - 10) cm	(0 - 5) cm	(5 - 10) cm	(0 - 5) cm	(5 - 10) cm
Parámetros físicos						
Arena / % *	63	71	64	65	64	65
Limo / % *	26	19	24	20	29	28
Arcilla / % *	11	10	12	15	7	7
pF 0 / %	41,07 (1,66)**	27,71 (0,82)	48,59 (1,62)	38,99 (1,06)	97,31 (3,13)	65,39 (2,35)
pF 2,7 / %	14,52 (0,70)	9,17 (0,24)	21,11 (0,75)	14,84 (0,58)	55,92 (4,66)	33,20 (2,22)
pF 4,2 / %	7,74 (0,61)	3,75 (0,10)	10,39 (0,40)	6,62 (0,37)	35,54 (1,91)	20,81 (1,30)
Agua útil / %	6,78 (0,49)	5,41 (0,25)	10,72 (0,57)	8,22 (0,56)	20,38 (3,26)	12,14 (1,33)
Parámetros químicos						
pH	5,74 (0,06)	5,40 (0,07)	5,50 (0,04)	5,40 (0,04)	5,00 (0,08)	5,03 (0,07)
Materia Orgánica / %	4,64 (0,37)	1,24 (0,09)	6,03 (0,13)	3,42 (0,12)	18,27 (0,67)	12,00 (0,74)
Nitrógeno / %	0,24 (0,02)	0,06 (0,004)	0,29 (0,01)	0,15 (0,006)	0,71 (0,07)	0,48 (0,03)
C/N	11,43 (0,33)	11,80 (0,57)	11,99 (0,38)	13,11 (0,43)	18,78 (4,62)	14,55 (0,59)
P ₂ O ₅ / ppm	31,25 (3,32)	17,08 (1,89)	18,75 (1,75)	10,83 (1,04)	16,67 (0,94)	8,33 (0,71)
K / ppm	180,83 (26,9)	120,83 (7,33)	157,92 (14,43)	85,00 (5,44)	167,50 (26,23)	80,83 (9,23)
Ca / ppm	584,17 (77,29)	265,00 (25,36)	806,67 (67,83)	575,00 (62,73)	751,67 (92,47)	330,00 (54,55)
Na / ppm	9,42 (1,81)	9,50 (1,44)	16,42 (1,88)	15,17 (1,87)	15,00 (1,07)	16,50 (1,34)
Mg / ppm	74,92 (9,91)	47,42 (3,12)	89,50 (5,77)	68,75 (5,83)	76,33 (9,25)	33,83 (4,70)

Tabla 2. Valores medios de los parámetros físicos y químicos del suelo de las tres fincas estudiadas, a dos profundidades, durante los años 1992, 1994 y 1995.

* Datos que corresponden solo al año 1992.

** Número entre paréntesis corresponde al error estándar.

En cuanto al fósforo todos estos suelos son deficientes y, al contrario de lo que ocurre con los parámetros anteriores, su contenido disminuye con la altitud.

Los cationes de cambio Ca y Mg de estos suelos son muy bajos. Se puede constatar un ligero aumento al pasar de F1 a F2 y una ligera disminución al llegar a F3. Por tanto, estos suelos son deficientes en fósforo y cationes de cambio.

Las correlaciones más importantes que hemos encontrado entre los parámetros anteriores y la actividad enzimática se recogen en la Tabla 3.

	Esterasas		Fosfatasa		β -Galactosidasas	
	(0-5) cm	(5-10) cm	(0-5) cm	(5-10) cm	(0-5) cm	(5-10) cm
Física						
pF 0	0,9453 ***	0,9052 ***	0,7405 ***	0,8551 ***	n.s.	0,7417 ***
pF 2,7	0,9536 ***	0,8455 ***	0,6771 ***	0,8126 ***	n.s.	0,7756 ***
pF 4,2	0,9219 ***	0,8980 ***	0,7142 ***	0,8508 ***	n.s.	0,8486 ***
Agua útil	0,8488 ***	0,5597 ***	0,5115 **	0,5515 ***	n.s.	0,4517 **
Química						
pH	-0,6374 ***	-0,6067 ***	-0,4795 **	-0,4896 **	n.s.	-0,3492 *
MO	0,8728 ***	0,9316 ***	0,7442 ***	0,8787 ***	n.s.	0,8369 ***
N	0,7322 ***	0,9194 ***	0,7783 ***	0,8969 ***	n.s.	0,8777 ***
C/N	0,3365 *	0,5373 **	n.s.	0,4448 **	n.s.	n.s.
P ₂ O ₅	-0,3587 *	-0,4631 **	n.s.	-0,4065 *	n.s.	-0,4163 *
K	n.s.	-0,4313 **	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Na	n.s.	n.s.	0,3865 *	0,5095 **	n.s.	0,4834 **
Mg	n.s.	-0,4220 *	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Biología						
Fosfatasa	0,6475 ***	0,8107 ***	-----	-----	0,5005 ***	0,8510 ***
β -Galactosidasas	n.s.	0,7908 ***	0,5005 ***	0,8510 ***	-----	-----

Tabla 3. Tabla de coeficientes de correlación (r de Pearson) entre las enzimas estudiadas (a dos profundidades) con los parámetros analizados en este trabajo.

n.s. no significativo

* nivel de significación $p < 0,05$

** nivel de significación $p < 0,01$

*** nivel de significación $p < 0,001$

Todas las actividades enzimáticas estudiadas se correlacionan bien con aquellos parámetros relacionados con el contenido de agua en el suelo, como pF 0, pF 2,7, pF 4,2 y agua útil, siendo más altas las correlaciones en la capa superficial que en profundidad, consecuencia de la disminución del contenido de agua con la profundidad.

Correlaciones significativas encontramos entre la actividad enzimática de esterazas y fosfatasa y en profundidad para las β -galactosidasas con la materia orgánica y con el nitrógeno total, tanto en superficie como en profundidad. Resultados similares han sido encontrados en otros suelos por otros autores (Baligar *et al.*, 1988), analizando la actividad de fosfatasa.

La correlación positiva entre actividad enzimática y materia orgánica ha sido explicada por McLaren, (1975), Skujins, (1978) y Stevenson, (1986), como debida al hecho de que las enzimas forman enlaces con los ácidos húmicos quedando protegidas de la descomposición o del ataque de proteasas.

No se observan correlaciones significativas con el contenido de arena, limo o arcilla. En cuanto al pH se observan correlaciones negativas y significativas con todas las enzimas y a las dos profundidades consideradas, excepto con la actividad β -galactosidasa en el horizonte superficial. Este resultado concuerda con los datos aportados por Juma (1988) quien también encuentra correlación negativa con las fosfatasa en 11 horizontes superficiales de suelos de pH comprendidos entre 5 y 8.

No hay correlación entre las fosfatasa y el fósforo dado como P₂O₅. Puesto que las fosfatasa están correlacionadas con el ciclo del fósforo y por tanto con la mineralización

del fósforo orgánico, la variación de esta enzima nos señala que el fósforo en forma de fósforo orgánico debe ser mayor en F3 que en F1.

El hecho de que la actividad enzimática de las tres enzimas sea muy alta en la finca de mayor altitud puede justificarse porque las variaciones de la actividad enzimática están relacionadas con la materia orgánica, nutrientes y agua disponible que son mayores en esta finca. Esta misma idea ha sido expresada por los autores Baligar *et al.* (1988), Juma *et al.* (1988) y Skujins, (1976). También puede haber influido en alguna medida el que las muestras se tomaron en F1 y F2 a principios de la primavera y en F3 al final de la misma.

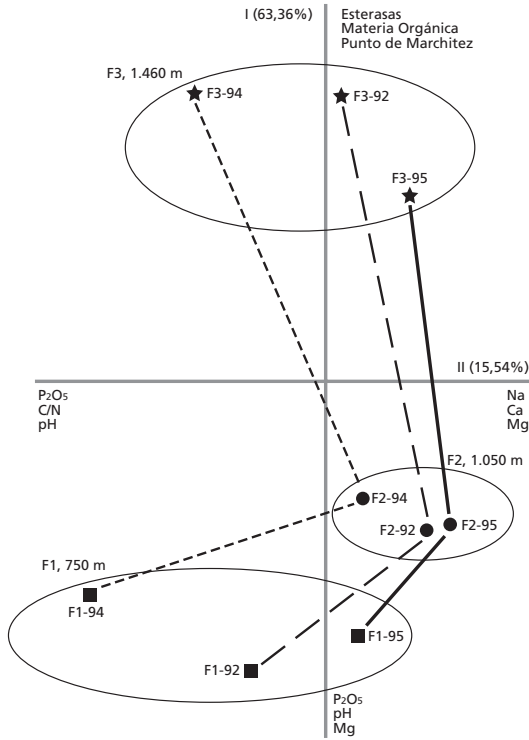


Figura 1. Diagrama del plano definido por los ejes I y II de un análisis de componentes principales sobre la matriz de 16 parámetros de suelo x 9 observaciones (3 fincas, 3 años). Cada punto corresponde a una de las fincas (■ F1, ● F2 ó ★ F3) seguido del año (92, 94 ó 95). Las variables con mayor peso en el cálculo de los ejes se indican en el extremo de los mismos. Varianza total absorbida: 78,9 %.

Se ha realizado un estudio de ordenación utilizando análisis de componentes principales sobre una matriz de 16 parámetros de suelo x 9 observaciones (3 fincas, 3 años) en cada una de las profundidades. El resultado de ambos análisis es semejante y en la Figura 1 solo se muestran los correspondientes a la profundidad de 0-5 cm. En dicha figura se representan los ejes I y II. El eje I, que absorbe un 63,36% de la varianza es un eje en el que se representa la acumulación de materia orgánica en la parte superior. De esta forma en la finca de Colmenar Viejo, F1, encontramos una intensa mineralización de la materia orgánica, mientras que en la finca de Canencia, F3, se produce la acumulación de la misma, como ya mencionamos anteriormente al hablar de la relación C/N. En el eje II, que absorbe un 15,54% de la varianza, se sitúa en el extremo positivo un alto contenido en nutrientes minerales como Ca, Mg, Na, mientras que en el extremo negativo encontramos un mayor contenido en fósforo (siempre teniendo presente que todos los suelos estudiados son pobres en este nutriente), una relación C/N más elevada y el pH

más alto, dentro de la acidez en la que nos movemos. Se puede observar que las características de los suelos de las fincas F1 y F2 son muy parecidas y que a su vez se diferencian bastante de F3. La finca F2 presenta un mayor agrupamiento de los valores de los parámetros físicos, químicos y biológicos de los suelos a lo largo de los años de estudio, lo que indica un mayor equilibrio de las condiciones de los mismos en los distintos años, pudiendo considerarse a estos suelos como los más productivos o fértiles. Esto queda confirmado porque los valores de producción media de biomasa (g de materia seca / m²) durante los cuatro años de estudio son 312,3 para F1; 402,1 para F2 y 266,7 para F3.

Esto nos induce a concluir que la actividad enzimática, en especial de esterazas y fosfatasa en suelos del mismo tipo y meteorología como en el caso de F1 y F2 podría ser considerada parámetro indicador de la fertilidad del suelo.

REFERENCIAS

- Baligar, V. C., Wright, R. J y Smedley, M. D. 1988. Acid phosphatase activity in soils of the Appalachian Region. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **52**: 1612-1616.
- Juma, N. G. y Tabatabai, M. A. 1988. Phosphatase activity in corn and soybean roots: Conditions for assay and effects of metals. *Plant and soil*, **107**: 39-47.
- McLaren, A. D. 1975. Soil as a system of humus and clay immobilized enzymes. *Chem. Scr.*, **8**: 97-99.
- MAPA. 1993. Métodos oficiales de análisis. Secretaría General Técnica. Madrid.
- Pérez Sarmentero, J., Molina, A. y Colmenares, R. 1994. Influencia del abonado con compost y fertilizantes solubles sobre la actividad enzimática del suelo y la calidad del cultivo avena-veza en una finca de alta montaña madrileña. En *Actas del I Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Prácticas ecológicas para una agricultura de calidad*. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha; Toledo.
- Rodríguez-Kábana, R., Boube, B. y Young, R.W. 1989. Chitinous materials from bluecrab control of root-knot. I. Effect of urea and enzymatic studies. *Nematropic*, **19**: 53-74.
- Schinner, B. 1982. Soil microbial activities and litter decomposition related to altitude. *Plant and Soil*, **65**: 87-94.
- Schnürer, J. y Rosswall, T. 1982. Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. *Applied and environmental microbiology*, **43(6)**: 1.256-1.261.
- Skujins, J. J. 1976. Extracellular enzymes in soil. *CRC Crit. Rev. Microbiol.*, **4**: 383-421.
- Skujins, J. J. 1978. History of abiotic soil enzyme research. En *Soil enzymes*. R.G. Burns (ed.). Academic Press, Nueva York, pp. 1-49.
- Soil Survey Staff. 1964. Draft. Subject to change to "Soil Classification. A Comprehensive System 7^b Approximation". USDA.
- Stevenson, F. J. 1986. *Cycles of soil*. John Wiley & Sons. Nueva York.
- Suances, L., Colmenares, R., Pérez-Sarmentero, J., Molina, A. y De Miguel, J. M. 1998. Preparados biodinámicos en pastizales mediterráneos: evaluación de los cambios en las condiciones del suelo. En *Actas del II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Agricultura ecológica y desarrollo rural*. Sociedad Española de Agricultura Ecológica; Barcelona.

Efecto del tipo de fertilización sobre la actividad biológica del suelo en reconversión a la agricultura ecológica

R. Albiach, A. Gómez, F. Pomares y R. Canet.

Dpto. de Recursos Naturales. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Apartado Oficial. 46113 Moncada (Valencia).

ABSTRACT

The results of two experiments in which the levels of alkaline phosphatase and dehydrogenase activities and organic matter contents in soil were studied after the application of three treatments of fertilization, organic, organic-mineral and mineral, are presented and discussed in this article.

The experimental plots are located at the Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias farm at Moncada (Valencia) and at the experimental estate of the Fundación Caja Rural Valencia at Paiporta (Valencia). In both trials, plots corresponding to organic fertilization were managed under strictly organic techniques, whereas the rest of plots were managed according conventional procedures.

The results obtained showed different effects of each treatment on the enzymatic activities and organic matter content in soil, the differences reaching statistical significance in many cases. These results depended on, nevertheless, the experiment, parameter studied and year considered.

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en el segundo y tercer año de reconversión en dos parcelas experimentales, en las que se han estudiado las actividades enzimáticas deshidrogenasa y fosfatasa alcalina, así como el contenido de materia orgánica del suelo, tras la aplicación de tres tipos de fertilización: orgánica, organo-mineral y mineral.

Las parcelas experimentales se encuentran situadas en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias en Moncada (Valencia) y en la finca experimental de la Fundación Caja Rural Valencia en Paiporta (Valencia). En ambos ensayos las parcelas con fertilización orgánica se manejaron según las técnicas de cultivo ecológico, mientras que aquellos con fertilización mineral y el testigo llevaron un manejo convencional.

Los resultados obtenidos muestran un efecto diferenciado del tipo de manejo sobre las actividades enzimáticas y el contenido de materia orgánica del suelo, encontrándose en algunos de los casos diferencias estadísticamente significativas. Se incluyen también los resultados correspondientes a la producción de ambos ensayos en las dos campañas estudiadas y su relación tanto con las actividades enzimáticas como con el contenido de materia orgánica de los suelos estudiados.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años se ha desarrollado un especial interés en el estudio de la actividad biológica del suelo dada la gran influencia de ésta tanto en el desarrollo de los diferentes procesos que en él tienen lugar como en la formación y mantenimiento de su estructura.

Una de las herramientas más utilizadas en el estudio de la actividad biológica del suelo es la determinación de actividades enzimáticas: todos los procesos biológicos de producción y descomposición de materiales, desde los más sencillos a los más complejos, son catalizados por enzimas con lo que de la valoración de diversas actividades enzimáticas se puede obtener información a dos niveles: general, acerca del funcionamiento del ecosistema edáfico, y específica, acerca de los ciclos de los elementos en los que las actividades estudiadas están envueltas.

En el caso particular de la Agricultura Ecológica, donde buena parte de la fertilización de los cultivos se confía tanto a la fijación biológica de los nutrientes como a la descomposición de la materia orgánica así producida o bien añadida, el conocimiento detallado del estado funcional de estos procesos es clave para conocer la fertilidad real o potencial del suelo cultivado y asegurarse así los mejores resultados posibles.

El objetivo de nuestro trabajo fue evaluar la influencia del tipo de fertilización y del manejo en los niveles de dos actividades enzimáticas: la deshidrogenasa, que da una buena indicación del funcionamiento general del metabolismo del suelo, y la fosfatasa alcalina, directamente involucrada en el ciclo del fósforo, y su posible relación con el contenido de materia orgánica del suelo y con la producción de las parcelas estudiadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se han realizado en dos parcelas experimentales de hortícolas situadas en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias en Moncada (Valencia) y en la finca de la Fundación Caja Rural Valencia en Paiporta (Valencia).

Tratamiento	Abonado de fondo	Abonado de cobertera
Ensayo 1 (Moncada)		
Testigo (FM ₀)	90 UF P ₂ O ₅ 90 UF K ₂ O (superfosfato y sulfato potasa)	
Fertilización Mineral (FM ₂)	90 UF N 90 UF P ₂ O ₅ 90 UF K ₂ O (complejo 15-15-15)	270 UF N en 3 aplicaciones (una de sulfato amónico y dos de nitrato amónico)
Estiércol+fertilización mineral (E ₁ +FM ₁)	19,1 t/ha* estiércol ovino	50 % dosis tratamiento FM ₂
Gallinaza+fertilización mineral (G ₁ +FM ₁)	6,7 t/ha* gallinaza	50 % dosis tratamiento FM ₂
Estiércol (E ₂)	38,2 t/ha estiércol ovino	
Gallinaza (G ₂)	13,4 t/ha gallinaza	
Ensayo 2 (Paiporta)		
Fertilización Mineral (FM ₂)	Igual que ensayo 1	Igual que ensayo 1
Estiércol+fertilización mineral (E ₁ +FM ₁)	Igual que ensayo 1	Igual que ensayo 1
Estiércol (E ₂)	Igual que ensayo 1	Igual que ensayo 1

Tabla 1. Dosis de fertilizantes aportadas en los ensayos.

* Las dosis de estiércol y gallinaza están referidas a materia seca.

Característica	Ensayo 1 (Moncada)	Ensayo 2 (Paiporta)
Suelo (0-15 cm)		
Clase	Xerorthent	Xerochrepts
Textura	Franco-arenosa	Franca
pH (1: 2,5)	8,0	7,9
CO ₂ -Ca (%)	4,4	22,8
Materia orgánica (%)	1,25	1,73
N orgánico (%)	0,068	0,093
NO ₃ ⁻ -N (ppm)	38,0	50,0
Relación C/N	10,6	11,0
P (Olsen) (ppm)	45,0	46,0
K (acetato amónico) (ppm)	273,0	285,0
Agua de riego		
Conductividad eléctrica (dS/m)	1,37	2,49
NO ₃ ⁻ (mg/l)	96,0	52,0

Tabla 2. Características físico-químicas del suelo y agua de riego.

Característica	Estiércol de ovino	Gallinaza
Materia orgánica (%)	50,7	72,4
Nitrógeno orgánico (%)	2,37	3,72
Nitrógeno nítrico, N-NO ₃ ⁻ (ppm)	2495	5012
Nitrógeno amoniacal, N-NH ₄ ⁺ (ppm)	152	165
Relación C/N	11,2	9,9
pH	8,0	7,1
Fósforo, P ₂ O ₅ (%)	1,17	4,88
Potasio, K ₂ O (%)	3,29	3,20

Tabla 3. Características químicas del estiércol y de la gallinaza.

Los tratamientos realizados en ambos ensayos se muestran en la Tabla 1, las características del suelo en la Tabla 2, y las del estiércol y gallinaza utilizados en la Tabla 3. Los cultivos realizados durante el periodo de muestreo fueron alcachofa (var. Blanca de Tudela) y lechuga (var. Valladolid).

El diseño experimental de los ensayos ha sido de bloques al azar, con seis tratamientos y tres repeticiones con parcelas experimentales de 10 x 7,5 m en el caso del ensayo de Moncada, y con tres tratamientos y cuatro repeticiones, en el caso del ensayo de Paiporta, con parcelas experimentales de 11 x 7 m. Las parcelas con tratamiento orgánico fueron manejadas mediante técnicas de agricultura ecológica, mientras que aquellas con tratamiento mineral y el testigo lo fueron con técnicas convencionales.

Las muestras de suelo se tomaron de 0 a 15-20 cm de profundidad, correspondientes a la capa arable, en las dos parcelas experimentales, empleando las técnicas habituales de muestreo. El primer muestreo se realizó en septiembre de 1997 y el segundo en enero de 1998. Las muestras se secaron al aire, se trituraron y se tamizaron a través de una malla de 2 mm de diámetro.

La materia orgánica de las muestras se determinó aplicando el método oficial de análisis del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 1986). La actividad deshidrogenasa del suelo se determinó siguiendo el método descrito por Casida *et al.* (1964) y la actividad fosfatasa alcalina, por el método descrito por Tabatabai y Bremner (1969). En ambos casos se determinó la cantidad de producto liberado tras la incubación a 37 °C de muestras de suelo con un sustrato específico (cloruro de trifenilformazán y p-nitrofenil fosfato disodio, respectivamente) y un periodo de tiempo adecuado para cada una de las actividades determinadas.

La significación estadística de los resultados se evaluó mediante análisis de varianza de los mismos considerando tratamientos y bloques como únicas fuentes de variación. Para ello se utilizó el programa Statgraphics Plus 2.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

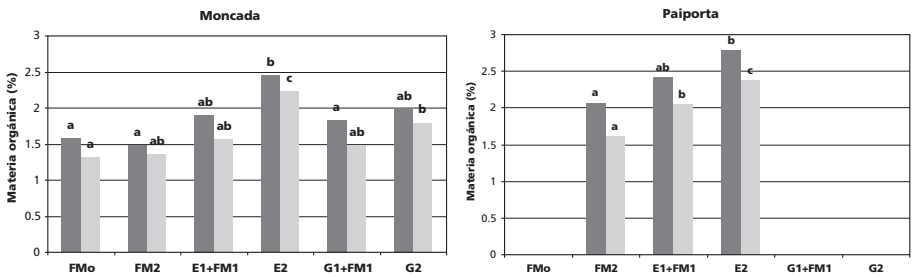


Figura 1. Influencia de los tratamientos sobre el contenido de materia orgánica en el suelo. (■ Muestreo 1 □ Muestreo 2)
Las columnas con la misma letra no son estadísticamente diferentes al nivel del 5%.

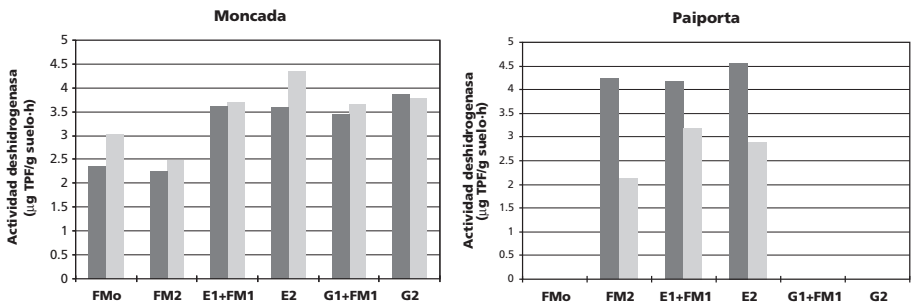


Figura 2. Influencia de los tratamientos sobre la actividad deshidrogenasa en el suelo. (■ Muestreo 1 □ Muestreo 2)
Las columnas con la misma letra no son estadísticamente diferentes al nivel del 5%.

En la Figura 1 se muestran las gráficas correspondientes a los valores de materia orgánica encontrados en ambos ensayos y para los dos muestreos realizados. Se observó

un efecto estadísticamente significativo de los tratamientos sobre el contenido de materia orgánica del suelo en los dos muestreos, siendo los valores más elevados los encontrados en tratamientos orgánicos. En ambos ensayos y en dos muestreos fue el estiércol el que mayor porcentaje de materia orgánica aportó, debido también a la mayor dosis aplicada. El efecto de los tratamientos fue similar para ambos muestreos en los dos ensayos, de ahí que se observe una alta correlación en los mismos ($r= 0,93$ al 99,9% de probabilidad en el ensayo de Moncada, y $r= 0,86$ al 99% de probabilidad en el ensayo de Paiporta).

El efecto de los tratamientos sobre la actividad deshidrogenasa del suelo no resultó estadísticamente significativo en ninguno de los dos ensayos, en ninguno de los muestreos realizados (Figura 2). Sin embargo, se vieron ciertas tendencias del efecto positivo de los tratamientos sobre dicha actividad, lo que está de acuerdo con lo encontrado por Bolton *et al.* (1985) y por Beyer *et al.* (1992) en sus ensayos, encontrando el primero de ellos diferencias estadísticamente significativas. Así, en el ensayo de Moncada se vio que los valores obtenidos para los tratamientos orgánicos fueron ligeramente superiores a los minerales, sugiriéndose la bonanza del abonado orgánico para la actividad biológica del suelo. En ambos muestreos el efecto fue similar, encontrándose una correlación alta ($r= 0,80$ al 99,9% de probabilidad). En el ensayo de Paiporta, si bien en el primer muestreo se observó una actividad ligeramente superior en el tratamiento orgánico, no ocurrió lo mismo en el segundo muestreo, cuyo valor más elevado fue para el tratamiento organo-mineral, por lo que no se observó una correlación significativa entre los dos muestreos realizados.

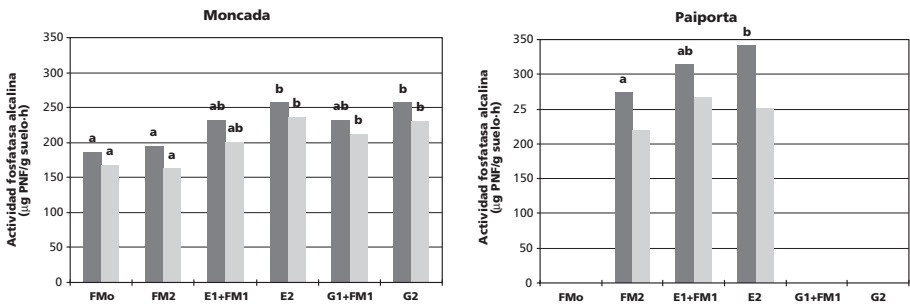


Figura 3. Influencia de los tratamientos sobre la actividad fosfatasa alcalina en el suelo. (■ Muestreo 1 ■ Muestreo 2) Las columnas con la misma letra no son estadísticamente diferentes al nivel del 5%.

El efecto de los tratamientos sobre la actividad fosfatasa alcalina del suelo resultó estadísticamente significativa en el ensayo de Moncada para los dos muestreos realizados, y para el primer muestreo del ensayo de Paiporta (Figura 3), lo cual también está de acuerdo con lo encontrado tanto por Bolton *et al.* (1985) como por Beyer *et al.* (1992). En el primer muestreo del ensayo de Moncada los resultados correspondientes a los tratamientos orgánicos fueron estadísticamente diferentes a los de los tratamientos minerales, y en el segundo además también lo fueron los del tratamiento organo-mineral con gallinaza. No parece así que el mucho mayor nivel de fósforo de la gallinaza dé lugar a ningún efecto sobre la actividad fosfatasa diferente del estiércol. Se observó un coeficiente de correlación estadísticamente significativo de $r= 0,73$ al 99,9% de probabilidad entre ambos muestreos. En el ensayo de Paiporta se volvió a observar lo encontrado para la actividad deshidrogenasa, esto es, en el primer muestreo se observa una mayor actividad biológica con el tratamiento orgánico, que en este caso alcanza significación estadística, mientras que en el segundo muestreo es el tratamiento organo-mineral el que da lugar a una mayor actividad. De esta disparidad de efectos se deriva que no se observe una correlación significativa entre los dos muestreos realizados.

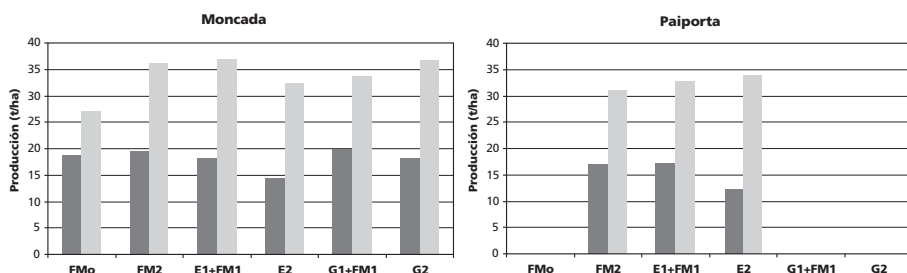


Figura 4. Influencia de los tratamientos sobre la producción (■ Alcachofas ■ Lechugas)
Las columnas con la misma letra no son estadísticamente diferentes al nivel del 5%.

El efecto de los tratamientos sobre la producción de alcachofas (Figura 4) no fue significativo en el ensayo de Moncada, pero sí en el ensayo de Paiporta, observándose en ambos casos un descenso de la producción en el tratamiento orgánico con respecto al testigo en el caso del ensayo de Moncada, y con respecto a la fertilización mineral en el caso del ensayo de Paiporta. Esto mismo fue encontrado en la primera campaña de reconversión en estas parcelas (Pomares *et al.*, 1996). No ocurrió lo mismo en el caso de la producción de lechugas, ya que en ambos ensayos, y pese a que no se alcanzó significación estadística, se observó un ligero aumento de la producción en todos los tratamientos con respecto al testigo en el caso del ensayo de Moncada, y con respecto a la fertilización mineral en el caso del ensayo de Paiporta. No se encontró correlación significativa entre las producciones correspondientes a los dos años en ninguno de los dos ensayos.

En la Tabla 4 se muestran los coeficientes de correlación observados entre los parámetros estudiados. Se puede observar que ambas actividades enzimáticas están correlacionadas fuertemente en el ensayo de Moncada, pero no ocurre lo mismo en el primer muestreo del ensayo de Paiporta. En cuanto al contenido de materia orgánica del suelo podemos ver que en ninguno de los ensayos la correlación con la actividad deshidrogenasa es significativa, mientras que no ocurre lo mismo con la actividad fosfatasa alcalina, puesto que sí existe correlación significativa en el primer muestreo. Se puede observar que la correlación de la producción de alcachofas con el resto de parámetros siempre fue negativa, alcanzando significación estadística tan sólo con la actividad deshidrogenasa en Moncada y con el contenido de materia orgánica del suelo en Paiporta. En el caso de la producción de lechugas, se correlacionó positivamente con los otros parámetros, siendo dicha correlación significativa tan sólo con las actividades enzimáticas del suelo del ensayo de Paiporta.

	Deshidrogenasa	Fosfatasa alcalina	Materia orgánica
Muestreo 1			
Fosfatasa alcalina	0,91***		
Materia orgánica	0,44	0,70**	
Producción alcachofas	- 0,48*	- 0,42	- 0,25
	- 0,28	- 0,51	- 0,70*
Muestreo 2			
Fosfatasa alcalina	0,73***		
Materia orgánica	0,43	0,71**	
Producción lechugas	0,16	0,27	0,02
	0,68*	0,75**	0,23

CONCLUSIONES.

Como podría ser previsible, no pueden extraerse conclusiones definitivas tras sólo tres años de manejo ecológico de las parcelas. No obstante, parece razonable considerar que existe una clara tendencia a una mejora en la calidad y fertilidad potencial del suelo de ambas, puesta de manifiesto por el aumento del contenido de materia orgánica, así como el incremento, aunque no significativo en ambos casos, de las actividades enzimáticas estudiadas indicadoras de la existencia de una mayor actividad biológica, algo esencial en el cultivo ecológico debido a su responsabilidad en la provisión de nutrientes y estructura a los agrosistemas.

Aunque un aumento de los rendimientos a corto plazo no es el único efecto deseable de la reconversión a la agricultura ecológica y aspectos como la mayor calidad de la producción y la protección del agrosistema son más importantes, cabe esperar que tras varios años más de manejo se puedan observar efectos más marcados por parte de los tratamientos y mejores correlaciones entre las producciones y los parámetros edáficos estudiados.

REFERENCIAS

- Beyer, L., Wachendorf, C., Balzer, F.M. y Balzer-Graf, U.R. 1992. The use of biological methods to determine the microbiological activity of soils under cultivation. *Biol. Fertil. Soils*, **1-3**: 242-247.
- Bolton Jr, H., Elliott, L.F., Papendick, R.I. y Bexdick, D.F. 1985. Soil microbial biomass and selected soil enzyme activities: Effect of fertilization and cropping practices. *Soil Biol. Biochem.*, **17**: 297-302.
- Casida L. E., Klein, D.A. y Santoro, T. 1964. Soil dehydrogenase activity. *Soil Sci.*, **98**: 371-376.
- MAPA 1986. Métodos oficiales de Análisis. Tomo III (Plantas, productos orgánicos fertilizantes, suelos, aguas, productos fitosanitarios, fertilizantes inorgánicos). Madrid.
- Pomares, F., Gómez, A., Torres, C., Estela, M., Tarazona, F., Verdú, M.J., Campos, T. y García, M.J. 1996. Efectos de diferentes tipos de fertilización sobre la alcachofa en reconversión a cultivo ecológico. En: *Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural. Actas del II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Pamplona-Iruña, septiembre de 1996. Pp 395-404.
- Tabatabai, M. A. y Bremner, J. M. 1969. Use of p-nitrophenol phosphate for assay of soil phosphatase activity. *Soil Biol. Biochem.*, **1**: 301-307.

Calidad del suelo en huertos de cítricos ecológicos

G. Rocuzzo¹, F. Pomares², M. Estela², F. Tarazona², M. O. Sala², R. Albiach², T. Campos², C. Diego³, V. Borrás³ y D. Yuste⁴.

¹ Istituto Sperimentale per l'Agrumicoltura, Corso Savoia 190, 95024 Acireale, Italia.

² Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (I.V.I.A.) Apartado Oficial 46113 Moncada (Valencia).

³ Escuela Capacitación Agraria. Catarroja (Valencia).

⁴ Federación de Cooperativas Agrarias Comunidad Valenciana. Cronista Carreres, 9-6º B. 46003 Valencia.

RESUMEN

El mantenimiento de la fertilidad del suelo contemplada globalmente en los aspectos físicos, químicos y biológicos es un factor clave en el sistema de producción ecológica. De ahí que en este sistema agrario se ponga un particular énfasis en la fertilización orgánica. En este estudio se comparan los resultados de varios indicadores de la calidad del suelo registrados en un grupo de 21 parcelas de cítricos ecológicos y otras tantas convencionales.

La fertilidad del suelo en los huertos ecológicos resultó superior a la obtenida en los convencionales. Las actividades enzimáticas (fosfatasa alcalina y deshidrogenasa) se revelaron interesantes indicadores de los cambios a corto plazo de la calidad del suelo. La introducción de prácticas de fertilización ecológica con reducción en las aportaciones de insumos no afectó de forma significativa al estado nutritivo de los huertos de cítricos evaluados mediante análisis foliar. El sistema ecológico tampoco afectó de forma significativa al nivel de micorización ni a las poblaciones de nematodos y hongos nematófagos.

INTRODUCCIÓN

Al reciente desarrollo del trabajo del método de producción biológica no corresponde, sobre todo en las condiciones culturales del área mediterránea, una masa crítica de datos experimentales que pueda favorecer la rápida introducción de innovaciones con el fin de mejorar productos y procesos. El método biológico de producción ofrece, respecto a otros métodos de producción agrícola, la oportunidad de profundizar en aspectos que pueden ser útiles para la mejor utilización de los recursos no renovables.

La calidad del suelo (soil quality/health) y un adecuado grado de biodiversidad son factores que están en la base de la gestión de agroecosistemas sostenibles (Doran *et al.*, 1994, Kennedy y Smith, 1995, McLaughlin y Mineau, 1995). La calidad del suelo es el producto final de procesos degradativos y conservadores y es un concepto útil para la integración de anotaciones de tipo descriptivo y analítico sobre sus componentes físicos,

químicos y biológicos (Doran *et al.*, 1996). Diferencias no significativas entre los componentes biológicos pueden ser una señal de alarma de la degradación del suelo y pueden ser utilizados como indicadores de una correcta gestión del mismo o en la comparación entre métodos de producción (Doran *et al.*, 1996, Reganold *et al.*, 1993). La calidad del suelo expresa su capacidad para desarrollar sus funciones en los agroecosistemas, de promover la productividad biológica y de favorecer el estado sanitario de los vegetales, de los animales y del hombre (Doran *et al.*, 1994).

Entre los indicadores de calidad del suelo se pueden considerar bien los parámetros químicos y físicos normalmente utilizados, bien algunos parámetros relativos a la actividad biológica. Estos últimos presentan particular importancia en el sistema biológico porque la actividad de los microorganismos es parte integrante de los ciclos de los principales elementos de la nutrición vegetal. De la genérica noción de biodiversidad es también posible pasar a la valoración de los efectos de la eliminación de los inputs de fertilizantes y biocidas de síntesis en el agroecosistema sobre la fertilidad del suelo (Nannipieri *et al.*, 1990, Kennedy y Papendick, 1995).

La aplicación del método de producción biológico ha despertado la perplejidad por lo que concierne a la eficiencia productiva. La determinación de los niveles foliares de los elementos nutritivos representa una primera aproximación en este tipo de valoraciones (Legaz *et al.*, 1995, Intrigliolo *et al.*, 1998).

Otro aspecto de la aplicación del método de la agricultura biológica es el relativo a la introducción o al mantenimiento de un cierto grado de diversidad biológica, con el fin de favorecer bien la actividad de los organismos promotores del crecimiento de las plantas (micorrizas, microorganismos azotofisatorios simbióticos y no simbióticos, etc.), bien la de los antagonistas naturales de los patógenos y parásitos, que pueden ser así mejor controlados.

La investigación ha tenido el tiempo de evaluar los efectos de las aplicaciones de dos métodos de producción de los cítricos de la Comunidad Valenciana (convencional y biológico) sobre la fertilidad de los suelos, evidenciando, en la medida de lo posible, los parámetros más eficaces poniendo en relieve las diferencias eventuales. Al mismo tiempo han sido estudiados los niveles foliares de los elementos nutritivos. Para la valoración de los efectos de la adopción del método de producción biológico sobre la biodiversidad han sido estudiados algunos parámetros relativos a la presencia de organismos activos en el suelo como la consistencia del banco de semillas.

METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Localidad	Cultivo	Localidad	Cultivo
Alcira	Naranja Navelina	Gandía	Clementina de Nules
Alcira	Naranja Navelina	Liria	Naranja Navelina
Alcira	Naranja Navelina	Luchente	Naranja Navelina
Alcira	Naranja Navelina	Pego	Naranja Navelina
Benifayó	Satsuma	Pego	Satsuma
Benifayó	Naranja Navelate	Simat	Naranja Valencia late
Carcagente	Naranja Navelina	Tabernes	Naranja Navelina
Carrícola	Naranja W. navel	Vergel	Naranja Sallustiana
Carrícola	Naranja W. navel	Xeresa	Satsuma
Cheste	Naranja Navelina	Xeresa	Satsuma
Gandía	Naranja Navelina		

Figura 1. Localización de las parcelas y especie o variedad cultivada.

Han sido estudiadas 21 pares de parcelas cultivadas de naranjos en las zonas de producción más importantes de la Comunidad Valenciana (Figura 1). Cada repetición estaba constituida por cítricos coetáneos, similares en todo lo referente a orden de instalación, condiciones pedoclimáticas, sistema de irrigación, y que diferían solamente por el método de producción (convencional /ecológico). Todos los cítricos biológicos habían superado el periodo de conversión.

En el periodo comprendido entre los meses de Octubre y Diciembre de 1996 se ha efectuado el muestreo de los suelos en el horizonte 0 - 40 cm, siguiendo para ello las dos diagonales en cada una de las parcelas. Las muestras así tomadas se han homogeneizado, pasado por un tamiz de 2 mm de luz de malla para la separación de las partículas gruesas y dejadas secar al aire antes del análisis (Tabla 1).

Parámetro	unidad de medida	Parámetro	unidad de medida
fosfatasa alcalina	µg PNF/ g suelo.h	K intercambio	meq/100 g suelo
deshidrogenasa	µg TFP/ g suelo.h	extracto de saturación (es)	%
arcilla	%	cond. eléctrica es (CE)	dS/m
limo	%	pH (es)	
arena	%	Ca (es)	meq/ l
carbonatos	%	Mg (es)	meq/ l
caliza activa	%	Na (es)	meq/ l
pH agua		K (es)	meq/ l
pH KCl		bicarbonatos (es)	meq/ l
materia orgánica (MO)	%	cloruros (es)	meq/ l
C	%	sulfatos (es)	meq/ l
N	%	SAR	
C/N		SAR ajustado	
nitratos	ppm	Cu *	ppm
P	ppm	Fe *	ppm
Ca intercambio	meq/100 g suelo	Mn *	ppm
Mg intercambio	meq/100 g suelo	Zn *	ppm
Na intercambio	meq/100 g suelo	flora	n° emergencias

Tabla 1. Análisis efectuados en las muestras de suelo.

El análisis realizado para la valoración de la actividad enzimática ha sido el relativo a la actividad de la fosfatasa alcalina por incubación del sustrato p-nitrofenil fosfato disódico y la de la actividad de la deshidrogenasa por incubación del sustrato 2,3,5-trifeniltetrazolio (Albiach, 1997).

Todos los análisis químicos y fisico-químicos del terreno has sido efectuados según los métodos oficiales de análisis (AOAC, 1980, MAPA, 1986).

De las muestras de suelo ha sido extraída una alícuota (2000 ml aprox.) que ha sido puesta en bandejas (35x20x10 cm) e irrigadas para favorecer la germinación de las semillas de malas hierbas con el fin de determinar el banco de semillas (Carretero, 1977).

Contemporáneamente al muestreo del terreno se han tomado muestras de raíces de cuatro plantas por cada parcela, homogeneizando tres submuestras tomadas a 120° bajo la proyección de la copa, para determinar la presencia de nematodos de los cítricos (hembras de *Tylenchulus semipenetrans* Cobb.), de hongos nematófagos presentes en la rizosfera y el estado de micorrización de las raíces de los cítricos (Tabla 2).

Parámetro	unidad de medida
<i>Tylenchulus semipenetrans</i>	hembras/ g raíz
hongos nematófagos	n° aislados placa
micorrización	% infección

Tabla 2. Análisis efectuados en las muestras de raíces.

El análisis nematológico así como el relativo a la presencia de antagonistas naturales han sido realizados según el método indicado en un trabajo anterior (Rocuzzo *et al.*, 1992).

La valoración del estado de micorrización de las raíces de los cítricos ha sido efectuada previa coloración diferencial y valoración de las raíces micorrizadas (Giovannetti y Mosse, 1980).

Por otra parte, en el periodo Octubre-Noviembre de 1996, de cada parcela han sido tomadas muestras de hojas para la valoración de los niveles de los elementos nutritivos en las plantas según el método standard (Legaz *et al.*, 1995) (Tabla 3). También el análisis del material vegetal ha sido efectuado según los métodos oficiales (AOAC, 1980, MAPA, 1986).

Parámetro	unidad de medida
N	%
P	%
K	%
Ca	%
Mg	%
Fe	ppm
Cu	ppm
Zn	ppm
Mn	ppm

Tabla 3. Análisis efectuados en las muestras de hojas.

Los datos han sido sometidos a un análisis de varianza y han sido efectuadas regresiones múltiples stepwise, para valorar la incidencia de los principales parámetros fisico-químicos y biológicos sobre la actividad enzimática del terreno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antes del análisis de la varianza ha sido colocada una matriz de correlación general para evitar el considerar datos redundantes, en cuanto fuertemente correlacionados. Por este motivo los datos de los siguientes parámetros (Tabla 1) no han estado considerados ($r > \pm 0,9$): limo (con arcilla y arena), carbonatos (con caliza activa), Na intercambiable y Na determinado en el extracto de saturación (es) (correlacionados entre sí y con SAR y SAR ajustado), Ca (es) (con la conductividad eléctrica - CE), SAR (con SAR ajustado). Los parámetros considerados en las elaboraciones de los datos expuestos a continuación son todos los restantes en las Tablas 1 y 2.

Ha sido efectuado un test multivariado del análisis de la varianza (MANOVA) para valorar las eventuales diferencias existentes entre los dos grupos de datos relativos a los parámetros fisico-químicos y biológicos del suelo estudiado.

Los datos, expuestos en la Tabla 4, muestran como existen diferencias altamente significativas entre aquellos de las empresas llevadas según el método de producción biológica y los llevados según técnicas convencionales. De los resultados de los test univariados (ANOVA) se observa cómo tales diferencias han sido imputables principalmente a algunos parámetros, siendo éstos, en orden decreciente de importancia, los bicarbonatos (es), la relación C/N, la actividad de la deshidrogenasa, el contenido en materia orgánica, el potasio (es), la actividad de la fosfatasa alcalina y el magnesio (es).

MANOVA: Rao R (32, 9) = 5,79; p<0,004				
Parámetro (ANOVA)		Convencional	Ecológico	nivel de p
T. semipenetrans	hembras/ g raíz	902,3	859,2	0,753
hongos nematófagos	n° aislados placa	1,67	1,81	0,742
micorrización	% infección	5,85	7,68	0,471
flora	n° emergencias	4,33	13,14	0,052
fosfatasa alcalina	µg PNF/ g suelo.h	304,2	382,8	0,024
deshidrogenasa	µg TFP/ g suelo.h	4,73	6,41	0,006
arcilla	%	27,58	24,36	0,218
arena	%	37,50	40,91	0,507
caliza activa	%	6,24	6,21	0,986
pH agua		7,88	7,79	0,226
pH KCl		7,26	7,27	0,794
MO (C x 1,724)	%	1,97	2,52	0,012
N	%	0,12	0,19	0,121
C/N		9,77	10,20	0,041
nitratos	ppm	5,53	7,71	0,414
P	ppm	14,60	15,98	0,588
Ca intercambio	meq/ 100 g suelo	16,47	16,06	0,675
Mg intercambio	meq/ 100 g suelo	2,31	2,51	0,350
K intercambio	meq/ 100 g suelo	0,72	0,77	0,617
es	%	44,84	45,66	0,679
CE	dS m ⁻¹	0,54	0,69	0,051
pH (es)		7,30	7,29	0,850
Mg (es)	meq/ l	1,09	1,53	0,039
K (es)	meq/ l	0,26	0,52	0,023
bicarbonatos (es)	meq/ l	3,81	4,86	0,000
cloruros (es)	meq/ l	0,69	0,98	0,404
sulfatos (es)	meq/ l	1,37	1,90	0,397
SAR ajustado		1,14	1,22	0,781
Cu *	ppm	2,66	6,22	0,308
Fe *	ppm	8,45	7,54	0,512
Mn *	ppm	6,55	6,76	0,854
Zn *	ppm	5,00	5,19	0,880

Tabla 4. Resultados del test multivariante del análisis de la varianza (MANOVA) y de los test univariantes (ANOVA) para la comparación entre métodos de producción.

Del análisis de los datos se observa cómo otros parámetros se aproximan al límite de significatividad, contribuyendo así al resultado del test MANOVA.

Especie	Convencional	Ecológico
<i>Portulaca oleracea</i>	10	14
<i>Amaranthus retroflexus</i>	7	9
<i>Setaria verticillata</i>	5	10
<i>Chenopodium album</i>	3	8
<i>Sonchus oleraceus</i>	2	5
<i>Solanum nigrum</i>	2	4
<i>Cyperus rotundus</i>	2	4
<i>Conyza bonariensis</i>	1	2
<i>Convolvulus arvensis</i>	-	2
<i>Equisetum ramosissimus</i>	-	2
<i>Stellaria media</i>	-	2
<i>Digitaria sanguinalis</i>	-	2
<i>Diploaxis eruroides</i>	-	2
<i>Echinochloa colonum</i>	-	1
<i>Senecio vulgaris</i>	-	1

Tabla 5. Especies de adventicias.

En el caso de la conductividad eléctrica ésto se explica por la cantidad de magnesio, potasio y bicarbonatos. En lo que respecta al número de emergencia de malas hierbas, los datos relativos a las parcelas llevadas según técnicas biológicas resultan tres veces superiores que los de las parcelas de cultivo tradicional; en este caso, el alto coeficiente de variabilidad (CV= 168,88) explica la ausencia de diferencias estadísticas significativas. De hecho, como se muestra en la Tabla 5, considerando el número de especies emergidas (media convencional = 1,33; media biológica = 3,14; CV = 91,5), la diferencia entre los

grupos resulta estadísticamente significativa ($p < 0,003$). Ninguna diferencia estadísticamente significativa ha sido registrada por la presencia de hongos nematófagos aunque han sido aislados un mayor número de especies (Tabla 6).

Especie	Convencional	Ecológico
<i>Arthrobotrys oligospora</i>	9	11
<i>Monacrosporium salinum</i>	7	6
<i>A. dactyloides</i>	5	6
<i>M. ellipsosporium</i>	1	5
<i>A. conoides</i>	1	2
<i>Catenaria anguillulae</i> ^y	1	2
<i>Meria coniospora</i> ^y	-	1

Tabla 6. Especies de hongos nematófagos aislados.

^y Aislados en placas con agar.

Los datos de los análisis foliares no han sido insertos en el test MANOVA junto a los parámetros del terreno ya que éstos son relativos a numerosas especies o variedad, con diversas respuestas fisiológicas y diversos valores de los estándares foliares de referencia. El test MANOVA efectuado solamente con los valores foliares de los cultivares similares han mostrado que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos considerados (datos no expuestos). Como se puede ver en la Tabla 7, en la que se exponen los valores foliares medios, no existen diferencias estadísticamente significativas incluso para los elementos aislados. Los niveles de N, Ca, Mg, Fe y Zn resultaron para ambos grupos ser valores normales con respecto al standard de referencia (Legaz *et al.*, 1995, Intrigliolo *et al.*, 1998). Para el fósforo ambos valores recayeron en la franja de dotación alta, así como para el manganeso en la franja de dotación baja. Los valores del potasio son normales para los cítricos convencionales y ligeramente altos para los llevados según métodos biológicos, mientras que ocurre lo contrario para los brotes.

Parámetro	Convencional	Ecológico	nivel de p
N %	2,55	2,52	0,537
P %	0,17	0,18	0,345
K %	0,98	1,08	0,324
Ca %	4,88	4,79	0,728
Mg %	0,30	0,26	0,232
Fe ppm	69,7	72,0	0,726
Cu ppm	20,5	11,0	0,115
Mn ppm	22,5	15,0	0,152
Zn ppm	58,3	47,6	0,384

Tabla 7. Comparación entre métodos de producción de los análisis foliares.

En las Tablas 8 y 9 se exponen los resultados de las regresiones múltiples stepwise para la valoración de la influencia de los parámetros físico-químicos y biológicos del terreno sobre la actividad enzimática relevante. En ambos casos las funciones son altamente significativas, alcanzando en el caso de la fosfatasa alcalina el 66,42% y en el caso de la deshidrogenasa el 73,07% de la variabilidad obtenida. Las regresiones muestran cómo, para ambos casos, en la actividad enzimática, el contenido de materia orgánica del suelo ha ejercido un marcado efecto altamente significativo.

R=0,8150, R2=0,6642, p<0,0000			
parámetro	coeficiente regresión parcial	coeficiente correlación parcial	nivel de p
MO	107,76	0,782	0,0000
pH	215,18	0,589	0,0000
micorrización	2,83	0,321	0,0432

Tabla 8. Regresión múltiple para la evaluación del efecto de los parámetros físico-químicos del suelo sobre la actividad de la fosfatasa alcalina (variables incluidas en la función).

Para la fosfatasa alcalina (Tabla 8) los resultados de la regresión muestran cómo sea por el pH, sea por el índice de micorrización, se han correspondido positivamente, aunque se tenga diferente nivel de significación estadística. En ambos casos se trata de una confirmación, visto el rango de actividad de la enzima y las características fisiológicas de las micorrizas (Bethlenfalvai y Linderman, 1992).

En el caso de la deshidrogenasa los diversos parámetros incluidos en la ecuación tienen efectos diferentes como se muestran en la Tabla 9.

R=0,8548, R2=0,7307, p<0,0000			
parámetro	coeficiente regresión parcial	coeficiente correlación parcial	nivel de p
MO	2,4462	0,7987	0,0000
K (es)	-2,6314	-0,6884	0,0000
Arena	0,0576	0,6928	0,0001
Mg intercam.	1,4001	0,6345	0,0001
Zn *	-0,2368	-0,6169	0,0009
Cu *	-0,0633	-0,5797	0,0013

Tabla 9. Regresión múltiple para la evaluación del efecto de los parámetros físico-químicos del suelo sobre la actividad de la deshidrogenasa (variables incluidas en la función).

CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación muestran cómo existen diferencias en los indicadores de calidad del suelo entre los dos grupos comparados. La fertilidad del terreno en los cítricos llevados según el método de producción biológica parece ser mejor, como se deduce de los resultados del test MANOVA y de los test ANOVA. El análisis de los últimos pone de relieve la importancia de la actividad enzimática estudiada, que podría ser utilizada como índice de calidad para verificar cambios en la fertilidad del suelo a corto-medio plazo.

El nivel más bajo de inputs externos no ha tenido repercusiones sobre las respuestas de las plantas, como se deduce de la ausencia de diferencias en los valores foliares de elementos nutritivos, valorados por cultivares similares.

La aplicación de método de producción biológica no a llevado a un sustancial aumento de la micorrización de las raíces de los cítricos o del nivel de antagonistas naturales, como se observa en el caso de nematodos de los cítricos, cuyos niveles de población han resultado estadísticamente no diferentes. Empiezan a ser evidentes, sin embargo, los efectos sobre el número de especies espontáneas estudiadas.

La fertilidad del suelo en los huertos ecológicos resultó superior a la obtenida en los convencionales.

Las actividades enzimáticas (fosfatasa alcalina y deshidrogenasa) se revelaron interesantes indicadores de los cambios a corto plazo de la calidad del suelo.

La introducción de prácticas de fertilización ecológica con reducción en las aportaciones de insumos no afectó de forma significativa al estado nutritivo de los huertos citrícolas evaluados mediante análisis foliar.

El sistema ecológico tampoco afectó de forma significativa al nivel de micorrización ni a las poblaciones de nematodos y hongos nematófagos: tendencia a largo plazo.

Empiezan a manifestarse unas diferencias en el banco de semillas de adventicias en el suelo: un mayor número de especies en las parcelas ecológicas.

REFERENCIAS:

- Albiach Vila, M. R. 1997. Estudio de varios índices de actividad biológica del suelo en relación a diferentes aportaciones de enmiendas orgánicas. *Tesis doctoral*, Universidad de Valencia, España.
- Asociacion of Official Analytical Chemists. 1980. Official methods of the Asociacion of Official Analytical Chemists. Washington D.C., USA.
- Bethlenfalvay, G. J. y Linderman R. G. (Eds.). 1992. Mycorrhizae in sustainable agriculture. *ASA Special Publication Number 54*. Madison, Wisconsin, USA. 124 pp.
- Carretero, J. L. 1977. Estimación del contenido de semillas de malas hierbas de un suelo agrícola como predicción de su flora adventicia. *Anales Instituto Botánico Cavanilles*, **34**: 267-278.
- Doran, J. W., Coleman, D. C., Bezdicek, D. F. y Stewart B. A. (Eds.). 1994. Defining soil quality for a sustainable environment. *SSSA Special Publication Number 35*. Madison, Wisconsin, USA. 244 pp.
- Doran, J. W., Sarrantonio, M. y Liebig M. A. 1996. Soil health and sustainability. *Advances in Agronomy*, **56**: 1-54.
- Giovannetti, M. y Mosse, B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*, **84**: 489-500.
- Intrigliolo, F., Tittarelli, F., Rocuzzo, G. y Canali, S. 1998. Fertilizzazione degli agrumi. *L'Informatore agrario*, **54 (9)**: 79-84.
- Kennedy, A. C. y Papendick, R. I. 1995. Microbial characteristics of soil quality. *J. Soil Water Conservation*, **46**: 243-248.
- Kennedy, A. C. y Smith, K. L. 1995. Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. *Plant and Soil*, **170**: 75-86.
- Legaz, F., Serna, M. D., Ferrer, P., Cebolla, V. y Primo-Millo, E. 1995. Análisis de hojas, suelos y aguas para el diagnóstico nutricional de plantaciones de cítricos. Procedimiento de toma de muestras. Generalitat Valenciana - Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació. Valencia, España.
- McLaughlin, A. y Mineau P. 1995. The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **55**: 201-212.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion. 1986. Metodos Oficiales de Análisis. Tomo III. Madrid, España. 532 pp.
- Nannipieri, P., Ceccanti, B. y Grego, S. 1990. Ecological significance of the biological activity in soil. In: *Soil Biochemistry* vol 6. Eds. J.M. Bollag and G. Stotzky, pp. 293-355. M. Dekker, New York.
- Reganold, J. P., Palmer, A. S., Lockhart, J. C. y Macgregor, A. N. 1993. Soil quality and financial performance of biodynamic and conventional farms in New Zealand. *Science*, **260**: 344-349.
- Rocuzzo, G., Ciancio, A. y Lo Giudice V. 1992. Some observation on the ecology of the citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans* Cobb in Southern Italy. *Proceedings International Society of Citriculture*, March 8-13, 1992, Acireale, Italy, Vol. **3**: 950-952.

Estado de contaminación por metales pesados en suelos de cítricos con cultivo ecológico

*F. Pomares**, *M. Estela**, *F. Tarazona**, *M.O. Sala*** y *R. Canet**

* Dpto. de Recursos Naturales. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Apartado Oficial. 46113 Moncada (Valencia).

** Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Valencia. Avda. Blasco Ibañez, 21. 46100 Valencia.

ABSTRACT

In a field survey conducted in the citrus area of Valencian Community we selected 21 pairs of plots with similar edafic and agronomic characteristics but with different farming systems (ecological vs conventional).

The contents of total copper in the soil resulted somewhat higher in the ecological fields than in those conventional, giving average values of 38 mg/kg and 31 mg/kg, respectively. On the contrary, the other heavy metals (Fe, Mn, Ni, Pb, Zn and Cr) gave levels slightly lower in the ecological farming fields. The content of heavy metals in all the soil samples were much lower than the maximum permissible values according to the Spanish Legislation (R.C. 1310/1990). The levels of available micronutrients (Fe, Mn, Cu and Zn), extractable by DTPA were very similar in both groups of plots.

RESUMEN

En un estudio prospectivo se evaluó el estado de contaminación por metales pesados (Fe, Mn, Cu, Ni, Pb, Zn y Cr) en 21 parcelas de cítricos cultivadas durante varios años mediante técnicas de Agricultura Ecológica, utilizando como testigos 21 huertos de cítricos de cultivo convencional, con características edáficas y agronómicas similares a las primeras.

El contenido de cobre total en el suelo resultó algo más alto en las parcelas ecológicas que en las convencionales, con valores medios de 38 mg/kg y 31 mg/kg, respectivamente. En cambio, el resto de los metales pesados (Fe, Mn, Ni, Pb, Zn y Cr) analizados dieron

niveles algo más bajos a los huertos ecológicos. Todas las parcelas presentaron niveles de metales pesados inferiores a los máximos admisibles según la normativa española (R.D. 1310/1990). Los contenidos de microelementos (Fe, Mn, Cu y Zn) extraíbles con el ácido dietiltriainopentacético (DTPA) resultaron muy similares en ambos grupos de parcelas.

INTRODUCCIÓN

Los metales pesados constituyen un grupo de elementos traza de alto interés, ya que, pese a que algunos resultan esenciales, determinados niveles en el suelo pueden resultar tóxicos para los seres vivos, (humanos, organismos del suelo, plantas y animales). Desde el punto de vista medioambiental, los metales pesados más interesantes son el cadmio, cobre, níquel, plomo, cromo, cinc y mercurio.

Algunos procesos naturales (pedogénesis, volcanes, huracanes, incendios forestales, etc.), constituyen una fuente relevante de los metales pesados existentes en el suelo, si bien las aportaciones más importantes tienen lugar a través de la acción antropogénica, como son la actividad industrial y algunas prácticas agrícolas: abonado con residuos urbanos (lodos de depuradoras y compost de residuos sólidos urbanos), aguas residuales, residuos ganaderos (purines de porcino), productos fitosanitarios, etc. (Tiller, 1989).

Uno de los principios básicos de la Agricultura Ecológica es evitar la aportación de productos tóxicos al suelo que puedan afectar a la actividad biológica del suelo; pero se acepta la utilización de compuestos de cobre (caldo bordelés y otros) como fungicidas, hecho que a largo plazo podría provocar efectos nocivos sobre algunos organismos del suelo (hongos beneficiosos, micorrizas, etc).

Ante la falta de información sobre los niveles de metales pesados existentes en los suelos agrícolas de la Comunidad Valenciana, realizamos este estudio para evaluar el grado de contaminación por metales pesados, en los huertos de cítricos con manejo ecológico, en comparación con el existente en los huertos cultivados de forma convencional.

MATERIAL Y METODOS

Para el estudio se seleccionaron 21 huertos de cítricos con cultivo ecológicos de distintas variedades (naranjos, mandarinos clementinos y mandarinos satsuma). Y en las proximidades a éstas se seleccionaron otras 21 parcelas de cítricos con cultivo convencional, similares a las de cultivo ecológico en características de suelo, microclima, patrón variedad, edad, desarrollo, etc.

Durante el invierno de 1996-97 se cogieron muestras compuestas de suelo, a la profundidad de 0-20 cm, en cada una de las 42 parcelas seleccionadas, y tras su correspondiente secado, trituración y tamizado, se determinaron los contenidos de hierro, cobre, manganeso, cinc, plomo, cromo y níquel, siguiendo el método de extracción con reflujos en agua regia (Berrow y Stein, 1983), y posteriormente espectrometría de absorción atómica. Adicionalmente se determinaron las fracciones asimilables de los elementos esenciales, hierro, cobre, manganeso y cinc, siguiendo el método de extracción con DTPA (Lindsay Norvell, 1969).

La significación estadística de las diferencias entre las medias correspondientes a los manejos ecológico y convencional se evaluó mediante una comparación de datos pareados, basada en el test de la *t* de Student.

RESULTADOS Y DISCUSION

Hierro

A pesar de que el hierro no es considerado potencialmente tóxico se ha incluido en el estudio por su importancia en la nutrición mineral de los cultivos agrícolas.

El contenido de hierro total en el suelo de las parcelas ecológicas osciló entre 9317 y 40575 mg/kg, con un valor medio de 23796 mg/kg, mientras que en las parcelas de cultivo convencional el rango de variación fue de 14397-38026 mg/kg siendo el valor medio de 25939 mg/kg. Aunque en las parcelas ecológicas se obtuvo un valor medio algo más bajo que en las parcelas convencionales la diferencia entre ambos sistemas de cultivo no resultó significativamente diferente al nivel del 95% (Tabla 1).

Elemento	Cultivo ecológico		Cultivo convencional		Significación estadística al nivel 95%	Valor máximo admisible para suelos pH>7 (1)
	Interv.variación	Media	Interv.variación	Media		
Hierro	9317-40575	23796	14397-38026	25930	NS	-
Manganeso	101 - 498	239	163-466	261	NS	-
Cobre	15 - 143	38	16-69	31	NS	210
Níquel	2 - 22	11	1 - 18	12	NS	112
Plomo	5 - 45	21	6-49	22	NS	450
Cinc	29 - 113	53	29 - 155	59	NS	450
Cromo	15-46	31	16 - 51	33	NS	150

Tabla 1. Contenidos (mg/kg) de metales pesados totales en el suelo de las parcelas de cultivo ecológico y cultivo convencional.

(1) Según RD 1310/1990

En cuanto a los niveles de hierro extraíble con ácido dietil-triamino-pentaacético (DTPA), cuyos resultados aparecen en la Tabla 2, los valores medios resultaron muy similares, 7,5 y 8,5 mg/kg en las parcelas de cultivo ecológico y cultivo convencional, respectivamente. Todas las muestras excepto una en cada uno de los sistemas de cultivo dieron niveles de hierro asimilable (extraíble con DTPA) superiores a 2,5 mg/kg, nivel crítico de deficiencia según Viets y Lindsay (1973). Los niveles de hierro extraíbles con DTPA no resultaron correlacionados con los contenidos de hierro total (Tabla 3), algo razonable en función de la pequeña proporción de las formas extraíbles, junto a la complejidad de los factores físico-químicos que afectan a la disponibilidad de este metal.

Elemento	Cultivo ecológico		Cultivo convencional		Significación estadística al nivel 95%	Nivel crítico de deficiencia (1)
	Interv.variación	Media	Interv.variación	Media		
Hierro	2,0 - 17,0	7,5	2,3 - 19,7	8,5	NS	<2,5
Manganeso	2,1 - 15,2	6,8	1,9 - 12,0	6,5	NS	<1,0
Cobre	0,8 - 10,0	3,1	0,6 - 7,5	2,7	NS	< 0,2
Cinc	1,0 - 11,6	5,2	0,7 - 20,4	5,0	NS	<0,5

Tabla 2. Niveles (mg/kg) de metales pesados extraíbles con DTPA en el suelo de las parcelas de cultivo ecológico y cultivo convencional.

(1) Según Viets y Lindsay (1973).

Elemento	Coeficiente de correlación (r)	
	Cultivo ecológico	Cultivo convencional
Hierro	0,181	0,137
Manganeso	0,415	0,358
Cobre	0,746 **	0,780 **
Cinc	0,761 **	0,874 **

Tabla 3. Coeficientes de correlación (r) entre los contenidos totales y extraíbles con DTPA. *, **: significación al nivel del 95% y 99%, respectivamente

Manganeso

Al igual que el hierro, el manganeso tampoco es considerado un elemento potencialmente tóxico en nuestros suelos, pero es esencial para la nutrición vegetal.

El nivel de manganeso total en el suelo de las parcelas ecológicas osciló entre 101 y 498 mg/kg, dando un valor medio de 239 mg/kg; análogamente en las parcelas convencionales los valores obtenidos variaron entre 163 y 466 mg/kg, con una media de 261 mg/kg (Tabla 1). Las diferencias entre ambos sistemas de cultivo tampoco resultaron significativas al nivel del 95%.

Los contenidos de manganeso asimilable por las plantas (extraíble con DTPA) resultaron muy similares, 6,8 y 6,5 mg/kg en las parcelas ecológicas y convencionales, respectivamente (Tabla 2). Todas las muestras de suelo de ambos sistemas de cultivo dieron valores superiores a 1 mg/kg, nivel crítico de deficiencia según Viets y Lindsay (1973). Los niveles de manganeso extraíbles con DTPA mostraron una cierta correlación con los contenidos de manganeso total, si bien no alcanzaron significación estadística al nivel del 95% (Tabla 3).

Cobre

Es esencial tanto para las plantas como para los animales, pero a dosis altas puede resultar tóxico. Su exceso provoca en los seres humanos, entre otras alteraciones, necrosis hepática y hemorragias gastrointestinales.

El contenido de cobre total en el suelo de las parcelas ecológicas resultó un 23% más alto que en las parcelas de cultivo convencional, si bien la diferencia entre ambos grupos (38 mg/kg vs 31 mg/kg) no alcanzó significación estadística al nivel del 95% (Tabla 1). Todas las muestras de suelo, tanto las procedentes de huertos ecológicos, con un intervalo de variación entre 15 y 143 mg/kg, como las de los huertos convencionales, que oscilaron entre 16 y 69 mg/kg, dieron valores mucho más bajos que el valor de 300 mg/kg, máximo admisible por la normativa española para suelos agrícolas con pH mayor de 7 (R.D. 1310/1990).

Los niveles de cobre extraíbles con DTPA también fueron más altos (en un 15%) en las parcelas ecológicas que en las de cultivo convencional. Pero la diferencia entre los dos grupos de parcelas (3,1 mg/kg vs 2,7 mg/kg) tampoco presentó significación estadística al nivel del 95% (Tabla 2). Obteniéndose en la totalidad de las muestras de suelo analizadas valores superiores a 0,2 mg/kg, valor crítico de deficiencia según Viets y Lindsay (1973). Los coeficientes de correlación entre los contenidos de cobre extraíbles con DTPA y los de cobre total resultaron altamente significativos al nivel del 99%, dando valores similares en ambos grupos de parcelas (Tabla 3).

Cinc

Su esencialidad para todos los seres vivos está bien demostrada, actuando activamente en los procesos de producción y liberación de energía. La ingestión de altas dosis provoca en los humanos alteraciones del sistema nervioso y parálisis de sus miembros.

El nivel de cinc total en el suelo de los huertos ecológicos resultó algo más bajo (un 10%) que en los huertos de cultivo convencional, aunque la diferencia entre los dos grupos de parcelas (53 mg/kg vs 59 mg/kg) no presentó significación estadística al nivel del 95% (Tabla 1). En base al valor de 450 mg/kg como máximo admisible en suelos de pH mayor de 7 establecido por la normativa española (R.D. 1310/1990), todas las muestras de suelo de ambos grupos de parcelas dieron valores de cinc total muy inferiores al referido nivel crítico.

Los contenidos de cinc extraíbles con DTPA fueron ligeramente más altos en las parcelas ecológicas que en las de cultivo convencional, resultando una diferencia (31 mg/kg vs 2,7 mg/kg) no estadísticamente significativa al nivel del 95% (Tabla 2). Todas las muestras analizadas de ambos grupos de parcelas dieron niveles de cinc asimilable superior a 0,5 mg/kg, valor crítico de deficiencia según Viets y Lindsay (1973). Los coeficientes de correlación entre los contenidos de cinc extraíbles con DTPA y los de cinc total dieron valores bastante altos, con significación al nivel del 99%, resultando muy similares los valores obtenidos en ambos grupos de parcelas (Tabla 3).

Níquel

Hasta el presente se ha podido demostrar que este elemento es esencial para algunos microorganismos, pero su esencialidad en otros seres vivos es cuestionable. Entre sus posibles efectos negativos sobre los seres humanos, destaca su carácter como agente cancerígeno.

Los valores de níquel total en el suelo resultaron bastante similares en los dos sistemas de cultivo; obteniéndose unos valores medios de 11 y 12 mg/kg en las parcelas ecológicas y convencionales, respectivamente. Esta diferencia entre ambos grupos de parcelas no alcanzó significación estadística al nivel del 95%. Tanto en el cultivo ecológico como en el convencional todas las muestras dieron valores inferiores a 112 mg/kg, valor máximo admisible en suelos agrícolas con pH superior a 7, según la normativa española (R.D. 1310/1990).

Plomo

No es esencial para el desarrollo de los seres vivos, pero los efectos nocivos que provoca su exceso son bien conocidos desde hace varios milenios. Los principales efectos que produce su toxicidad en los humanos son alteraciones del sistema nervioso (saturnismo).

Con este elemento también se obtuvieron contenidos totales muy similares en ambos grupos de parcelas, con unos valores medios de 21 y 22 mg/kg en los huertos de cultivo ecológico y convencional, respectivamente (Tabla 2), diferencia que no resultó significativa al nivel del 95%. La totalidad de las muestras de suelo en ambos sistemas de cultivo dieron niveles de plomo total muy inferiores al valor de 300 mg/kg, nivel máximo admisible en suelos agrícolas con pH mayor de 7 (R.D. 1310/1990).

Cromo

No se ha conseguido demostrar que sea un elemento esencial para las plantas,

pero sí para lo animales. Este elemento se caracteriza por ser un agente mutágeno y cancerígeno. Su exceso provoca hemorragias gastrointestinales y trastornos renales.

Los niveles de cromo total en el suelo resultaron ligeramente más bajos en las parcelas ecológicas que en las de cultivo convencional. La diferencia de valores medios obtenida entre ambos grupos de huertos (31 mg/kg vs 33 m/kg) no alcanzó significación estadística al nivel del 95%. El intervalo de variación resultante indica un bajo grado de contaminación por cromo en ambos grupos de parcelas, dando todas las muestras analizadas niveles de cromo total muy inferiores a la cifra de 150 mg/kg, valor máximo admisible en suelos agrícolas de reacción básica (R.D. 1310/1990).

CONCLUSIONES

El estudio realizado sobre el estado de contaminación del suelo por metales pesados Fe, Mn, Cu, Ni, Pb, Zn y Cr en los huertos de cítricos ecológicos en comparación con los huertos de cultivo convencional, ha puesto de manifiesto la ausencia de diferencias significativas entre ambos grupos de parcelas. Ahora bien, es interesante señalar que el cobre es el único elemento que ha dado valores más altos en los huertos ecológicos que en los convencionales, con valores medios de 38 mg/kg y 31 mg/kg, respectivamente. Estos resultados reflejan el mayor uso que se hace de los compuestos cúpricos como tratamiento fitosanitario en el sistema de cultivo ecológico.

El nivel de contaminación del suelo por los metales pesados potencialmente tóxicos resultó bastante bajo tanto en las parcelas ecológicas como convencionales, resultado en todas las muestras analizadas valores muy inferiores a los máximos admisibles según la normativa española (R.D. 1310/1990).

REFERENCIAS

- Berrow, M.L. y Stein, W.M. 1983. Extraction of metals from soils and sewage sludges by refluxing with aqua regia. *Analyst*, **108**: 277-285.
- Lindsay, W.L. y Norwell, W.A. 1969. Equilibrium relationships of Zn^{+2} , Fe^{+3} , Ca^{+2} , and H^+ with EDTA and DTPA in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **33**: 62-68.
- Más, A. 1993. Elementos esenciales. En Metales en Sistemas Biológicos, pp 105-142, Más, A. y Azcue, J.M. (ed). PPU. Barcelona
- R.D. 1310/1990. Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario. BOE, nº 262, 32339-32340.
- Tiller, K.G. 1989. Heavy metals in soils and their environmental significance. *Advances in Soil Science*, **9**: 113-142.
- Viets Jr., F.G. y Lindsay, W.L. 1974. Testing soils for zinc, copper, manganese, and iron. En L.M. Walsh y J.D. Beaton. Soil Testing and Plant Analysis. Soil Science Society of America, Inc. Wisconsin, USA.

Relaciones entre parámetros fisicoquímicos de las tierras de cultivo en explotaciones de Agricultura Ecológica de la isla de Ibiza

E. Farrús, M. J. Rebassa, J. M. Soler y J. Vadell

Departament de Biologia Ambiental, Universitat de les Illes Balears, Carretera de Valldemossa km 7,5. 07071 Palma de Mallorca.

ABSTRACT

It has been made a physicochemical characterization of cultivable soil of Ibiza's organic farms.

Most of the exploitations are small, having mixed cultivable land with either dry fields and fields with irrigated fruit trees and vegetables.

The different types of soil studied are contrasted, basically according to lithological diversity. There are soils of sandy texture developed on calcareous sandstone, soils developed on marly sandstone and ancient red soils of clay texture. In the same way, the contents of carbonates, organic matter, water retention capacity and other physicochemical parameters show a wide range of values.

Existing relations between different physicochemical parameters have been studied, establishing prediction equations to determine cation exchange capacity and water content at field capacity (-33 kPa) and at permanent wilting point (-1.5 MPa) from texture, organic matter content and active limestone. In the same way, there is a highly significant linear positive relation between cation exchange capacity and water content at -1.5 MPa.

RESUMEN

Se ha realizado una caracterización fisicoquímica de las tierras de cultivo de fincas de agricultura ecológica de la isla de Ibiza.

La mayoría de explotaciones son reducidas, presentándose terrenos de cultivos mixtos de secano y parcelas con frutales y hortícolas de regadío.

Las tipologías de las tierras estudiadas son contrastadas, principalmente como consecuencia de la diversidad litológica. Se encuentran suelos de textura arenosa desarrollados sobre areniscas calcáreas, suelos desarrollados sobre calizas margosas y suelos con características fersialíticas. Del mismo modo los contenidos en carbonatos, materia orgánica, capacidad de retención de agua y otros parámetros fisicoquímicos presentan un amplio abanico de valores.

Se han estudiado las relaciones existentes entre los distintos parámetros fisicoquímicos, estableciendo ecuaciones de predicción para determinar la capacidad de intercambio catiónico y los porcentajes de humedad a capacidad de campo (-33 kPa) y a punto de marchitez permanente (-1,5 MPa) a partir de la textura, contenido de materia orgánica y caliza activa. Del mismo modo, existe una relación lineal positiva altamente significativa entre la capacidad de intercambio catiónico y la capacidad de retención de agua a -1,5 MPa.

INTRODUCCIÓN

La fertilidad de los suelos depende de las características de sus constituyentes y de las interacciones que se establecen entre estos y el medio. Debido a la complejidad del medio edáfico podemos establecer varios ámbitos: fertilidad física, química y biológica (Rémy, 1985; Saña *et al.*, 1996). A partir de los parámetros característicos de cada uno de estos bloques podemos establecer sus respectivas contribuciones, si bien la fertilidad entendida como capacidad productiva, dependerá de la integración de todos los factores.

Los minerales de arcilla y la materia orgánica son los dos componentes más relevantes puesto que son determinantes sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas. Propiedades fundamentales como la capacidad de intercambio catiónico (CIC), suministro de nutrientes o la retención de agua dependen de estos parámetros, pero para que un suelo sea funcional requiere, también, la presencia de otros componentes como, por ejemplo, partículas minerales de distintos tamaños.

En la caracterización de un suelo podemos diferenciar parámetros primarios (contenido en materia orgánica, textura, componentes minerales,...) y los derivados a partir de estos (porosidad, capacidad de retención de agua, CIC, etc.). El diagnóstico del estado de un suelo será tanto más preciso cuanto más información directa de los distintos parámetros se obtenga. A nivel práctico, realizar una caracterización exhaustiva, no siempre es posible y en ocasiones resulta económicamente inviable. Según el objetivo planteado, la inferencia de algunos parámetros a partir de la medida de otros nos puede ofrecer una aproximación suficiente.

La CIC y la capacidad de retención de agua de un suelo son parámetros típicos que pueden predecirse, con bastante exactitud, a partir de otros como la materia orgánica, los minerales de arcilla o la textura (Osty, 1971; Saña *et al.*, 1996). Sin embargo, las ecuaciones de predicción que se establecen no tienen una aplicación general, sino que su funcionalidad se limita a la zona o a las tipologías de suelos a partir de las cuales se formularon (Saña *et al.*, 1996). Además, el número de factores presentes en dichas ecuaciones puede variar entre zonas, ya que está en función de las características edáficas determinantes en cada área estudiada.

En el presente trabajo se estudian las relaciones existentes entre la capacidad de

retención de agua del suelo y la CIC con parámetros representativos del suelo: materia orgánica, textura y carbonatos.

El estudio de estas relaciones, permite evaluar la contribución de distintos parámetros a la fertilidad del suelo, estimar de forma indirecta la capacidad de retención de agua y la CIC, y predecir los cambios generados por la modificación de algún componente.

El estudio se ha realizado sobre suelos representativos de la isla de Ibiza. Se incluyen suelos arenosos desarrollados sobre areniscas calcáreas, suelos poco evolucionados desarrollados sobre calizas margosas y otros suelos, más evolucionados, que presentan características fersialíticas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han estudiado 18 suelos localizados en 9 fincas de agricultura ecológica de la isla de Ibiza. La mayoría son explotaciones reducidas, dedicadas a cultivos mixtos de secano o al cultivo de frutales y hortalizas de regadío.

Las condiciones climáticas más relevantes son: entre 400 y 500 mm de precipitación anual, 17-18 °C de temperatura media anual y una evapotranspiración potencial (según Thornthwaite) de unos 900 mm (Guijarro, 1986). El régimen de temperatura es térmico y el de humedad xérico (SCS, 1988).

La recogida de muestras se ha realizado mediante la apertura de calicatas en puntos representativos de las distintas fincas, atendiendo a las diferencias litológicas, topográficas y de gestión que presentaban. En cada perfil se han separado y recogido muestras de las distintas capas u horizontes con características edáficas diferenciables.

De cada muestra se ha determinado textura (pipeta Robinson), carbonatos (calcímetro de Bernard), caliza activa (método de Nijelsohn), materia orgánica (método de Walkley-Black), capacidad de intercambio catiónico (acetato amónico a pH=7) y capacidad de retención de agua a -33 kPa y a -1,5 MPa (por gravimetría, utilizando una cámara de succión y una de presión, respectivamente), siguiendo los métodos oficiales de análisis para suelos (MAPA, 1986).

Mientras que el porcentaje de agua retenida a -1,5 MPa se ha determinado directamente sobre tierra fina, el porcentaje de agua retenida a -33 kPa se ha determinado sobre muestras poco alteradas que incluyen los elementos gruesos correspondientes, con el objetivo de conservar la disposición original del espacio poroso. El cálculo del porcentaje de humedad de la tierra fina se ha realizado de acuerdo a:

$$\%Hm = (\%Hm \text{ muestra} - 0,035 \times \%eg) / \%tf$$

siendo %Hm: porcentaje de humedad de la tierra fina, %Hm muestra: porcentaje de humedad de la muestra sin alterar, %eg: porcentaje de elementos gruesos de la muestra determinada, 0,035: coeficiente calculado empíricamente para cuantificar la humedad de los elementos gruesos, %tf: porcentaje de tierra fina.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los suelos estudiados se han agrupado en tres grupos atendiendo a sus características dominantes: suelos con características fersialíticas, suelos desarrollados sobre calizas margosas y suelos arenosos.

Las características fisicoquímicas que presentan las tres tipologías de suelos son

contrastadas (Tabla 1). Mientras que los suelos con características fersialíticas son mayoritariamente suelos antiguos, con distintos niveles de evolución edafogénica, los otros dos grupos son suelos poco evolucionados que presentan características próximas al material original.

	Suelos con características fersialíticas		Suelos sobre calizas margosas		Suelos arenosos	
Número muestras	26		7		3	
	x±ee	rango	x±ee	rango	x±ee	rango
Textura:						
Arenas (%)	19,1±2,0	2,6-40,3	38,8±4,5	21,9-54,4	76,8±3,6	69,6-80,8
Limos (%)	43,1±1,9	25,0-68,8	39,4±3,6	25,2-52,5	11,6±2,2	8,4-15,9
Arcillas (%)	37,8±1,8	24,1-54,9	21,8±1,6	16,6-29,6	11,5±1,7	8,7-14,5
Carbonatos (%)	23,7±3,6	0,1-61,3	63,4±2,2	55,4-71,6	76,7±3,1	72,2-82,6
Caliza activa (%)	6,2±1,1	0,1-17,3	15,3±1,2	11,7-20,2	8,2±0,9	6,7-9,9
Mat.orgánica (%)	2,1±0,2	0,9-3,5	1,4±0,3	0,6-2,8	1,0±0,3	0,5-1,4
CIC (cmol/kg)	20,6±0,9	10,2-26,6	8,6±1,0	5,9-14,1	3,9±0,6	2,8-4,9
%Hm -1,5 MPa	14,4±0,4	10,0-17,3	9,3±0,7	7,5-12,4	6,7±0,6	5,9-7,8
%Hm -33 kPa	24,2±0,5	19,7-26,7	23,7±1,8	18,4-29,9	13,9±0,6	13,1-15,2

Tabla 1. Características de los suelos estudiados.
x±ee: valor medio ± error estándar.

En el estudio de las relaciones entre los parámetros fisicoquímicos se han trabajado conjuntamente las tres tipologías de suelos, estudiando las relaciones de la capacidad de intercambio catiónico y la capacidad de retención de agua a capacidad de campo y a punto de marchitez permanente con los parámetros: materia orgánica, arcillas, limos y caliza activa.

Capacidad de retención de agua

Se ha determinado la capacidad de retención de agua de la tierra fina a capacidad de campo (normalmente establecida en -33 kPa) y el punto de marchitez permanente (-1,5 MPa). Estos valores nos permiten una aproximación a la capacidad de retención potencial de cada suelo (Ingelmo y Cuadrado, 1986).

El porcentaje de humedad a -1,5 MPa depende sobretodo de la superficie específica de las partículas del suelo (relación entre superficie de contacto con el exterior y la masa). Cuanto menores son las partículas, mayor es la superficie específica y mayor es la cantidad de agua retenida a niveles de succión elevados. La materia orgánica y las arcillas (especialmente las arcillas expandibles) presentan los índices de superficie específica más elevados siendo, por ende, los principales contribuidores a la retención de agua a estos niveles (Jury *et al.*, 1991).

La correlación múltiple entre el porcentaje de humedad a -1,5 MPa y los contenidos en materia orgánica (%m.o.) y arcillas granulométricas (%arc.) presenta una alta significación que se ve mejorada con la inclusión de los limos (%lim.) y la caliza activa (%cal.act.):

$$\%Hm-1,5MPa = 0,62 \text{ x}\%m.o. + 0,21 \text{ x}\%arc. + 0,05 \text{ x}\%lim. - 0,09 \text{ x}\%cal.act. + 3,86$$

$$r^2 = 0,91 \text{ n}=36 \text{ P}<0,001$$

Los limos, al presentar también índices de superficie específica apreciables, tienen una contribución considerable. La mejora generada por la inclusión de la caliza activa responde a las características de los suelos y al método utilizado en la determinación de la textura. Los carbonatos son un componente mayoritario en muchos de estos suelos y en la determinación de la textura no se eliminan, constituyendo parte de las diferentes

fracciones granulométricas. Los carbonatos presentes en las fracciones granulométricas limos finos y arcillas (caliza activa) contribuyen en la retención de agua mucho menos que los minerales de arcilla (representantes mayoritarios de estas fracciones) adquiriendo en la ecuación un carácter substractivo.

Establecer relaciones entre el porcentaje de agua retenida a capacidad de campo (-33 kPa) y los constituyentes del suelo es más arriesgado e impreciso que en el caso del agua retenida a -1,5 MPa, ya que a niveles de succión bajos la ordenación espacial de las partículas condiciona el volumen de agua capilar retenida.

A pesar de estas limitaciones se han analizado las posibles relaciones entre el porcentaje de agua y los principales parámetros contribuidores. Al igual que el agua retenida a -1,5 MPa, los contenidos en materia orgánica, arcillas, limos y caliza activa permiten establecer correlaciones múltiples altamente significativas:

$$\%Hm-33kPa = 1,45 \times \%m.o. + 0,18 \times \%arc. + 0,09 \times \%lim. - 0,17 \times \%cal.act. + 11,33$$
$$r^2 = 0,89 \quad n=29 \quad P<0,001$$

En este caso los suelos desarrollados sobre calizas margosas presentan un comportamiento diferenciado del resto de muestras por lo que se han excluido.

La divergencia presentada por los suelos desarrollados sobre calizas margosas es atribuible a su composición mineralógica que afecta a la distribución de los agregados (Dutil, 1987). Estos suelos presentan niveles de carbonatos y caliza activa muy elevados (Tabla 1) lo cual, unido a niveles bajos de materia orgánica, genera agregados poco estables que favorecen el dominio de microporos reteniendo, a niveles de succión bajos, volúmenes de agua superiores a otros suelos con agregados más estables y distribución más equilibrada del espacio poroso.

C.I.C.

La CIC es un parámetro relevante de la fertilidad química, indicador del potencial de retención de cationes. La materia orgánica y los minerales de arcilla son los componentes que presentan descompensación de cargas eléctricas, definiendo la capacidad de intercambio de iones de un suelo.

La intervención de los parámetros: materia orgánica, arcillas, limos y caliza activa permite obtener una correlación múltiple altamente significativa:

$$CIC \text{ (cmol/kg)} = 1,67 \times \%m.o. + 0,40 \times \%arc. + 0,13 \times \%lim. - 0,29 \times \%cal.act. - 1,83$$
$$r^2 = 0,92 \quad n=36 \quad P<0,001$$

La participación de la fracción limos es atribuible, en este caso, a la presencia de minerales de arcilla del tamaño limos (concretamente limos finos). La caliza activa es un componente coloidal que no presenta descompensación de cargas eléctricas. Sin embargo, al formar parte de las fracciones texturales arcillas y limos, su inclusión en la ecuación, como factor substractivo, mejora la correlación.

CIC y agua retenida a -1,5 MPa

Los factores determinantes de estos dos parámetros son similares. Mientras que el %Hm-1,5MPa está directamente relacionado con la superficie específica de las partículas del suelo, la CIC lo está con la naturaleza y los contenidos de la materia orgánica y de los minerales de arcilla.

La relación existente entre CIC y %Hm-1,5MPa es altamente significativa:

$$\text{CIC (cmol/kg)} = 2,11 \times \% \text{Hm-1,5MPa} - 10,11$$

$$r^2 = 0,91 \quad n=36 \quad P<0,001$$

La alta correlación que presentan ambos parámetros (Figura 1.d) pone de manifiesto una elevada homogeneidad de los constituyentes.

En la Figura 1.a-c se representan las correlaciones lineales entre los valores medidos y los calculados mediante las correspondientes ecuaciones de regresión.

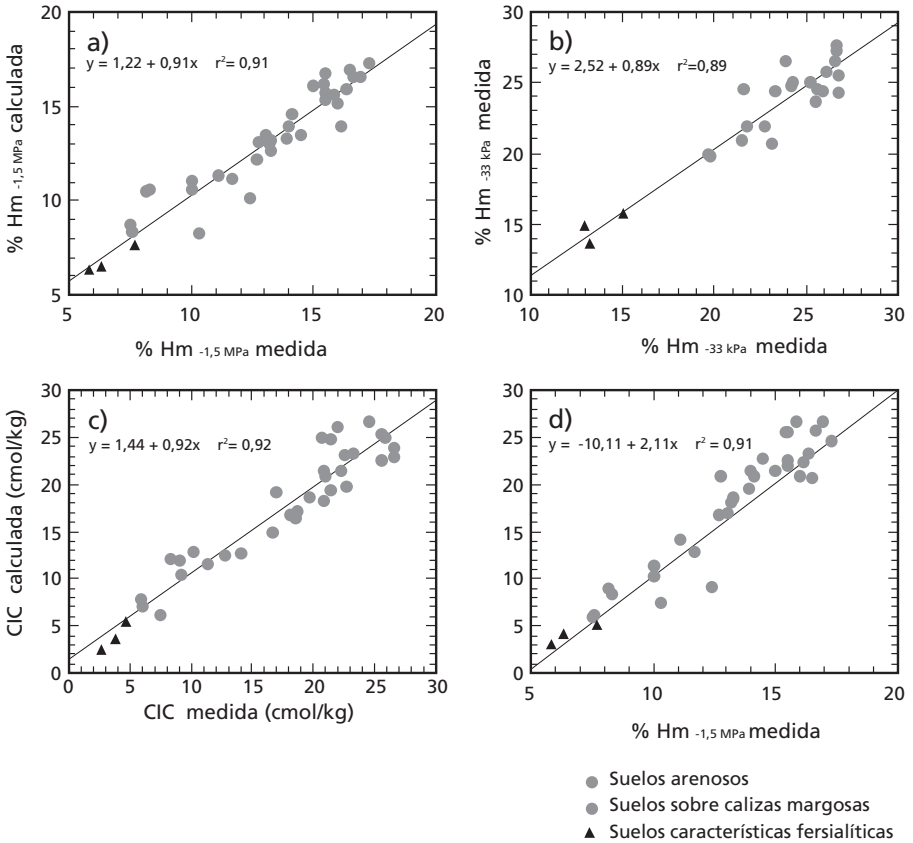


Figura 1. Correlaciones lineales obtenidas entre los valores medidos y los calculados mediante ecuaciones de regresión múltiple (a-c) y correlación lineal entre la CIC y el agua retenida a -1,5 MPa (d).

CONCLUSIONES

Para los suelos estudiados, se han establecido correlaciones múltiples altamente significativas entre la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y la capacidad de retención de agua a punto de marchitez permanente (-1,5 MPa) y a capacidad de campo (-33 kPa) con los parámetros: materia orgánica, arcillas, limos y caliza activa. También se ha constatado una alta correlación lineal entre la CIC y el agua retenida a -1,5 MPa.

Las altas correlaciones obtenidas ponen de manifiesto la homogeneidad de la naturaleza de los constituyentes más relevantes: materia orgánica y minerales de arcilla.

Las ecuaciones de regresión establecidas permiten estimar la CIC y la capacidad de retención de agua a -1,5 MPa y a -33 kPa a partir de los parámetros antes indicados. También es posible calcular la CIC a partir del porcentaje de agua a -1,5 MPa o viceversa.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por la Conselleria d'Agricultura, Comerç i Indústria del Govern Balear.

REFERENCIAS

- Dutil, P. 1987. La caliza en los suelos, Calcio y magnesio. En: Bonneau, M., Souchier, B. (eds.) *Edafología. 2 Constituyentes y propiedades del suelo*. Ed. Masson, Barcelona. 374-380.
- Guijarro, J. A. 1986. *Contribución a la bioclimatología de Baleares*. Tesis doctoral, Universitat de les Illes Balears.
- Ingelmo, F. y Cuadrado, S. 1986. *El agua y el medio físico del suelo*. Centro de Edafología y Biología Aplicada (CSIC). Salamanca.
- Jury, W. A., Gardner, W. R. y Gardner, W. H. 1991. *Soil physics*. John Wiley & Sons, Inc.
- MAPA. 1986. *Metodos oficiales de análisis*. Tomo III. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Osty, P. L. 1971. Influence des constituants du sol sur sor humidité a pF 3. *Ann. Agron.* **22 (4)**: 451-476.
- Rémy, J. C. 1985. Conséquences agronomiques. *Cultivar (dossier analyse)*. 119-122.
- Saña, J., Moré, J. C. y Cohí, A. 1996. La gestión de la fertilidad de los suelos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- SCS. 1988. *Soil Taxonomy*. Robert E. Krieger Publishing Company, Malabar.

Calidad del agua de riego en Agricultura Ecológica. Caso de la isla de Mallorca

E. Farrús, M.J. Rebassa*, G. Lladó*, A. Bonet** y J. Vadell**

*Departament de Biologia Ambiental, Universitat de les Illes Balears, Carretera de Valldemossa km 7,5. 07071 Palma de Mallorca.

**Consell Balear de la Producció Agrària Ecològica (CAE), C/ Eusebi Estada, 145. 07009 Palma de Mallorca.

ABSTRACT

The characteristics of the water used for irrigation depend on its origin and the environmental conditionings that have operated on it. Generally, degradation and pollution problems are due to inappropriate management that involves wide collectives.

Organic farms follow rigorous principles avoiding certain fertilizers and other harmful substances that damage the environment and people. Water used for irrigation is a resource on which, usually, the farmer has no option to elect. Frequently water contains high levels of nitrates and sometimes other pollutants, characteristics that disagree with the principles of organic farming.

In this work we discuss the problems of quality of the water used for irrigation in organic farms of the island of Mallorca.

Most of the water used for irrigation comes from subterranean waters. The most outstanding characteristics of these waters are: very high degree of hardness, and nitrates and salinity levels varying from one area to the other. The presence of nitrates in water used for irrigation implies, occasionally, an important supply of inorganic nitrogen. Also, located systems used for irrigating vegetables and fruit trees are affected by water hardness, without having an efficient and practical solution to clean them on a large scale.

RESUMEN

Las características del agua de riego dependen de su origen y los condicionantes medioambientales que han intervenido sobre ella. En general, los problemas de disminución de calidad o contaminación responden a gestiones inadecuadas que implican a colectivos amplios.

Las explotaciones de agricultura ecológica siguen unos principios rigurosos en cuanto a evitar ciertos fertilizantes y otras sustancias nocivas para el medio ambiente y las personas. El agua de riego es un recurso sobre el cual el agricultor no dispone, en la mayoría de ocasiones, de posibilidad de elección. Son frecuentes los casos en que las aguas presentan niveles elevados de nitratos y en ocasiones otros contaminantes, características en desacuerdo con los principios de la agricultura ecológica.

En el presente trabajo se plantea la problemática de la calidad del agua de riego en explotaciones de agricultura ecológica en la isla de Mallorca.

La mayor parte de agua de riego utilizada corresponde a aguas subterráneas. Las características más destacables de dichas aguas son: grado de dureza muy elevado y niveles de nitratos y salinidad variables en función de las distintas zonas. La presencia de nitratos en el agua de riego supone, en ocasiones, un aporte de nitrógeno inorgánico importante. Por otra parte, los sistemas de riego localizado usados en cultivos hortícolas y en frutales se ven afectados por la dureza del agua, sin que exista un remedio suficientemente eficaz y práctico para su limpieza a gran escala.

INTRODUCCIÓN

El agua contiene diversidad de elementos en disolución y/o suspensión que le confieren características específicas que determinan su aptitud para el uso agrícola.

A nivel práctico podemos agrupar los factores que determinan las características del agua en dos tipos: condicionantes naturales y los generados por una inadecuada gestión ambiental. Entre los primeros podemos destacar las características de la cuenca hidrográfica, geología de los acuíferos, época del año,... Las actividades antrópicas pueden modificar profundamente las características iniciales del agua: la intrusión marina ocasionada por extracciones excesivas en acuíferos costeros y las aportaciones de nitratos u otros elementos contaminantes son ejemplos típicos.

Los criterios prevalecientes para evaluar la calidad del agua de riego son: la salinidad, la sodicidad y toxicidades, especialmente las generadas por el boro y los cloruros (Laboratorio de Salinidad de los EUA, 1954; Ayers y Wescott, 1985). Otras problemáticas consideradas con frecuencia son las concentraciones de bicarbonatos (en riego por aspersión) y la presencia de nitratos.

A partir de los años 80 se ha planteado con insistencia la preocupación por el aumento de los niveles de nitratos tanto en aguas subterráneas como superficiales con

especial referencia a los problemas sobre la salud humana. Esta sensibilización queda reflejada a nivel legislativo en el establecimiento de actuaciones para intentar reducir la degradación que sufren muchas aguas (Directiva 91/676/CEE de 12 de diciembre relativa a la protección de aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura y Real Decreto 261/1996 de 16 de febrero sobre protección contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias).

El agua de riego es un recurso limitado sobre el cual el agricultor tiene pocas opciones de elección, debiendo adaptar el sistema de producción a las posibilidades que ofrece el agua.

Cuando nos planteamos la calidad del agua de riego desde la perspectiva de producción agraria ecológica no aparece en la normativa, de forma explícita, ninguna referencia que indique cómo gestionarse o los requisitos que debe cumplir este insumo.

En el presente trabajo se evalúa la calidad del agua de riego en fincas de agricultura ecológica de la isla de Mallorca.

En Mallorca la práctica totalidad de recursos hídricos corresponden a aguas subterráneas cuyas características más típicas son: aguas bicarbonatadas cálcicas o cálcico-magnésicas, salinización de aguas por sobreexplotación en acuíferos costeros y niveles importantes de nitratos en algunas zonas agrícolas (Junta d'Aigües, 1996).

En las explotaciones de agricultura ecológica de regadío los cultivos dominantes, por orden de importancia, son: hortícolas, cítricos, otros árboles frutales, vid y forrajes. El riego localizado (goteros, microtubos y cinta exudante) y la aspersión son los sistemas más utilizados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han caracterizado 27 muestras de agua de riego correspondientes a 24 fincas de agricultura ecológica.

El análisis de la calidad de estas aguas se ha realizado a partir de las determinaciones siguientes: temperatura del agua en el momento del muestreo, pH (mediante un micropH 2002 Crison), conductividad eléctrica (mediante un conductímetro Crison 522), bicarbonatos y carbonatos (a partir de la alcalinidad total y la alcalinidad a la fenolfaleína, método de titulación), cloruros (método Knudsen), sulfatos (método turbidimétrico), calcio, sodio, potasio y magnesio (espectroscopía de emisión, ICP), nitratos, nitritos y amonio (por espectrofotometría, mediante tests Spectroquant de Merck) y fósforo total (método del cloruro estagnoso) (APHA *et al.*, 1989; MAPA, 1986; Rodier, 1981).

RESULTADOS

Las muestras recogidas suponen la totalidad de las aguas de riego utilizadas en las explotaciones de agricultura ecológica con cultivos en regadío de Mallorca. Los resultados aquí presentados son indicativos de las características del agua en dichas explotaciones sin que puedan extrapolarse directamente para evaluar la calidad del agua de riego de la globalidad de recursos hídricos de la isla.

En función de las características químicas se han establecido tres grupos: aguas dulces, aguas ricas en sulfatos y aguas salinizadas (Tabla 1).

		Aguas dulces		Aguas ricas en sulfatos		Aguas salinizadas
Número muestras		24		2		1
	x±ee	mínimo	máximo	x±ee		
pH	7,69±0,05	7,16	8,27	7,60±0,38		7,87
CE (25 °C; dS/m)	1,17±0,07	0,64	1,35	2,44±0,12		4,63
ST (mg/l)	815±46	460	1288	2617±70		3022
Ca ⁺⁺ (mg/l)	128±8	73	216	601±30		188
Mg ⁺⁺ (mg/l)	32±2	13	49	46±0		96
Na ⁺ (mg/l)	95±10	28	211	53±8		898
K ⁺ (mg/l)	4,7±1,0	1,0	27,6	2,5±0,3		26,8
Cl ⁻ (mg/l)	150±14	44	284	89±22		1420
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	285±14	149	381	296±25		267
CO ₃ ⁼ (mg/l)	2,7±0,9	0	12,0	0		0
SO ₄ ⁼ (mg/l)	112±17	33	298	1333±76		204
N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	10,0±2,5	0	62,4	0,3±0,0		7,9
N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,06±0,02	0	0,41	0,10±0,03		0,05
N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,07±0,03	0	0,53	0,12±0,11		0,35
Dureza (°f)	45,2±2,4	27,4	68,6	169,3±7,4		86,5
SAR	2,0±0,2	0,5	4,6	0,6±0,1		13,3
SAR aj.	4,7±0,5	1,3	10,6	1,6±0,3		31,9

Tabla 1. Características del agua de riego.

x±ee: valor medio ± error estándar; CE: conductividad eléctrica, ST: sales totales; °f: grados hidrotimétricos franceses; SAR: relación de adsorción de sodio; SARaj.: SAR ajustado.

Las aguas dulces analizadas presentan conductividades eléctricas entre 0,64 y 1,35 dS/m a 25 °C, entre 0,5 y 1,3 g/l de sales totales y de 44 a 284 mg/l de cloruros. Siguiendo los criterios del Laboratorio de Salinidad de los EUA (1954) la mayoría de estas aguas se encuadrar en la clase C₃S₁ si bien a nivel práctico podemos considerarlas de buena calidad.

Dos de las muestras presentan niveles muy elevados de sulfatos (alrededor de 1,3 g/l) con contenidos muy elevados de calcio (0,6 g/l) lo que genera una salinidad considerable (2,3-2,5 dS/m a 25 °C). Estas características vienen determinadas por la geología del lugar (presencia de rocas yesíferas). Por estas razones se han considerado de forma independiente como aguas ricas en sulfatos.

Aunque la salinización de acuíferos por intrusión marina está muy extendida a lo largo de los acuíferos costeros de Baleares, sólo una de las muestras estudiadas presenta un nivel de salinidad importante (4,6 dS/m a 25 °C y 3 g/l de sales totales). Estas características, conjuntamente con 1,4 g/l de cloruros y una relación de absorción de sodio (SAR) elevada, restringen muchísimo su aprovechamiento agronómico, además de hacer desaconsejable su extracción para proteger el acuífero de volúmenes de intrusión marina cada vez mayores.

El carácter cálcico o cálcico-magnésico de estas aguas confiere una dureza elevada (entre 27 y 69 grados hidrotimétricos franceses) que puede tener repercusiones negativas en los sistemas de conducción, especialmente en sistemas de riego localizado.

El nivel de bicarbonatos es moderadamente elevado, pudiendo ser desaconsejable, en algunos casos, el riego por aspersión en cultivos frutales y ornamentales que puedan ver afectado su aspecto por el precipitado de una película de carbonatos.

Los elementos en disolución presentes en el agua de riego pueden suponer un complemento nutritivo importante para los microorganismos del suelo y los cultivos. Las posibles aportaciones de nitrógeno, fósforo y potasio son las más relevantes.

Los contenidos en potasio son elevados (valores medios en el grupo de aguas dulces de 4,7 mg/l, con un rango de 1 a 27,6 mg/l), lo que supone un complemento fertilizante importante. Así, para un aporte anual de agua de riego de 500 mm con un contenido de potasio de 4,7 mg/l se incorporan 23,5 kg K/ha (equivalentes a 28,3 kg K_2O /ha).

Excepto en el caso de una muestra con 0,2 mg/l de fósforo, el resto de aguas presentan niveles no detectables (valores no indicados en la Tabla 1).

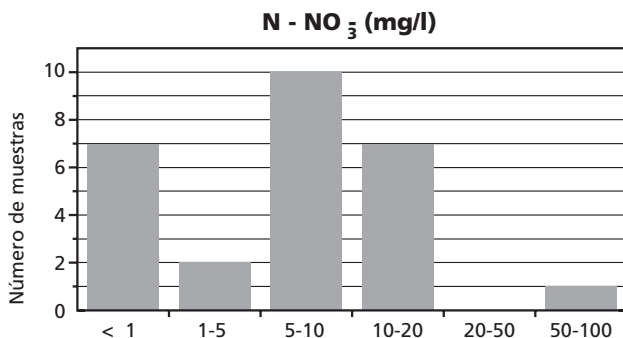


Figura 1. Distribución de la población de muestras en función del contenido en nitratos.

Los nitratos presentan un amplio abanico de valores, desde muestras en las que no es detectable a otras con valores muy elevados (máximo de 62,4 mg $N-NO_3^-/l$), peligrosas para el consumo humano y conflictivas para cultivos sensibles (Tabla 1 y Figura 1). El valor medio de aguas dulces es de 10 mg $N-NO_3^-/l$, el cual se sitúa en el límite de potabilidad recomendado por diversas administraciones (10 mg $N-NO_3^-/l$ según la Agencia de Protección Medioambiental de EUA y 11,3 mg $N-NO_3^-/l$ según la Directiva 80/778/CEE). Valorando las aportaciones de nitrato como fertilizante, para un hipotético volumen de riego de 500 mm anuales con un agua que contenga 10 mg $N-NO_3^-/l$ se aportan 50 kg N/ha y en el caso de aguas con 62,4 mg $N-NO_3^-/l$ más de 300 kg N/ha.

DISCUSIÓN

La normativa que regula la producción agraria ecológica indica de forma genérica las prácticas agrícolas adecuadas o compatibles con este sistema de producción, estableciendo con meticulosidad la relación de insumos autorizados (Reglamento CEE 2092/91 de 24 de junio y modificaciones posteriores). En el caso del agua de riego, siendo en muchas ocasiones uno de los insumos más relevantes, no se hace ninguna mención específica al tipo de gestión o a los requisitos a exigir.

En el caso de Mallorca el sistema de riego más generalizado en agricultura ecológica es el riego localizado. Teniendo en cuenta que la mayoría de aguas son duras o muy duras aparecen problemas de obturación de los emisores o deterioro de las cintas de exudación al formarse precipitados de carbonato de calcio (y magnesio). Para este problema, fácilmente resuelto en agricultura convencional mediante el suministro de ácido nítrico, no se dispone, en agricultura ecológica, de una solución práctica y eficaz a gran escala. Cuando se trata de instalaciones reducidas puede ser factible la limpieza manual o en recipientes con medios ácidos pero estos sistemas son costosos y difíciles de aplicar

cuando se trata de grandes instalaciones. Evidentemente la problemática depende mucho del tipo de instalación, especialmente del tipo de emisor: los emisores con orificios reducidos son más vulnerables; del mismo modo, la limpieza de los emisores fijos, especialmente los integrados en línea, exige la circulación del agente limpiador por el sistema de tuberías.

Ante esta situación es importante que el agricultor ecológico disponga de una solución práctica y eficaz para poder solventar los problemas generados por la dureza de las aguas. En ocasiones la elección de un sistema de riego poco propenso a las obturaciones puede ser una alternativa pero no siempre este requisito se corresponde con el sistema más eficiente en el uso del agua o las exigencias de los cultivos.

La presencia de cantidades importantes de nitratos en el agua es otro aspecto relevante y generalizado a nivel mundial (Spalding y Exner, 1993).

En agricultura ecológica no se permite el uso de fertilizantes nitrogenados de síntesis; en cambio no se contemplan las aportaciones de nitrógeno inorgánico que se puedan realizar mediante el agua de riego. El debate de esta cuestión no es simple: aunque la contaminación de las aguas se atribuye mayoritariamente a los fertilizantes nitrogenados inorgánicos usados en agricultura, efluentes de explotaciones ganaderas intensivas, el almacenamiento o la aplicación inadecuada de estiércoles o los vertidos de aguas residuales son otras fuentes de contaminación. Por otra parte, en ocasiones las aguas subterráneas pueden presentar de forma natural niveles importantes de nitratos (Edmunds y Gaye, 1997).

Si realizamos un planteamiento sobre la adecuación del riego con aguas ricas en nitratos a las exigencias de la agricultura ecológica nos encontramos con pros y contras. Generalmente la contaminación por nitratos implica a colectivos amplios respondiendo a gestiones medioambientales inadecuadas. En principio, la agricultura ecológica supone unas prácticas respetuosas con el medio ambiente por lo que su contribución a este mal es aparentemente escasa. Estas aguas son, sobretodo, inapropiadas para el consumo humano y si los niveles no son excesivos en agricultura tiene un efecto fertilizante positivo.

La reducción de los niveles de este compuesto en las aguas dependerá del control de vertidos y de la realización de prácticas agrícolas adecuadas. Así, el aprovechamiento de estas aguas en agricultura ecológica puede contribuir a la reducción progresiva de los nitratos en los acuíferos al ser incorporado este fertilizante por los microorganismos del suelo y los cultivos.

Cuando los niveles de nitratos son muy elevados pueden repercutir de forma negativa sobre la calidad de los alimentos e indirectamente sobre el consumidor. En estos casos es necesario establecer los niveles críticos que puedan afectar a la calidad de los productos y establecer unas alternativas de gestión y cultivos compatibles.

En estos casos es importante, sobretodo, que el agricultor sea conocedor de las características del agua que está manejando con el objetivo de realizar una gestión amortiguadora.

El riego con aguas salinizadas es otro aspecto discutible en agricultura ecológica. Generalmente, al ser un problema con síntomas fácilmente apreciables el agricultor conoce bien las posibilidades del agua y selecciona los cultivos más adecuados. Sin embargo, el uso de aguas salinizadas, especialmente cuando son el resultado de una sobreexplotación del acuífero, es difícilmente justificable desde una perspectiva de ética ecológica.

Del mismo modo es necesario debatir el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas en agricultura ecológica. Desde una perspectiva de uso racional de los recursos es indiscutible fomentar su aprovechamiento. Corresponde a la administración establecer las condiciones de uso de estas aguas en agricultura ecológica.

En definitiva, para realizar una agricultura de regadío, es necesario conocer las características de este insumo y las repercusiones de su utilización sobre el entorno. En explotaciones ecológicas, donde se pretende un aprovechamiento racional de los recursos conocer y gestionar de acuerdo a las características del agua de riego es un requisito básico.

CONCLUSIONES

Las características más relevantes de las aguas de riego en explotaciones agrarias ecológicas de Mallorca son: nivel de dureza elevado o muy elevado y concentraciones variables de nitratos que en ocasiones presentan valores muy elevados.

La dureza de las aguas afecta a los sistemas de riego localizado sin que exista una solución práctica para la limpieza de estas instalaciones a gran escala, ajustándose a las normas de la agricultura ecológica.

En algunas aguas de riego los nitratos presentan valores muy elevados, suponiendo aportaciones de nitrógeno importantes. El uso de aguas con contenidos moderados de nitratos no parecen conflictivos pero en los casos que presentan niveles muy elevados pueden afectar la calidad de los cultivos y las producciones.

Es necesario plantearse el uso de aguas de riego salinizadas en agricultura ecológica, especialmente cuando dichas extracciones contribuyen a la sobreexplotación del acuífero, agravando el problema de salinización.

También se hace necesario establecer los requisitos que deben cumplir las aguas residuales tratadas para su aprovechamiento en agricultura ecológica.

A nivel administrativo es necesario definir las características que debe cumplir el agua de riego así como establecer unos principios de gestión compatibles con el medio ambiente, la calidad de los alimentos y las necesidades de los agricultores.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por la Conselleria d'Agricultura, Comerç i Indústria del Govern Balear.

REFERENCIAS

- Ayers, R.S. y Wescott, D.W. 1985. Water quality for agriculture. FAO irrigation and drainage paper n° 29, FAO, Roma. (Traducción al español, 1987).
- Edmunds, W.M. y Gaye, C.B. 1997. Naturally high nitrate concentrations in groundwaters from the Sahel. *Journal of Environmental Quality*, **26**: 1231- 1239.
- Junta d'Aigües. 1996. Pla hidrològic de les Illes Balears. Directriu del pla. Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente – Govern Balear.
- Laboratorio de Salinidad de los EUA. 1954 *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Agriculture Handbook n° 60 USDA (Traducción de editorial Limusa,

- México 7a. impresión de la 6a. ed., 1993).
- Spalding, R. F. y Exner, M. E. 1993. Occurrence of nitrate in groundwater – A review. *Journal of Environmental Quality*, **22**: 392-402.
- Rodier, J. 1981. *Análisis de aguas*. Ediciones Omega. Barcelona.
- MAPA. 1986. *Métodos oficiales de análisis*. Tomo III.
- APHA, AWWA, WPGF. 1989 *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Ediciones Díaz de Santos, Madrid.

Comparación de diversos sustratos para su utilización en viveros ecológicos

A. Domínguez, J. Roselló*, R. Girona** y M. J. Ruiz**

*Estació Experimental Agrària. Pda. Barranquet, s/n; 46740 Carcaixent.

** Vivers Girona, Xilxes

RESUMEN

Se comparan 20 tipos de mezclas de sustratos diferentes, bajo la base de 8 materiales: turba, compost, sustrato forestal, fibra de coco, arena, cascarilla de arroz (en cuatro medidas de triturado), perlita y vermiculita. La mezcla de turba con perlita y vermiculita se tomó como testigo. El ensayo se realiza en bandejas de poliestireno expandido, con dos tipos de especies hortícolas (tomat cult. Rio Grande, y lechuga cult. Inverna). Se miden diversas características: germinación, precocidad, altura de la planta, peso del vuelo y de las raíces, y dificultades durante su cuidado en vivero. Pese a no ser los más precoces, los mejores resultados se obtienen con aquellas mezclas en las cuales se encuentra presente el compost. El mayor desarrollo se adquiere en las de compost con perlita y vermiculita, compost con arroz y compost con fibra de coco. La mezcla de compost con arroz y coco dieron resultados medianos. Las mezclas con arena eran poco manejables, y dieron resultados muy negativos con arroz o coco.

INTRODUCCIÓN

Definimos el sustrato en términos viverísticos como aquel o aquellos materiales que nos van a servir de soporte y alimento de la planta durante su desarrollo inicial.

La tendencia actual es, sin duda, a realizar la producción en viveros y sustratos estándar, a base de varios componentes, principalmente diversos tipos de turba, complementada con fertilizantes minerales sintéticos, arena, perlita,...., para obtener las características físicas y químicas deseadas.

La actual legislación europea de la AE obliga a partir del año 1998 a obtener los plantones siguiendo las normas técnicas. Esto es:

- Deberemos utilizar materiales para sustratos naturales, obtenidos y manipulados de forma natural.
- No podrán enriquecerse con ningún tipo de fertilizante químico de síntesis.
- No tendrán ningún tipo de desinfección química artificial o no autorizada (con fungicidas, etc.).
- El manejo de las plantas en vivero se realizará con técnicas ecológicas.

De la misma forma, a partir del 1 de enero del 2002, las semillas y el resto de material reproductivo deberán provenir de parentales o plantas madres ecológicas (al menos durante una generación o, en el caso de plantas perennes, durante dos temporadas de cultivo).

Así, en el Reglamento (CEE) N° 2092/91 del Consejo sobre la producción agrícola ecológica, referenciaba los siguientes materiales que, presumiblemente, podríamos utilizar como sustratos de viveros:

- Turba (único expresamente relacionado con el uso de viveros).
- Compost o mantillo.
- Serrín o virutas de madera.
- Cenizas de madera.

El resto de materiales orgánicos o minerales se podrán utilizar como complementos, pero no como base de los sustratos, aprovechando las diversas características de los mismos.

Posteriormente, ha surgido un proyecto de modificación (1488) de los Anexos II y IV del citado Reglamento, en el cual, en el se ha ampliado el listado en los materiales de procedencia y obtención natural, como son ciertas arcillas expandidas (*vermiculita, perlita,...*). Por otro lado, el compost proveniente de residuos sólidos urbanos, siempre que se elabore a partir de desechos domésticos separados en función de su origen y cumplan otras especificaciones de calidad, vigilado por el organismo de control, también podría utilizarse como acompañante o base de los sustratos.

Por lo tanto, la mayoría de sustratos que podemos encontrar en la actualidad en el mercado, a base de turbas y enriquecidos con abonos químicos artificiales, estarán terminantemente prohibidos para su uso en viverismo ecológico.

De cualquier forma, el sustrato que utilicemos deberá cumplir la normativa en el sentido más estricto. Pero, además, deberá ser respetuosos con el espíritu de esta normativa. Esto vendrá reflejado en un uso ecológicamente sostenible, es decir, debería estar compuesto de materiales renovables, con un ritmo de extracción que permita su perdurabilidad en el espacio y en el tiempo, y que respete el entorno donde están situados o aquel a donde van a llegar. Por supuesto, cuanto más cercana tengamos la fuente de origen del sustrato del vivero, menor será el impacto causado.

Estos principios no son respetados por todos los materiales naturales que en principio podríamos usar en viverismo ecológico.

El caso más vistoso es precisamente el de la turba, principal sustrato de los viveros actuales. Posee serios problemas de renovación¹ (existe una grave desecación y mineralización de las principales turberas europeas, causada por la subida general de la temperatura), como de respeto al entorno (las turberas son ecosistemas extremadamente

frágiles, que pueden quedar muy afectados por la extracción de turba). En este momento está pensándose en la prohibición de este material.

El porexpán (material plástico) es otro de los productos a evitar para sustratos ecológicos.

Por todo lo comentado, en viverismo ecológico tendría más sentido utilizar los residuos o subproductos que tengamos más cercanos al vivero. Por ejemplo, residuos de actividades agroalimentarias (cascarilla de arroz o cereales, orujo de uva, fibra de coco,...), o restos de cosechas y residuos compostados. Siempre habremos de tener claras las características del material que utilicemos, pues es importante para el desarrollo equilibrado de las plantas.

Es por ello, que en nuestra Estación Experimental como en otros centros se están abriendo líneas de investigación para buscar sustitutos efectivos a la turba.

MATERIAL Y MÉTODOS

Hemos comparado 20 tipos de mezclas de sustratos diferentes, a partir de los siguientes tipos de materiales básicos:

- *Compost* (C), procedente de la fermentación controlada de residuos de hortalizas, poda de cítricos, estiércoles de distintos tipos, paja de arroz y minerales naturales. Se utiliza tamizado (en malla de 6x6 mm). Por lo general se habrá de tamizar para conseguir el tamaño de partículas que nos interese. Podemos tener un contenido alto en minerales.
- *Arena* (Aa), procedente de una cantera cercana al vivero de Xilxes donde se hizo la prueba.
- *Cascarilla de arroz* (As), proveniente del Molí de MifSud (Tavernes de la Vallidigna), que recogen la cascarilla de los molinos de arroz y la trituran; nos cedieron cuatro tipos de granulometría, de mayor a menor: el nº 2, el nº 1 S/P, el nº1 Fino y el Extrafino.
- *Substrato forestal* (SF), materiales orgánicos proveniente del compostaje de residuos forestales.
- *Fibra de coco* (FC), desecho de la industria alimentaria de procesado de coco, se obtiene principalmente en zonas tropicales. Son las fibras entrelazadas que se rascan en la cáscara de coco cuando se limpia. Tiene mayor estabilidad física que la turba (igual que el sustrato forestal y el compost), buena porosidad, pero puede tener una alta salinidad perjudicial. En nuestro caso, tenía entre 0,6 y 0,8 mmhos.
- *Turba* (T), mezcla de turba rubia y negra al 50%, tal como se envasa comercialmente.
- *Vermiculita y perlita* (V, P).

La mezcla de turba con perlita y vermiculita se tomó como testigo. El resto de sustratos se puede observar en la Tabla I.

El ensayo se realiza en bandejas de poliestireno expandido, con dos tipos de especies hortícolas: tomate, cultivar Río Grande y lechuga, cultivar Inverna. Cada media bandeja se considera un tratamiento; se realizan tres repeticiones, con un mínimo de 100

plantas por tratamiento. Se miden diversas características:

- Germinación (% planta nacida).
- Precocidad (anchura de la planta y altura de las hojas en enero).
- Altura y peso de la parte aérea y peso de las raíces en marzo (final del cultivo).
- Observaciones agronómicas durante su cuidado en vivero.

TIPOS DE SUBSTRATOS

1. As N° 2 (25%) + Aa (25%) + FC (50%)
2. As N°1 S/P (25%) + Aa (25%) + FC (50%)
3. As N°1 Fí (25%) + Aa (25%) + FC (50%)
4. As Extrafi (25%) + Aa (25%) + FC (50%)
5. As N° 2 (25%) + Aa (25%) + C (50%)
6. As N° 2 (33%) + C (33%) + FC (33%)
7. As N° 1 S/P (33%) + C (33%) + FC (33%)
8. As N° 1 Fí (33%) + C (33%) + FC (33%)
9. As Extrafi (33%) + C (33%) + FC (33%)
10. As N° 2 (50%) + C (50%)
11. As N° 2 (33%) + SF (33%) + FC (33%)
12. As N° 2 (25%) + Aa (25%) + SF (50%)
13. C (50%) + Aa (50%)
14. Aa (50%) + FC (50%)
15. C (50%) + FC (50%)
16. SF (50%) + FC (50%)
17. C (70%) + V (25%) + P (5%)
18. Aa (35%) + FC (35%) + V (25%) + P (5%)
19. C (35%) + Aa (35%) + V (25%) + P (5%)
20. T (70%) + V (25%) + P (5%)

As: arroz (de cuatro tamaños, desde el más fino al mayor: Extrafino, N° 1 Fino, N°1 y N° 2)

Aa: arena

FC: fibra de coco

SF: substrat forestal

C: compost

P: perlita

V: vermiculita

T: turba (50% negra + 50% rubia)

Tabla I. Listado de mezclas de substratos utilizados

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a la **germinación**, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Los tratamientos 1, 2, 3, 4, 14, y 18 se han desestimado por un crecimiento defectuoso, unido a un mal manejo de la planta en la extracción de la bandeja, ya que se partían las plantas por la zona del cuello (sobre todo en el caso del 14 y 18). Coinciden en todos ellos el alto porcentaje de arena en la mezcla, que convierte al substrato en excesivamente pesado para su manejo y transporte.

En **precocidad**, sólo se pudo constatar los datos del tomate, obteniéndose los resultados que se observan en las tablas I y II, así como en la figura 1. En altura no hubo grandes diferencias, encontrándose como substrato mejor el 15, mientras que en anchura hubo varios grupos estadísticamente significativos, siendo los mayores el 13, 9 y 15, y los menores el 11 y 12. El testigo quedaba en un grupo intermedio junto con los demás. En lechuga hubo ciertos problemas relacionados con la entrada de pájaros al invernadero, por lo que se hubo de resembrar.

SUSTRATO	MEDIA (cm)	HOMOGENEIDAD*
13	8,30	e
9	7,60	e
15	7,13	de
16	5,76	cd
10	5,56	cd
7	5,53	cd
19	5,13	c
8	5,06	c
5	5,00	c
17	4,83	c
20	4,30	bc
6	4,13	bc
11	2,80	ab
12	2,16	a

Tabla II. Anchura del tomate en enero. * Según test de Duncan (al 95% de confianza)

SUSTRATO	MEDIA (cm)	HOMOGENEIDAD*
9	2,60	e
16	2,60	e
13	2,56	de
19	2,53	de
7	2,43	cde
20	2,36	bcde
8	2,30	bcde
5	2,20	bcde
17	2,20	bcde
6	2,16	bcde
10	2,10	bcd
11	1,96	abc
12	1,93	ab
15	1,53	a

Tabla III. Altura del tomate en enero. * Según test de Duncan (al 95% de confianza)

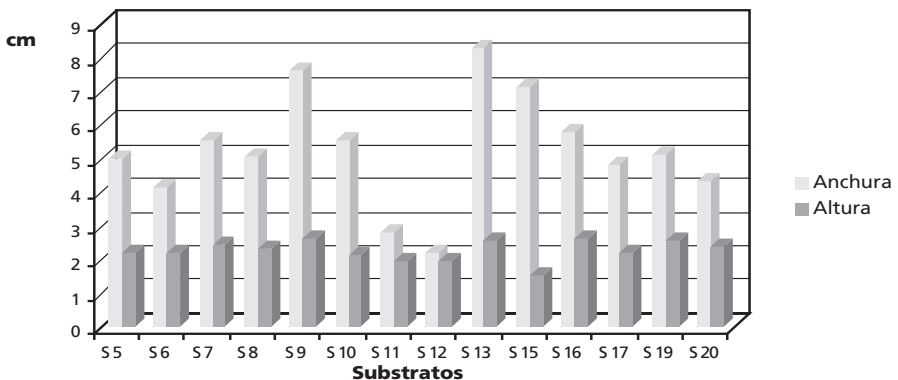


Figura 1. Datos de enero en tomate (precocidad).

Tabla III. Altura del tomate en enero. * Según test de Duncan (al 95% de confianza)

SUSTRATO	MEDIA (g)	HOMOGENEIDAD*
17	2,10	f
13	1,76	e
19	1,63	e
15	1,60	de
9	1,58	de
6	1,51	cde
10	1,51	cde
8	1,50	cde
5	1,31	cd
7	1,31	cd
20	1,25	c
16	0,86	b
11	0,60	a
12	0,58	a

Tabla IV. Pesos de las raíces de las dos especies en marzo. * Según test de Duncan (al 95% de confianza)

SUSTRATO	MEDIA (g)	HOMOGENEIDAD*
17	3,36	g
15	2,93	f
19	2,20	e
13	2,15	e
8	1,80	d
10	1,80	d
7	1,75	d
6	1,65	d
9	1,58	d
20	1,20	c
5	1,06	bc
16	0,85	b
11	0,38	a
12	0,35	a

Tabla V. Peso de la parte aérea de las dos especies en marzo. * Según test de Duncan (al 95% de confianza)

SUSTRATO	MEDIA (cm)	HOMOGENEIDAD*
17	16,40	e
15	15,53	e
19	13,38	d
13	12,53	d
10	11,46	c
7	10,58	c
9	10,48	c
8	10,45	c
6	10,43	c
20	10,40	c
5	8,43	b
16	8,16	b
11	5,98	a
12	5,42	a

Tabla VI. Altura media de las dos especies en marzo. * Según test de Duncan (al 95% de confianza)

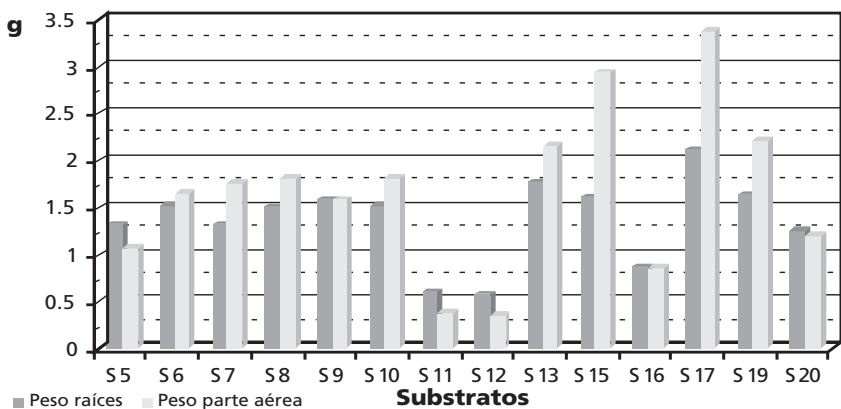


Figura 2. Pesos medios finales de marzo

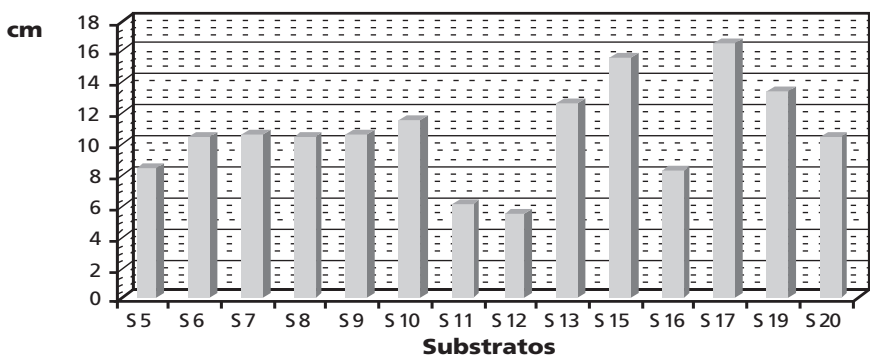


Figura 3. Alturas medias finales de marzo.

En cuanto a los **datos finales**, se ha realizado el estudio estadístico de la lechuga y el tomate conjuntamente; podemos observar los resultados en las tablas IV a la VI, y en las figuras 2 y 3. Podemos extraer los siguientes datos:

- En alturas existen unas diferencias significativas muy marcadas, dándose los mejores resultados en el 17 y 15, y los peores en el 11 y 12. Los substratos 19 y 13 son buenos, y el 16 y 5 son mediocres. El resto son intermedios, incluyendo al testigo.
- En cuanto a los pesos, se aprecia más claramente las diferencias significativas en la parte aérea; en ambos los mejores resultados se alcanzan en el 17; el substrato 15, y los substratos 13 y 19 se comportan bastante bien, mientras que siguen siendo peores el 12 y 11, estando el resto agrupados entre ambos extremos.

CONCLUSIONES

Los substratos eliminados (1, 2, 3, 4, 14, 18) tenían en común la arena y fibra de coco, junto con cascarilla de arroz en los cuatro primeros, con lo cual podemos afirmar que estas mezclas no son interesantes, dando plantas pequeñas y con problemas de manejo. En el caso del 14 y 18 además se observó un deficiente crecimiento radicular en comparación con el crecimiento aéreo y debilidad en el cuello de las plantas de lechuga,

que derivó en la rotura de un gran porcentaje de plántulas al sacarlas de la bandeja. El excesivo peso de la arena es un factor determinante, ya que el traslado de las bandejas, tanto en vivero como en campo, es muy dificultoso, así como la extracción de las plántulas, desaconsejando su uso, sin entrar a valorar los datos de crecimiento. Otros substratos con menor porcentaje de arena, con mejores resultados (5, 12, 13, 19) podrían desestimarse por el mismo problema o realizarse ensayos con porcentajes reducidos de esta materia.

Tal como podemos observar en las tablas y figuras, podemos descartar también por valores bajos los substratos 11 y 12, que son mezclas de arroz, substrato forestal, y fibra de coco (en el caso del 11) o arena (en el 12). Al problema de peso del 12, se le une la falta de precocidad y el escaso desarrollo final, tanto en altura como en pesos de la parte aérea y de las raíces, problema que comparte con el 11. Se evidencia así, que las mezclas de arena, fibra de coco y cascarilla de arroz, no son aconsejables. Posibles factores que sean causa de esta falta de crecimiento son el elevado pH de la arena o la falta de nutrientes de todos estos materiales.

El substrato 16 (fibra de coco y substrato forestal), también tiene un comportamiento mediocre, aunque algo mejor que los anteriores. En cuanto a precocidad, su resultado fue aceptable, pero no así en los resultados finales de crecimiento. Debería, no obstante, continuarse las experiencias con este substrato, ya que no ha sido tan nefasto como los anteriores, y su manejabilidad y disponibilidad comercial son buenas.

Es evidente que los demás substratos, comparando con el testigo (nº 20), son estadísticamente iguales o superiores. Todos ellos tienen en común el usar el compost como componente. Es decir, el compost aporta elementos nutrientes y características físicas suficientes para que el substrato se comporte adecuadamente, mejorando las propiedades del resto de materiales mezclados con él. Es fundamental la capacidad fertilizante del compost.

Mientras que en precocidad los mejores resultados, aunque sin demasiadas diferencias, fueron de los substratos 13 (compost y arena) y 9 (compost, arroz extrafino, fibra de coco), el mayor crecimiento final lo presentó el substrato nº 17, formado por compost (70%), mezclado con vermiculita y perlita (30% restante). El 15 (compost y fibra de coco), el 13 y el 19 (compost, arena, perlita y vermiculita), con otros substratos con un buen comportamiento final.

Los substratos 6, 7, 8, 9 y 10 dan lugar a crecimientos adecuados, igual o superiores al testigo. Todos ellos tienen en común la presencia de compost en la mezcla (un 33%).

Debería considerarse en nuevos trabajos, como índice de calidad de la planta, además de un desarrollo mínimo conveniente, la relación entre parte aérea y raíces, para evitar desequilibrios y facilitar su manejo posterior.

De entre todos los tratamientos, se deberán descartar los que contienen arena por dificultad de manejo (las bandejas eran demasiadas pesadas para ser viables comercialmente).

En vista de los resultados, el compost debería ser un componente indispensable de los substratos de viverismo ecológico, ya que aportan de forma natural los nutrientes necesarios para el desarrollo de la plántula. El problema de la utilización del compost en viverismo puede venir por la falta de accesibilidad y regularidad, poca homogeneidad si no se realiza siempre con materiales similares. Podemos encontrar también exceso de nutrientes o sales, por lo que podemos desarrollar plantas con mucho vigor en la parte aérea, y escaso desarrollo radicular (problemas de trasplante), o encontramos frente a especies sensibles a la salinidad.

AGRADECIMIENTOS

A Carmen Capilla y Amparo Montesinos, del Departamento de Estadística e Investigación Operativa de la Universidad Politécnica de Valencia, por su ayuda en los cálculos; a Salvador (del Molí Mif-Sud) por su aportación de cascarilla de arroz.

REFERENCIAS

Reglamento 2902/91 (CEE) N° 2092/91 del Consejo sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimentarios (y sus modificaciones posteriores).

Reglamento 92/43 CEE del Consejo (de 2 de mayo de 1992), relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

Pagés, M. y Matallana, A. 1984. Caracterización de las propiedades físicas, en los substratos empleados en horticultura ornamental. Comunicaciones INIA (Serie: Producción Vegetal), N° 61; De. INIA (MAPA)

Cid, M^a.C. 1993. Materiales utilizados en la elaboración de substratos. *Agrícola Verge*, septiembre, pág. 492-501.

¹ Las turberas ácidas de esfagnos y las turberas calcáreas, están en la lista de hábitats naturales en degradación de la **Directiva Hábitats 92/43/CEE del Consejo (de 2 de mayo de 1992)**, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Estos ecosistemas son elevadamente frágiles, y mantienen a su vez numerosas especies silvestres gravemente amenazadas.

La citada Directiva es la base creadora de la Red Natura 2000, en la que todos los países de la UE deben incluir un sistema de espacios naturales protegidos que constituyen las ZEC (zonas especiales de conservación), cuya prioridad es la conservación, como su propio nombre indica. Entre ellas deben incluirse los hábitats que considera prioritarios la Directiva (caso de distintas turberas).

La extracción de la turba, lejos de rejuvenecer las turberas, destruye el hábitat en sí y crea problemas de oligotrofia que impiden que se puedan mantener o recuperar las especies que viven en ellas.

Comparación de tres tipos de acolchados para hortalizas ecológicas

A. Domínguez Gento y J. Roselló Oltra

Estació Experimental Agrària. Pda. Barranquet, s/n; 46740 Carcaixent.

RESUMEN

Se examinan tres tipos de acolchados permitidos en agricultura ecológica. Los tres tipos son: plástico de polietileno negro, manta orgánica (compuesta por fibra de coco y paja) y compost, dejando un testigo sin acolchar. La experiencia se realizó en parcelas de 20 m², en un diseño al azar con tres repeticiones por tratamiento. El cultivo se trataba de una asociación de hinojo y escarola, según las técnicas de la Agricultura Ecológica. Se medían por un lado la precocidad en producción, y por otro la producción total y la calidad (tamaño de las piezas). En cuanto a precocidad, mientras que en la escarola es en el plástico donde se obtiene un mayor adelanto en la producción quedando la manta orgánica muy por debajo del testigo, en el caso del hinojo es el acolchado de compost el que más acelera el crecimiento de los tallos comerciales, muy por encima de los demás. Por lo que a producciones se refiere, en el caso de la escarola están todos los tratamientos por debajo del testigo, excepto en el caso de la manta orgánica que posee valores claramente inferiores. En el caso del hinojo, es en el compost se da una producción superior. En ambos casos, en el acolchado de compost se obtienen unos tamaños superiores. Por otro lado, un análisis técnico, económico y ecológico final puede descartar definitivamente la manta orgánica para acolchado de hortalizas, tal y como viene presentada en estos momentos.

INTRODUCCIÓN

El acolchado en cultivos hortícolas ecológicos es de gran interés y fácil de realizar, protege el suelo y a veces lo alimenta, se puede realizar con gran número de materiales, facilitando así el reciclaje de subproductos de la explotación agraria.

Principales mejoras introducidas por el acolchado:

- Protección del terreno frente a los elementos (excesos de frío y de calor, evapora-

ción, insolación, etc.).

- Retención de la humedad.
- Activación de los microorganismos del suelo.
- Aporte directo o indirecto de nutrientes, acelerando o mejorando su flujo.
- Reducir la nascencia excesiva de adventicias.

Ante el interés por conocer su influencia en los parámetros productivos de los cultivos ecológicos hemos planteado este ensayo en la EEA de Carcaixent.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los tipos de acolchado son:

- **Manta orgánica de paja-coco**, de 1,8 m de anchura y un grosor aproximado de 1 cm, del mismo tipo de la que se utiliza para restaurar y estabilizar taludes de carreteras o cauces. Este tejido está formado por dos capas en forma de red de fino hilo plástico, entre las cuales se enclava la capa más densa de materiales orgánicos (en nuestro caso paja y coco).
- **Plástico de polietileno** negro de 200 galgas de espesor.
- **Compost** de elaboración propia, cuyos componentes eran paja de arroz, estiércoles de oveja y cerdo, residuos de cosechas hortícolas y restos de podas de cítricos. Se extendió una capa de entre 2 y 5 cm..

Se dejó un testigo sin acolchar. Las subparcelas individuales eran de 20 m², siendo el diseño de la experiencia al azar, ya que las condiciones iniciales eran suficientemente homogéneas. Las repeticiones por tratamiento fueron tres, con lo cual se tenían un total de 12 subparcelas.

La parcela de ensayo estaba situada en una de las hojas de rotación dentro de la Estación Experimental donde se estudian los métodos ecológicos (según el reglamento europeo de la Agricultura Ecológica). El cultivo era una asociación de hinojo y escarola, lo cual, apoyado en la diversidad inherente al resto de la parcela ecológica, dio muy buenos resultados finales en cuanto a sanidad general del mismo, por lo cual no se hizo necesario el uso de ningún tratamiento fitosanitario. El abonado considerado adecuado fue un aporte único de estiércol compostado de fondo un mes antes de la plantación (25 t/ha), teniendo como precedente un cultivo de maíz.

Tras proceder a su acolchado, se sembró al mismo tiempo el hinojo y la escarola el 11 de noviembre de 1997. Se procedía a una primera cosecha, también conjunta, de aquellas piezas consideradas comerciales el 16 de febrero, con vistas al cálculo de la precocidad. Posteriormente se finalizó con la recogida final de todas las piezas el 11 de marzo de 1998.

Se tomaron medidas, por un lado, de la precocidad en producción (con criterios de piezas entre 500 y 750 g en primera cosecha), y por otro la producción total y la calidad del producto (tamaño o peso unitario de las piezas).

El tratamiento dado a los datos es el de un análisis de la varianza (test Duncan, con el 95% de confianza).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados pueden observarse en las tablas y gráficas anexas.

TIPO DE ACOLCHADO	PRECOCIDAD (kg)	PESO UNITARIO (g)	PRODUCCIÓN TOTAL (kg)
Manta orgánica	4,52 a	529 a	22,96 a
Plástico	9,9 a	615 a	32,24 bc
Compost	14,84 b	730 b	37,78 c
Testigo	5,6 a	571 a	29 ab

Tabla I. Resultados del ensayo en precocidad (producción en primera cosecha), producción total y peso unitario de las piezas.

* Grupos homogéneos según test Duncan (nivel de confianza 95%)

TIPO DE ACOLCHADO	PRECOCIDAD (kg)	PESO UNITARIO (g)	PRODUCCIÓN TOTAL (kg)
Manta orgánica	1,97 a	423 a	16,55 a
Plástico	12,83 a	571 ab	28,46 b
Compost	9,88 a	626 b	29,86 b
Testigo	9,96 a	610 b	31,04 b

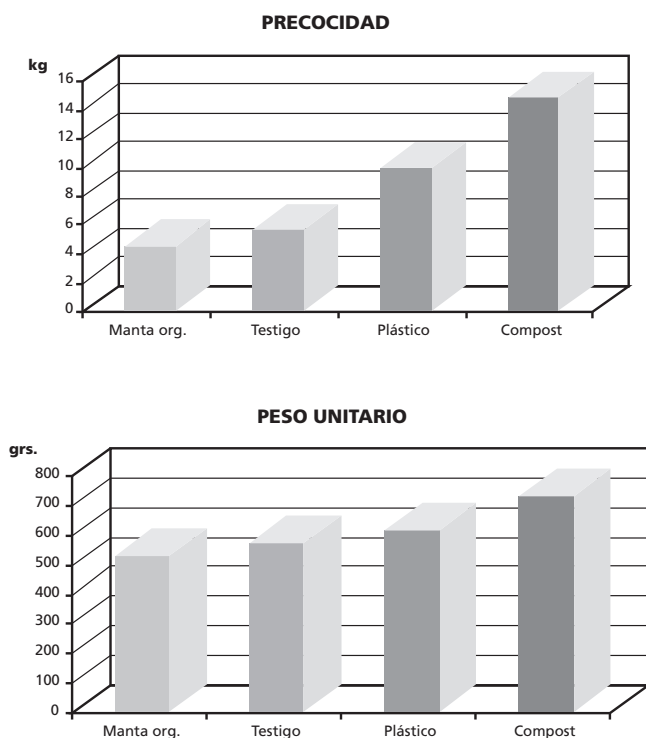
Tabla II. Resultados en hinojo.

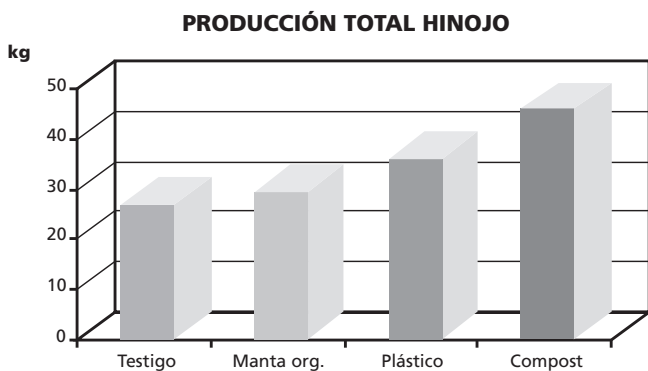
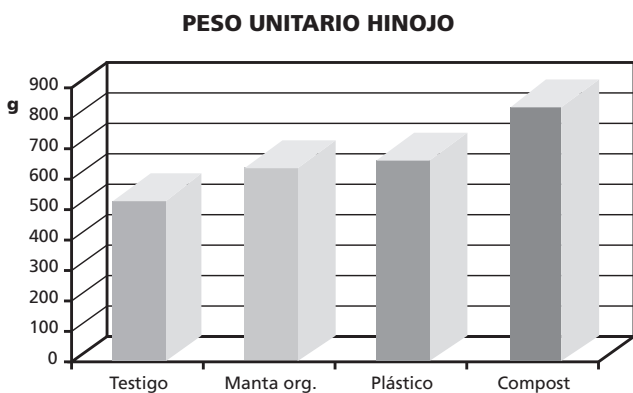
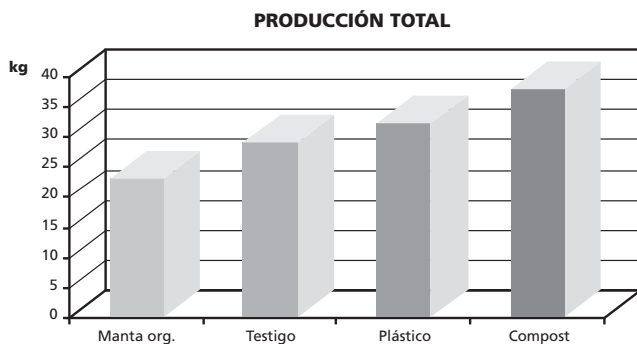
* Grupos homogéneos según test Duncan (nivel de confianza 95%)

TIPO DE ACOLCHADO	PRECOCIDAD (kg)	PESO UNITARIO (g)	PRODUCCIÓN TOTAL (kg)
Manta orgánica	7,06 a	634 a	29,37 a
Plástico	6,95 a	660 a	36,02 ab
Compost	19,79 b	834 b	45,69 b
Testigo	1,51 a	531 a	26,96 a

Tabla III. Resultados en escarola.

* Grupos homogéneos según test Duncan (nivel de confianza 95%)





En total, el compost es el acolchado de mejor comportamiento, tanto en precocidad, como en producción total y peso unitario. A continuación, el plástico puede dar buen resultado, aunque no difiere significativamente del testigo. La manta orgánica no parece ser muy aconsejable, estando por debajo en todos los casos, por las razones expuestas en las conclusiones.

Si analizamos, no obstante, las dos especies utilizadas por separado, encontramos otras diferencias. En cuanto al *hinojo*, es donde el compost tiene mayor predominancia (llegando a pesos de más de 800 g de media), mientras que la manta orgánica tiene unos valores relativamente superiores al testigo. En cuanto a la *escarola*, el panorama no es el mismo. Las diferencias no son estadísticamente significativas, excepto en el caso de la manta orgánica, en la que se deja notar la reducción de producciones y pesos unitarios

respecto al resto de tratamientos. En este caso, la precocidad es superior en el plástico frente al resto (sin diferencias significativas).

Antes de iniciar la discusión de los resultados, hemos de tener en cuenta la particularidad de la manta orgánica. Por un lado, tenemos el problema de las dos capas de plástico tejidos a modo de red de cuadros pequeños, que impedían el crecimiento de las hortalizas (sobre todo de la escarola). De hecho, nos hizo perder varios jornales posteriores a la plantación, para controlar el crecimiento de las plantas y separar o romper los cuadros de plástico; aún así, como se puede observar en los datos, al hinojo le fue bastante bien dado que su forma es más estrecha y posee una mayor dureza; pero no podemos decir lo mismo de la escarola, donde la manta orgánica ha sido el peor tratamiento (en producción total y en peso unitario), puesto que no les dejaba crecer normalmente, al ser una verdura de crecimiento en anchura y más tierna.

Por otra parte, dependiendo del grosor de la manta (capa de paja-coco), el acolchado será más o menos espeso. En general, esta manta se utiliza para el recubrimiento, pero con la función de dejar germinar y pasar las hierbas adventicias (para así tener una aceleración de la restauración natural del talud, disminuyendo la erosión). En nuestro caso, esta función ejemplar en una buena restauración paisajística fue nefasta, ya que una vez puesta germinaron bastantes plantas (a un ritmo más lento que en el testigo, eso sí), y no pudimos realizar una limpieza en condiciones como en el testigo. Posiblemente, esto se hubiese evitado si el grosor hubiese sido superior.

CONCLUSIÓN

La *manta orgánica*, que en principio se eligió por su facilidad de manejo y semejanza de incorporación al terreno con el plástico, la hemos de desaconsejar por diversas razones. La primera de índole económico. El precio por metro cuadrado resulta muy caro de momento. Por otro lado, mientras se siga sirviendo con el entramado plástico, tendremos problemas de tipo funcional (como impedir el crecimiento de ciertas plantas) y ecológico (puesto que retirar la manta orgánica después del cultivo es bastante complicado).

El *compost* es el acolchado más interesante de los tres, sobre todo en el caso del hinojo, siendo fundamental para la obtención de sus mejores resultados el aporte extra de nutrientes y la mejora de la actividad microbiana y radicular, por la aportación de sustancias orgánicas activadoras y su protección frente a fríos o diferencias bruscas de temperaturas. Dado que se obtiene de subproductos fáciles de conseguir por el agricultor (muchos de ellos de procedencia propia o local), su precio puede ser relativamente barato. Su manipulación es algo más cara que la del plástico, pero debidamente mecanizada tampoco difiere demasiado del plástico o de la manta (aproximadamente tardaron el mismo tiempo en reparitr el compost que el plástico).

El *plástico*, pese a ser un producto poco recomendable desde la óptica ecológica¹, es el acolchado más ampliamente utilizado, dado su facilidad de manejo y su precio. En nuestro caso, parece haber influido positivamente en el cultivo (aunque no difiera significativamente del testigo) debido a un calentamiento extra del terreno, que en la época invernal en la que estábamos, produce un aumento de la actividad radicular y microbiana y, quizás, de la oxidación de la materia orgánica aportada como abonado de fondo o la del propio terreno

Del *testigo sin acolchar* sólo nos resta decir que la ventaja económica inicial al no hacer ningún gasto extra, se disipa rápidamente con las dos limpiezas realizadas a lo largo del cultivo.

Sería interesante realizar cálculos económicos en los diferentes tipos de acolchados, e incluir los costes externos en todo el proceso de fabricación y uso.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer la ayuda prestada por Carmen Capilla y Amparo Montesinos, del Departamento de Estadística e Investigación Operativa de la Universidad Politécnica de Valencia.

¹ Recordemos que el plástico, aún siendo de polietileno que es en teoría el de menor poder contaminante, está fabricado con petróleo, con transporte de ambos (plástico y petróleo), y tras ser (afortunadamente) reciclado varias veces acabará siempre como residuo o incinerado, puesto que no es biodegradable.

Efectos de fertilización en papas con compost, gallinaza y combinaciones de ambos

*C. J. González**, *C. E. Álvarez***, *F. Pomares**** y *M. Benitez**

* Seminario Permanente de Agricultura Ecológica (SPAEE), Centro Superior de Ciencias Agrarias, Carretera de Geneto, 2, 38200 La Laguna (Tenerife)

** Instituto de Productos Naturales y Agrobiología (CSIC), Avda. Astro. Fco Sánchez, 3, 38206 La Laguna (Tenerife)

*** Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Apdo Oficial, 46113 Moncada (Valencia)

ABSTRACT

In an experimental plot of the Centro Superior de Ciencias Agrarias of the University of La Laguna that has been ecologically cultivated along six years, a fertilization essay with 'Red Cara' potato cultivar has been made.

The treatments were: control, two doses of mature compost, one dose of mature poultry manure and one dose of compost complemented with three different doses of poultry manure.

The treatments followed a randomized block design with four replications of elemental plots of 15 m² of surface each.

Tuber yield, density, and dry matter content were determined. Data were subjected to anova analyses of variance to detect differences among treatments.

RESUMEN

En una parcela experimental del Centro Superior de Ciencias Agrarias de la Universidad de La Laguna, que se viene cultivando ecológicamente desde hace seis años, se ha realizado un ensayo de fertilización sobre papas de la variedad «Red Cara».

Los seis tratamientos ensayados han sido: un testigo, dos de compost muy maduro, uno de gallinaza madura y tres de compost con distintos niveles de gallinaza.

Los tratamientos se han distribuido en bloques al azar con cuatro repeticiones, en parcelas elementales de 15 m² de superficie cada una.

Se cuantifican los rendimientos de las cosechas, así como la densidad y materia seca de los tubérculos, realizándose un análisis de varianza para determinar las diferencias entre tratamientos.

INTRODUCCION

La papa en Canarias es el principal alimento de la población, con un consumo anual de 95 a 100 kg/persona. De las 50.000 ha cultivadas actualmente en Canarias unas 9.000 ha están dedicadas a papas (Rodríguez,1992). Como alimento de autoconsumo es imprescindible especialmente en las situaciones de precariedad económica familiar. Este aspecto es particularmente importante en una región que con uno de los PIB más altos del estado, se ha generado un nivel de pobreza que alcanza a una tercera parte de la población (500.000 personas) y un índice de paro del 20%. A pesar de los bajos rendimientos (de 15 a 20 t/ha), el cultivo se ha mantenido principalmente por el papel preponderante de este tubérculo en la alimentación de la población y, en segundo lugar, por cultivarse en seco, con la consiguiente economía de agua (González y Hernandez,1989).

En el último año, el Servicio de Extensión Agraria del Cabildo Insular de Tenerife ha comenzado a prestar atención a este sector, haciendo ensayos de rendimiento con nuevas variedades, utilizando las formas habituales de cultivo de los agricultores, pero todavía los resultados no han sido publicados.

No obstante nuestra línea de trabajo de cultivo de papas con Fertilización Orgánica no sólo beneficia directamente a los Agricultores ecológico e indirectamente a los convencionales, sino que además trata de aportar ayuda al sector ganadero, particularmente al avícola, máxime si tenemos en cuenta que anualmente en la isla de Tenerife se importa alrededor de 6 millones de kg de MO bajo distintas formas, cuando existe una cabaña ganadera de unas 25.000 vacas, que producen unas 225.000 t/año de estiércol; además, entre cerdas madres y cerdos existen unos 280.000, con una producción de estiércol de 154.800 t/año, mientras que en el sector avícola hay 2,6 millones de ponedoras y 4,5 millones de broiler, con una producción total anual de 850.000 t de gallinaza (Molina, 1998). Salvo el estiércol de vacuno, los restantes están infrautilizados.

MATERIAL Y METODOS

Material vegetal

El material de siembra fue la papa de la variedad «Red Cara». Los tubérculos se partieron en trozos, de modo que cada uno de ellos pesara entre 40 y 60 g y tuviera unos tres «ojos». Las «semillas» partidas se secaron al aire tiempo antes de su siembra.

Suelos y clima

El ensayo se realizó en una parcela, que viene cultivándose ecológicamente desde hace 6 años, en el Campo Experimental del Centro Superior de Ciencias Agrarias de La Laguna, en el Norte de la isla de Tenerife, a 570 metros sobre el nivel del mar.

El suelo de la parcela experimental es un suelo fersialítico, rojizo, de textura arcillosa, con algunas gravas en el horizonte B, estructura granular fina y cohesión mediana. El suelo tiene un pH de 6,7 (relación suelo/agua 1/2,5) una conductividad eléctrica (en extracto saturado) a 25 °C de 1,15 mS/cm, 3,0 por ciento de materia orgánica (método de Walkley y Black), 28 ppm de P (método Olsen), Ca asimilable 9,1 meq/100 g, Mg asimilable 6,1 meq/100 g, Na asimilable 1,0 meq/100 g, K asimilable 1,9 meq/100g. (extraídos con acetato amónico 1N a pH 7).

El clima de la zona es de tipo subtropical marítimo, con una temperatura media durante el período del ensayo de 19,8 °C.

Labores

La siembra se realizó el 3 de Marzo de 1997. Para ello, previamente se hizo una labor de subsolado y luego un pase de fresa con tractor, se surcó con un motocultor y manualmente se colocó la «semilla». Al realizarse la plantación se puso el compost de los distintos tratamientos y el tratamiento de gallinaza sola como abonado de fondo. La gallinaza restante se aportó en el momento del aporque. El tratamiento testigo no recibió nada.

El compost usado fue un compost muy maduro, hecho a partir de dos unidades de estiércol de caballo y una de gallinaza, con un contenido en Nitrógeno de 0,70 por ciento, aplicándose en los surcos encima de la «semilla», tras lo cual se tapó.

Entre el 11 y 14 de Marzo, cuando las plantas tenían unos 20 cm de altura, se hizo el aporque. Momento en que se aportó la gallinaza compostada de 4 por ciento de riqueza en Nitrógeno, a la dosis correspondiente a cada tratamiento, y posteriormente se dió un riego.

No hubo problemas importantes de tipo fitosanitario, por lo que fueron suficientes un par de tratamientos con una mezcla de productos admitidos por las normativas de agricultura ecológica (Silkaben, algas, basalto, propóleo y azufre).

Las lluvias durante el período de cultivo aportaron en Marzo 55,4 l/m², en Abril 62,4 l/m², en Mayo 6,7 l/m² y 0,0 l/m² en Junio, por lo que para complementar las necesidades hídricas se hicieron riegos semanales hasta alcanzar una media de 4 litros/m²/día. El sistema de riego fue de aspersión baja.

El cultivo se cosechó el 30 de Junio, durando por tanto 119 días, prácticamente 4 meses. Primero se hizo la recolección de los bordes y luego la de los surcos a cuantificar. La cosecha se hizo manualmente con motocultor y azada. Cada tratamiento se recolectó por separado y se pesó inmediatamente.

Tratamientos

Humedad muestra (% sobre peso total)	17,60
Materia orgánica total (%)	21,66
Carbono orgánico oxidable (%)	10,16
Ph (sol. acuosa 1:25)	7,30
Nitrógeno orgánico (%)	0,70
Nitratos (ppm N-NO ₃)	736
Amonio (ppm N-NH ₄)	n.d.
Carbonato orgánico oxidable (%)	13,20
Fósforo (% P ₂ O ₅)	1,48
Potasio (%K ₂ O)	0,71
Calcio (%CaO)	3,79
Magnesio (%MgO)	0,71
Sodio (% Na)	0,17
Hierro (ppm Fe)	72329
Cobre (ppm Cu)	55,40
Manganeso (ppm Mn)	11380
Cinc (ppm Zn)	221
C.E. (dS/m a 25°C.) Extr. 1:5	2,60

Tabla 1.- Composición del compost utilizado en la experiencia.

El compost usado tenía unos cinco años de hecho, exponiéndose su composición en la Tabla 1, mientras que la gallinaza que se empleó tenía solamente un año (4% de N en el momento del ensayo).

To = control. Sin aportación alguna.

T1 = 3,0 kg/m² de compost en abonado de fondo

T2 = 1,5 kg/m² de compost en abonado de fondo

T3 = 2,0 kg/m² de gallinaza de compost en abonado de fondo

En los siguientes tratamientos el compost se puso como abonado de fondo y la gallinaza en el aporque.

T4 = 1,5 kg/m² de compost + 0,75 kg/m² de gallinaza

T5 = 1,5 kg/m² de compost + 1,0 kg/m² de gallinaza

T6 = 1,5 kg/m² de compost + 1,5 kg/m² de gallinaza

Determinaciones

Se determinó la producción por parcela pesando las papas obtenidas tras eliminar los bordes.

La densidad de las papas se determinó por diferencia de peso de 3 kg de tubérculos en el aire y luego en el agua.

La materia seca se obtuvo a partir de tablas de conversión de la densidad (Grison, 1979).

Diseño experimental

Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. La parcela elemental fue de 15 m² y el área total del ensayo 542,5 m². El marco de plantación fue de 75 cm x 33,3 cm (75 cm entre surcos y 33,3 cm entre plantas). En cada parcela elemental se hicieron cinco surcos y se plantaron 3 kg de tubérculos. De esos cinco surcos se desestimaron los dos del borde y un plantón de cada extremo de los surcos a cuantificar.

Estudio estadístico

Para realizar el estudio estadístico se empleó el programa Statgraphics 2.1 plus para Windows95.

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimientos

TR	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Medias
To	32,0	46,1	51,3	50,3	44,92 bc
T1	45,3	46,9	43,9	45,2	45,32 bc
T2	40,8	42,4	44,4	30,0	39,40 c
T3	60,3	54,5	54,9	53,9	55,88 a
T4	37,2	55,7	43,1	49,9	46,48 bc
T5	55,7	45,5	54,3	49,9	51,35 ab
T6	48,0	51,3	48,4	48,0	48,93 ab

Tabla 2. Rendimientos de las papas (t/ha) por bloque y separación de medias en los distintos tratamientos (TR).

Las medias seguidas de letras distintas son significativamente diferentes al nivel de p = 0,05

El efecto de la aplicación de fertilizantes sobre los rendimientos se presenta en la Tabla 2.

La aplicación de compost, en cualquiera de sus cantidades, no contribuyó a mejorar la producción respecto al testigo, mientras que los tratamientos que recibieron gallinaza en cantidades iguales o mayores a 1 kg dieron lugar a rendimientos significativamente superiores a los que recibieron compost. Es de destacar que el tratamiento al que solamente se aportó gallinaza, y en mayor cantidad que a los demás, dió lugar a una producción significativamente superior que la del testigo.

Conviene resaltar que el tratamiento testigo, a pesar de no haber recibido ningún abono, muestra una producción igual a la de los demás tratamientos (a excepción del T3), lo cual podría deberse a que la huerta donde se ha realizado el ensayo se ha venido cultivando ecológicamente desde hace 6 años, sin que en las rotaciones se mantuviesen parcelas que se hayan tratado como testigo de una manera continua, por lo que podría haber una mineralización de restos de abonos anteriores que fuese suficiente para dar lugar a una producción aceptable.

El hecho de que ninguno de los tratamientos que recibieron compost, con o sin aporte de gallinaza, diera diferencias significativas respecto al testigo parece indicar, al menos, que el compost no mejora la producción de las papas tratadas, y que atenúa el efecto positivo de la gallinaza. Estas hipótesis parecen corroborarse por el ensayo que González *et al.* (1996), realizaron en la misma huerta, empleando el mismo compost y la misma variedad de papas, observando que con la aplicación de 3 kg/m² del compost y distintos niveles de gallinaza, el rendimiento medio fue de 38 t/ha en todos los casos. No obstante, en este aspecto pudo haber influido que en el ensayo de 1996 el cultivo se recolectó a los tres meses y la gallinaza aportada tuviese sólo 1,62 % de nitrógeno. Sin embargo, también se hicieron observaciones similares en experiencias llevadas a cabo en otra huerta del Centro Superior de Ciencias Agrarias, en las que se utilizó la variedad 'Cara', donde se aplicaron dos tipos de compost comercial maduro, y en los que la producción fue inferior a la del testigo (Amin Rafat, 1995 y 1996; datos sin publicar).

La falta de respuesta de la papa a la aplicación de compost podría relacionarse con la baja concentración de nitrógeno que este contiene, aunque este argumento no parece ser suficiente para explicar el efecto inhibitorio que hemos apuntado, lo que nos lleva a pensar que existan otras causas cuya naturaleza sería conveniente determinar en posteriores experiencias.

Los rendimientos obtenidos en este ensayo han sido superiores a las 15 a 20 t/ha que usualmente se citan para Canarias (Rodríguez, 1992) y a los obtenidos por el Servicio de Extensión Agraria de Tenerife en ensayos, aún no publicados, realizados durante el presente año (1998) en las medianías del municipio del Rosario, donde alcanzaron rendimientos de 30-35 t/ha en secano con papas de variedad «Red Cara» y fertilización convencional (Perdomo, 1998), si bien entran en el mismo rango de producción (51,4 t/ha) señalado por Calzadilla (1998) en las medianías del municipio de Tacoronte, con papas 'Cara' cultivadas en secano y fertilizadas con nitrofoska y estiércol de cerdo. No obstante, hay que señalar que estos rendimientos se obtuvieron con un ciclo de cultivo que sobrepasó en 19 días al presentado en esta comunicación. Los resultados también han sido superiores al citado por González y Hernández (1989), que empleando la misma variedad de papas, obtuvieron 45,9 t/ha con NPK, estiércol y N fraccionado, mientras que en el mismo trabajo el estiércol de vaca, a razón de 30 t/ha, no superó los 28,8 t/ha. También han sido superiores a los obtenidos por Díaz *et al.* (1990), tanto a las 38 t/ha obtenidas en el 1^{er} año de experimentación, solamente con abono verde, como a las 44 t/ha producidas en el mismo ensayo con abono verde, NPK y estiércol. Asimismo, también son superiores a las 38 t/ha obtenidas con distintos niveles de gallinaza y el mismo

compost que se usó en este ensayo (González *et al.*, 1996). Es muy probable que las mayores producciones obtenidas por estos autores respecto a las medias normales en Canarias se deban a la variedad de papa usada y a la aplicación combinada de gallinaza y riegos.

Materia seca, densidad y nitratos.

TR	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Medias
To	1,087	1,078	1,073	1,079	1,079 bc
T1	1,087	1,094	1,081	1,088	1,088 a
T2	1,084	1,084	1,080	1,090	1,085 ab
T3	1,078	1,067	1,074	1,064	1,071 d
T4	1,082	1,078	1,064	1,080	1,076 cd
T5	1,07	1,071	1,071	1,071	1,071 d
T6	1,075	1,074	1,070	1,078	1,074 cd

Tabla 3. Densidad de las papas por bloque y separación de medias en los distintos tratamientos (TR). Las medias seguidas de letras distintas son significativamente diferentes al nivel de $p = 0.00$

TR	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Medias
To	21,7	19,7	18,7	20,0	20,03 bc
T1	21,7	23,2	20,5	21,9	21,83 a
T2	21,1	21,1	20,2	22,3	21,18 ab
T3	19,7	17,5	19,0	16,8	18,25 d
T4	20,7	19,7	16,8	20,2	19,35 cd
T5	18,0	18,2	18,2	18,2	18,15 d
T6	19,2	19,0	18,0	19,7	18,98 cd

Tabla 4. Contenidos de materia seca (%) de las papas, rendimiento por hectárea de materia seca (RHMS, en t/ha) por bloque y separación de medias en los distintos tratamientos (TR). Las medias seguidas por letras distintas son significativamente diferentes al nivel de $p = 0,001$.

En las Tablas 3 y 4 se exponen los resultados de las determinaciones de densidad y materia seca.

Se puede observar que la densidad de los tubérculos de los tratamientos que sólo han recibido compost es significativamente superior que la presentada por las papas fertilizadas con gallinaza sola o sumada al compost, encontrándose que el contenido de materia seca sigue también este mismo comportamiento. Como este último es una de las variables que dan una pauta de calidad de la papa (Pettersson y Wistinghausen, 1979), este dato parece indicar que el aumento de producción obtenido con la aplicación de gallinaza, respecto al compost, se ve contrarrestado por la disminución de la calidad. De hecho, cuando se calcula el rendimiento por hectárea en función de la materia seca, se anulan las diferencias entre tratamientos indicadas más arriba. Esta observación es similar a la señalada por dichos autores en su estudio comparativo de producción y calidad de papas cultivadas con abonos químicos o con fertilizantes orgánicos.

Las medidas de nitratos en la pulpa de los tubérculos parecen indicar que el nivel de nitratos era alto en las papas que recibieron mayores dosis de gallinaza. No obstante, dado que las determinaciones con varillas reflectométricas tienen carácter de sondeo, sería oportuno que en los ensayos que se hagan en el futuro para tratar de conseguir un rendimiento aceptable y un contenido mínimo de nitratos, se utilice un método de medición de nitratos más fiable.

Consecuentemente, consideramos que también se puede hablar de una agricultura biológica bien hecha o mal hecha (o sea, aquella que presenta los mismos problemas que se observan en la agricultura convencional, verbigracia, poca cantidad de materia seca, alto contenido en nitratos, etc.), dando lugar en este último caso a que al realizar

estudios comparativos Los niveles de materia seca y nitratos sean similares en ambos tipos de agricultura, por lo que consideramos que los Consejos Reguladores de la Agricultura Ecológica, además de controlar los residuos de pesticidas sería conveniente que controlasen los contenidos en materia seca y nitratos, que también pueden dar pautas sobre si se está haciendo una agricultura ecológica correcta.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor D. Eovaldo Hernández por las facilidades prestadas.

REFERENCIAS

- Arman, K. 1983. Una agricultura Alternativa. *Agricultura y Sociedad*, **26**:108-135.
- Calzadilla, C. 1998. Comunicación personal de la Agente de Extensión Agraria de Tacoronte.
- Consejería de Política Territorial.Viceconsejería de Medio Ambiente Gobierno de Canarias. 1993. Sector Agrario. En *Medio Ambiente en Canarias. Memoria 1993*. pp 51-68
- Díaz, N., González, C. J. y Hernández, E. 1990. Effect of green manuring on potato yields and soil properties in the Canary Islands. En *XXIII International Horticultural Congress*. Florencia. pp 266
- González, C. J. y Hernandez, E. 1989. Fertilización de patatas en la zona de medianías de Tenerife. *Horticultura*, **53**: 81-85.
- González, C. J., Benitez, M. y Alvarez, C. E. 1996. Respuesta de la papa a la aplicación de distintas dosis de gallinaza en el momento del aporque. En *II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)*. Pamplona-Iruña. pp 423-428
- Grisson, C. 1979. La pomme de terre. Caractéristiques et qualités alimentaires. Association pour la Promotion de la Industrie et la Agriculture (APRIA). Paris.
- Ifenkwe, O. P. y Allen, E. J. 1983. Nitrogen and potassium uptake by highyielding potato crops. *J.Agric. Sci. Camb.*, **101**: 103-111.
- Mac Lean, A. A. 1984. Time of application of fertilizer nitrogen for potatoes in Atlantic Canada. *Am. Potato J.*, **61**: 23-29.
- Molina, P. 1998. Comunicación personal del Presidente de la Asociación de Ganaderos de Tenerife.
- Padmos, L. 1986. Nitrogen fertilization of potatoes: Effect on yield and quality. *Netherlands Fertilizer Technical Bulletin*, **16**.
- Perdomo, A. 1998. Comunicación personal del Agente del Servicio de Extensión Agraria de La Laguna.
- Pettersson, B. D. y Wintinghausen, E. V. 1979. Effects of organic and inorganic fertilizers on soils and crops. *Nordisk Forskningsring*. Meddelande nr 30.
- Reyes Castañeda, P. 1980. *Diseño de experimentos Aplicados*. Trillas, México.
- Rodríguez Brito, W. 1992. *Canarias: Agricultura y Ecología*. Centro de la Cultura Popular Canaria
- Sharma U. C. y Arora, B. R. 1987. Effect of nitrogen,phosphorus and potasium application on yield of potato tubers. *J.Agric. Sci. Camb.*, **108**: 321-329.

Estudio de la influencia de la fertilización orgánica en la calidad de la almendra cultivada en condiciones de secano.

(I) Evolución de macronutrientes

*A. Sánchez **, *I. Guillén***, *R. Madrid***, *A. Belmonte** y *A. Oliva**.

* Dpto. de I+D Frutos Secos del Mañan, S.C.L.Pol. Ind. "El Cabezó" 1BA. 03650 Pinoso (Alicante).

** Dpto. Química Agrícola Geología y Edafología. Facultad Química. Campus de Espinardo. (Murcia).

ABSTRACT

This experience, pretend made a comparative study between the organic and the inorganic fertilization, during about 3 years studing the influence the levels of N, P, K, Ca and Mg in the leaf.

The treatments fertilizers were applied in November of 1997 with a total of 60 trees, 30 organic and inorganic treatment each other), distributed in 5 complete designed blocks at random, containing 12 trees each block. In the organic treatment was used an amendment based on manure of sheep and crowd, marketed by the Frutos Secos del Mañan S.C.L. Coop. with the name of Ecomañan, adding to reason of 8 kg/tree (27,5 U.F./ of N; 32, U.F. / of P_2O_5 21.1 U.F./ of K_2O). The inorganic treatment consisted of applying inorganic simple by means of the use of fertilizers (Superfosfato 45%; $SO_4(NH_4)_2$, NO_3K), the necessary quantity in order to get identical quantity of units fertilizers by hectare that they applied in the organic treatment. They were carried out 6 taking of pattern.

The gotten outputs, after their statistical analysis, show that the leaf levels of the trees subjected to organic treatment present means higher levels very significant of calcium, tsatistical significant of phosphorus and magnesium, while don't exist significant differences between the levels of nitrogen and potassium. We are concluded however so much of laud organic fertilization it constitute a royal alternative to the conventional fertilization based on inorganic fertilizers, at least in lime soil.

RESUMEN

En esta experiencia, con una duración prevista de 3 años, se pretende llevar a cabo

un estudio de la fertilización orgánica frente a la fertilización inorgánica, comparando la influencia de estas en los niveles en la hoja de macronutrientes, en un cultivar de almendro (*Prunus Dulcis*, Mill. D.A. Webb) en régimen de secano.

Los tratamientos fertilizantes fueron aplicados en Noviembre de 1997 a un total de 60 árboles, 30 tratamiento orgánico y 30 tratamiento inorgánico, distribuidos en 5 bloques completos diseñados al azar, conteniendo cada bloque 12 árboles. Para el tratamiento orgánico se usó una enmienda a base de estiércol de oveja y turba, comercializada por la Cooperativa Frutos Secos del Mañan S.C.L. bajo el nombre de Ecomañan, aplicándose a razón de 8 kg/árbol (27,5 U.F./ha de N; 32, U.F./ha de P_2O_5 y 21,1 U.F./ha de K_2O). El tratamiento inorgánico consistió en aplicar mediante el uso de fertilizantes inorgánicos simples (Superfosfato 45%; $SO_4(NH_4)_2$ y NO_3K), la cantidad necesaria para conseguir idéntica cantidad de unidades fertilizantes por hectárea que las aplicadas en el tratamiento orgánico. Se realizaron 6 tomas de muestra.

Los resultados obtenidos muestran, tras su análisis estadístico, que los contenidos foliares de los árboles sometidos a tratamiento orgánico presentan niveles medios superiores muy significativos de calcio, estadísticamente significativos de fósforo y magnesio, mientras que no existen diferencias significativas entre los niveles de nitrógeno y potasio. Se concluye por tanto que la fertilización orgánica constituye una alternativa real a la fertilización convencional a base de fertilizantes inorgánicos, por lo menos en suelos calizos.

INTRODUCCIÓN

Hasta hace poco tiempo se consideraba el almendro como un cultivo marginal, por lo que se le destinaban terrenos de baja aptitud agrícola situados en zonas marginales y donde las labores culturales que sobre el se realizaban eran mínimas (Sánchez *et al.*, 1997a). Actualmente con la entrada en vigor de los Planes de Mejora la situación ha cambiado notablemente, más aún, está desplazando a otros cultivos tanto en secano como en regadío.

Existe por otro lado la creencia generalizada de que los fertilizantes inorgánicos, generalmente con formulaciones N-P-K mucho más elevadas que los fertilizantes de origen orgánico, son más eficaces a la hora de conseguir una mejor nutrición al almendro proporcionando niveles foliares más elevados. Esto quizás sea cierto cuando hablamos de fertirrigación, ya que debido a las características de solubilidad de los fertilizantes empleados junto a la constante humedad del suelo y a la frecuencia con la que efectúa el abonado facilitan extremadamente la asimilabilidad de nutrientes por las raíces. Sin embargo cuando nos referimos a cultivo de secano (no hay que olvidar que más del 80% de las plantaciones de almendro están bajo este régimen) la situación cambia radicalmente, el aporte de abono se realiza la mayoría de las veces de una sólo vez, la humedad del suelo está condicionada evidentemente a la pluviometría, y si a esto sumamos el marcado carácter calizo y elevado pH de la mayoría los suelos del Sudeste español, da como resultado una menor asimilabilidad de nutrientes ya que estos o bien se han lixiviado, o bien han pasado a formas insolubles imposibles de asimilar por las plantas. Los fertilizantes orgánicos generalmente presentan una riqueza N-P-K moderada, sin embargo existen otras consideraciones de tipo agronómico por las que son recomendables; estas vienen dadas por los efectos ya conocidos de mejora de la estructura del suelo, con el consiguiente aumento de la capacidad de retención de agua y mejora de la absorción radicular de los nutrientes por otro lado, desde la óptica de la conservación de suelos, ejercen una acción positiva frente a la erosión y degradación de los mismos. Finalmente, actúa de forma decisiva en el desarrollo de la microfauna del suelo y, por tanto, en todos aquellos procesos bioquímicos relacionados.

En este trabajo estudiamos la evolución foliar de macronutrientes en un cultivar de almendro sometido a dos tratamientos fertilizantes distintos, uno inorgánico y otro orgánico. Con el fin de poder contrastar la eficiencia de los distintos fertilizantes a la hora de mantener niveles óptimos de nutrientes que faciliten el buen desarrollo del almendro.

MATERIAL Y MÉTODOS

Materia Orgánica (g · kg ⁻¹)	9,00	⁽¹⁾ Fósforo (Olsen) (mg · kg ⁻¹)	10,80
Nitrógeno total (g · kg ⁻¹)	2,30	⁽²⁾ Potasio (mg · kg ⁻¹)	0,40
Relación C/N	2,2	⁽³⁾ Magnesio (mg · kg ⁻¹)	1,50
Carbonato cálcico equivalente (g · kg ⁻¹)	100,00	⁽⁴⁾ Sodio (mg · kg ⁻¹)	0,90
Carbonato Cálculo activo (g · kg ⁻¹)	69,00	⁽⁵⁾ Hierro (mg · kg ⁻¹)	0,70
pH suspensión suelo-agua (1:1)	8,00	⁽⁶⁾ Manganeso (mg · kg ⁻¹)	3,00
pH suspensión suelo-KCl (1:1)	7,00	⁽⁷⁾ Cobre (mg · kg ⁻¹)	0,90
Conductividad eléctrica (Ext. Sat) dS · m ⁻¹	0,50	⁽⁸⁾ Cinc (mg · kg ⁻¹)	0,30
CCC (cmol _c · kg ⁻¹)	30,00	⁽⁹⁾ Elementos asimilables	
TEXTURA			
Arcilla		26,20	
Limo		30,60	
Arena		43,20	

Tabla 1. Determinaciones analíticas generales fertilidad química y textura del suelo correspondiente a la parcela de ensayo.

M. O. Total (%)	50,00	K ₂ O (%)	0,25
M.O Oxidable (%)	20,00	Carbono orgánico (%)	29,00
Nitrógeno total (%)	2,00	Fe (%)	3,00
Nitrógeno orgánico (%)	1,50	MgO (%)	0,20
P ₂ O ₅ (%)	1,30	SO ₃ (%)	9,00

Tabla 2. Composición química de ECOMAÑAN.

Las parcela experimental se encuentra situada en el término municipal de Jumilla (U.T.M: 30SXH376593), el análisis de suelo (Black C.A., 1965) se muestra en la tabla 1.

Los tratamientos fertilizantes fueron aplicados en Noviembre de 1997 a un total de 60 árboles, 30 tratamiento orgánico y 30 tratamiento inorgánico, distribuidos en 5 bloques completos diseñados al azar, conteniendo cada bloque 12 árboles. Para el tratamiento orgánico se usó una enmienda a base de estiércol de oveja y turba, comercializada por la Cooperativa Frutos Secos del Mañan S.C.L. bajo el nombre de Ecomañan (en la tabla 2 se muestran las características fisicoquímicas y composición del producto), aplicándose a razón de 8 kg/árbol (27,5 U.F./ha de N; 32, U.F. /ha de P₂O₅ y 21,1 U.F./ha de K₂O). El tratamiento inorgánico consistió en aplicar mediante el uso de fertilizantes inorgánicos simples (Superfosfato 45%; SO₄(NH₄)₂ y NO₃K), la cantidad necesaria para conseguir idéntica cantidad de unidades fertilizantes por hectárea que las aplicadas en el tratamiento orgánico. Los fertilizantes fueron aplicados alrededor del tronco y enterrados posteriormente mediante un arado superficial.

Se realizó una toma de muestras de hojas mensual entre marzo y agosto) seleccionando las situadas en ramas del tercio medio de los árboles y orientadas a los cuatro puntos cardinales. Los métodos analíticos empleados para la determinación de macronutrientes fueron:

- Nitrógeno total. Partiendo de la hoja seca y triturada se sigue el método Kjeldhal.
- Mineralización de la muestras vegetales vía seca en horno de mufla con programador a 450 °C.
- Fósforo total. Método Olsen- Watanabe (1963).
- Calcio, magnesio, sodio y potasio. Por espectroscopía de absorción atómica partien-

do del extracto vegetal mineralizado previa dilución de las muestras.

Todos los resultados están expresados en porcentaje sobre materia seca.

El tratamiento de los datos experimentales se ha realizado con el paquete estadístico SYSTAT (Sánchez y Ato, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

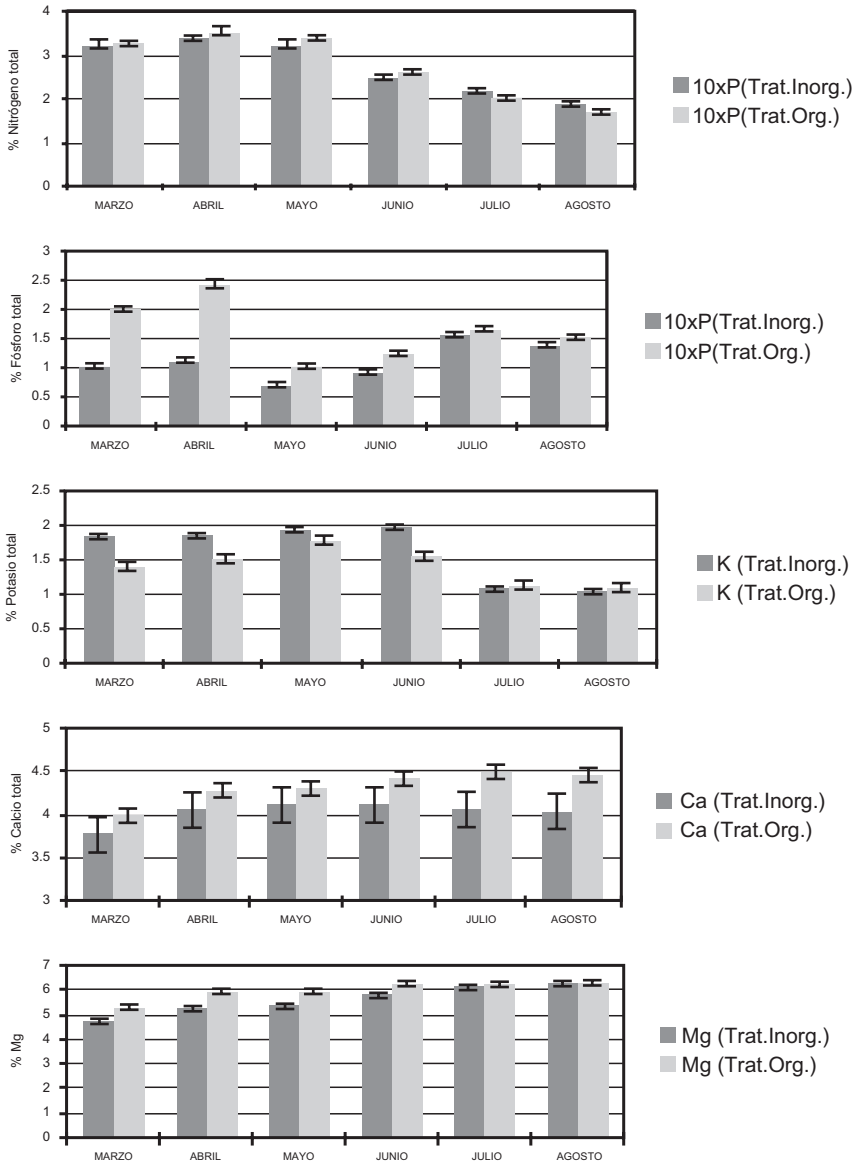


Figura 1. Evolución de los contenidos medios de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Todos los resultados se muestran en% sobre materia seca. Las barras verticales representan el error estandar de los valores medios

En la figura 1 se muestra la evolución a lo largo del periodo de estudio de los contenidos foliares de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. En lo que se refiere al contenido de macronutrientes en función de tratamiento aplicado, es similar en todos

los nutrientes estudiados, excepto para el fósforo. De esta manera observamos una disminución en el contenido de nitrógeno y potasio conforme avanza el desarrollo del cultivo, y un aumento de los contenidos en calcio y magnesio, esta evolución coincide con la descritas en almendro por Esteban *et al.* (1969), Tomás Soria *et al.*, Uriu (1981), Sanchez (1987) y Sánchez *et al.* (1997b). Sin embargo la evolución del contenido de fósforo es distinta en el tratamiento orgánico e inorgánico. En el tratamiento orgánico se observa una disminución desde marzo a mayo a partir de donde se estabiliza e incluso aumenta ligeramente, mientras que en el tratamiento inorgánico la tendencia a lo largo del periodo de estudio es de ligero aumento.

	N	K	10 x P	Ca	10 x Mg
t de Student	-0,24	2,47	-2,60	-6,30	-3,91
probabilidad asociada	0,822	0,057	0,048	0,001	0,011
S. Estadística	NS	NS	ES	MS	ES

Tabla 3. Valores del estadístico t, probabilidad asociada y valores significativos. (MS: muy significativo; ES: estadísticamente significativo; NS: no significativo) resultantes de las comparaciones de las medias de los distintos macronutrientes para los dos tratamientos realizados.

Tratamiento orgánico					
	N	10 x P	K	Ca	10 x Mg
Mínimo	1,70	0,98	1,06	3,98	5,30
Máximo	3,50	2,39	1,76	4,48	6,30
Media	2,75	1,62	1,39	4,31	5,98
D. Estándar	0,77	0,52	0,26	0,19	0,38
n° de muestras	18	18	18	18	18
Tratamiento inorgánico					
	N	10 x P	K	Ca	10 x Mg
Mínimo	1,90	0,67	1,02	3,76	4,70
Máximo	3,40	1,53	1,98	4,12	6,30
Media	2,73	1,10	1,62	4,02	5,60
D. Estándar	0,62	0,31	0,44	0,13	0,59
n° de muestras	18	18	18	18	18

Tabla 4. Estadísticos descriptivos generales para el conjunto de muestras.

El estudio estadístico de los datos recogidos (tablas 3 y 4) permite establecer diferencias significativas entre los niveles foliares en almendros sometidos a tratamiento orgánico e inorgánico. Así, encontramos diferencias muy significativas ($p < 0,01$) en el caso del calcio, de manera que los árboles sometidos a tratamiento orgánico presentan niveles superiores a los encontrados en los fertilizados con abono inorgánico; lo mismo sucede en el caso del fósforo y del magnesio, aunque el grado de significancia estadística $p = 0,048$ y $p = 0,011$ respectivamente, no es tan elevado como en el caso del calcio. En cuanto al nitrógeno y potasio no se encuentran diferencias significativas entre ambos tratamientos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que los niveles de algunos macronutrientes en hojas de árboles sometidos a tratamiento orgánico son diferentes a los de tratamiento inorgánico.

La concentración de calcio es superior en árboles fertilizados con Ecomañan, siendo esta diferencia estadísticamente muy significativa. El fósforo y el magnesio también están en concentraciones superiores en estos mismos árboles pero con una significancia estadística menor que para el calcio. Finalmente no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas para nitrógeno y potasio. La fertilización orgánica, por

tanto, constituye una alternativa real a la fertilización convencional a base de fertilizantes inorgánicos, por lo menos en suelos calizos.

La fertilización orgánica consigue duplicar el contenido de fósforo foliar en las primeras etapas del desarrollo, hecho que puede atribuirse a una mayor disponibilidad del fósforo al estar incorporado químicamente a la materia orgánica y, por tanto, impidiendo su inmovilización en el suelo en forma de sulfatos insolubles.

REFERENCIAS

- Black, C. A. 1965. *Methods of soil analysis*. American Society of Agronomy., Inc., Publisher. Madison. Wisconsin. U.S.A.
- Esteban, E., Gómez, M. y Recalde, M. 1969. Dinámica anual de los macronutrientes en almendro I. Primeros resultados. *Agrochimica*, **XIII**: 336-345.
- Sánchez, J. y Ato, M., 1989. SYSTAT I. Universidad de Murcia. Secretariado de Publicaciones, ed. IV.
- Sánchez, A., Guillén, I. y Marín, P. 1997. Estudio de los niveles de nutrientes en hojas de Desmayo Langueta, Marcona y Genco como base para una fertilización diferencial. *Actas de Horticultura*, **20**. I Congreso Ibérico y III Nacional de Fertirrigación. Murcia. pp 1014-1021.
- Sánchez, A., Marín, P. y Guillén, I. 1997. Evolución del contenido de macro y micro nutrientes durante el periodo vegetativo entre variedades de almendro. *Actas de Horticultura*, **20**. I Congreso Ibérico y III Nacional de Fertirrigación. Murcia. pp 1022-1029.
- Sánchez, M. C., Torrecillas, A. y León, A. 1987. Mineral elements changes in almond leaves under different irrigation regimes. *Adv. Hort. Sci.*, **1**: 95-97.
- Tomás, J., Jaime, S. y Esteban, E. 1982. Estudio de la nutrición del almendro. Niveles críticos y equilibrios óptimos de macro y micronutrientes. *An Edafol. Agrobiol.*, **XLI**, 5-6: 1004-1025.
- Watanabe, F. y Olsen, S. 1963, Test for determining phosphorus in water y NaHCO_3 extracts of soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **99**: 667-668.
- Uriu, K. 1981. Soil Plant Analysis and symptomology for diagnosis of mineral deficiencies and toxicities. En: *Almond orchard management*. Division of Agricultural Sciences. University of California. Ed. W. Mücke and D. Kester. pp 89-97.

Valor nutritivo de la alcachofa y la lechuga bajo diferentes tipos de fertilización

A. Gómez*, F. Pomares* y C. Baixauli**

** Dpto. de Recursos Naturales. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (I.V.I.A.). Apartado oficial, 46113. Moncada (Valencia).*

*** Fundación Caja Rural Valencia.*

ABSTRACT

The results of two field experiments with globe artichoke and lettuce in which the effects of different fertilization types (organic vs mineral) on crop yield and some nutritional parameters (dry matter, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium) are presented.

The experimental plots are located at the Insituto Valenciano de Investigaciones Agrarias farm at Moncada (Valencia) and at the experimental farm of the Fundación Caja Rural Valencia at Paiporta (Valencia). In both trials, plots under organic fertilization were managed according to organic farming techniques, whereas the rest of plots were managed under conventional techniques.

The results found show that during the conversion period the ecological system gave lower yields of globe artichoke and lettuce than the conventional system. The crop produces under organic fertilization showed higher levels of phosphorus and potassium than those treated with mineral fertilizers. No significant differences between both farming systems (ecological vs conventional) on contents of dry matter, nitrogen, calcium and magnesium.

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en dos ensayos sobre el efecto de distintas modalidades de fertilización (ecológica vs mineral) sobre algunos parámetros agronómicos (rendimiento) y de calidad nutritiva (materia seca, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio) en las producciones de alcachofa (1^{er} y 2^o año) y lechuga.

Las parcelas experimentales se encuentran situadas en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias en Moncada (Valencia) y en la finca experimental de la Fundación Caja Rural Valencia en Paiporta (Valencia). En ambos ensayos las parcelas con fertilización orgánica se trataron mediante técnicas de cultivo ecológico, mientras que las de fertilización mineral, organo-mineral y el testigo llevaron un manejo convencional.

Los resultados obtenidos muestran que durante el periodo de conversión, el sistema ecológico produjo rendimientos algo más bajos que el convencional, tanto de alcachofas como de lechugas. Los productos obtenidos mediante fertilización orgánica presentaron niveles más altos de fósforo y potasio que los abonados con productos minerales. Las diferencias entre los sistemas de cultivo resultaron escasas en los parámetros cuantitativos: materia seca, nitrógeno, calcio y magnesio.

INTRODUCCIÓN

La calidad de los productos agrícolas puede evaluarse según distintos parámetros, en función del tipo de calidad: agronómica, tecnológica, sensorial, nutritiva, higiénica, etc.

En cuanto a la calidad nutritiva, que es la que nos interesa en este trabajo, viene determinada por la capacidad para suministrar nutrientes esenciales que propicien un estado satisfactorio de salud tanto a los seres humanos como al ganado.

Al estar determinada por la composición química, la calidad nutritiva de las cosechas agrícolas (alimentos) depende de muchos factores como son: las características del suelo, clima, variedad del cultivo, tipo e intensidad de la fertilización, sistema y manejo del riego, etc.

En la bibliografía existen datos de numerosos trabajos realizados, comparando la calidad nutritiva de los productos ecológicos frente a los obtenidos mediante técnicas convencionales. Si bien en algunos estudios (Schuphan, 1974, Vogtmann, 1983, Lairon, 1986) se ha constatado una mayor calidad nutritiva en los productos ecológicos, en otros trabajos (Srec *et al.*, 1976, Yoshida *et al.*, 1984, Montagu y Goh, 1990) no se han registrado efectos significativos del tipo de fertilización (orgánica vs mineral) sobre la calidad nutritiva de los productos agrícolas.

Ante estas discrepancias y teniendo en cuenta que la mayoría de los estudios han sido realizados en condiciones muy distintas a las predominantes en nuestro ámbito geográfico, se realizó este estudio con la finalidad de conocer el efecto del sistema de cultivo (ecológico vs convencional) en la calidad nutritiva de un conjunto de hortalizas cultivadas siguiendo una rotación adecuada para la Comunidad Valenciana, que incluye entre otras: alcachofa 1^{er} año, alcachofa 2^o año, lechuga, etc.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se han realizado en dos parcelas experimentales de hortalizas situadas en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias en Moncada (Valencia) y en la finca de la Fundación Caja Rural Valencia en Paiporta (Valencia).

Los tratamientos realizados en ambos ensayos se muestran en la Tabla 1, las características del suelo en la Tabla 2, y las del estiércol y gallinaza utilizados en la Tabla 3. Los cultivos realizados durante el periodo de muestreo fueron alcachofa 1^{er} y 2^o año (var. Blanca de Tudela) y lechuga (var. Valladolid).

Tratamiento	Abonado de fondo	Abonado de cobertera
Ensayo 1 (Moncada)		
Testigo (FMO)	90 UF P ₂ O ₅ 90 UF K ₂ O (superfosfato y sulfato potasa)	
Fert. mineral (FM ₂)	90 UF N 90 UF P ₂ O ₅ 90 UF K ₂ O (complejo 15-15-15)	270 UF N en 3 aplicaciones (una de sulfato amónico y dos de nitrato amónico)
Estiércol+fert. mineral (E ₁ +FM ₁)	19,1 t/ha* estiércol ovino	50 % dosis tratamiento FM ₂
Gallinaza+fert. mineral (G ₁ +FM ₁)	6,7 t/ha* gallinaza	50 % dosis tratamiento FM ₂
Estiércol (E ₂)	38,2 t/ha estiércol ovino	
Gallinaza (G ₂)	13,4 t/ha gallinaza	
Ensayo 2 (Paiporta)		
Fert. mineral (FM ₂)	Igual que ensayo 1	Igual que ensayo 1
Estiércol+fert. mineral (E ₁ +FM ₁)	Igual que ensayo 1	Igual que ensayo 1
Estiércol (E ₂)	Igual que ensayo 1	Igual que ensayo 1

Tabla 1. Dosis de fertilizantes aportadas en los ensayos.

* Las dosis de estiércol y gallinaza están referidas a materia seca.

Característica	Ensayo 1 (Moncada)	Ensayo 2 (Paiporta)
Suelo (0-15 cm)		
Clase	Xerorthent	Xerochrepts
Textura	Franco-arenosa	Franca
pH (1: 2,5)	8,0	7,9
CO ₃ Ca (%)	4,4	22,8
Materia orgánica (%)	1,25	1,73
N orgánico (%)	0,068	0,093
NO ₃ ⁻ -N (ppm)	38,0	50,0
Relación C/N	10,6	11,0
P (Olsen) (ppm)	45,0	46,0
K (acetato amónico) (ppm)	273,0	285,0
Agua de riego		
Conductividad eléctrica (dS/m)	1,37	2,49
NO ₃ ⁻ (mg/l)	96,0	52,0

Tabla 2. Características físico-químicas del suelo y agua de riego.

Característica	Estiércol de ovino	Gallinaza
Materia orgánica (%)	50,7	72,4
Nitrógeno orgánico (%)	2,37	3,72
Nitrógeno nítrico, N-NO ₃ ⁻ (ppm)	2495	5012
Nitrógeno amoniacal, N-NH ₄ ⁺ (ppm)	152	165
Relación C/N	11,2	9,9
pH	8,0	7,1
Fósforo, P ₂ O ₅ (%)	1,17	4,88
Potasio, K ₂ O (%)	3,29	3,20

Tabla 3. Características químicas del estiércol y de la gallinaza.

El diseño experimental de los ensayos ha sido de bloques al azar, con seis tratamientos y tres repeticiones con parcelas experimentales de 10 x 7,5 m en el caso del ensayo de Moncada, y con tres tratamientos y cuatro repeticiones, en el caso del ensayo de Paiporta, con parcelas experimentales de 11 x 7 m. Las parcelas con tratamiento orgánico fueron manejadas mediante técnicas de agricultura ecológica, mientras que aquellas con tratamiento mineral y el testigo lo fueron con técnicas convencionales.

A lo largo del cultivo de alcachofa, se han realizado seis muestreos de capítulos de alcachofa en cada campaña y en éstos se ha determinado la materia seca y el contenido de nutrientes (AOAC, 1980). Igualmente, se tomaron muestras de lechuga en el momento de la recolección determinándose de igual modo materia seca y contenido de nutrientes.

La significación estadística de los resultados se evaluó mediante análisis de la varianza de los mismos considerando tratamientos y bloques como únicas fuentes de variación. Para ello se utilizó el programa Statgraphics Plus 2.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción

Los resultados de rendimiento de la alcachofa se muestran en las Tablas 4 y 5. En el ensayo de Moncada no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ni en la primera ni en la segunda campaña, resultando ser los tratamientos de fertilización orgánica los que presentaron las producciones más bajas. En el ensayo de Paiporta, tanto en la primera como en la segunda campaña, sí se obtuvieron diferencias significativas de producción entre tratamientos, siendo el tratamiento de fertilización orgánica el que presentó unos valores más bajos.

Tratamiento	1ª Campaña (95-96)	2ª Campaña (96-97)
Testigo (F _{Mo})	10925 a	18800 a
Fertilización mineral (F _{M₂})	13342 a	19600 a
Estiércol+fert. mineral (E ₁)	12951 a	18400 a
Estiércol (E ₂)	14020 a	14400 a
Gallinaza+fert. mineral (G ₁)	11852 a	19800 a
Gallinaza (G ₂)	12879 a	18100 a

Tabla 4. Producción de alcachofas en el ensayo de Moncada en kg/ha
Las cifras seguidas de la misma letra en una columna no son estadísticamente diferentes al nivel del 5%

Tratamiento	1ª Campaña (95-96)	2ª Campaña (96-97)
Fertilización mineral (F _{M₂})	19627 b	17000 b
Estiércol+fert. mineral (E ₁)	19289 b	16800 b
Estiércol (E ₂)	15839 a	12100 a

Tabla 5. Producción de alcachofas en el ensayo de Paiporta en kg/ha.
Las cifras seguidas de la misma letra en una columna no son estadísticamente diferentes al nivel del 5%

En el cultivo de lechuga (Tablas 6 y 7) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas de producción en cuanto a tratamientos, ni en el ensayo de Moncada ni en el de Paiporta. En el ensayo de Moncada los valores más altos correspondieron al de fertilización mineral (FM₂), al tratamiento estiércol + fert. mineral (E₁+FM₁) y al tratamiento orgánico con gallinaza (G₂), mientras que en el ensayo de Paiporta el valor más alto lo alcanzó el tratamiento orgánico de estiércol (E₂).

Tratamiento	Producción
Testigo (F _{Mo})	27000 a
Fertilización mineral (F _{M₂})	36300 a
Estiércol+fert. mineral (E ₁)	37000 a
Estiércol (E ₂)	32300 a
Gallinaza+fert. mineral (G ₁)	33600 a
Gallinaza (G ₂)	36700 a

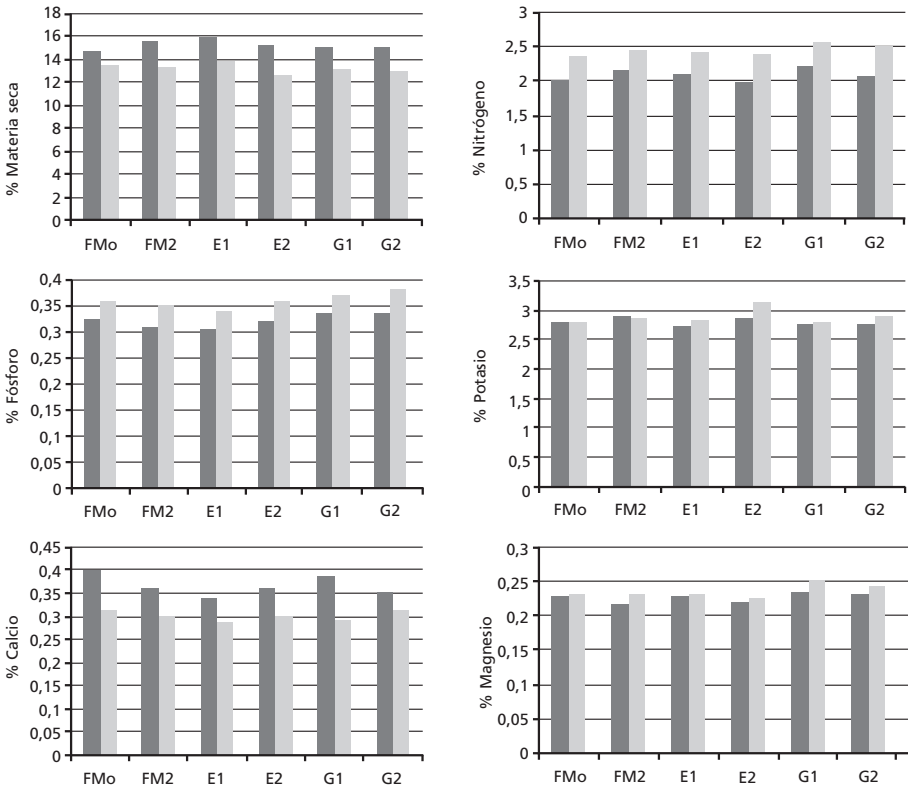
Tabla 6. Producción de lechugas en el ensayo de Moncada en kg/ha.
Las cifras seguidas de la misma letra en una columna no son estadísticamente diferentes al nivel del 5%

Tratamiento	Producción
Fertilización mineral (FM ₂)	31000 a
Estiércol+fert. mineral (E ₁)	33200 a
Estiércol (E ₂)	33700 a

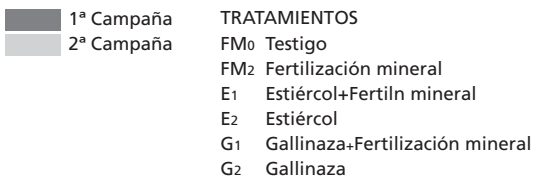
Tabla 7. Producción de lechugas en el ensayo de Paiporta en kg/ha
Las cifras seguidas de la misma letra en una columna no son estadísticamente diferentes al nivel del 5%

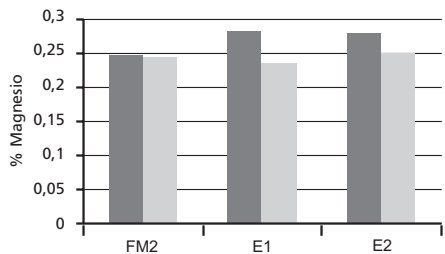
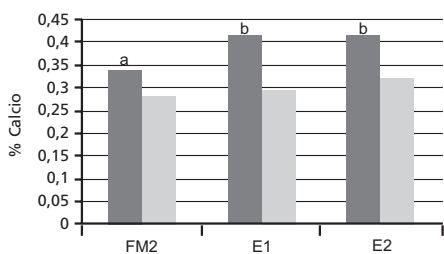
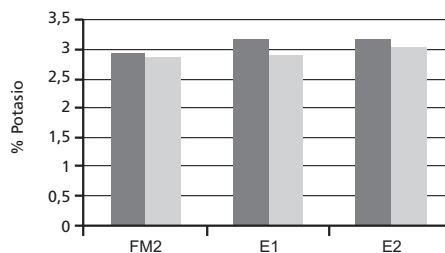
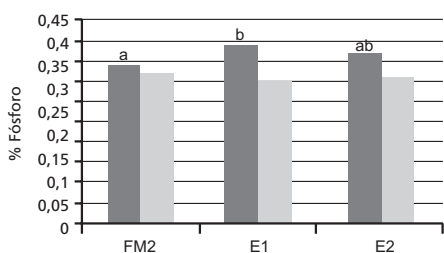
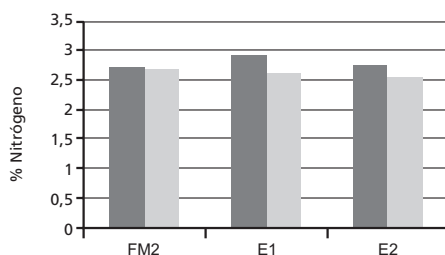
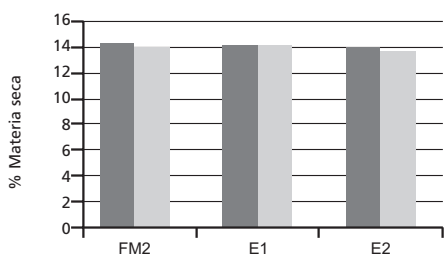
Materia seca

Los valores de materia seca no resultaron afectados de forma significativa por el tratamiento, aunque presentaron diferente respuesta según el cultivo. En los capítulos de alcachofa tanto en la primera campaña como en la segunda se constató una cierta tendencia a disminuir el porcentaje de materia seca en los tratamientos con fertilización orgánica. En cambio, en lechuga la respuesta fue más irregular, en el ensayo de Paiporta el tratamiento orgánico presentaba un mayor contenido en materia seca, en cambio en el ensayo de Moncada la respuesta varió según el fertilizante utilizado, estiércol o gallinaza, presentando un mayor contenido de materia seca los tratamientos con gallinaza únicamente.



Figuras 1-6. Resultados de materia seca y macronutrientes en el cultivo de alcachofa del ensayo de Moncada.

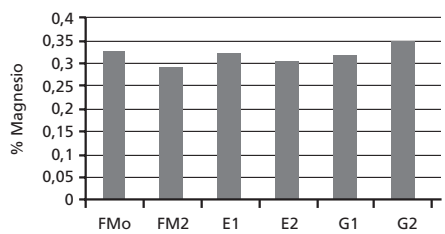
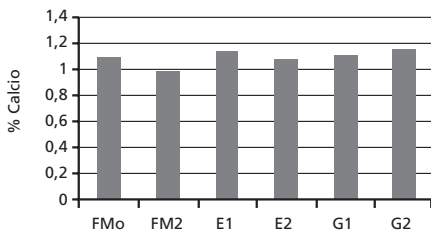
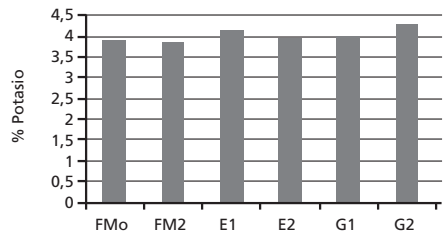
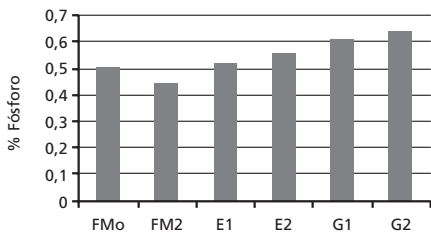
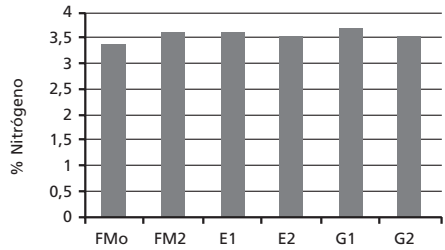
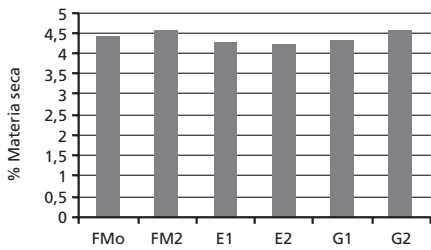




Figuras 7-12. Resultados de materia seca y macronutrientes en el cultivo de alcachofa del ensayo de Paiporta.

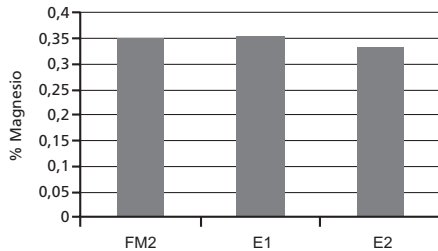
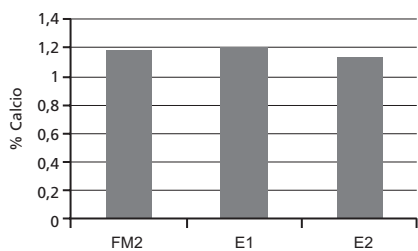
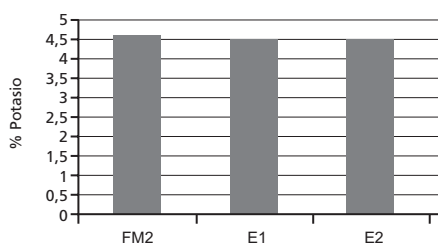
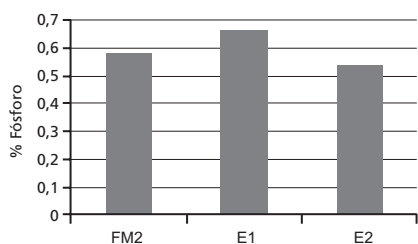
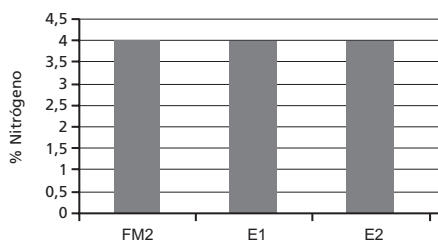
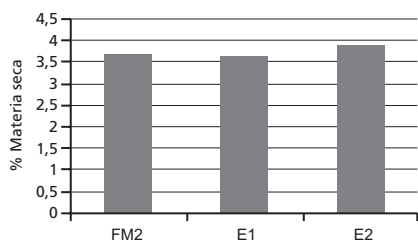
Los valores en la misma columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al 95 % de probabilidad según el test de rango múltiple de Duncan

<table border="0"> <tr> <td style="width: 15px; height: 10px; background-color: #444; margin-right: 5px;"></td> <td>1ª Campaña</td> </tr> <tr> <td style="width: 15px; height: 10px; background-color: #ccc; margin-right: 5px;"></td> <td>2ª Campaña</td> </tr> </table>		1ª Campaña		2ª Campaña	<p>TRATAMIENTOS</p> <p>FM2 Fertilización mineral</p> <p>E1 Estiércol+Fertilización mineral</p> <p>E2 Estiércol</p>
	1ª Campaña				
	2ª Campaña				



Figuras 13-18. Resultados de materia seca y macronutrientes en el cultivo de lechuga en el ensayo de Moncada.

- TRATAMIENTOS
 FMo Testigo
 FM2 Fertilización mineral
 E1 Estiércol+Fertilización mineral
 E2 Estiércol
 G1 Gallinaza+Fertilización mineral
 G2 Gallinaza



Figuras 19-24. Resultados de materia seca y macronutrientes en el cultivo de lechuga en el ensayo de Paiporta.

TRATAMIENTO

- FM₂ Fertilización mineral
- E₁ Estiércol + fertilización mineral
- E₂ Estiércol

Macronutrientes

El contenido en nitrógeno total de los capítulos de alcachofa no mostró diferencias significativas en ninguna de las dos campañas, si bien se constató una cierta tendencia a la disminución del contenido en nitrógeno en los tratamientos de fertilización orgánica. En cuanto a las lechugas, tampoco se mostraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a su contenido en nitrógeno, aunque igualmente presentaron una ligera tendencia a valores inferiores en los tratamientos con fertilización orgánica.

El contenido de fósforo de los capítulos de alcachofa tampoco presentó diferencias significativas en general, únicamente en la primera campaña del ensayo de Paiporta, y se constató una tendencia a presentar mayores contenidos de fósforo en los tratamientos con fertilización orgánica, correspondiendo los valores más altos a los tratamientos con gallinaza. Las lechugas tampoco presentaron diferencias significativas en el contenido de fósforo, pero se observó una tendencia a presentar mayores valores los tratamientos de fertilización orgánica y orgánico-mineral.

El contenido en potasio no presentó diferencias significativas excepto en la segunda campaña de alcachofas en el ensayo de Moncada, en el que el tratamiento de estiércol mostró un contenido mayor a todos los demás.

El contenido en calcio de los capítulos de alcachofas no sigue una tendencia determinada, así como en el ensayo de Paiporta presenta incluso diferencias significativas en la primera campaña con contenidos superiores en calcio para los tratamientos orgánico y orgánico-mineral; en el ensayo de Moncada, los contenidos mayores se observan en el testigo y en el tratamiento de gallinaza, si bien estas diferencias no son estadísticamente significativas. En el cultivo de lechugas el contenido en calcio presenta una gran irregularidad sin poder observarse una tendencia concreta.

El contenido en magnesio de los capítulos de alcachofas no presentó diferencias significativas. Tampoco en las lechugas se observaron diferencias significativas.

CONCLUSIONES

Con el cultivo ecológico se registró una disminución casi general de rendimiento de alcachofas durante ambas campañas, con valores medios de 8 y 24% en los ensayos de Moncada y Paiporta, respectivamente.

En la lechuga, el cultivo ecológico también produjo rendimientos algo más bajos, 9-10%, que en el convencional.

Los productos obtenidos mediante fertilización ecológica presentaron niveles más altos de fósforo y potasio que los procedentes de la fertilización mineral (convencional), siendo escasas las diferencias entre ambos sistemas de producción en otros parámetros cualitativos como materia seca, nitrógeno, calcio y magnesio.

REFERENCIAS

- AOAC 1980. *Official Methods of Analysis of the Association Official of Analytical Chemists*. W. Horwitz, ed.). Washington, D.C.
- Lairon, D. 1985. Efectos de las fertilizaciones orgánicas y minerales sobre el valor nutritivo de las producciones agrícolas. Congreso Científico Europeo de Agricultura Biológica. *IFOAM-Vida Sana*. pp. 254-271.

- Montagu, K. D. y Goh, K. M. 1990. Effects of forms and rates of organic and inorganic nitrogen fertilisers on the yield and some quality indices of tomatoes. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, **18**: 31-37.
- Schuphan, W. 1974. Nutritional value of crops as influenced by organic and inorganic fertiliser treatments: Results of 12 years experiments with vegetables. *Qual. Plant.*, **23**: 333-358.
- Srec, L.V., Thoroughgood, C. A. y Mok, H. C. S. 1976. Chemical evaluation of vegetables grown with conventional or organic soil amendments. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **7**: 213-228.
- Vogtmann, H. 1981. *The quality of agricultural produce originating from different systems of cultivation*. London, Great Britain Soil Association.
- Yoshida, K., Mori, S., Hasegawa, K., Nishizawa, N., Kumazawa, K. 1984. Reducing sugars, organic acids and vitamin C contents of tomato fruits cultured with organic fertilizers in comparison with inorganic fertilizers. *Journal of Japanese Society of Nutrition and Food Science*, **37**:123-127.

Recuperación y conservación de variedades locales de cultivo tradicional: Comunidad Valenciana

V. Castell Roig

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Apartado Oficial. 46113-Moncada-Valencia

ABSTRACT

At the Department of Horticulture of the I.V.I.A. there is a team that collaborates with the national Project of recovery, typification and conservation of the horticultural phylogenetic resources, for their conservation in the Germplasm Banks, initiated with a extremely long delay at the beginning of 1988. Together with the multiplication of the horticultural seed samples received, the team has been gathering, multiplying, selecting and conserving a collection of varieties traditionally cultivated in the Autonomy of Valencia, thanks to the collaboration of the services of the Agriculture Authority (Local Offices and of private growers).

RESUMEN

En el Departamento de Horticultura del IVIA existe un equipo que colabora con el Proyecto nacional de recuperación, tipificación y conservación de los recursos fitogenéticos hortícolas para su conservación en los Bancos de Germoplasma, iniciado con muchísimo retraso a principios de 1988. Junto con la multiplicación de las muestras de semillas hortícolas recibidas del Banco de Germoplasma con esa finalidad, el equipo ha ido recogiendo, multiplicando, seleccionando y conservando una colección de variedades tradicionalmente cultivadas en la Comunidad Valenciana, gracias a la colaboración de los servicios de la Consellería de Agricultura (Oficinas Comarcales) y de agricultores particulares.

Nuestros antepasados, los primeros pobladores de la tierra, eran nómadas y vivían de la caza, de los frutos y raíces que buenamente podían coger.

Se desplazaban de un sitio a otro siguiendo a la caza, vivían en cuevas próximas al paso de los animales y nos han dejado representados en las pinturas rupestres escenas de la vida cotidiana, de su actividad de cazador.

Llega un momento en que deciden abandonar el nomadismo, poner su residencia más o menos fija en un lugar o región determinada, y aunque siguen viviendo de la caza, se hacen agricultores. Tiene una enorme importancia para el progreso del hombre el establecimiento de las primeras comunidades agrícolas, familiares o tribales, en aldeas estables, basadas en la “domesticación” de animales y de plantas productoras de granos. Esta aparición de la Agricultura en varias partes del globo sucedió hace unos 10000 años. Los últimos descubrimientos arqueológicos en Méjico han demostrado que el maíz se aprovechaba ya desde hace unos 7000 años; entonces las mazorcas eran espigas que medían unos 5 cm de longitud y tenían unas 8 hileras de granos muy pequeños. En las excavaciones efectuadas en Jarmo, situado en la zona Kurda del actual Irak, se han encontrado restos de cereales domesticados (una cebada de 2 carreras y dos trigos, diploide y tetraploide) y por medio del radiocarbono se ha situado su época en 7000 años antes de J.C.

La aparición de la civilización urbana en Mesopotania se sitúa hace 5500 años y poco después se hizo en Egipto. El arroz originario de la India meridional se sabe que se extendió hacia China hace al menos 5000 años.

Desde la aparición de la vida en la tierra, el número de especies vegetales fue aumentando sin cesar en un proceso de diversificación constante, con una gran capacidad de adaptación al medio ambiente y a las otras especies vivientes, lo que producía una gran armonía, estabilidad, equilibrio.

En cada gran zona o región se encontraban un sinfín de PLANTAS SILVESTRES, distintas de unas zonas a otras, pero en cada una de ellas eran plantas que se habían aclimatado al tipo o tipos de suelo, sus ciclos se adaptaban a las variaciones normales del clima, debían tener cierta resistencia o tolerancia a las plagas y enfermedades propias de la zona, incluso es de suponer que debían tolerar el pastoreo de los animales salvajes.

Nos encontramos entonces con los GENOCENTROS o CENTROS DE ORIGEN de las plantas cultivadas, teoría desarrollada por NICOLAI IVANOVICH VAVILOV, que fue Director del INSTITUTO DE BOTÁNICA APLICADA Y DE MEJORAMIENTO DE LAS PLANTAS, de Leningrado. Hizo muchos viajes de recogida de plantas, que fueron cultivadas al principio en 50 Estaciones distribuidas por toda la URSS (a razón de 200 variedades de distintas especies cultivadas), pero que antes de la II Guerra Mundial eran 180 Estaciones. Las observaciones sistemáticas que desarrolló sobre sus colecciones de material le llevaron al descubrimiento de los Genocentros o Centros de Origen de las plantas cultivadas, regiones en que las especies muestran actualmente mayor densidad de variación, mayor variabilidad genética, y a partir de los cuales se dispersaron a otras zonas. Se basó en el principio de que el lugar para la “domesticación” de la planta silvestre tuvo que ser necesariamente su área de distribución natural. La lástima es que en 1942 fue fusilado por sus propios compatriotas.

Hay 8 Genocentros principales y otros secundarios. Nosotros pertenecemos al V Centro mediterráneo, que comprende toda la cuenca del Mediterráneo y entre sus plantas endémicas, que tuvieron aquí su origen, tenemos:

Trigo	Yeros	Altramuces	Olivo	Cebollas	Endivia
Avena	Guisantes	Bersim	Algarrobo	Ajos	Achicoria
Cebada	Habas	Tréboles	Coles	Puerro	Espárrago
Alpiste	Garbanzos	Vevas	Alcachofas	Lechuga	Chufa

- el arroz, la berenjena y el pepino nos vinieron del II, Centro de la India
- la zanahoria y el rábano, del III, Centro de Asia Central
- el melón, el pepino y la calabaza, del IV, Centro de Oriente Próximo
- el maíz, judías, batata y pimiento, del VII, Centro de Méjico y América Central
- el tomate, patata, cacahuete y fresón, del VIII, Centro Sudamericano.

El hombre trata de DOMESTICAR esas especies silvestres, gracias a su tendencia innata de escoger lo “mejor” para sus gustos, a seleccionar y guardar “las mejores semillas” para futuras cosechas que debe sembrar, a considerarlas como un bien preciado, a transmitir las a sus descendientes, a llevárselas en sus viajes, transhumancias o éxodos, y así a lo largo de miles de años. Estos desplazamientos forzados de las plantas, que realizaba el hombre, probablemente ocasionaría la aparición de mutaciones, hibridaciones y cambios en la composición genética de las formas cultivadas, cuyas semillas llevaba siempre consigo. Con ello provocó la ruptura del equilibrio ecológico existente, pero afortunadamente la lentitud de los procesos de domesticación de plantas permitió alcanzar otros equilibrios estables. A lo largo de ese proceso evolutivo milenar se calcula que el hombre ha utilizado más de 100000 especies vegetales comestibles y ha producido una adaptación, un equilibrio entre el hombre y las plantas cultivadas y entre éstas y el medio ambiente. Todo ello contribuyó decisivamente a que la diversidad genética se mantuviese e incluso aumentase durante todo ese largo periodo: había distintas especies y variedades adaptadas a cada zona y una gran heterogeneidad dentro de cada variedad. Ello ocasionaba que la productividad no fuera muy elevada, pero la diversidad existente proporcionaba una gran estabilidad productiva ante cualquier cambio de todo tipo, lo cual era muy interesante para el tipo de agricultura local de subsistencia que se practicaba.

La población era mayoritariamente rural, se hacía una agricultura de mantenimiento o a lo máximo de trueque. La agricultura era la tradicional, de tal modo que en 1850 los métodos agrícolas empleados en Inglaterra y Estados Unidos diferían muy poco de los de Egipto en el año 2000 antes de Cristo. Existían infinidad de variantes, de variedades y formas, y la semilla era producida por los propios agricultores o por alguno más cuidadoso que se especializaba o se hacían intercambios de semillas. Muchas de esas especies, variedades o formas se han dejado de consumir y, por lo tanto, de cultivar. Como prueba tenemos lo siguiente:

- en el libro “Regiment de la Casa Pública” escrito por Francesch Eiximenes en 1383 y publicado en Valencia en 1499 cita como cultivadas en el Reino de Valencia 24 tipos de frutales, 23 especies de granos (trigo, arroz, dachça, fesols), 15 hortalizas (coles, berenjenas,...), 28 hierbas (romero, menta,...).
- en el “Tratado de Agricultura”, de Gabriel Alonso de Herrera, publicado en Madrid en 1513 en su libro Tercero habla del cultivo de 24 especies frutales y en el libro Cuarto del cultivo de 31 especies de hortalizas (de acelgas a zanahorias).
- en el “Tratado de la Huerta”, de Claudio y Esteban Boutelou, publicado en Madrid en 1801 trata del cultivo en aquella época de 67 especies hortícolas (desde acedera a zanahoria).
- en el libro “Cultivos hortícolas”, de Leon Bussard, traducido de la 4ª edición francesa y publicada por Salvat en 1924 se citan y describen 40 hortalizas actualmente no cultivadas como tales.

Por todo lo anterior, con un desconocimiento casi absoluto de los principios de la variación, de la herencia, de la mejora genética, nuestros antepasados agricultores nos legaron una gran cantidad de variedades vegetales y formas mejoradas y perfectamente adaptadas que teníamos a principios de siglo.

Llega el aumento de la población dedicada a la industria, a los servicios. La gente

emigra a la ciudad. Aumenta la demanda de productos del campo, naturales o industrializados. Ello implica un cambio de mentalidad en el agricultor y en sus formas de trabajar, un cambio a una agricultura empresarial en que se pide mayores rendimientos, mayores producciones, mayor uniformidad.

Empieza entonces el trabajo de los Mejoradores, toma auge la MEJORA VEGETAL, que trata de obtener variedades que cumplan todos o algunos de los siguientes fines:

- mayor producción por unidad de superficie.
- mayor calidad, según las demandas del mercado.
- extensión de las superficies de cultivo, incluso a zonas donde las variedades tradicionales no podían cultivarse.
- mejor adaptación a nuevos métodos o sistemas de cultivo (mecanización, cultivos forzados, cultivos sin suelo, etc.).

Esa necesidad de obtener variedades más uniformes, de mayor rendimiento unitario, productoras de granos o frutos de mayor calidad, al mismo tiempo que hace falta mayores cantidades de semillas para mayores superficies de cultivo, todo ello hace que aparezcan las CASAS DE SEMILLAS, especializadas en estos trabajos, y las SEMILLAS SELECTAS, que respondan a esas exigencias. El agricultor cuidadoso puede seguir con sus semillas tradicionales, puede comprar la semilla a esas empresas especializadas o incluso se las puede hacer él mismo con un trabajo cuidadoso de selección durante varios años.

El consumidor de la ciudad, el consumidor de asfalto, ya no sabe cuándo es el ciclo normal del cultivo de una especie o variedad, lo pide en cualquier momento del año e incluso está dispuesto a pagar más por los productos nuevos, exóticos o fuera de estación. Aparecen los cultivos forzados, los invernaderos, el cultivo sin suelo, etc. Las Casas de Semillas responden con la aparición de los HÍBRIDOS, mucho más productivos, uniformes y adaptables pero también con las patentes de protección de las variedades obtenidas. Unamos a todo esto la facilidad de los viajes, el turismo, la uniformidad de las costumbres, incluso en el comer, el olvido en que han quedado centenares de especies y variedades que fueron utilizadas para comer no hace tantos años. El número de especies cultivadas actualmente apenas supera las 150, en la mayoría de los catálogos de las Casas de Semillas suele haber de 35 a 40 especies y la inmensa mayoría de la Humanidad vive de sólo 12 especies. Todo ello hace que haya una pérdida de diversidad agrícola entre y dentro de las variedades cultivadas.

Como triste final: desaparecen las variedades tradicionales con su enorme riqueza de variabilidad, adaptación y resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades, es decir, se elimina para siempre y de forma irreversible, toda la diversidad genética que ella contenía.

De nuevo se rompe el equilibrio ecológico, pero la velocidad con la que se producen ahora los cambios no da a la Naturaleza el tiempo necesario para restablecer el equilibrio perdido.

Nadie puede negar que con una población mundial creciente y subalimentada, la introducción de variedades mejoradas, uniformes y mucho más productivas es hoy esencial para el desarrollo y para la lucha contra el hambre. Pero no se debe ignorar que por el afán de aumentar la producción, se está quitando a la Naturaleza el mecanismo de seguridad más importante que ella misma se había dotado a lo largo de los siglos: la diversidad.

Es preciso abordar la situación en términos más racionales. Para no hipotecar el

futuro, no se debe avanzar ciegamente por ese camino atractivo pero caro e incierto, sin tener la seguridad de que los procesos que desencadenamos son controlables y reversibles. Ello obliga a mantener adecuadamente los genes contenidos en las variedades locales sustituidas o en las especies silvestres amenazadas mediante muestras de semillas representativas. Con ello podrán ser utilizadas en el futuro, evitando así al mundo catástrofes imprevisibles. Estas muestras se pueden conservar, de modo complementario, en zonas protegidas o en Bancos de Germoplasma.

Un Banco de Germoplasma es sencillamente un enorme refrigerador donde se mantienen los frascos con muestras de semillas en unas condiciones de temperatura y humedad bajas y controlables, estando los lotes de semilla perfectamente descritos en sus caracteres para su posible utilización. Cada mejorador tiene su Colección específica solamente en una o pocas especies en las cuales trabaja; es una colección dinámica, se aumenta con nuevas muestras o parentales, se eliminan las inútiles. Pero existen Bancos de Germoplasma a nivel nacional e internacional.

En mi caso yo les mostraré mediante diapositivas las especies o variedades en las que trabajo, bien por mi pertenencia al Banco de Germoplasma nacional que me obliga a multiplicar, uniformar y tipificar una serie de muestras, como por mi afición a mantener y recuperar los cultivos típicos valencianos en peligro de extinción, para lo que me han ayudado muchísimo mi Director General y las Oficinas del SEA y OCAs.

- | | | |
|---------------------|---------------------|--------------------------|
| - acelga | - cebolla Recas | - judía "de careta" |
| - alficos | - col de Morella | - lechuga morada |
| - amaranto | - col de Cofrentes | - melón amarillo |
| - apiorrábano | - coliflor de Foyos | - melón amarillo tendral |
| - berenjena roja | - colinabo | - pepino del terreno |
| - berenjena listada | - colirrabano | - pimiento valenciano |
| - berza | - coriandro | - pimiento del cuerno |
| - boniato | - chayote | - sandía de Bolbaite |
| - borraja | - espinacas | - sandía de Calig |
| - cacahuetes | - esponja vegetal | - sandía de Requena |
| - calabacín blanco | - habas | - sandía Cristal |
| - calabazas | - judía "garrofó" | - tomate valenciano |
| - cardo | - judía "rochet" | - tomate Muchamiel |
| - cebolla Babosa | - judía "dacsera" | - tomate de Morella |
| - cebolla Liria | - judía manteca | - tomate de Requena |
| - cebolla Grano | - judía para grano | - tomate de Ayora |

Tipificación y estudio productivo de diversas variedades tradicionales de tomate, calabaza y melón, cultivados con métodos ecológicos

J. Roselló*, A. Domínguez* y M. I. Rodrigo.

* Estación Experimental Agraria de Carcaixent. Pda. Barranquet, s/n 46740 Carcaixent (València).

RESUMEN

Se ha procedido a la tipificación de diversos cultivares tradicionales o autóctonas de tomate, melón y calabaza, en campos cultivados según las técnicas ecológicas del Reglamento CEE 2091/92. Las semillas de estas variedades tradicionales fueron cedidas por diferentes agricultores. Una vez sembradas en vivero y cultivadas por agricultores ecológicos, se realizan unos estudios en campo y laboratorio para su tipificación. Se obtienen así la caracterización varietal de las hortalizas, que podemos usar para ver la semejanza o la diferencia entre variedades, así como el comportamiento en su cultivo y comercialización (precocidad, tamaño medio, grados Brix, color, etc.). Se analizan así 8 variedades de tomates, tenemos las aplastadas o redondeadas encontrando dos de tipo grande (*Morada*, *De l'obrer*), otras de tamaño medio (*Mutxamel*, *Valenciana*), mientras que otras son de un tamaño menor (*De penjar*, *Ou de Bou*), y las alargadas, tipo *De pebre*, cada uno con distintas características de campo y comerciales. Dentro de los 7 cultivares de calabazas analizados, se han encontrado dos formas principales, aplastadas y alargadas, siendo las primeras de un tamaño grande (alrededor de 10 kg por pieza, como las de *Torrar* o de *Forn* y la *Francesa*), y las segundas de un tamaño medio o pequeño (menos de 2 kg por calabaza como las *Violineres de pera* o las *Violineres quadrades*). También se han estudiado 3 cultivares de melón, obteniendo resultados similares. A su vez, se han podido recoger datos productivos comparativos de algunas de las variedades de tomate y calabaza, encontrando producciones interesantes en las variedades de *Mutxamel* y *De l'obrer*, así como en las calabazas *Violineras*.

INTRODUCCIÓN

Entendemos por variedades agrícolas tradicionales aquellas que han ido pasando de mano en mano, de agricultor a hijo de agricultora, tras un largo proceso de selección y mejora, llegando hasta nuestros días en forma de diversidad agrobiológica. Adaptadas a las condiciones locales donde se han formado, algunas proceden de la misma naturaleza del lugar (totalmente autóctonas), mientras que otras fueron introducidas de otros centros genéticos agrícolas, dando con el paso de los años cultivares igualmente locales y únicos.

El actual modelo agrario químico o industrial imperante es de una gran uniformidad en la variedad de las especies cultivadas. Esta uniformidad supone una disminución de la diversidad biológica que entre otras razones viene de la mano de pérdida de variedades de cultivo tradi-

cional, siendo sustituidas por nuevas variedades comerciales obtenidas por grandes empresas con vistas a mercados mundiales. Estas, generalmente híbridas, presentan como características el que muestran su potencial productivo cuando reciben elevadas dosis de fertilizantes y pesticidas, una disminución de la rusticidad frente a determinadas características climáticas o frente a patógenos y, lo que es muy importante, una imposibilidad de reproducción por el agricultor, puesto que degeneran sus características cuando se cultivan las semillas en una segunda generación. De aquí derivan varios de los problemas que acechan al agricultor «moderno»: la espiral creciente de insumos (plaguicidas, abonos, semillas), el incremento de su dependencia respecto a empresas productoras de esos insumos, una unificación genética junto a un peligroso empobrecimiento adaptativo y una lenta (pero constante) decadencia cultural.

La situación es preocupante; en horticultura se han perdido muchísimas variedades locales por falta de uso, desplazadas por nuevas selecciones más productivas, otras se mantienen arrinconadas y necesitadas de un proceso de tipificación, selección y mejora para que vuelvan a mostrar sus características peculiares, y sean devueltas al proceso productivo comercial.

Según estimaciones de la FAO, unas 50.000 variedades de interés para el sector agrario se pierden cada año en el mundo. La «mejora tecnológica» ha traído consigo la desaparición desde principios de siglo hasta ahora del 75% de la diversidad genética de los cultivos más importantes (García, 1997).

La propia FAO, consciente del problema, viene desarrollando desde 1947 reuniones y planes para conservar la biodiversidad y promocionar su uso racional y sostenible. El resultado de estas discusiones se traduce en el desarrollo de un Sistema Global de Recursos Genéticos Vegetales (1983), un Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos (acuerdo oficial para asegurar la prospección, recolección, conservación, evaluación y disponibilidad sin restricciones para fitomejoramiento y otros fines científicos de los recursos fitogenéticos), y una Comisión de Recursos Fitogenéticos, foro donde los donantes y usuarios debaten las cuestiones relativas a sus recursos.

Se han definido los derechos del agricultor en la Comisión como aquellos que provienen de la contribución de los mismos a la conservación, mejora y disponibilidad de los recursos fitogenéticos, particularmente de los centros de origen de la diversidad. La Comunidad Internacional es la depositaria de estos derechos para las generaciones actuales y futuras de agricultores. Siendo necesaria la cooperación de gobiernos, instituciones y empresas que se han beneficiado del uso de gemoplasma, con el Fondo Internacional para Recursos Fitogenéticos establecidos por la FAO.

Así, en estos momentos contamos con los conocidos como bancos de gemoplasma o de semillas, centros, generalmente oficiales, donde se recoge y almacena material genético en peligro de extinción o no, procedente de los centros fitogenéticos o de los agricultores. En estos «bancos» se conservan unas colecciones de semillas realmente importantes, pero no llegan a servir de nexo de unión o devolución a sus legítimos propietarios. Suelen situarse en universidades o centros de investigación, excesivamente centralizados, donde los agricultores no logran acceder a ellas.

Se hacen necesarios, pues, lugares de almacenamiento, mejora y redistribución de las semillas más locales, cercanos a los agricultores, donde estos participen y sean los protagonistas, tanto en el inicio como en todo el ciclo productivo y comercial de las variedades.

El campo adecuado para llevar a cabo esta recuperación es la agricultura ecológica ya que estos cultivares han sido seleccionados desde la agricultura tradicional sin forzar sus ciclos, adaptadas a las rotaciones y asociaciones de cultivos y sin el uso fertilizantes químicos ni pesticidas.

La agricultura ecológica incrementa la diversidad biológica presente en sus sistemas de producción. Ello es necesario por la estabilidad que proporciona al agroecosistema, con grandes ventajas sanitarias, de reciclado de nutrientes, mejora de los procesos hidrogeológicos, creación de un microclima local y protección contra la erosión del suelo.

En esta línea argumental, el uso de variedades tradicionales es de gran importancia en agricultura ecológica, ya que estas especies muestran mejor adaptación a las técnicas de cultivo tradicional, sin grandes insumos, así como a las características climáticas, edáficas y entomológicas de la zona o comarca, manteniendo la diversidad genética, tan necesaria y tan comprometida. Estas variedades además presentan características de calidad específicas, suponen una herencia cultural de anteriores generaciones de agricultores al tiempo que aumentan la autonomía del productor ecológico, ya que recupera el control sobre sus semillas y cultivos.

Estos motivos nos llevaron, en la Estació Experimental Agrària de Carcaixent, a iniciar hace 4 años, en colaboración con D.Vicente Castells del IVIA, y agricultores ecológicos de la comarca, una línea de trabajo sobre conservación y tipificación de variedades hortícolas tradicionales, fruto de este trabajo presentamos los resultados de la tipificación y evaluación productiva de 18 variedades tradicionales de tomate, melón y calabaza cultivados ecológicamente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los cultivares objeto de estudio durante 1997 provienen de donaciones de agricultores y de D.Vicente Castells, y han sido los siguientes:

- Para el **tomate**: “Mutxamel”, “Valenciana d'Alboraia”, “Valenciana del Brosquil”, “Morada”, “De l'obrer”, “Penjar d'Anna”, “Del pebre”, y “Ou de bou”.
- Para el **melón**: “Blanc llistat”, “Pinyonet de Peris” y “Figures”.
- Para la **calabaza**: “Violinera quadrada”, “Violinera de Cullera”, “Violinera de pera”, “Violinera gitana”, “Francesa”, “De torrar 1” y “De torrar 2”.

Se confeccionó un vivero en la EEA de Carcaixent el mes de abril de 1997, repartiéndose posteriormente las especies y cultivares entre los colaboradores, entre mayo y junio se llevaron a campo, considerando el tipo de especies para evitar cualquier tipo de polinización cruzada que pudiera comprometer las características de cada cultivar. El sistema de conducción agronómica de los cultivos fue a uso y costumbre de buen agricultor ecológico.

Los colaboradores disponían de una ficha por variedad donde anotaban los siguientes puntos: Fecha de trasplante, inicio y final de recolección, peso recogido en cada cosecha, tratamientos realizados y su causa probable, así como las anomalías observadas en las plantas o la evolución del cultivo.

Ante el gran número de datos a recoger por los técnicos para realizar la tipificación, dado la variedad de especies y cultivares, y las distancias entre las parcelas de los colaboradores, se decidió resumir el número de apartados a considerar en los descriptores de variedades de que disponíamos, que son el descriptor de Servicio de Semillas y Plantas de Vivero de la Consellería de Agricultura, y los descriptores de Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de València. Al mismo tiempo se ha dado preferencia a los caracteres del fruto o aquella parte de la planta que determinan el valor comercial, y que suponen el aspecto más valorado por los agricultores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La conducción agronómica de los cultivos ha sido normal, no se han eliminado plantas por estar fuera del tipo o por problemas sanitarios importantes, solo se han presentado pequeñas incidencias como el efecto de un tratamiento preventivo con azufre que ha resultado fitotóxico para los cultivares de tomate, afectando a la producción total en la parcela de Manises, o el hecho de no haber podido recoger las producciones del cultivar "Ou de bou".

Una vez rellenos los cuadros de tipificación varietal y el de producciones, se ha comparado para cada variedad los resultados obtenidos en los distintos campos de cultivo. Para deducir las características medias que describen el cultivar, se han agrupado todos los frutos calculando las medias independientemente de las parcelas de origen.

Cultivares de tomate

Las características de los frutos cultivares de tomate se muestran agrupadas en la Tabla 1, mientras que en la Tabla 2 podemos observar el criterio utilizado para clasificar las variedades.

TIPO REDONDO.					
TAMANO	ACOSTILLADO	FORMA LONG.	FORMA TRANS.	COLOR MAD	VARIEDAD
56-100 g.	ligero	cuadrada- aperada	redonda	rojo intenso	Ou de bou.
>170 g.	ligero	acorazonada	irregular	rosa intenso	Valenciana Alboraia
		aplastada	irregular	morada	Morada
	medio	aplastada	redonda	c. amarillo, rojo	Mutxamel
			irregular	rosa intenso	Valenciana Brosquil
			rojo intenso	rojo intenso	Obrer
TIPO DE PIMIENTO: forma alargada, termina en una punta algo doblada					Pebre
TIPO DE COLGAR: frutos pequeños, lisos de forma redondeada y algo aplastada.					Penjar d'Anna

Tabla 2. Clasificación de las variedades estudiadas del tomate.

Cultivares de melón

Las Tablas 3 y 4 muestran agrupadas las características varietales y un criterio de clasificación.

MELÓN	Blanc llistat	Pinyonet	Figures
Diámetro máximo (cm)	14,7	12,7	15,1
Longitud máxima	25,6	18,3	23,2
Nº de lóculos	3	3	3
Forma longitudinal	alargada-elíptica	ovalada-elíptica	elíptica
Color exterior	banco-amarillo con pequeñas rayas verdes	verde-amarillo	verde-amarillo
Color interior	blanco	blanco	blanco
Grados Brix	8,8	14,2	8,6
Manchas piel	presentes	presentes	presentes
Tipo de manchas	bandas meridianas	punteados	punteados
Acostillado	presente	presente	presente
Escriturado	ausente	abundante	abundante
Forma de la semilla	normal	piñón	normal
Peso medio fruto (kg.)	2,1	1,34	2,04
Producción total (m ²)	2	2,9	2,7
Producción comercial	2	2,5	2,7
Destrio	0	0,4	0

Tabla 3. Características de frutos de cultivares de melón.

TOMATE	Mutxamel	Penjar d'Anna	Valenciana d'Alboraia	Valenciana del Brosquil	Morada	De l'Obrer	Del Pebre	Ou de bou
Díametro máximo (cm)	8,4	5,1	9,7	10	10,8	10,4	5,7	5,6
Altura máxima (cm)	5,8	4,2	6,6	7	7,6	7	10,2	6,2
Forma longitudinal	aplastada	aplastada redondeada	acorazonada	aplastada	aplastada	aplastada	alargada y con punta	cuadrada aperada
Forma transversal	redonda	redonda	irregular	irregular	irregular	irregular	irregular	redonda
Peso (g)	240	88	306	334	412	302	135	90
Grosor pared	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6
Número de lóculos	8	3	8 o más	12 o más	9 o más	7 o más	3	3
Hueco interior	no	no	no	no	no	no	sí	no
Acostillado	ligero	ligero	ligero	medio	medio	medio	ligero	ligero
Color hombros	medianamente e marcado	ligeramente marcado	ligero	ligeramente marcado	medianamente e marcado	ligeramente marcado	ligero	color fruto uniforme
Cicatriz peduncular	pequeña	pequeña	pequeña	mediana	mediana a grande	mediana	pequeña	pequeña
Cicatriz estilar	pequeña	pequeña	pequeña	mediana	mediana a grande	mediana	pequeña	pequeña
Color recolección	cuello verde resto naranja	cuello verde rojo medio	cuello verde resto naranja	cuello verde rosa claro	cuello verde rosa claro	cuello verde, verde, naranja	cuello verde, rojo	naranja
Color madurez	cuello amarillo, resto rojo intenso	rojo medio a intenso	rojo intenso	rosa intenso	cuello verde intenso, rosa oscuro a morado	rojo intenso	rojo intenso	rojo intenso
Producción total (kg/m ²)	10,7	5	6,9	5,75	5,35	7,7	4,7	sin datos
Producción comercial	8,2	4,3	6,6	4,75	3,25	7	3,6	
Producción destrio	2,5	0,7	0,3	1	2,1	0,7	1,1	

Tabla 1. Características de frutos de cultivares de tomate.

TIPO DE FRUTO	CARACTERÍSTICAS	VARIEDAD
Blanco	Piel blanca.	Blanc llistat
Piel de sapo	Piel verde con manchas naranjas y/o verde oscuras.	Pinyonet de Peris
Rochet	Piel verde sin manchas, con punteaduras amarillo-naranjadas.	Figures

Tabla 4. Clasificación de las variedades estudiadas de melón.

Cultivares de calabaza

En las Tablas 5 y 6 se muestran las características agrupadas y una clasificación varietal de las calabazas estudiadas.

CALABAZA	De torrar 1	De torrar 2	Violinera cuadrada	Violinera de pera	Violinera gitana	Violinera de Cullera	Francesa
Diámetro (cm)	26	28	11,2	10,1	13,7	13	37
Altura	17	19	14,6	16,5	24	16,4	18
Nº de lóculos	10	10	3-4	3	3	3	8 ó más
Forma	aplastada	aplastada	oblonga-cilíndrica	aperada	aperada	oblonga-cilíndrica	aplastada
Color interior	naranja	naranja	naranja	naranja	naranja	naranja	naranja
Color exterior	gris	gris	crema	crema	crema-marrón	crema-marrón	marrón
Color secundario	no existe, o es crema	no existe, o es crema	crema	crema-rosa	crema-rosa	crema-rosa	ausente
Dibujo secundario	manchado	manchado, punteado	punteado-bandas	punteado-manchado	banda-punteado	punteado	ausente
Acostillado	intermedio	intermedio	superficial	ausente	superficial	superficial	profundo
Forma costilla	redondeada	redonda	redondeada		redondeada	redondeada	redondeada
Textura piel	finamente arrugada	granulosa, ondulada	suave	suave	suave	suave	ligeramente ondulada
Dureza piel	intermedia	intermedia	intermedia	suave	suave	intermedia	suave
Espesor piel (cm)	0,7	0,5	0,2	0,15	0,2	0,2	0,2
Espesor carne	3,5	3,5	3, junto a las semillas.	2,4, junto a las semillas	3, junto a las semillas	3, junto a las semillas	10
Grados Brix	7,1	10,9	9	7,5	11,6	11,3	-
Variabilidad en el tamaño	intermedia	intermedia	intermedia	baja o intermedia	baja	baja	baja
Sección pedúnculo	redonda	redonda	ligeramente angulosa	ligeramente angulosa	ligeramente angulosa	ligeramente angulosa	ligeramente angulosa
Inserción del pedúnculo	no acampanada, ensanchada y fuertemente acorchada	no acampanada, ensanchada y fuertemente acorchada	firme y acampanada	firme y acampanada	firme, no acampanada	firme y acampanada	firme, no acampanada
Peso medio (kg.)	6,41	5,36	0,86	0,66	2,66	1,4	12,6
Producción (m²)	3,1	4,46	2,1	1,14	2,26	0,82	3,1

Tabla 5. Características de frutos de cultivares de calabaza.

SECCIÓN PEDÚNCULO	INSERCIÓN PEDÚNCULO	FORMA	DIBUJO SECUNDARIO	VARIEDAD
redonda	no acampanada	aplastada	manchado	Torrar
ligeramente angulosa	firme y acampanada	pesa	manchas punteadas	V. de pera
		oblongo cilíndrica	punteado	V. cuadrada de Cullera
			bandas punteadas	V. cuadrada
	firme, no acampanada	pesa	banda punteada	V. pera gitana
		aplastada	ausente	Francesa

Tabla 6. Clasificación de las variedades estudiadas de calabaza.

CONCLUSIONES

Cultivares de tomate

De entre los cultivares tipificados destacan por su producción las plantas de “Mutxamel” y “de l'obrer”, con una producción media superior a los 10 kg/m². Ambas variedades poseen un buen calibre comercial, aunque los frutos de “Mutxamel” son algo más pequeños. Ambos son muy rústicos facilitando la conducción del cultivo sin problemas.

Son de producción intermedia los cultivares “Penjar d'Anna”, “Valenciana del Brosquil”, “Valenciana d'Alboraia” y “Morada”. El cultivar “Penjar d'Anna” es un tomate de colgar y conservar en fresco lo cual le da un uso gastronómico muy específico y le permite salidas comerciales a mercados de calidad.

Los dos tomates valencianos y el tomate morado producen frutos de gran tamaño en los primeros racimos, después el tamaño se modera, aunque las medias aún son de tomate grande. Una de las características principales del tipo de tomate valenciano es su intenso aroma y sabor, lo cual le hace muy apreciado en mercados locales y con precios remuneradores, aunque su cultivo es complejo y exige una conducción adecuada para obtener producciones medias suficientes. Los dos cultivares tipificados se diferencian en la forma, así mientras uno es aplastado y de color rosado (claro en recolección e intenso en madurez), el otro es acorazonado, “masclat” con el típico “pitonet”, rojo con hombros verdes en recolección.

El cultivar “del pebre” hace referencia a su tipo alargado como los pimientos, se ha mostrado poco productiva en las parcelas ecológicas. Es el cultivar tradicionalmente utilizado para elaborar conservas caseras por ser dulce y harinoso, aunque pierde interés para consumo en fresco porque mantiene los hombros verdes aún en la madurez.

El cultivar “Ou de bou” es de tamaño entre mediano y pequeño, con un peso inferior a los 100 g, de forma redonda y algo cuadrada se asemeja a los tipos comerciales que imperan en los mercados actuales; no hemos podido evaluar su productividad, pero se ha mostrado como un cultivar rústico, de más interés para el seco que para el regadío.

Cultivares de melón

En los últimos años el cultivo del melón convencional ha sufrido un retroceso en superficies y producción en las comarcas valencianas, debido sobretodo a problemas patológicos, a los que no han sido ajenos los cultivares tradicionales en cultivo ecológico, que han presentado en el verano de 1997 producciones unitarias bajas; de los cultivares tipificados el más productivo ha sido “Figures”, con 2,9 kg/m², seguido de “Pinyonet de Peris” con 2,7 kg/m² y por último el “Blanc llistat” con 2 kg/m².

El cultivar “Figures” es un tipo “rochet”, con las semillas en forma de piñón y un peso medio adecuado para el comercio. El “Blanc llistat” es del tipo blanco, de carne blanca y jugosa, con un atractivo color de piel con manchas verdes. El “Pinyonet de Peris”, del tipo piel de sapo, se ha mostrado como el más dulce y con las mejores características organolépticas (con un elevado grado Brix).

Cultivares de calabazas

Al finalizar el proceso de tipificación y contrastar los datos hemos observado que los cultivares con los nombres “De torrar 1” y “De torrar 2”, presentan las mismas características, tanto de morfología de la planta como de tipo de fruto, por lo que nos inclinamos

a considerarlos como el mismo cultivar, para confirmar este punto, se repetirá su cultivo como cultivares diferentes el próximo verano.

Este es uno de los objetivos del proceso de tipificación, ya que es frecuente recoger entradas de semillas de distintos agricultores, con nombres diferentes, y corresponder al mismo cultivar. El resto de calabazas muestran suficientes diferencias como para asegurar que se trata de cultivares distintos.

Las conclusiones respecto de sus cualidades comerciales vienen marcadas por las apetencias del mercado, que prefiere calabazas de pequeño tamaño, por ser más cómodo su traslado y consumo, así como el tipo de uso, que en el litoral mediterráneo es preferentemente para asar y comer como dulce. Bajo esta perspectiva la calabaza “Francesa” con un peso medio de 12 kg y aptitud para hervido, no tiene buenas perspectivas en nuestros mercados; sí reúnen mejores condiciones el grupo de las violineras, también llamadas de “cacahuete” o de “matrimonio”, con un peso alrededor de los 2 kg (excepto la “Violinera gitana” que es más pesada), gran uniformidad, piel fina y poco hueco central (macizas), siendo además muy dulces después de asadas; por último la calabaza “De torrar” es la clásica fruta para asar y comer como dulce, pero presenta un tamaño grande, piel más gruesa y un gran hueco central.

AGRADECIMIENTOS

A todos los agricultores que con sus aportaciones a la conservación de material genético, generación tras generación, han acumulado esta herencia que nos ha legado en forma de biodiversidad; en especial, a aquellos que nos han cedido sus semillas y los que las han cultivado y nos han ayudado a conseguir los resultados expuestos, soportado pacientemente todas nuestras exigencias. En esta ocasión: Josep Tudela, Juan y Maite Cháfer, J. Luís Blasco, Francesc García, Rafael Albero, La Vall de la Casella CB, Josep Martí, José A. Cervero. E. Rubio y Alvaro Verger. También a D. Vicente Castells del IVIA, por su cesión de semillas. Y a la cátedra de genética de la Universidad Politécnica de Valencia, por su orientación.

REFERENCIAS

- Dane, F., Denna, D.W. y Tsuchiya, T. 1980. Evolutionary studies of wild species in the genus *Cucumis*. *Z. Pflanzenzüchtg*, **85**: 89-109.
- De cantolle, A. 1883. *Origine des plantes cultivées*. 10ª ed.; Baillièrre París.
- Esquinas-Alcázar, J.T. *Sistema global de la FAO sobre recursos fitogenéticos*.
- FAO. 1989. *Informe de la 3ª reunión de la Comisión de Recursos Fitogenéticos*. Roma, abril 1989.
- García, F. 1997. Semillas autóctonas. *Integral*, **5/97**, 48-52.

Recuperación de variedades locales de hortalizas para su cultivo ecológico

J. J. Soriano Niebla*, **G. I. Guzmán Casado****, **S. F. García Jiménez****, **M. Figueroa Zapata***** y **A. Lora González******.

*CIFA "Las Torres y Tomejil". Apartado Oficial. Alcalá del Río. 41200 Sevilla.

**ISEC. ETSIAM. Apartado 3048. 14080 Córdoba.

***SCA "La Verde" Vista Hermosa, 37. Villamartín. 11650 Cádiz.

****Jardín Botánico de Córdoba. Avda. Linneo s/n. 14004 Córdoba.

ABSTRACT

Since 1990, organic farming has seriously grown in Andalucía. Organic horticulture is economic and socially important because labour requirements and premium prices are higher. The lack of organic vegetable seeds is one of the main problems in horticultural farming, the seed normative has been delayed and farmers are sowing conventional varieties. This variety has been developed to be grown in soils and weather conditions far from the mediterranean. In La Verde (Villamartin) we have characterized and evaluated the potential of the cultivation and commercialization of several landraces of vegetables from the Cadiz province (aubergine, tomato, pepper, watermelon, melon and pumpkin). The seeds were supplied by the Germoplasm Bank of Valencia University. The work of characterizing the varieties was done using morphological and agronomic descriptors from different sources (IBGPR, INIA, quality standards...). While characterizing varieties we also conducted research into the potential of their cultivation, using management criteria of the local farmers. This has been done respecting traditional knowledge on the cultivation and uses in the region. Finally we have evaluated the level of acceptance of these varieties by the consumers of these kind of products. This knowledge is specially important for the introduction of new vegetable varieties in the organic farming system and market.

RESUMEN

El sector de la agricultura ecológica en Andalucía ha experimentado un importante proceso de expansión en los últimos años. La horticultura ecológica, a pesar de ocupar un lugar menor en cuanto a la superficie total, posee una importancia específica social y económica, debido al alto valor unitario de los productos, así como a su capacidad de creación de puestos de trabajo. Uno de los mayores problemas agronómicos

que enfrenta la horticultura es la carencia de semillas de origen ecológico, lo que obliga al sector a aplicar continuas moratorias en la aplicación de la normativa y a recurrir a semillas de variedades convencionales que han sido desarrolladas para su cultivo en condiciones y lugares muy alejados a las prácticas hortícolas ecológicas aplicables en el ámbito mediterráneo. En la SCA La Verde de Villamartín, y a partir de diferentes especies de hortalizas (berenjena, tomate, pimiento, sandía, melón y calabaza) procedentes del Banco de Germoplasma de la Universidad Politécnica de Valencia y con origen en la provincia de Cádiz hemos realizado un trabajo con el objetivo de efectuar la determinación varietal en base a descriptores agronómicos de diferente origen (IBGPR, INIA, etc.), la valoración en base a los criterios desarrollados por agricultores locales, la información de cultivos y usos persistentes en la zona y la aceptación por parte de los consumidores habituales de hortalizas ecológicas. Como resultado de este trabajo hemos obtenido un importante recopilación del conocimiento de cultivo de variedades locales de hortalizas en la sierra de Cádiz, la caracterización de variedades desaparecidas en la zona en base a descriptores agronómicos y a la valoración efectuada por los horticultores y los criterios de elección manejados por los consumidores habituales de este tipo de productos. Este conocimiento es especialmente interesante para evaluar la potencialidad de introducción de nuevas variedades de hortalizas para su producción y comercialización en el sector ecológico.

EL PROCESO DE EROSIÓN GENÉTICA

Una de las manifestaciones de la actual crisis ecológica, en la que se desenvuelven las sociedades industrializadas, es la preocupación por la utilización de los recursos agotables. Aunque originalmente el debate se centró en los recursos energéticos, en los últimos años podemos observar un creciente interés por la preservación de la biodiversidad, especialmente la agrícola, este interés deriva de la constatación del proceso de erosión genética al que están siendo sometidos los agrosistemas tradicionales por la sustitución de las variedades locales por otras “mejoradas”, especialmente a partir de la implantación de la “Revolución Verde”.

Según estimaciones de la FAO, cada año se pierde una media de 50.000 variedades de interés para el sector agrario (Hobbelink, 1992). Aunque en España no existen estudios rigurosos al respecto, sí sabemos que el problema es también importante a partir de algunas estimaciones que se han hecho a sobre la evolución del número de variedades de cereales cultivadas (García López, 1997).

En el sector hortícola la realidad no es esencialmente diferente: basta comparar los datos de los bancos de germoplasma, en los que se recogen más de 4.000 registros de hortalizas diferentes, con los datos del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, en los que las variedades aceptadas para su comercialización en los últimos años se reducen a unos cientos, o, con más realismo aún, los catálogos de las casas comercializadoras de semillas, que considerando la totalidad de las empresas existentes en su conjunto no superan unas cuantas decenas de variedades en oferta.

Pero el problema no se reduce a la pérdida de variedades, también es un problema que está afectando a la estructura genética de los cultivos, ya que mientras el agricultor tradicional maneja “poblaciones” de individuos, la inmensa mayoría de la semilla comercializada en la actualidad son híbridos procedentes de parentales que han sufrido procesos de endogamia recurrente hasta reducirlos prácticamente a la total homogeneidad genética. Por lo tanto, no es fácil evaluar la bondad de un determinado cultivar tradicional según los rasgos fenotípicos expresados en una determinada situación, ya que podemos estar ignorando todo un abanico de posibilidades contenidas en su genotipo que le confieren rasgos cambiantes en respuesta a diferentes situaciones del medio.

Estos factores de variabilidad interna del cultivar son considerados beneficiosos desde la lógica del agricultor tradicional, dado que confiere estabilidad a las producciones. Por el contrario, para la agricultura modernizada, la heterogeneidad fenotípica es una causa para que un determinado cultivar se considere no apto para su comercialización. La actual legislación es, por esto, un factor decisivo a favor del proceso de erosión genética, ya que condiciona la comercialización de las variedades a su “uniformidad” intra e intergeneracional. Los individuos deben de ser completamente idénticos en un ciclo de cultivo y mantenerse como tales a lo largo de las generaciones e independientemente de los factores del medio.

UN PROYECTO DE CONSERVACIÓN DE RECURSOS

Siguiendo esta línea de trabajo, y con el objetivo general de hacer frente a la pérdida de recursos fitogenéticos autóctonos, recuperando y usando material local que se ha cultivado tradicionalmente, como base para el mantenimiento de la Biodiversidad “in situ”, conservando así un potencial genético existente apto para ser utilizado en agricultura ecológica. Se planteó la posibilidad de realizar unos ensayos con material recolectado en la provincia de Cádiz y cedido por el Banco de Germoplasma de la Universidad Politécnica de Valencia.

La realización de los ensayos se ha realizado en la SCA “La Verde” de Villamartín (Cádiz), desde donde surgió la necesidad de contar con material vegetal apto para el cultivo ecológico. A partir de la reflexión de la cooperativa sobre su dependencia del mercado convencional de semillas, que sólo ofrece un material caro y adaptado a condiciones de cultivo lejanas a las que ellos practican, se vio la necesidad de realizar un proyecto a largo plazo para la recuperación de variedades tradicionales. La idea, contó desde el principio con el apoyo del Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (ISEC) de la Universidad de Córdoba, y posteriormente con algunos investigadores del CIFA “Las Torres-Tomejil” de la DGIA de la Junta de Andalucía. Ya desde el primer momento, se comprendió que un proyecto de estas características, para que tuviese éxito debería coordinar a agricultores, consumidores e investigadores agrarios.

La reflexión toma como base cuatro líneas de actuación convergentes:

- Diversificar las fuentes de financiación de la Cooperativa, creando un mercado alternativo de semilla ecológica.
- Aprovechar el bagaje de conocimiento y material recuperado durante los años de funcionamiento de la cooperativa, potenciando su uso, como garantía de preservación.
- Aumentar la biodiversidad en la propia finca, incluyendo plantas silvestres de la zona como forrajeras y abono verde.
- Ofrecer la posibilidad al sector de la Agricultura Ecológica de utilizar semillas de variedades tradicionales con la garantía que le ofrece su larga pervivencia en la zona y poder recuperar características organolépticas y culturales asociadas a estas variedades, en algunos casos casi olvidadas.

La ubicación de la finca, a orillas del río Guadalete en su curso alto, entre la campiña y la Sierra de Grazalema, la hace idónea para el desarrollo de un proyecto de estas características. La riqueza de la zona, ha sido aprovechada con éxito por los agricultores de la comarca a lo largo de la historia, generando una amplia diversidad de cultivares y usos que han sido mantenidos hasta fechas recientes, pero que actualmente algunos se encuentran en inminente peligro de desaparición. Gracias al interés mostrado por los miembros de la cooperativa, se ha logrado recuperar gran número de hortalizas tradicionales de la comarca y el conocimiento asociado a ellas (Soriano *et al.*, 1998).

Los objetivos concretos de este estudio son:

- Descripción de las variedades en base a una serie de descriptores botánicos y agronómicos previamente elaborados, ofreciendo material fotográfico de apoyo a estas descripciones.
- Valoración agronómica de las variedades con ayuda de agricultores expertos de la zona.
- Con toda la información obtenida, y con la realización de catas entre los consumidores, poner de relieve aquellas ventajas o inconvenientes que estas variedades pueden tener desde un punto de vista comercial.
- Recopilar información acerca de los usos y técnicas de cultivo de éstas y otras variedades de las mismas especies, que tradicionalmente se han cultivado en la zona.
- En el caso de los pimientos y las berenjenas, debido al reducido número de plantas obtenidas, sólo se procederá a la renovación de las semillas.

Finalmente, serán los miembros de la SCA “La Verde”, los que decidirán qué variedades pueden ser ya utilizadas directamente para su producción, y sobre qué variedades y características se va a seguir trabajando para su selección.

El marco teórico del proyecto de investigación es la Agroecología, y la metodología que lo contextualiza la Investigación Acción Participativa.

Sabemos que los ensayos realizados deben considerarse en un contexto muy concreto, tanto en el tiempo como en el espacio, ya que factores como la localización espacial de las plantaciones, las condiciones climáticas del año e incluso la presencia de varios tipos en una misma variedad, pueden alterar algunas conclusiones. Sin embargo, consideramos que lo importante de estos tipos de trabajos es poder ir concretando acciones para poner en funcionamiento una metodología práctica en la evaluación de material vegetal.

EL TRABAJO CON LAS VARIEDADES LOCALES

Este proyecto se ha centrado en un total de 21 variedades de hortalizas locales; seis de tomate, dos de berenjena, tres de pimientos, dos de sandía y ocho de melón (ver Tabla).

Descripción de las variedades

Para que cualquier recurso fitogenético pueda ser evaluado, es necesario disponer de información descriptiva que nos permita conocer sus características. Para eso, se han definido unos indicadores o descriptores, considerando como tales, cualquier característica que se considere importante y útil en la descripción de una variedad. A partir de listas de descriptores ya elaboradas para estas especies (fundamentalmente listas de bancos de germoplasma, centros de mejora y normas de calidad para estos productos), se han confeccionado unas fichas de campo que recogen aquellas características de fácil observación lo más ilustrativas posible de las diferencias entre las diversas variedades. Estas fichas son las que se han utilizado para la caracterización de las variedades, aunque estas descripciones se han complementado o contrastado con las opiniones de los agricultores y los consumidores (ver puntos Trabajo con agricultores y Trabajo con consumidores).

El trabajo que se desarrolla en este apartado es básicamente descriptivo, ha constado de las siguientes etapas:

- Definición de los descriptores empleados.
- Diseño del plan de muestreo, observación y cuantificación de los descriptores.
- Resultados y discusión.

Según su naturaleza, los descriptores que se han considerado se clasifican en:

- Cualitativos objetivos; referidos a características claramente contrastables, como tipo de crecimiento, forma de las hojas, de los frutos, ausencia o presencia de determinados caracteres, etc.
- Cualitativos subjetivos; ligados a una escala de percepciones, como olores, colores, etc.
- Cuantitativos; cuando las características son fácilmente medibles: pesos, tamaños, número de lóculos, etc.

Las características cualitativas se han descrito mediante apreciación global de todas las plantas, empleando escalas o dibujos de referencia. Para las descripciones de colores se ha usado como referencia un atlas de color y las cartas de colores PANTONE® Coated Color Chart.

Para cada característica cuantitativa se ha diseñado un muestreo específico.

VARIETADES DE TOMATE			
NOMBRE LOCAL	LOCALIDAD	CÓDIGO	Nº REGISTRO
Tomate Caquí	Benaocaz	AN-L-33	Nº 7154
Tomate Corazón de Toro	Benaocaz	AN-L-34	Nº 7155
Tomate Corriente	Benaocaz	AN-L-35	Nº 7156
Tomate	Grazalema	AN-L-36	Nº 7157
Tomate Morado	Vejer de la Frontera	AN-L-42	Nº 13820
Tomate Roteño	Pöta	AN-L-43	Nº 13821
VARIETADES DE BERENJENA			
NOMBRE LOCAL	LOCALIDAD	CÓDIGO	Nº REGISTRO
Berenjena	Benaocaz	AN-S-13	Nº 10078
Berenjena	Benaocaz	AN-S-14	Nº 10085
VARIETADES DE PIMIENTO			
NOMBRE LOCAL	LOCALIDAD	CÓDIGO	Nº REGISTRO
Pimiento Malagueño	Grazalema	AN-CA-60	Nº 9546
Pimiento Morrón	Grazalema	AN-CA-61	Nº 9547
Pimiento Cuatro Cascos	Grazalema	AN-CA-64	Nº 9641
VARIETADES DE SANDÍA			
NOMBRE LOCAL	LOCALIDAD	CÓDIGO	Nº REGISTRO
Sandía	Übrique	AN-CI-6	Nº 12735
Sandía blanca	Benaocaz	AN-CI-7	Nº 12901
VARIETADES DE MELÓN			
NOMBRE LOCAL	LOCALIDAD	CÓDIGO	Nº REGISTRO
Melón	Benaocaz	AN-C-60	Nº 4844
Melón Escrito	Benaocaz	AN-C-63	Nº 7893
Melón	Benaocaz	AN-C-64	Nº 7885
Melón	Grazalema	AN-C-66	Nº 4519
Melón Verde Oloroso	Arcos de la Frontera	AN-C-131	Nº 7228
Melón Amarillo	Arcos de la Frontera	AN-C-132	Nº 7495
Melón Escrito Oloroso	Arcos de la Frontera	AN-C-133	Nº 14012
Melón Amarillo	Arcos de la Frontera	AN-C-134	Nº 4577

TRABAJO CON AGRICULTORES

El hecho de trabajar con agricultores se justifica por varios motivos:

- En primer lugar, por la filosofía que inspira el proyecto, creemos que es necesario experimentar e ir hacia formas de desarrollo más participativas, partiendo de los recursos que existen localmente y siempre trabajando con los agricultores, que en definitiva son los verdaderos protagonistas en estos trabajos. En proyectos como éste, en los que se recupera material genético, existe un reconocimiento expreso al papel activo de los agricultores en el mantenimiento de la biodiversidad y aprovechamos la oportunidad para reivindicar un cambio en la visión del papel de los campesinos en la conservación de los recursos agrogenéticos.
- Por otra parte, los agricultores, en cada región e incluso en cada comarca, han creado y desarrollado sus propia terminología para denominar y clasificar los procesos de la naturaleza, las plantas, tipos de suelo, labores, etc. Frecuentemente esta terminología no ha sido considerada en el ámbito científico. En este trabajo, hecho con y para los agricultores, se ha decidido respetar esta terminología, completándola con la que se usa de forma generalizada o convencional.
- La agricultura tradicional se realiza en base a un conocimiento acumulado por muchas generaciones, este conocimiento se ha generado empíricamente, por experimentación campesina. Compartimos con Víctor M. Toledo (1993) la tesis de que existe una racionalidad ecológica en la producción tradicional, en contraste con los sistemas modernos de producción rural. Los predios tradicionales tienden a implementarse y gestionarse como sistemas ecológicamente coherentes para la apropiación de los recursos naturales. Evidentemente, esta forma de gestión de los recursos requiere la posesión de un complejo cuerpo de conocimientos por parte de los campesinos que la practican. En un contexto de agricultura de subsistencia este conocimiento adquiere un carácter especialmente trascendente.

En términos generales, no es difícil considerar que los sistemas tradicionales responden a las características que asume la agricultura ecológica, y de lo que se trata es de detectar y rescatar la racionalidad ecológica que poseen, adaptándola a las necesidades de hoy y complementándola con la tecnología y el conocimiento que actualmente se tiene en este campo.

Ante estas circunstancias, nos planteamos desde el inicio del proyecto que se debe trabajar conjuntamente con agricultores expertos de la zona.

Actualmente, debido a la industrialización de la agricultura, y a la práctica generalizada de la extensión del monocultivo en la zona, se ha producido una gran pérdida de este conocimiento tradicional. En general, los agricultores expertos son personas de avanzada edad y que poseen pequeños huertos, normalmente para consumo propio y frecuentemente en zonas marginales. Debido al trabajo realizado por los miembros de la cooperativa "la Verde" durante estos últimos diez años de búsqueda y recuperación de semillas de la comarca, se tenían establecidos bastantes contactos, por lo que ha resultado fácil la localización de hortelanos dispuestos a colaborar en el proyecto, aunque a raíz de esta investigación también se ha logrado establecer vínculos con hortelanos que antes no habían colaborado directamente con la cooperativa.

Los objetivos que nos marcamos en el trabajo con los agricultores son:

- Establecer un contacto directo con agricultores para recopilar una información básica, que a través de estudios posteriores nos permita profundizar en determinados aspectos, tanto en la incorporación de material vegetal autóctono, así como en el estudio de sistemas de manejo o técnicas que pudieran ser aplicables a sistemas productivos en agricultura ecológica.

- Conocer qué variedades usan los agricultores, qué variedades se usaban antes (aunque actualmente no se encuentran en la zona), qué características se usan para establecer las diferencias entre las distintas variedades, conocer los usos y manejos concretos que se les da o se les daba a estas variedades.
- Saber qué aspectos referentes a la producción o renovación de la semilla de estas variedades son los que presentan más problemas.
- La valoración por parte de los agricultores mismos de las variedades ensayadas.
- Y en los casos en los que sea posible, recopilar material autóctono.

La metodología usada para llegar a estos objetivos, ha sido el empleo de entrevistas personales abiertas o semidirigidas, que no implican una respuesta única o concreta, sino que permiten una gran libertad al entrevistado. Para ello se preparó un cuestionario que era usado como guión.

- 1) Primero se explicaba el proyecto que estamos realizando y se formulaban preguntas generales como ¿Usted cultiva las variedades de toda la vida o variedades nuevas? ¿Cree que se han perdido variedades de las de antes? ¿Qué diferencias nota entre las variedades de antes y las de ahora?
- 2) Posteriormente, se preguntaba sobre especies hortícolas en concreto (fundamentalmente en tomate, sandía y melón). Se ha preguntado para cada especie ¿Qué variedades cultiva de esta especie? ¿Qué variedades conoce? Diferenciando las que son de toda la vida y las que han sido de introducción más reciente, especificando de dónde se han traído ¿Qué características diferencian a las variedades? Se intenta describirlas morfológicamente, tanto el fruto como la planta (hojas, tallos...), especificando si se le da un manejo diferente en cuanto a fechas de siembra, de recogida, riegos, si son más o menos sensibles a enfermedades... ¿Qué usos concretos se les da a estas variedades? ¿Cómo extrae y conserva la semilla de esta especie?

Una vez entrevistados a todos los agricultores, se les reunió para que viesen las variedades que habíamos sembrado y para que las valoraran. Con esta entrevista de grupo, lo que se pretendía era comprobar si efectivamente las variedades correspondían o no con las que ellos habían descrito y conocían, que las describiesen y que eligiesen las que más les gustaban explicando por qué.

Se ha trabajado con ocho agricultores, y algunas de las conclusiones a las que se ha llegado en este trabajo son:

- a) Los agricultores entrevistados aún cultivan variedades tradicionales seleccionados por ellos, excepto los hermanos Toro Gómez, aunque éstos mostraron gran interés en que se le suministrara semillas de algunas variedades.
- b) El tomate es la especie de la que más información se ha recogido, porque todos los agricultores siembran diferentes variedades todos los años. Por el contrario ha sido en la sandía la especie que menos información se ha obtenido, ya que hay agricultores que normalmente no la cultivan.
- c) Normalmente los nombres de las variedades tradicionales son bastante explicativos, haciendo referencia a alguna de las características de la planta, del fruto, del uso... Como ejemplo al color del fruto (tomate rosita, melón negro, sandía blanca), a la forma (corazón de toro), a la arquitectura de la planta (tomate enano, planta de crecimiento determinado), a su uso (tomate de colgar, o melón de invierno), a alguna característica en concreto (sandías de pipa gorda).
- d) Hemos observado que la misma variedad puede tener diferentes nombres según de donde proceda. El tomate morado del ensayo, era reconocido por los agricultores como tomate rosita.
- e) Los agricultores han considerado que algunas de las variedades del ensayo no

presentaban la uniformidad conseguida y deseada por ellos, lo que nos indica que efectivamente es posible mediante la selección, conseguir una homogeneidad mayor en éstas.

- f) Los agricultores coinciden en que tienen dificultades para controlar la degeneración e hibridación de algunas especies, fundamentalmente en el pimiento, asumen que esto es algo normal en las variedades.

TRABAJO CON CONSUMIDORES

Para nosotros, la conservación no tendría sentido, si las variedades rescatadas no fuesen producidas, consumidas y utilizadas, por eso la incorporación de consumidores en este proyecto es de especial importancia. Con ellos se ha trabajado a dos niveles:

Se han realizado encuestas entre consumidores habituales de La Verde, en el puesto de abastos, en las asociaciones de consumidores y en la propia finca. Con éstas, se persiguen varios objetivos:

- Conocer las preferencias que tiene los consumidores, saber qué características hacen más o menos demandada una variedad.
- Ver qué grado de conocimiento tienen los consumidores respecto de las variedades, para comprobar si las variedades ensayadas suponen una nueva introducción, o por el contrario ya se conocían.
- Comprobar si los consumidores son conscientes y sensibles al hecho de la pérdida de variedades, viendo si estarían dispuestos a contribuir en la recuperación, y cómo.

Debido a las características de la información que buscamos, se han empleado fundamentalmente preguntas abiertas permitiendo al entrevistado contestar con sus propias palabras, evitando dar opciones que mediaticen las respuestas u oculten información.

Se han hecho **catas** con las muestras, para que los consumidores probasen, viesen y tocasen las variedades. Con éstas se ha pretendido:

- Probar si las variedades son reconocidas por los consumidores.
- Estudiando las cualidades que las hacen más y menos deseable una variedad.
- Ver qué variedades pueden tener más y menos aceptación.

Finalmente, y como se ha comentado antes, son los miembros de la cooperativa, los que en función de los resultados obtenidos, tienen la última palabra para decidir qué variedades pueden ser incorporadas directamente para la producción, sobre qué características y con qué variedades desean seguir trabajando a más largo plazo.

CONCLUSIONES

Existe un fuerte proceso de erosión genética que amenaza con reducir drásticamente la biodiversidad y la cantidad de recursos disponibles para elegir variedades con características específicas. Esta erosión no sólo afecta al hacerbo genético de las plantas cultivadas sino que se hace extensiva al conocimiento asociado a estas, especialmente a sus requerimientos de cultivo y a sus usos específicos.

A pesar del fuerte proceso de erosión genética al que se ven sometidos los sistemas de cultivos, aún contamos en nuestro país con variedades de hortalizas tradicionales conservadas tanto “in situ” como en bancos de germoplasma. Estas variedades pueden

constituir la base del material vegetal con potencialidad para su introducción en el mercado de la agricultura ecológica.

Para determinar la aptitud de estas variedades es necesario no sólo comprobar su valor agronómico, sino valorar también su grado de aceptación por los consumidores dentro del tipo del mercado al que vaya dirigido, ya sea local o urbano.

REFERENCIAS

- Álvarez Rodríguez, A. y Ruíz de Galarreta Gómez, J. I. 1995. *Variedades locales de maíz de Gipuzkoa. Evaluación y clasificación*. Ed. Diputación Foral de Gipuzkoa.
- Casero, P. 1988. Hacia el nuevo movimiento jornalero. En Eduardo Sevilla y K. Heisel (eds.) *Anarquismo y movimiento jornalero en Andalucía*. Colección Díaz del Moral. Publicaciones del Excmo. Ayuntamiento de Córdoba pp. 139-142.
- CEE, Reglamento (CEE) N° 2092/91 del Consejo, de 24 de junio de 1991. Sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios.
- Cleveland, D. A., Soleri, D. y Steven, E. S. 1994. Do folk crop varieties have a role in sustainable agriculture? *BioScience*, **44**: 740-751.
- Cooper, D., Vellré, R. y Hobbelink, H. 1993. *Cultivando diversidad*. Comisión de Coordinación de Tecnología Andina. Lima, Perú.
- FAO. 1993. *La diversidad de la naturaleza: un patrimonio valioso*. Roma.
- George, R. 1989. *Producción de semillas de plantas hortícolas*. Mundi-Prensa. Madrid.
- Guzmán Casado, G. I., Soriano Niebla, J. J., Figueroa Zapata, M. y García Jiménez, F. S. 1997. Recuperación de variedades locales en Andalucía, como base de producción agroecológica. Artículo preparado para la *II Maestría de Agroecología y Desarrollo Rural*, celebrada en la Universidad Internacional de Andalucía, sede Iberoamericana de la Rábida. Junio-Julio de 1997.
- Hobbelink, H. (ed.). 1987. *Más allá de la Revolución Verde. Las nuevas tecnologías genéticas para la agricultura ¿desafío o desastre?* Lerna. Barcelona.
- Montecinos, C. 1995. Creando puentes entre los agricultores y no agricultores. *Biodiversidad*. N° **6**, pp. 8-9.
- Montecinos, C. y Altieri, M. 1992. Situación y tendencias en la conservación de recursos genéticos a nivel local en América Latina. *Agroecología y Desarrollo*. N° especial **2/3**, Julio 1992, pp.25-34.
- Nuez, F., Diez, M. J., Pico, B. y Fernández de Córdoba, P. 1996. *Catálogo de semillas de tomate*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid.
- Nuez, F. 1996. *Catálogo de semillas de melón*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid.
- Pimbert, M. 1995. La necesidad de otro paradigma de investigación. *Biodiversidad*. N°**6**.
- Toledo, V. M. 1993. La racionalidad ecológica de la producción campesina. En E. Sevilla Guzmán y M. González de Molina (eds.) *Ecología, Campesinado e Historia*. Madrid.
- Vida sana. 1996. *Boletín de semillas autóctonas y localmente adaptadas*. Asociación Vida Sana. Barcelona.
- Witcombe, J. R., Joshi A., Joshi, K. D. y Sthapits, B. R. 1996. Farmer participatory crop improvement. I. Varietal selection and breeding methods and their impact on biodiversity. *Experimental Agricultural*, **32**: 445-460.

Recuperación de variedades tradicionales locales de cultivos y del conocimiento a ellas asociado, para su conservación, uso y manejo, en las comarcas de Antequera (Málaga) y Estepa (Sevilla)

M. A. Díaz del Cañizo*, **G. I. Guzmán Casado***, **J. J. Soriano Niebla**** y **N. Álvarez Febles*****

**Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. ETSIAM. Universidad de Córdoba. Av. de Menéndez Pidal, s/n. 14080-Córdoba.*

***Centro de Investigación y Formación Agraria "Las Torres-Tomejil". Dirección General de Investigación Agraria. Alcalá del Río (Sevilla).*

****Genetic Resources Action International. Girona, 25, Principal. 08010-Barcelona.*

RESUMEN

La cuenca mediterránea es una importante zona de diversificación genética debido a las múltiples culturas que a lo largo de la historia han pasado por ella. El conocimiento agrícola tradicional en este área es de una gran riqueza y profundidad. Todo ello, no obstante, está hoy desapareciendo y con ello una fuente fundamental de material e información para el necesario rediseño de sistemas agrícolas sostenibles que desde la agroecología se está buscando. Estamos desarrollando un trabajo para la revalorización y la conservación *in situ* de las variedades tradicionales locales de cultivos de las comarcas de Estepa y Antequera, para contribuir al manejo y uso sustentable de la biodiversidad agrícola local andaluza y el desarrollo sostenible de la agricultura ecológica en Andalucía. Este objetivo global lo estamos llevando a cabo mediante el desarrollo de metodologías participativas de investigación y por medio de técnicas propias de las ciencias sociales y agronómicas. Hemos contactado con agricultores que aún producen con técnicas tradicionales, ellos son nuestra fuente de acceso a variedades tradicionales locales y al conocimiento a ellas asociado. Así, hemos elaborado un inventario de los cultivos locales tradicionales que aún sobreviven, recolectado su semilla y estudiado los aspectos relacionados con su uso y su manejo. A partir de este trabajo previo estamos llevando a cabo, en las fincas de dos cooperativas agrícolas con producción ecológica, sendos ensayos de evaluación agronómica y de rendimiento de las variedades recolectadas, de acuerdo con los criterios definidos por los productores en cuanto a su funcionalidad y adaptabilidad a las prácticas agrícolas establecidas. Como consecuencia de estos ensayos se hará una preselección de aquellas variedades aptas para la producción y comercialización

ecológicas. Serán productores y consumidores los que llevarán a cabo el proceso de selección. Estas variedades serán reintroducidas en los canales de producción y comercialización con lo que se completará su recuperación.

INTRODUCCIÓN

La cuenca mediterránea es, según Vavilov, una de las diez regiones principales de diversidad de plantas cultivadas del planeta. No son muchas las especies originadas en esta zona, pero sí es ésta una importante área «secundaria» de diversificación genética debido a las múltiples culturas que a lo largo de la historia han pasado por aquí dejando su herencia en la agricultura (Vellvé, 1992). El territorio peninsular, por su gran variedad física, económico-productiva y sociocultural, contiene la mayor biodiversidad de toda Europa. En el caso de las especies hortícolas, debido a la gran diversidad agroclimática del país, a las variadas influencias culturales y al cultivo en pequeños huertos familiares, se ha generado una enorme variabilidad genética (MAPA, 1995). Es decir, las variedades locales tradicionales no solo contienen la herencia de una diversidad genética importante, sino la herencia de la peculiaridad histórica y cultural de esta región contenida en su agricultura.

Sin embargo, esta importante diversidad biológica y cultural está seriamente amenazada. La práctica agrícola de las últimas décadas ha causado la pérdida de gran parte de esta diversidad, a causa de la introducción generalizada de variedades «mejoradas» y sistemas agrícolas foráneos y de la homogeneización de los agroecosistemas a través del monocultivo (FAO, 1996). Algunas estimaciones afirman que desde principios de siglo se ha perdido hasta un 75% de la diversidad genética entre los cultivos agrícolas (FAO, 1993). En Grecia, por ejemplo, han desaparecido un 80% de las variedades tradicionales de trigo desde 1930 (Álvarez Febles, 1996). La pérdida de las variedades supone inevitablemente la de todos los conocimientos y costumbres que las sustentaban.

En España la situación es similar: En cereales, leguminosas de grano y otros cultivos extensivos, prácticamente el 100% de las variedades cultivadas son mejoradas; las hortícolas con destino al comercio han sido sustituidas en gran parte por variedades mejoradas procedentes de empresas extranjeras multinacionales. Entre las variedades mejoradas de los cultivos importantes predominan las suministradas por empresas extranjeras, y frecuentemente no figuran cultivares autóctonos en su genealogía. Esto está obligando a la utilización para la agricultura de las variedades «menos inadaptadas» entre las disponibles, obtenidas para condiciones agroecológicas muy diferentes de las nuestras. Por todo ello, rescatar las variedades autóctonas que aún perviven, conservadas sobre todo en zonas marginales, requiere esfuerzos importantes y urgentes (MAPA, 1995).

Los etnoecosistemas europeos por tanto están casi extintos, si no desaparecidos. Esto unido a la gran riqueza y profundidad del conocimiento agrícola tradicional del área mediterránea, que es una de las regiones con una de las tradiciones agrícolas y ganaderas más antiguas del planeta, nos alerta sobre la gran urgencia de realizar trabajos para la recuperación y conservación conjunta de los elementos que los sustentan: el material vegetal de variedades locales y el conocimiento agrícola tradicional; ambos imprescindibles y mutuamente dependientes, ya que la pérdida de uno de ellos imposibilita la supervivencia del otro (Mesa Jiménez, 1996).

La diversidad biológica y genética ofrece a los agricultores protección contra la vulnerabilidad de los cultivos ante el estrés biótico (plagas y enfermedades) y abiótico (clima, problemas de suelo, etc.); y es imprescindible para la seguridad alimentaria, contribuyendo a una producción eficiente de alimentos, forraje y materiales genéticos de gran valor ambiental. En las variedades tradicionales se da un proceso de adaptación

agroecosistémica dentro de un funcionamiento en sistemas complejos donde interaccionan una amplia cantidad de componentes productivos, aportando una gran variedad, calidad y seguridad para el sustento de los agricultores y sus familias (FAO, 1996).

Estas variedades están adaptadas a sistemas de producción que requieren muy pocos aportes de insumos externos al propio agroecosistema, lo que permite un rendimiento relativamente alto a través del tiempo sin necesidad de grandes inversiones. Al contrario que los cultivos híbridos o de variedades foráneas mejoradas que siempre demandan una intensa dependencia de insumos externos -material vegetal, abonos, tratamientos, riegos, etc.- y que, además, están suponiendo la inconsciente desaparición de la diversidad biológica y cultural de nuestros campos. Las variedades locales en sistemas de agricultura ecológica pueden ofrecer mayores rendimientos y más ganancias para los productores, que las variedades mejoradas con métodos de la agricultura industrializada (Hobbelink, 1987; Altieri, 1995; Álvarez Febles, 1996). Los sistemas de conocimiento tradicional campesinos, promotores de la biodiversidad ecológica y cultural, deberían, por tanto, constituir el punto de partida de las nuevas estrategias para una agricultura sustentable (Sevilla Guzmán y González de Molina, 1993).

La agricultura ecológica actual, no obstante, depende casi completamente de estos cultivos híbridos y variedades mejoradas. Precisando, por otra parte, de acuerdo con la legislación (Reglamento del Consejo (CEE) nº 2029/91 de 24 de junio) y con su propia filosofía, la utilización de material vegetal ecológico adaptado a las necesidades concretas del lugar de cultivo que permita, además de dar estabilidad a los sistemas de producción, generar diversas respuestas a los problemas que enfrenta la producción agraria acogida a la denominación de agricultura ecológica. Estas características solo pueden ser satisfechas por variedades locales tradicionales (Figueroa, García y Soriano, 1998).

En trabajos de investigación realizados en Andalucía recientemente se ha comprobado que existen actualmente numerosas variedades tradicionales locales aún cultivadas por los agricultores, y se ha identificado un conocimiento específico vinculado al manejo de este material vegetal (Alonso Mielgo *et al.*, 1996). Hace tiempo que se está trabajando en la recuperación de variedades locales en la provincia de Cádiz desde la iniciativa de la cooperativa “La Verde” (Soriano Niebla *et al.*, 1996; Figueroa, García y Soriano, 1998).

La cooperativa ‘El Romeral’, consciente de toda esta problemática gracias a su ya larga andadura de búsqueda agroecológica, recientemente decidió profundizar en ésta emprendiendo el presente proyecto de recuperación de variedades en las comarcas de Antequera y Estepa, con el apoyo técnico del Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. La cooperativa ‘Esperanza Verde’ decidió, tras obtener la gestión de una finca en el término de Antequera, apoyar el proyecto uniéndose a la iniciativa.

El Objetivo General de este proyecto es contribuir a la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad agrícola local andaluza y al desarrollo sostenible de la agricultura ecológica en Andalucía. Los Objetivos Específicos son:

- Recuperar semillas de variedades hortícolas en las comarcas de Antequera (Málaga) y Estepa (Sevilla).
- Recuperar semillas de variedades hortícolas locales que se encuentren en los bancos de germoplasma.
- Recuperar el conocimiento sobre uso y manejo vinculado a estas variedades.
- Caracterizar las variedades locales tradicionales recuperadas y elaborar un inventario de éstas.
- Acompañar y apoyar el fortalecimiento de una red de agricultores con interés en

valorar y mejorar, para un futuro uso, las variedades tradicionales locales en fincas con manejo agroecológico.

- Probar la viabilidad y la calidad de las variedades tradicionales locales recuperadas, a través de una evaluación participativa de agricultores y consumidores, y su compatibilidad con las prácticas propias de la agricultura ecológica.
- Evaluar estrategias para la comercialización -procesado y distribución- de las variedades sobre la base de las preferencias en el consumo y la entrada en los mercados especializados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Medio físico

Las comarcas de Estepa y Antequera se encuentran situadas respectivamente en el extremo oriental de la provincia de Sevilla y en la mitad Norte de la provincia de Málaga. Sus superficies son de 591 y 2482 Km². Están enclavadas dentro de la zona Subbética de la Cordillera Bética. El clima es mediterráneo cálido, de menos seco a subárido, con precipitaciones medias anuales entre 300 y 700 mm, temperatura media anual de 15°C, de 1 a 20 días de helada al año, insolación de unas 2900 horas y ETP de 850 a 900 mm anuales. La altitud oscila, en la mayor parte del área, entre 400 y 700 m. Los suelos son calizos, predominantemente cambisoles y luvisoles. Son ambas comarcas de tradición hortícola, especialmente determinadas localidades que gozan de condiciones muy favorables para esta actividad, como Aguadulce, Herrera, Badolatosa, Casariche, Cuevas Bajas, Cuevas de San Marcos, Antequera, etc. Es, sin embargo, una actividad en rápido receso por las condiciones desfavorables del mercado. La huerta está siendo sustituida por viviendas, polígonos industriales y olivar fundamentalmente.

La parcela de biodiversidad agrícola con la que estamos trabajando para su recuperación es la comprendida dentro de las especies cultivadas con aprovechamiento alimentario, que es en la que normalmente existe una mayor diversidad. Dentro de este grupo de aprovechamiento alimentario nos hemos centrado más concretamente en las especies hortícolas.

El material vegetal que normalmente manejamos para el intercambio es la semilla, aunque también hemos recurrido a plántulas cuando hemos encontrado a una persona que nos ofrecía una variedad en una época del año que así lo ha aconsejado, es decir, cuando ya era demasiado tarde para la siembra pero aún era tiempo apropiado para el transplante. Naturalmente esto ha sido posible porque contábamos con dos parcelas disponibles para plantar inmediatamente las plántulas. De no haber sido así tal medio hubiera sido desechado.

Es importante darse cuenta que las dos causas principales de la diversidad de plantas cultivadas, y la razón de que tales variedades sigan vivas, proviene de las diferencias de manejo entre ellas o de los distintos usos que de ellas se hacen. Es decir si existen diferentes variedades de un cultivo determinado suele ser, o bien porque existe alguna diferencia de manejo que permite el aprovechamiento de diferentes recursos, -por ejemplo, unos son más tempranos y otros más tardíos, unos son de secano y otros de regadío, unos se adaptan mejor al cultivo rastrojero y otros al entutorado, etc.-, o bien porque tienen distintos usos, -por ejemplo, unos se consumen preferentemente en fresco y otros en seco o tras algún tipo de transformación, unos se conservan mejor que otros, unos son más aptos para una forma de preparación y otros para otra, etc.-. Por esta razón hemos indagado en las áreas de conocimiento de nuestros interlocutores referentes al manejo de las variedades, por un lado, y a los usos que a sus productos tradicionalmente se han dado en la zona, por otro.

Medio humano

El proyecto se inició en septiembre de 1997 con el trabajo conjunto del Instituto de Sociología y Estudios Campesinos y la S.C.A. 'El Romeral'. Unos meses después se unió al proyecto la S.C.A. 'Esperanza Verde'. Ambas son cooperativas de producción agrícola formadas a partir de un grupo de jornaleros vinculados al Sindicato de Obreros del Campo. 'El Romeral' hace seis años emprendió el proceso de transición hacia la producción agroecológica, actividad a la que ya dedica actualmente la mayor parte de su superficie productiva. 'Esperanza Verde' recientemente tuvo acceso a la gestión de una finca en la comarca de Antequera, enfocando desde el principio su actividad en ella a la agricultura ecológica. El profundo conocimiento que estas cooperativas tienen del sector de la agricultura ecológica y su opción por un enfoque agroecológico de ésta les ha llevado a emprender este nuevo proyecto, con el objeto de ir sustituyendo las variedades mejoradas y los híbridos de las que actualmente dependen por las variedades locales que puedan ser recuperadas.

Para el desarrollo de nuestro trabajo era preciso encontrar las fuentes que pudieran suministrarnos material vegetal de las variedades buscadas y la información precisa para su reproducción conservando sus peculiares características. Inicialmente buscamos, al azar, hortelanos. Finalmente nuestra búsqueda nos encaminó hacia un tipo bastante definido de hortelanos. Los poseedores de información y material vegetal son, generalmente, personas de avanzada edad (mayores de 60 años, muchos de ellos pasan de los 70 años), pensionistas, que siguen trabajando sus huertos por entretenimiento, para autoconsumo o para complementar la economía familiar. En general su actividad productiva se encuentra fuera de los canales convencionales de comercialización, lo que a nuestro entender les ha permitido seguir produciendo las variedades tradicionales. En general, son hortelanos de toda la vida, e hijos de hortelanos, aunque complementan esta actividad con otras. Casi todos han quedado aislados de otros hortelanos tradicionales, lo que les impide el necesario, aunque ya desusado, intercambio de semillas y el de conocimientos y experiencias. Sus hijos, los pocos que han continuado con la profesión de sus padres, no utilizan las variedades locales ni han aprendido las técnicas que éstas requieren. Tal vez por eso, finalmente, también ellos han terminado infravalorando su propio conocimiento y sus variedades locales (aunque curiosamente siguen produciéndolas para el autoconsumo), lo cual hace aún mayor el riesgo de que se pierdan antes de poder ser recuperadas.

Finalmente, aunque todavía no se ha llegado a esta fase del proyecto, pretendemos solicitar la colaboración de consumidores de Asociaciones de Consumidores de Productos Ecológicos para que aporten su parecer sobre los valores de las variedades que puedan ir siendo probadas.

Metodología

Para el desarrollo de la primera fase del proyecto, recolección de semillas de variedades y recabado de información sobre manejo y uso, utilizamos técnicas cualitativas de investigación social. Con nuestros interlocutores hemos mantenido varias entrevistas. Utilizando principalmente la entrevista abierta y semiestructurada como medio principal para recabar información, y en algunos casos la observación participante y la entrevista a grupos familiares (García, Ibáñez, Alvira, 1989).

En esta fase también se lleva a cabo la colecta de semillas de las variedades locales existentes. Para cada muestra se rellena una ficha de colecta. Finalmente, la semilla, convenientemente preparada, es almacenada. Una parte de las semillas obtenidas será utilizada en las siguientes fases de evaluación y caracterización y de producción, otra parte podría ser enviada a bancos con instalaciones adecuadas para la conservación de larga duración.

Para la segunda fase del proyecto, las pruebas de evaluación agronómica -sobre la base de los criterios definidos por los propios agricultores- y la caracterización de las variedades recuperadas, se están desarrollando dos ensayos. Estos ensayos consisten en el cultivo de un número reducido de plantas (en la mayor parte de los casos se han sembrado entre 30 y 60 semillas, aunque el número depende de la cantidad de semillas disponible y del tipo de cultivo) bajo las condiciones de la finca y utilizando las técnicas comunes en ella.

De las variedades del ensayo se están midiendo parámetros morfológicos, evolución fenológica, producción y calidad de los frutos. Para tomar esta información estamos aprovechando las fichas elaboradas para el trabajo de caracterización de variedades que se está realizando en la S.C.A. "La Verde" (Figueroa, García y Soriano, 1998). Datos objetivos que nos ayudarán a seleccionar las variedades que mejor se hayan adaptado a las condiciones y al manejo al que fueron sometidas.

Para el desarrollo de los ensayos de este segundo período, partimos de la disponibilidad de la finca gestionada por la S.C.A. 'El Romeral', sita en el término de Sierra de Yeguas (Málaga), y de la finca gestionada por la S.C.A. 'Esperanza Verde', sita en el término de Antequera (Málaga), en las que se realiza la producción hortícola mediante técnicas de agricultura ecológica. Asimismo, estas cooperativas aportan la infraestructura, maquinaria, etc. necesarias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variedades locales recolectadas

Hemos explorado 22 localidades de las comarcas de Antequera y Estepa. En ellas hablamos, hasta la fecha, con más de un centenar de personas, la mayoría de ellos agricultores, con las que mantuvimos al menos una entrevista. En algunas localidades hemos contactado directamente con alguien interesado en las variedades tradicionales o poseedor de material o información, o ambas cosas, que era conocido por los miembros de la cooperativa 'El Romeral'. Sin embargo, la elección de los interlocutores se hacía en la mayor parte de las localidades al azar, por no tener ninguna referencia previa de a quién dirigimos. Estos primeros informantes normalmente nos orientaban hacia aquellas personas del pueblo que probablemente podían ayudarnos o que consideraban más expertas en aquello que buscábamos.

Treinta y cinco personas, hasta ahora, pertenecientes a 12 de las localidades visitadas, han sido las fuentes que nos han aportado material vegetal de variedades hortícolas del terreno e información referente a su manejo y usos. Se está realizando un directorio con los datos que estas personas nos han facilitado. Estos datos suelen contener nombre, edad, ocupación, dirección y algunas características de la finca y de su actividad productiva. Con las personas de este grupo hemos tratado de realizar también una labor de intercambio de semillas, ofreciendo aquellas de las que teníamos suficiente cantidad. Con ello hemos ampliado, modestamente ya que no todos han mostrado interés, el número de agricultores que mantienen estas variedades en producción.

De este grupo, hemos seleccionado a veinte personas que consideramos las más profundamente conocedoras de las técnicas de manejo y los usos tradicionales de las variedades locales y las más interesadas en intercambiar material e información relativa a éstas. Con ellas mantenemos un contacto más continuado que nos está aportando la mayor parte de la información registrada.

Hemos recolectado y clasificado más de 100 muestras de distintas variedades de 27

especies hortícolas. Con cada una de las muestras se ha elaborado una ficha que contiene los siguientes datos: cultivo, denominación local, especie, familia, localidad de origen, nombre del suministrador, fecha de entrega, un código de identificación de la muestra, e información referente al manejo y los usos que de la variedad hace el suministrador.

De ellas, algunas son variedades comerciales, otras no están identificadas ni tan siquiera por la persona que nos la suministró, y la mayor parte, según el testimonio de quienes nos la suministraron y de otros informantes, son variedades locales tradicionales. Estas últimas aparecen en la Tabla 1.

Conocimiento relativo al manejo y el uso de las variedades

Sobre el conocimiento referente al manejo de las variedades locales estamos profundizando en las técnicas de cultivo particulares de cada variedad (semilleros, época de siembra y transplante, marcos de plantación, podas, entutorados, etc.), en los criterios de selección de los frutos para semilla, en los procedimientos para la obtención y limpieza de la semilla, en las características más valoradas de cada variedad y en sus deficiencias, en las diferencias de manejo, uso o calidad con otras variedades locales o comerciales, etc. También, aunque en menor medida hemos indagado en los sistemas de manejo del agroecosistema de huerta, tratando de definir asociaciones de cultivos, manejo del suelo, del agua, rotaciones, etc.

En el caso de las hortalizas los usos están generalmente centrados en la alimentación humana. Estamos recabando información sobre el conocimiento relativo a las formas tradicionales de preparar los productos de las variedades locales para el consumo: formas de cocinarlos, métodos de procesado y conservación, uso para embutidos, conservas, etc.; así como otros posibles usos secundarios de los productos o los subproductos de los cultivos. Para la obtención de esta información normalmente estamos recurriendo a la colaboración de las esposas de los hortelanos que nos enseñaron el manejo y nos dieron las semillas de las variedades locales.

Toda esta información está siendo sistematizada y registrada en fichas vinculadas a cada variedad de modo que pueda ser aprovechada por aquellas personas que deseen producir o consumir estas variedades. Pensamos que este trabajo puede facilitar la reintroducción de estas variedades en los canales que permitan su recuperación y revalorización.

Ensayos agronómicos

Se están desarrollando dos ensayos, uno en la finca Peñuelas, de la cooperativa 'El Romeral' y otro en la finca El Canal de la cooperativa 'Esperanza Verde'. Cada cooperativa ha elegido las variedades que forman parte de su ensayo, en función de sus preferencias y objetivos. En la actualidad está finalizando el primer ensayo correspondiente a los cultivos de verano y van a iniciarse los semilleros de los cultivos de invierno. Los productos están siendo valorados por los miembros de las cooperativas de acuerdo con su conocimiento del mercado propio de productos ecológicos y las demandas de sus clientes.

Del ensayo de la finca Peñuelas forman parte 44 variedades, las 29 marcadas en la Tabla 1 con (*), más otras 15 variedades cuya identidad exacta no hemos descrito aún. Hubo 6 variedades de las que no germinó ninguna de las semillas, probablemente por haber sido éstas demasiado antiguas. De otras 4 hemos conseguido solo 1 ó 2 plantas, por lo que nos conformaremos con recuperar semilla nueva de ellas. Del resto tenemos suficientes plantas al menos para obtener los datos precisos para su caracterización y renovar la semilla. De aproximadamente la mitad de las variedades del ensayo podremos además producir para que algunas familias puedan valorar la calidad de sus frutos.

En este ensayo estamos reconociendo variedades que pueden ser de interés para la producción y comercialización. Así, por ejemplo, hay cinco variedades de calabacín de muy buena calidad, que posiblemente podrán sustituir a los híbridos hasta ahora utilizados y diversificar la oferta que la cooperativa tenía hasta ahora de este producto; hay dos variedades de melón igualmente interesantes que con toda seguridad van a ser recuperadas; tenemos seis variedades de tomate de las que aún no hemos podido sacar conclusiones definitivas, y otras tres que son variedades locales de muy buena calidad: el tomate 'gordo', el 'morado' y el 'rosa'; las calabazas probadas son de interés y vienen a complementar la oferta que de este cultivo ya tenía la cooperativa. Con el pepino tenemos el problema que la variedad con La que contamos en el ensayo tiende rápidamente a tomar tonos amarillentos, característica esta que al parecer lo hace inservible para la comercialización, pues en el mercado únicamente se demanda el pepino de color verde. A pesar de su color este es un pepino dulce de buena calidad. Del resto de las variedades aún no tenemos datos definitivos.

El ensayo de El Canal lo forman 23 variedades. De ellas las 16 marcadas en la Tabla 1 con (**), más 7 aún no descritas. En este ensayo de todas las variedades ha germinado un número suficiente de plántulas. Sin embargo, en este caso las circunstancias obligaron a poner los semilleros bastante tarde por lo que tal vez alguno de los cultivos no alcance a completar su ciclo. De este ensayo aún no hemos obtenido ningún resultado.

Próximamente se iniciará la fase de evaluación directa de los consumidores de productos ecológicos que aún no ha sido desarrollada y que completará el proceso de valoración y selección de las variedades.

CONCLUSIONES.

Hemos contactado con unas 35 personas, de 12 localidades de las comarcas de Estepa o Antequera, que producen aún alguna variedad local tradicional, poseen conocimiento sobre cómo se manejan o sobre cómo se han utilizado tradicionalmente estas variedades, o ambas cosas.

Hemos recolectado, clasificado y almacenado 126 muestras de semillas de 27 especies hortícolas, de las que al menos 77 son de variedades locales tradicionales de las comarcas de Antequera y Estepa, según el testimonio de los hortelanos que las producen.

Estamos recogiendo y sistematizando información sobre cómo se han manejado y se han usado tradicionalmente estas variedades en la zona, como elemento imprescindible para lograr su revalorización y recuperación.

En dos fincas de producción ecológica, situadas en las comarcas donde fueron recolectadas las variedades, están siendo probadas 54 de éstas, de cultivos de verano. Trece de estas variedades se encuentran en ambos ensayos.

A partir de estos ensayos estamos obteniendo datos morfológicos de las variedades que nos permitirán su descripción. Estamos, asimismo obteniendo datos sobre su adaptabilidad a través del seguimiento de su estado fenológico y su rendimiento productivo. Finalmente, nos encontramos valorando la calidad de los frutos producidos por estas variedades en los ensayos a través de los criterios de los productores y, próximamente, de los consumidores. Estos ensayos permitirán seleccionar aquellas variedades que sean aptas para la producción y comercialización en el sector ecológico y recuperarlas.

CULTIVO	PROCEDENCIA	NOMBRE LOCAL
Rábano	Gilena	(**)
	Aguadulce	
	Cuevas del Becerro	
	Pedreira	
	Cuevas de San Marcos Herrera	Rabanilla larga(**)
Cardo	Gilena	
	Cuevas del Becerro	
Lechuga	Lora de Estepa	Oreja de mula
	Lora de Estepa	Romanilla(**)
	Herrera	Negra de invierno
	Herrera	Negra de verano (*)(**)
	Aguadulce	Oreja de mula
	Aguadulce	Romanilla
Tagarnina	Badolatos	Oreja de mula(**)
	Badolatos	Oreja de mula(**)
Calabacín	Aguadulce	Verde(*)
	Aguadulce	Blanco(*)
	Los Corrales	Blanco(*)
	Los Corrales	De adorno(*)
	Cuevas del Becerro	
	Badolatos	Blanco(*)
Calabaza	El Burgo	
	El Burgo	Berrugosa(*)
	Villanueva de la Concepción	Blanca
	Casariche	Roteña
	Cuevas del Becerro	De adorno
	Herrera	De cuello(*)
Melón	El Burgo	Colorada(*)
	El Burgo	Invernizo(*)
	El Burgo	Del país(*)
Pepino	Cuevas del Becerro	
	El Burgo	(*)
Acelga	Herrera	Blanca
	Gilena	
	Aguadulce	
Espinaca	Herrera	De pincho
	Aguadulce	De pincho
	Casariche	De pincho
Maiz	Herrera	De riego(*)
	Herrera	
	Cuevas del Becerro	
	Cuevas del Becerro	Rojo
	El Burgo	Morado
Zahina	El Burgo	Castellano
	Herrera	(*)
Albahaca	Badolatos	
	El Burgo	
Haba	Aguadulce	Aguadulce
	Lora de Estepa	Aguadulce
	Gilena	Aguadulce
Judía verde	El Burgo	Larga(*)(**)
	El Burgo	(*)(**)
	El Burgo	De verdeo(*)(**)
	Lora de Estepa	Cuarentona(*)(**)
	Lora de Estepa	Negra(*)(**)
	Badolatos	Blanca(*)(**)
Cebolla	Aguadulce	Colorada
	Pedreira	Colorada
	Gilena	Colorada
	Lora de Estepa	Colorada
Berenjena	Aguadulce	Negra(*)
	Badolatos	Negra(*)
Pimiento	Aguadulce	Corneta o cornicabra(*)
	Lora de Estepa	Morro de buey(*)
	El Burgo	De asar
Tomate	Cuevas de San Marcos	Gordo(*)(**)
	Cuevas de San Marcos	Morado(*)(**)
	El Burgo	Gordo(*)
	Villanueva de la Concepción	Rosa(*)
Perejil	Pedreira	
	Aguadulce	(*)
Zanahoria	Cuevas de San Marcos	Morada(**)
	Badolatos	Morada(**)

(*) Variedades locales que forman parte del ensayo desarrollado en la finca Peñuelas

(**) Variedades locales que forman parte del ensayo desarrollado en la finca El Canal

Tabla 1. Lista de variedades locales tradicionales colectadas en las comarcas de Estepa y Antequera

REFERENCIAS

- Alonso Mielgo, A., Pouliquen, Y., Guzmán Casado, G. I. y Sevilla Guzmán, E. 1996. Traditional knowledge and the management of vegetable gardens in four andalusian municipalities (Spain). En *II European Symposium on Farming System Research*.
- Altieri, M. A. 1995. *Agroecología*. Bases científicas para una agricultura sustentable. Clades. Santiago de Chile.
- Alvarez Febles, N. 1996. La gran pérdida: biodiversidad en agricultura. *Biodiversidad*, oct.: 3-10.
- FAO. 1993. *La diversidad de la naturaleza: un patrimonio valioso*. FAO. Roma.
- FAO. 1996. *Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos en el mundo*. FAO. Roma.
- Figueroa Zapata, M., García Jiménez, S. y Soriano Niebla, J. J. 1998. Trabajo de recuperación y selección de variedades tradicionales en la cooperativa "La Verde". En *Ponencias del curso de semillas y plantel en agricultura ecológica*. Generalitat de Catalunya; Manresa, Barcelona. (pp. 30-42)
- García Ferrando, M., Ibáñez, J. y Alvira, F. (eds.) 1989. *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación*. Alianza editorial. Madrid.
- Hobbelink, H. (ed.) 1987. *Más allá de la Revolución Verde. Las nuevas tecnologías genéticas para la agricultura. ¿Desafío o desastre?*. Lerna. Barcelona.
- MAPA. 1995. Informe sobre la situación de los recursos fitogenéticos en España. *International Conference and Programme for Plant Genetic Resources*. MAPA. Madrid.
- Mesa Jiménez, S. 1996. *Estudio etnobotánico y agroecológico de la comarca de la Sierra de Mágina (Jaén)*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid.
- Sevilla Guzmán, E. y González de Molina, M. (eds.) 1993. Ecología, campesinado e historia: para una reinterpretación del desarrollo del capitalismo en la agricultura. En *Ecología, Campesinado e Historia*. La Piqueta; Madrid. (pp. 23-130)
- Soriano Niebla, J. J., Figueroa Zapata, M., Guzmán Casado, G. I. y Avila Cano, E. 1996. Desarrollo de un centro de experimentación y producción de germoplasma para la agricultura ecológica en Andalucía. En *II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica: Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural*. Universidad Pública de Navarra. Pamplona. (pp. 241-250)
- Toledo, V. M. 1993. La racionalidad ecológica de la producción campesina. En *Ecología, Campesinado e Historia*. (Sevilla Guzmán, E., M. González de Molina, eds.) La Piqueta; Madrid. (pp. 197-218).
- Vellvé, R. 1992. *Saving the seed. Genetic diversity and european agriculture*. GRAIN. London.

Morfología y desarrollo de diez especies mediterráneas resistentes a la sequía y de uso pascícola, ornamental y aromático

J. García-Camarero^{*,}, C. M. Martí^{***}, D. López-García^{***}, E. Sanchis^{***} y F. Ingelmo^{*,**}**

^{*} Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (ivia). Apdo. oficial. 46113-Moncada (Valencia)

^{**} Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CIDE). Apdo. oficial. 46470-Albal (Valencia)

^{***} Escuela de Ingenieros Técnicos Forestales de Gandía (UPV). Carretera de Nazaret a Oliva s/n 46073 Grao de Gandia.

ABSTRACT

In dry thermo-mediterranean ecosystems there are two serious ecological problems: great shortage of water and abundant losses of fertile soil due to hydric erosion. Both of them could be overcome using bushy leguminous, drought resistant, soil protecting, facing hydric erosion and suitable for grazing, ornamental and aromatic crops (depending from the species). We have carried out the study of morphology and development of 10 of these species (*Coronilla juncea*, *C. glauca*, *C. viminalis*, *Colutea arborescens*, *C. istria*, *C. cilicica*, *Medicago arborea*, *M. strasseri*, *Psoralea bituminosa*, *Dorycnium pentaphyllum*) in a planting of 10 individuals of each of them, not performing there any kind of irrigation. The soil was Cambisol-Antrosol Cumulic of sandy-loam texture. Over the first year, after the planting, only 142 mm rainfall were registered, and the annual mean of 1995, 1996 and 1997 was of 327mm.

The per-cent of missing hills after 3 years was zero in all species except for *Colutea arborescens* (40%), *C. cilicica* (40%) and *C. viminalis* (10%). The 3 species that showed greater flight biomass were: *M. strasseri* (1207g) *C. glauca* (974g) and *C. juncea* (966g); and of root biomass (included nodules): *C. juncea* (253g), *M. strasseri* (210g), *C. glauca* (201g), the nodules per-cents were respectively as follows: 11%, 0.1% and 2.5%. The species that showed greater foliar surface and root surface was *M. strasseri* with respective values of 5.42 m² and 1.91 m². In addition, we have obtained phenologic values of plant cover, sclerofilia index, biomass provided to the soil and water stress, that show mostly a good adaptation to drought, an important production of vegetal cover, and therefore, of great value for its use as agro-forestry and ecological cultivation.

RESUMEN

En los ecosistemas Termo-Mediterráneos-Secos existen dos problemas ecológicos graves: gran escasez de agua y copiosas pérdidas de tierra fértil por erosión hídrica. Ambos pueden subsanarse utilizando leguminosas arbustivas resistentes a la sequía, protectoras del suelo frente a la erosión hídrica y adecuadas para cultivos pascícolas, ornamentales y aromáticos (según la especie). Hemos estudiado la morfología y desarrollo de 10 de estas especies (*Coronilla juncea*, *C. glauca*, *C. viminalis*, *Colutea arborescens*, *C. istria*, *C. cilicica*, *Medicago arborea*, *M. strasseri*, *Psoralea bituminosa*, *Dorycnium pentaphyllum*) en una plantación de 10 individuos de cada una de ellas, en la que no se practicaba ningún tipo de riego. El suelo era un Cambisol - Antrosol Cumúllico, de textura franco-arenosa. El primer año después de la plantación se registraron sólo 142 mm de precipitación, y la media anual de 1995, 1996 y 1997 fue de 327 mm.

El porcentaje de marras a los 3 años fue de cero en todas las especies excepto en *Colutea arborescens* (40%), *C. cilicica* (40%) y *C. viminalis* (10%). Las 3 especies que presentaron mayor biomasa de vuelo fueron: *M. strasseri* (1207 g), *C. glauca* (974 g) y *C. juncea* (966 g); y de biomasa de raíz (incluidos nódulos): *C. juncea* (253 g), *M. strasseri* (210 g), *C. glauca* (201 g), siendo los porcentajes de nódulos, respectivamente, los siguientes: 11%, 0,1% y 2,5%. La especie que presentó mayor superficie foliar y superficie radicular fue *M. strasseri* con valores respectivos de: 5,42 m² y 1,91 m². Además hemos obtenido valores fenológicos, de cobertura vegetal, índice de esclerofilia, biomasa aportada al suelo y estrés hídrico que nos indican, en la mayor parte de los casos, que estas especies tienen una buena adaptación a la sequía, una importante producción de cubierta vegetal, y que, por consiguiente, su uso como cultivo agro-forestal y ecológico es de un gran interés.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se está dando un proceso de intensa degradación de los ecosistemas Termo-Mediterráneos-Secos que ocasiona, dos serios problemas ecológicos: gran escasez de agua y copiosas pérdidas de tierra fértil por erosión hídrica. Esta degradación se hace patente en el deterioro de los tres sistemas vitales que forman el ecosistema (suelo, vegetación y agua) y consiste en el paso paulatino desde el equilibrio natural de climax-complejo-estable, con sus sistemas vitales pléticos de productividad biológica (suelo húmedo, mullido, rico en nutrientes; vegetación con 3 estratos forestales: herbáceo, arbustivo y arbóreo; y agua potable y con gran contenido de oxígeno) hasta una fase de degradación, cada vez más intensa, y de disminución de productividad biológica que finaliza en una pérdida total de suelo, de vegetación y de agua, llegando así al estado de desierto. Este proceso puede ser de dos tipos:

- a) *Desertización* o degradación del ecosistema hasta el estado de desierto debida a

factores naturales (lluvias torrenciales, incendios naturales, aridificación del clima durante largos periodos de sequía, etc.)

- b) *Desertificación* o degradación hasta el estado de desierto debida a factores artificiales o antrópicos (exceso de laboreo, mineralización, contaminación del suelo y agua con abonos y plaguicidas químicos, inadecuadas técnicas forestales, inadecuado ordenamiento del territorio, etc., García- Camarero, 1989).

En los ecosistemas mediterráneos existe una causa natural que acentúa el efecto de los factores antrópicos en la desertificación: el clima mediterráneo. Este clima se caracteriza fundamentalmente por:

1. Una estación seca estival, más o menos larga, con altas temperaturas y muy bajas precipitaciones.
2. Un régimen de lluvias muy irregular con largos periodos de gran sequedad (varios años) que esquilman a la vegetación, reduciéndola en muchos casos a solo vegetación herbácea y arbustiva.
3. Un fuerte déficit hídrico debido a una intensa evaporación estival (siempre mayor que la escasa precipitación) que ocasiona una insuficiente disponibilidad de agua para el desarrollo de la planta y mantenimiento de las hojas. A este efecto negativo se suma el de los incendios forestales que casi siempre se producen en verano y provocados por el hombre.
4. Un régimen de lluvias torrenciales, particularmente intensas en la etapa de comienzo del otoño.

En consecuencia, en los climas mediterráneos sucede que al no haber, sobretudo después del verano, una suficiente cobertura vegetal que proteja al suelo, al interponerse en el impacto sobre el mismo de esta lluvia torrencial, se produce una intensa erosión hídrica y una degradante pérdida de suelo fértil. En la mayor parte de los casos lo que se da es la desertificación, es decir frecuentemente es el ser humano el que conduce a los ecosistemas al estado de desierto. La solución consistirá esencialmente en emprender la protección del ecosistema en peligro de desertificación, mediante la rehabilitación con especies no necesariamente autóctonas ni sucesionales; en el caso de un grado moderado de degradación habría que emprender una restauración con especies autóctonas y sucesionales. Pero no solo se trata de proteger y restaurar al suelo, sino a la totalidad del ecosistema, empezando por su vegetación; para ello debemos realizar una restauración que conlleve una "Aceleración Artificial de la Sucesión Natural" ("ACARSUNA") es decir, empezar por salvar su estructura y su diversidad, reponiendo, lo más posible, su composición florística inicial, según lo haría la sucesión natural en condiciones favorables de clima. Para llevar a cabo esta solución señalada será necesaria la implantación de una cubierta vegetal que en una primera etapa estará formada por especies mediterráneas, resistentes a la sequía, arbustivas y leguminosas. Deberán ser mediterráneas porque si son especies que habitan de forma natural en esta región será más factible su implantación en estos ambientes. Será importante que se usen especies resistentes a la sequía dadas las peculiaridades citadas de estas zonas. Será conveniente, al menos en una primera etapa, que se trate de especies arbustivas, ya que éstas presentan menores necesidades hídricas y de nutrientes, cuestionándose la implantación de cubiertas arbóreas solo para una segunda etapa, de varios decenios, después de que las cubiertas arbustivas hayan mejorado las condiciones edáficas por la creación de una suficiente capa de suelo (aporte de hojarasca y raíces, actividad biológica, formación de humus, etc). Por último, será beneficioso usar especies de la familia de las leguminosas ya que éstas son plantas enriquecedoras del suelo, gracias a su simbiosis con bacterias nitrificantes del suelo, principalmente las pertenecientes al género *Rhizobium* (Heywood, 1985). La finalidad del presente trabajo consiste, precisamente, en estudiar a fondo diez especies arbustivas mediterráneas, leguminosas, resistentes a la sequía y que serán útiles tanto para la creación de una cubierta vegetal protectora y formadora del suelo y restauradora del ecosistema,

como para la creación de cultivos agroforestales ecológicos con fines pascícolas, ornamentales, aromáticos y apícolas, según la especie de que se trate. Cultivos que además de tener un sentido de producción económica, tendrá un triple sentido ecológico:

- Implantación de un cultivo ecológico, puesto que no necesita fertilizantes ni pesticidas químicos.
- Suponen una restauración del ecosistema y protección del suelo con especies de adaptación ecológica.
- No necesitan riego, y por tanto suponen el ahorro de un bien cada vez más escaso como lo es el agua.

MATERIAL

Prof.(cm)	G	AG	AF	L	A	AT	CT
0 - 15	26,2	31,5	34,1	19,4	15	65,6	FA
15 - 30	24,1	32,1	32,8	18,1	17	64,9	FA

Tabla 1. Características físicas.

Fuente: García Camarero et al., 1989 b.

G = Elementos gruesos > 2 mm AT = Arenas totales (2-0,05 mm) CT = Clase textural
 AG = Arenas gruesas (2-0,5 mm) L = Limos (0,05-0,002 mm) FA = Franco arenosa.
 AF = Arenas finas (0,5-0,05 mm) A = Arcillas (<0,002 mm)

Prof (cm)	CaCO ₃		pH		M.O.	C.E.	C.C.C.			P
	Total	Activo	H ₂ O	KCl	%	dS	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Olsen
0-15	18,2	5,5	8	7,8	2,1	25	13,5	1,7	0,7	68
15-30	16,4	6,6	8,3	7,9	1,8	25	13,5	1,6	0,5	50

Tabla 2. Características químicas.

Fuente: García Camarero et al., 1989 b.

CaCO₃ = Carbonatos; pH = pH del agua; M.O. = Materia orgánica; C.E. = Conductividad eléctrica a 25°C del extracto (1:5), expresada en decisiemens (dS) (1dS=10mhos/cm); C.C.C. = Capacidad de intercambio catiónico: Calcio (Ca²⁺), Magnesio (Mg²⁺), Potasio (K⁺) en meq / 100g; P = Fósforo asimilable (p.p.m.), (Olsen).

Hemos contado con una colección de diez especies mediterráneas, resistentes a la sequía, arbustivas y leguminosas (con diez pies repetidos de cada especie), enclavada en la finca del IVIA, a unos 10 km; del mar, en una zona de transición hacia la Sierra Calderona, a 60 m de altitud, con una pendiente de un 1%. El clima medio, según la clasificación de Gaussen (modificada) y teniendo en cuenta una serie de 10 años (1979-89) es Mesomediterráneo seco-atenuado, (con una estación seca de 3,9 meses), el adjetivo atenuado es una modificación realizada para aquellos valores intermedios a los dados por Gaussen para su clasificación climática que permite aumentar el grado de matización. (García-Camarero, 1995). El suelo (según la clasificación de la FAO de 1985) se trata de un Cambisol-Antrosol-Cumúlico de textura franco-arenosa; posee una profundidad de solum de entre 40-50 cm. y a dicho nivel aparece una capa rocosa constituida por bloques compactos fracturados en losas angulares aplanadas, de unos 30-60 cm. de diámetro. Las características del suelo se muestran en las Tablas 1 y 2.

Hasta el año 1994, la parcela en donde se encuentra la colección de arbustos estuvo dedicada a diversos cultivos y a partir de este año plantamos la colección de arbustos. En un invernadero anejo se desarrollaron los plantones de la colección, obtenidos a partir de semillas proporcionadas desde el Banco Nacional de Germoplasma. Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid, excepto dos especies:

Psoralea bituminosa, que procede del CRIA de la Consejería de Agricultura de Murcia y *Dorycnium pentaphyllum*, que procede del Banco de semillas del IVIA y que fue recolectado en la Sierra Calderona en la provincia de Valencia. Estas semillas se sembraron utilizando un sustrato compuesto por turba, arena y tierra con proporción 1:1:1 y envase de conos "super-leach". En noviembre de 1994, en la parcela del vivero forestal se plantaron diez arbustos de cada una de las especies sembradas, de entre ellas hemos seleccionado: *Dorycnium pentaphyllum*, *Coronilla juncea*, *Medicago strasseri*, *Colutea istria*, *C. cilicica* y *C. arborescens*, *Coronilla glauca* y *C. viminalis* y *Psoralea bituminosa*. Un caso especial fue *Medicago arborea* que se sembró en el 6 de noviembre de 1986 y se plantó en otoño de 1987. Hemos usado los laboratorios de los Departamentos de Recursos Naturales, y Horticultura. El instrumental utilizado, fue: Balanza (Marca Tecator, modelo 6110), balanza (Marca Metter, modelo PM 3000), estufa (marca P. Selecta®, modelo 2978), estufa (Marca P. Selecta®), cámara de fotos, lupa con cámara de fotos, cámara frigorífica, cámara de presión, escáner, etc. El resto de los materiales usados fueron bastante sencillos; en campo: malla de fibra de vidrio resistente a la degradación de los rayos solares, cuerda fina, aguja y tijeras (para la recolección de hojarasca), reglas y cintas métricas, serruchos, tijeras de podar, bolsas de plástico, 18 tubos metálicos (para la determinación de la productividad de vuelo y raíz), pico, rastrillos, azadas pequeñas, paletas y demás utensilios de jardinería (para las tareas de excavación y de extracción de raíces) pinzas, barrena helicoidal (para la realizar la toma de muestras de suelo); en laboratorio: probetas, cuentagotas, coladores, bandejas de plástico, calibre (marca Helu, modelo Noxyd), para la determinación de las clases diamétricas de ramas y de raíz.

MÉTODOS

Los métodos utilizados los distribuimos en dos grupos:

Métodos utilizados para el estudio del vuelo

1. Para la caracterización climatológica y la fenología del vivero donde se ubicaba la colección de arbustos Hemos utilizado las clasificaciones de Rivas-Martínez y de Gausson modificada (Rivas Martínez, 1987; García Camarero, op. cit.), puesto que suponían: las dos clasificaciones más importantes del Clima Mediterráneo, con aspectos complementarios, (la primera descriptiva en cuanto a pisos bioclimáticos, la segunda en cuanto a la distribución del clima a lo largo del año) y mixtas, es decir ombrotermoclimáticas. La fenología se estudió mediante la realización de registros semanales de diferentes estados fenológicos (botones florales, flores, frutos verdes, frutos maduros y hojas) mediante una estima del porcentaje de desarrollo de cada estado en cada uno de los diez pies de cada especie.
2. Para valorar el crecimiento y la cobertura del vuelo de las plantas hemos realizado cinco mediciones aproximadamente trimestrales a lo largo un año (10 julio '97; 13 octubre '97; 9 diciembre '97; 10 marzo '98 y 10 junio '98) y aplicado la siguiente metodología: Medición de altura de la planta y del diámetro medio de la copa (media su diámetro máximo y el diámetro perpendicular a éste). Medición del volumen de la copa. según la ecuación de Phillips y Mac Mahon (1981), que considera el arbusto como un esferoide achatado, que resulta de la rotación de la elipse alrededor de su eje menor, mediante la expresión $V = (\pi \cdot a^2 \cdot b) / 6$, donde V= volumen en cm³; a= eje menor en cm (que puede ser el diámetro medio de la copa o la altura), b= eje mayor en cm (que puede ser el diámetro medio de la copa o la altura). El número de tallos lo hemos anotado únicamente en el primer muestreo. La proyección de la copa se ha calculado mediante el área del círculo suponiendo que dicha proyección es circular. Consideramos como cobertura vegetal el porcentaje de superficie de proyección de la copa en relación a la superficie del tablar en que se encontraban las diez plantas, formado por un rectángulo de 16 m de longitud x

2 m de anchura; es decir, la superficie de referencia era de 32 m² siendo igual en todas las especies. En el caso excepcional del *M. arborea* no se pudo determinar la cobertura, pues se trataba de una plantación aparte, cuyos pies se encontraban entremezclados con pies de *Atriplex* aunque se supone bastante elevada por la avanzada edad de sus individuos (11 años en vez de los 3 años del resto de especies) y su extensa copa.

3. Para la obtención de la productividad, hemos el egido los plantones cuyo volumen del vuelo más se aproximaban a los valores medios de cada especie (de entre los diez pies existentes en cada una de ellas); el que en segundo lugar más se aproximaba a la media, se reservó para recogida de hojarasca. seguidamente se extrajeron de forma escalonada, según entraban en floración. La primera planta extraída fue *Coronilla juncea* (16 diciembre 1997) y seguidamente, *Colutea istria* (5 febrero 1998), *Medicago strasseri* (20 febrero 1998), *Coronilla viminalis* (23 marzo 1998), *Coronilla glauca* (31 marzo 1998), *Colutea arborescens* (8 mayo 1998), *Psoralea bituminosa* (25 mayo 1998), *Dorycnium pentaphyllum* (25 junio 1998) y *Colutea cilicica* (7 julio 1998). Una vez seleccionadas las plantas se señalaron y se cortó el vuelo a ras de suelo; se colocó el vuelo recién separado sobre una cuadrícula con cuadros de 5 cm de lado y se fotografió; después se troceó la copa en tres estratos: E1, E2 y E3, de forma que la altura de cada estrato fuera igual a un tercio de la altura total de la parte aérea del arbusto; y por último, se midió con el calibre el diámetro máximo y mínimo del tronco en su base y se anotó el número de ramificaciones primarias. Seguidamente procedimos a la separación de las distintas partes de cada estrato del vuelo, distinguiendo dos partes: parte verde (flores, frutos y pedúnculos, hojas y ramoneo) y parte leñosa la cual fue troceada en segmentos de unos 8 cm de longitud que luego fuimos agrupando en 3 clases diamétricas (0-2 cm, 2-4 cm, 4-6 cm). En la parte leñosa de cada estrato y de cada clase diamétrica obtuvimos el peso fresco, la longitud, el peso seco, la humedad relativa, el volumen y la densidad, y en la parte verde los parámetros citados anteriormente y en el mismo orden, excepto la longitud. Los pesos secos los obtuvimos tras secado en estufa a 65 °C y la longitud por el mismo método indirecto de Tennant (1975), utilizado en raíces, basado en el troceo de las ramas (separadas por clases diamétricas) en segmentos de unos 8 cm que se van echando al azar sobre una cuadrícula de 2 x 2cm. procediendo después al conteo de las intersecciones de las ramas con las líneas de la cuadrícula, y posteriormente aplicando la ecuación de Tennant: $R = N \cdot 1.57$, en donde: R = Longitud total de ramitas (cm), N = Número de intersecciones entre las ramitas y las líneas de la cuadrícula. El volumen real de ramas lo obtuvimos por diferencia de volúmenes de antes y después de sumergir la porción de ramas correspondiente a una determinada clase diamétrica y estrato en una probeta graduada en cm³. Para el estudio de la productividad de hojarasca aportada al suelo por cada especie, se eligió la segunda planta con volumen del vuelo más próximo al diámetro medio de los diez individuos existentes de esa especie y a continuación procedimos a la colocación de mallas recogedoras de hojarasca alrededor de estas plantas seleccionadas. Hicimos recolecciones de hojarasca con una cadencia trimestral, en las fechas: 12 diciembre de 1997 y 11 marzo, 15 junio y 25 de agosto de 1998, obteniéndose a continuación su peso fresco, peso seco y humedad relativa en el momento de su recolección.

4. Para el estudio de la resistencia a la sequía se estudiaron 3 parámetros, potencial hídrico, transpiración cuticular y esclerofilia:

- *El Potencial hídrico*. Hemos realizado dos mediciones, una en condiciones de poca sequedad ambiental (con capacidad de campo en el suelo), y otra en condiciones de gran sequedad ambiental. Se tomó como valor de referencia ambiental la humedad relativa (%) en el suelo de la parcela. Para ello hemos tomado 3 muestras de suelo a una

profundidad de entre 15-30 cm cada 20 días; procediendo a un primer ensayo de potencial hídrico cuando la humedad del suelo alcanzó el 11-12%, en febrero con suelo a capacidad de campo, y otra cuando alcanzó entre el 3-4%, en abril con suelo próximo al punto de marchitez permanente. El potencial hídrico únicamente se determinó en dos de las diez especies estudiadas, dichas especies son: *Coronilla juncea* y *Medicago strasseri*, seleccionadas por su densa cobertura vegetal, su buen porte, su potente sistema radicular, su posible uso como plantas xero-ornamentales y su gran resistencia en condiciones de déficit hídrico. El método utilizado fue la cámara de presión que según García Torres (1994) es el mejor método para la medida de potenciales hídricos en estudios de campo porque es rápida, repetible y no es preciso proceder a un control de temperatura. Hemos recogido 18 muestras vegetales y otras 18 muestras más para someterlas a hidratación (inmersión de las muestras durante 3 horas en agua) y poder comparar los resultados obtenidos.

- *La Transpiración cuticular* la obtuvimos en las diez especies para ver cual de ellas presentaban una mayor adaptación a la sequía. Hemos realizado dos mediciones, una en condiciones de capacidad de campo en el suelo, y otra en condiciones de gran sequedad. Se usó la metodología de Larson y Svenningsson (1986), basada en la toma, a primera hora de la mañana, de dos brotes de hojas de cada especie (una de orientación Norte y otra Sur); sellándose los tallos con vaselina (para evitar la transpiración por esa zona) y posterior pesado (con una precisión de diezmilésimas de gramo) de los brotes durante los siguientes intervalos 0, 15, 30, 45, 60, 120, 180, 240 Y 300 minutos. Finalmente se anotó y contrastó el agua perdida por especie.
- *La esclerofilia* la obtuvimos a partir de la superficie foliar y peso seco de 25 hojas por estrato (E1, E2 y E3), excepto en algún caso especial que se redujo este número por los cuantiosos folíolos de cada hoja, estos casos fueron: *C. cilicica* y *C. arborescens*, en las que se hizo sobre diez hojas por cada estrato y *D. pentaphyllum* en el que solo se recogieron 25 folíolos. La metodología seguida, para la obtención de la *superficie foliar* de estas muestras de hojas fue la seguida por Ibáñez (1995), consistió en adherir las hojas recogidas de cada estrato y especie en un folio y fotocopiarlas. Posteriormente se recortaron las fotocopias de las hojas y en una balanza obtuvimos el peso de estas hojas de papel (P_p) y en la misma el peso del folio (P_f) con una precisión de diezmilésimas de gramo, también se obtuvo la superficie del folio pesado (S_p); se despegaron las hojas del folio y en la misma balanza determinamos el peso seco (P_s), para utilizarlo después en el cálculo de la esclerofilia (Con estos valores de pesos y superficie estuvimos en condiciones de obtener la superficie de las hojas adheridas fotocopias y recortadas (S_p) (que sería igual a la superficie de las hojas extraídas), utilizando la expresión:

$$S_p = (S_f \times P_p) / P_f$$

Una vez conocida la superficie de las hojas extraídas en cada estrato de las distintas especies, procedimos a la realización del cálculo del índice de esclerofilia:

$$I_e = (P_s / S_p) \cdot 100$$

Metodos utilizados para el estudio de la raíz

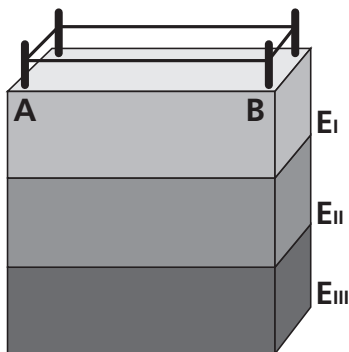


Figura 1. División en estratos E1, E2 y E3 del monolito de extracción de raíces

Una vez separado el vuelo de la raíz, teniendo en cuenta el método de estudio de raíces descrito por Böhm (1979), delimitamos un monolito paralelepípedo de suelo, de 1 a 1,5 m. de lado (según los casos), y se marcaron tres estratos: E1, E2 y E3 según tres profundidades respectivas de 0-15, 15-30 y de 30-45 cm. para conocer la distribución morfológica de las raíces según la profundidad (Figura 1). Se procedió a la excavación y extracción de las raíces; las raíces más finas y sueltas fueron separadas de la tierra en una bandeja; y la estructura principal de raíz (no separada) se colocó sobre una cuadrícula con cuadrados de 5 cm. de lados para su fotografiado y ver su distribución morfológica en los tres estratos. Se trocearon las raíces en secciones de unos 8 cm de longitud, y se agruparon en 9 clases diamétricas (0-1; 1-2; 2-4; 4-6; 6-8; 8-10; 10-20; >20 mm. y el cuello de raíz). Obtuvimos el peso fresco, la longitud, el peso seco, la humedad relativa, el volumen y la densidad de cada clase en cada estrato. Los métodos utilizados fueron en cuanto a caracterización climatológica la misma que en el caso del estudio del vuelo. En cuanto a productividad, de una forma similar a la del vuelo, se determinaron los pesos secos, la longitud, la superficie y el volumen de las raíces; de todos estos parámetros obtuvimos valores absolutos y relativos al volumen del monolito de suelo excavado. Finalmente se hallaron los pesos secos de los nódulos en los diferentes estratos.

RESULTADOS

Para la referencia climática empleamos los datos de la estación meteorológica del IVIA, situada a 80 m de la parcela de ensayo y el período de los 3 años de vida de los arbustos. Se obtuvieron:

- Índices de Mediterraneidad (Im): $Im_1 = 32,1$; $Im_2 = 14,8$; $Im_3 = 7,2$. Al ser $Im_1 > 1,5$; $Im_2 > 3,5$ e $Im_3 > 2,5$
- El clima en el que se desarrollaron los arbustos del estudio fue claramente Mediterráneo.
- La caracterización climatológica de Rivas-Martínez: (Rivas Martínez, op.cit.) en esta serie de 3 años fue: En cuanto a termoclima, de piso bioclimático: Termomediterráneo Superior, con Índice de termicidad $It = 380$ y respecto a ombroclima: Semiárido, ya que la precipitación anual fue de solo 327 mm.
- La caracterización ombroclimática de Gaussen fue Subdesértico Atenuado (9,5 meses de período seco).

El clima del primer año de la plantación (desde el 23 nov. 1994 hasta el 23 nov. 1995) resultó aún más severo según Gaussen Subdesértico, con 11 meses secos y según Rivas-Martínez: Árido con 147,9mm. La precipitación de 1995 fue de 142 mm. y en los 10 primeros meses de la plantación de 93,7 mm.

Los datos climáticos presentados muestran la extraordinaria aridez a la que debieron aclimatarse las plantas durante sus primeros meses de vida en las parcelas.

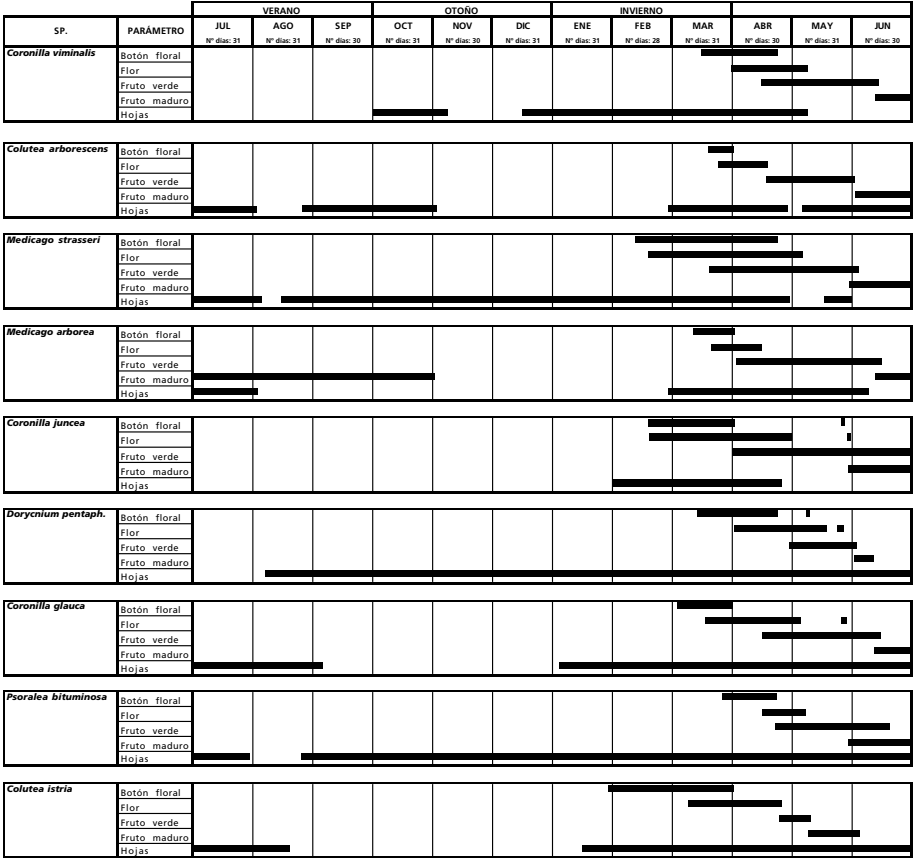


Figura 2. Periodos fenológicos de cada especie.

Los resultados de fenología obtenidos a partir de registros semanales, se muestran en la Figura 2. Hay que considerar que las importantes lluvias otoñales, propias de la localidad, llegaron este año con 2 meses de retraso (en diciembre) lo que retrasó al menos un mes la fenología y tal vez acortara las fases fenológicas.

El porcentaje de marras a los 3 años fue de cero en todas las especies excepto *C. arborescens* (40%), *C. cilicica* (40%), *C. viminalis* (10%) y *P. bituminosa* (10%). Las de mayor altura fueron: *M. arborea* (190cm), *C. istria* (180cm), *C. arborescens* (110cm), seguidas en orden decreciente de: *C. glauca* (99cm), *C. juncea* (94cm), *M.strasseri* (86cm), *P. bituminosa* (63cm), *C. cilicica* (61cm), *C. viminalis* (42 cm) y *D. pentaphyllum* (42 cm). Las de mayor cobertura fueron: *M. strasseri* (46%), *C. juncea* (33%), *C. istria* (28%), seguidas de *C. glauca* (22%), *P. bituminosa* (19%), *C. arborescens* (15%), *C. viminalis* (13%), *D. pentaphyllum* (11%) y *C. cilicica* (4%). La variabilidad, de los parametros medidos, entre pies de una misma especie no fue muy grande excepto en *C. cilicica* y *C. viminalis*.

Las 3 especies que presentaron mayor peso seco de biomasa en el vuelo fueron: *M. strasseri* (1.207 g), *C. glauca* (974 g) y *C. juncea* (966 g); la productividad del vuelo, se presenta en la Tabla 3.

ESPECIE	Parte leñosa					Parte verde					
	Longitud	Peso seco	Humedad relativa	Volumen	Densidad	Ramoneo	Hojas	Flores			
(m)	(g)	(%)	(cm ³)	(g/cm ³)	P.seco	Dens.	P.seco	Dens.	Superf.	P.seco	
(g)	(%)	(cm ³)	(g/cm ³)	(g)	(g/cm ²)	(g)	(g/cm ³)	(cm ²)	(g)		
<i>Colutea arborescens</i>	37,2	158,5	48,6*	308,5	0,46*	0,8	0,17*	14,6	0,23*	10,9	0,7
<i>Colutea cilicica</i>	4,8	16,0	43,5*	32,5	0,50*	0,1	0,04*	4,1	0,22*	2,7	---
<i>Colutea istria</i>	48,2	195,2	47,3*	376,5	0,47*	1,7	0,1*	28,3	0,13*	14,1	6,1
<i>Coronilla glauca</i>	169,8	749,3	45,2*	1343	0,56*	6,9	0,21*	164,7	0,16*	190,4	52,8
<i>Coronilla juncea</i>	531,5	905,4	40,5*	1940	0,43*	17,0	N.D.	42,0	0,3*	48,3	1,6
<i>Coronilla viminalis</i>	49,9	87,5	55,5*	239,5	0,39*	1,2	0,18*	44,0	0,19*	28,1	14,3
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	359,9	219,5	37,2*	341,0	0,62*	2,9	0,51*	11,4	0,44*	8,4	5,8
<i>Medicago strasseri</i>	177,0	777,9	54,7*	1693	0,46*	25,6	0,21*	358,7	0,17*	255,8	45,5
<i>Psoralea bituminosa</i>	147,8	412,1	50,7*	898,5	0,45*	8,6	0,21*	51,5	0,23*	46,6	38,8

Tabla 3. Productividad del vuelo.

Los mayores pesos secos absolutos de raíz (incluidos nódulos) correspondieron a: *C. juncea* (253g), *M. strasseri* (210g), *C. glauca* (201g), siendo los porcentajes de nódulos, respectivamente, los siguientes: 11%, 0,1% y 2,5%. Las especies con mayor longitud radicular absoluta total fueron: *M. strasseri* (1034 m), *C. glauca* (822 m), *P. bituminosa* (711 m); mayor longitud radicular relativa al volumen del monolito de suelo explorado fueron *D. pentaphyllum* (5621 m/m³), *P. bituminosa* (5082 m/m³), *M. strasseri* (3831 m/m³) y con mayor biomasa radicular relativa, las especies: *C. glauca* (1156g/m³), *P. bituminosa* (1116 g/m³), *C. arborescens* (1070 g/m³) y *C. juncea* (1024 g/m³). La especie con mayor superficie foliar y superficie radicular fue *M. strasseri* con valores respectivos de: 5,42 m² y 1,91m². La productividad de raíz y de nódulos se muestra en las Tablas 4. y 5.

Especie	Estrato						Totales	
	E _I (0 - 15 cm.)		E _{II} (15 - 30 cm.)		E _{III} (30 - 45 cm.)		E _I + E _{II} + E _{III} (0-45 cm)	
	L _{rr} (m/m ³)	B _{rr} (g/m ³)	L _{rr} (m/m ³)	B _{rr} (g/m ³)	L _{rr} (m/m ³)	B _{rr} (g/m ³)	L _{rr} (m/m ³)	B _{rr} (g/m ³)
<i>Colutea arborescens</i>	204	428	1445	502	225	140	1874	1070
<i>Colutea cilicica</i>	61	279	215	205	138	77	414	560
<i>Colutea istria</i>	207	174	171	120	121	61	499	355
<i>Coronilla glauca</i>	1857	593	2484	526	432	37	4773	1157
<i>Coronilla juncea</i>	747	766	881	215	504	43	2132	1024
<i>Coronilla viminalis</i>	173	175	319	51	216	55	708	281
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	1235	360	3504	284	881	232	5621	876
<i>Medicago strasseri</i>	1482	434	1518	228	831	115	3831	777
<i>Psoralea bituminosa</i>	2041	671	2109	310	933	136	5082	1116

Tabla 4. Productividad de raíz en biomasa y longitud radicular relativa.

L_{rr} = Longitud radicular relativa (metros de raíces / metro cúbico de suelo).
B_{rr} = Biomasa radicular relativa (gramos de raíz / metro cúbico de suelo).

Especie	Estrato						Totales	
	E _I (0 - 15 cm.)		E _{II} (15 - 30 cm.)		E _{III} (30 - 45 cm.)		E _I + E _{II} + E _{III} (0-45cm.)	
	P _s (g)	B _{nr} (g/m ³)	P _s (g)	B _{nr} (g/m ³)	P _s (g)	B _{nr} (g/m ³)	P _s (g)	B _{nr} (g/m ³)
<i>Colutea arborescens</i>	0,02	0,22	0,73	7,3	---	---	0,75	7,5
<i>Colutea cilicica</i>	---	---	0,01	0,09	---	---	0,01	0,1
<i>Colutea istria</i>	---	---	0,16	0,8	---	---	0,16	0,8
<i>Coronilla glauca</i>	0,30	1,9	4,67	25,9	0,13	0,74	5,1	29,0
<i>Coronilla juncea</i>	9,7	44,0	15,8	72,0	2,1	9,6	28,0	125,5
<i>Coronilla viminalis</i>	0,63	4,9	0,14	1,1	0,05	0,35	0,82	6,3
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	---	---	0,002	0,02	---	---	0,002	0,02
<i>Medicago strasseri</i>	0,01	0,04	0,15	0,55	0,02	0,08	0,18	0,7
<i>Psoralea bituminosa</i>	0,42	3,0	0,68	4,8	0,45	3,2	1,5	11

P_s = Peso seco de los nódulos, expresado en gramos.

B_{nr} = Biomasa relativa de nódulos, expresada en gramos de nódulos por metro cúbico de suelo.

E_I, E_{II}, E_{III}, respectivamente = estratos I, II y III.

Tabla 5. Biomasa de nódulos absoluta y relativa.

P_s = Peso seco de los nódulos, expresado en gramos.

B_{nr} = Biomasa relativa de nódulos, expresada en gramos de nódulos por metro cúbico de suelo.

E_I, E_{II}, E_{III}, respectivamente = estratos I, II y III.

Los resultados de hojarasca, los mostramos agrupados en tres categorías de especies en la Figura 3.

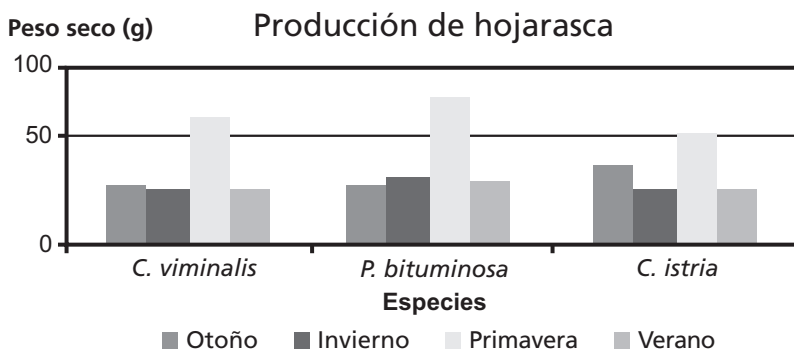
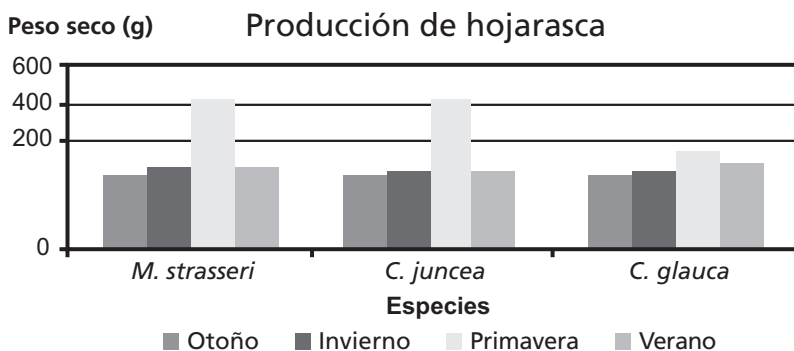
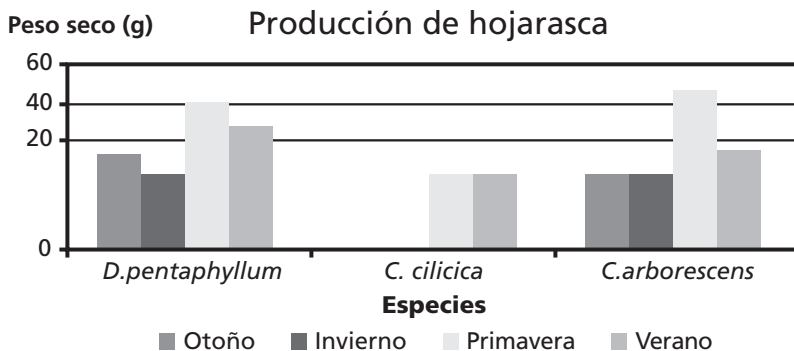


Figura 3. Producción de hojarasca, por estaciones. Es de destacar que en primavera se produjo el mayor aporte de hojarasca (Sobre todo en *M. strasseri* y *C. Juncea*), y en otoño el menor.

En cuanto resistencia a la sequía obtuvimos los siguientes resultados:

Los índices de esclerofilia, oscilaban entre 5,41mg/cm² de *M. strasseri* y 13,93 mg/cm² de *C. juncea*. Las especies con mayor esclerofilia en sus hojas son *C. juncea*, *C. glauca* y *P. bituminosa*. El estrato superior (E3), más expuestos a los rayos solares, tuvo una mayor esclerofilia que los inferiores. Los valores de potencial hídrico fueron propios de condiciones de gran estrés y muy parecidos a los obtenidos por De Andrés, E.F. *et al.* (1997). Según las pérdidas totales de peso debidas a la transpiración cuticular a lo largo de 6 horas, pueden hacerse tres grupos de especies: a. con pérdidas <100 mg (*C. juncea* y *D. pentaphyllum*); b. con pérdidas entre 100 y 200 mg (*C. glauca*, *M. strasseri*, *M. arborea*, *P. bituminosa* y *C. istria*) y c. con pérdidas >200mg (*C. cilicica*, *C. arborescens* y *C. viminalis*). Los resultados de la resistencia a la sequía y hojarasca los mostramos en la Tabla 6.

	Esclerofilia de cada especie según estratos (mg/cm ²)			Potencial hídrico (media, MPa)	Transpiración cuticular (mg)	Hojarasca (peso seco, g)
	E ₁	E ₂	E ₃			
<i>Coronilla juncea</i>	0,84	0,99	1,39	-2,2*	37	3,4
<i>Coronilla glauca</i>	1,14	1,00	1,28	---	150	274,1
<i>Coronilla viminalis</i>	0,61	0,61	0,85	---	240	91,5
<i>Psoralea bituminosa</i>	0,82	0,81	1,03	---	132	121,0
<i>Medicago strasseri</i>	0,54	0,67	0,78	-2,1*	100	544,1
<i>Colutea istria</i>	0,41	0,47	0,61	---	115	93,7
<i>Colutea arborescens</i>	0,79	0,70	0,89	---	290	65,1
<i>Colutea cilicica</i>	0,55	0,67	0,67	---	320	4,5
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	0,76	0,54	0,86	---	38	81,4
<i>Medicago arborea</i>	0,64	0,86	0,92	---	110	---

Tabla 6. Resistencia a la sequía y producción de hojarasca.

*Datos del 28 de abril de 1998 en muestras sin hidratar.

CONCLUSIONES

Pese a que las plantas se desarrollaron en un clima extremadamente adverso como es el subdesértico atenuado, sobrevivieron y tuvieron un buen desarrollo salvo caso excepcionales (fundamentalmente *C. cilica* y *C. arborescens* ambas con un 40% de marras). Fenología: La actividad reproductiva comenzó en *C. juncea* y *M. strasseri* en el mes de febrero y en el resto de especies en el mes de marzo. La floración terminó, por lo general, en abril - mayo, teniendo en *C. juncea*, *C. glauca* y *D. pentaphyllum* una segunda floración de menor intensidad. La fructificación apareció en el mes de abril, salvo en *M. strasseri* y en general el período con frutos maduros se centró en los meses de junio y julio. En cobertura vegetal destacaron *M. strasseri*, *C. juncea* y *C. glauca* con porcentajes respectivos de 46%, 33% y 22%. Las tres especies más destacadas por su peso seco total en productividad del vuelo fueron *M. strasseri* (1207 g), *C. glauca* (974 g) y *C. juncea* (966 g). Parte verde: En ramoneo destacaron por orden decreciente: *M. strasseri* (25,6 g), *C. juncea* (17,0 g) y *P. bituminosa* (8,6 g). En peso seco de hojas y superficie foliar destacaron los valores respectivos siguientes: *M. strasseri* (358,7; 255,8 cm²), *C. glauca* (164,7 g; 190,4 cm²), *P. bituminosa* (51,5 g). En flores y frutos destaca *C. glauca* (52,8 g), *M. strasseri* (45,5 g) y *P. bituminosa* (38,8 g). Productividad de raíces: en términos relativos es muy interesante el elevado desarrollo de raíces observado en biomasa de *C. glauca* y *P. bituminosa*, y en longitud de y *P. bituminosa*. Esto repercute en una mejora de las condiciones físicas y nutricionales, lo que hace estas especies de gran utilidad de protectoras y restauradoras del suelo. En cuanto a producción de nódulos en peso seco, destacó el género *Coronilla*, y muy por encima del resto de especies *C. juncea* (125 g/m³). En los géneros *Coronilla* y *Medicago*, el índice de esclerofilia es elevado, lo que indica su gran adaptación a ambientes de sequía. También se observó que en el estrato superior se alcanzaban mayores índices de esclerofilia. Los valores de potencial hídrico de las dos especies en que se realizaron las pruebas fueron propios de condiciones de elevado estrés. Transpiración cuticular: Las especies *C. juncea* y *D. pentaphyllum* presentaron una elevada adaptación a la sequía porque tuvieron bajas pérdidas de agua por transpiración (aproximadamente 40mg). Considerando los resultados exhaustivos descritos, se llega a la conclusión final de que todas las especies estudiadas, menos *C. cilicica* y *C. arborescens*, son capaces de producir importantes cubiertas vegetales protectoras del suelo en clima subdesértico; que las especies *P. bituminosa*, subsp. *albomarginata*, *M. arborea* y *M. strasseri*, *C. juncea*, *C. viminalis*, *D. pentaphyllum*, *C. istria* y *C. arborescens*, son adecuadas como pascícolas; las especies *C. juncea*, *C. glauca*, *C. viminalis*, *M. arborea*, *M. strasseri*, *P. bituminosa*, subsp. *albomarginata*, resultan interesantes como xero-ornamentales; y las especies *C. juncea*, *C. glauca*, para aromáticas.

REFERENCIAS

- Böhm, W. 1979. *Methods of studying root systems*. Spronger- Verlag Heidelberg New York.
- De Andrés, E. F., Tenorio, J. L., Manzanares, M., Sanchez, F. J. y Ayerbe, L. 1997. Mecanismos de resistencia a la sequía en leguminosas arbustivas. INIA. 3er. Simposium Hispano-Portugues sobre Relaciones Hídricas en las Plantas. Sitges (Barcelona).
- Fao-unesco. 1985. *Soil Map of the World, 1/5.000.000 Revised legend*. fao. roma. Pp. 155.
- García-Camarero, J. 1989a. *Restauración de zonas y ecosistemas en degradación*.13/89 HD. Dirección General de Investigación y Capacitación Agraria. MAPA.
- García-Camarero, J., Ingelmo, F., Sotomayor, M., Rubio, J. L., Gómez de Barreda, D. y Cerní, R. 1989 b. *Restauración de zonas agroforestales degradadas mediante el empleo de especies arbustivas y forrajeras*. Informe del proyecto de investigación del IVIA. Generalitat Valenciana.
- García-Camarero, J. 1995. *El barranco de La Salada (Pedralba, Valencia)*. Estudio biogeográfico. Tesis de licenciatura. Facultad de Geografía de la universidad de Valencia.
- García Torres, A. 1994. *Cultivos en zonas semiaridas*. Universidad de Murcia y Consejería de Agricultura Ganadería y Pesca. 312pp. Murcia.
- Heywood, V. H. 1985. *Las plantas con flores*. E.d. Reverté. Barcelona. 332 pp.
- Ibáñez, A. 1995. *Regeneración de suelos erosionados mediante la adición de lodos anaerobios de depuradora*. Tesis doctoral. Facultad de Farmacia. Universidad de Valencia
- Larson, S. y Svenningsson, M. 1986. Cuticular and epicuticular lipids of primary leaves of barley. *Physiology Plant*, **68**: 13-19.
- Phillips, D. L. y Mac Mahon, J. A. 1981. Competition and spacing patterns in desert shrubs. *Journal of Ecology*, **69**: 97-115.
- Rivas Martínez, S. 1987. *La vegetación de España*. Peinado Lorca y Rivas Martínez (eds.). Colección Aula Abierta. Universidad Alcalá de Henares. Servicio de publicaciones Madrid. 544 pp.
- Tennant, D. 1975. A test of a modified line intersect method of estimating root length. *Journal of Ecology*, **63**: 995-1001.

Biomasa foliar aportada al suelo por leguminosas arbustivas del género *Medicago*

J. Alegre*, **E. Sobrino****, **A. Guerrero***, **J. L. Tenorio*****, **E. F. de Andrés*****, **J. L. Ceresuela****** y **L. Ayerbe*****.

* Instituto Madrileño de Investigación Agraria y Alimentaria. Apdo. 127. 28800 Alcalá de Henares.

** Dpto. de Producción Vegetal: Botánica. ETSI Agrónomos. 28040 Madrid.

*** INIA. Centro de Recursos Fitogenéticos, Finca "La Canaleja" Apdo. 1045. 28800 Alcalá de Henares.

**** Dpto. de Biología Vegetal. ETSI Agrónomos. 28040 Madrid.

ABSTRACT

The annual contributed leaf litter in soil was studied in three shrubby legume species of *Medicago* genera: *M. arborea* L., *M. strasseri* Matthäs, Greuter & Risse, and *M. citrina* (Font-Quer) Greuter, under two different water regimes applied in summer, drought and irrigated. These three species lost leaves during the summer drought, as a means to water stress tolerance. Before dead leaves decomposition, principal nutrient contents were studied. Leaf litter of all three species showed high levels of nitrogen (N) and calcium (Ca), that imply a net contribution of N and recycled of Ca to upper areas of soil profile. When the composition of litter was compared with the composition of early summer fresh leaves, translocation of N and phosphorus (P) was detected. In base of obtained data, it is considered that in sustainable silvopastoral systems whatever of three species are high efficient in the fertility increase/maintenance and in the soil structure improvement.

RESUMEN

En ausencia de fertilización, bajo dos diferentes condiciones, seco y regadío estival, se estudia la biomasa foliar (hojarasca) aportada anualmente por tres especies arbustivas del género *Medicago* (*M. arborea* L., *M. strasseri* Matthäs, Greuter & Risse y *M. citrina* (Font-Quer) Greuter. Estas tres especies se caracterizan por tirar la mayor parte de las hojas durante la sequía estival, como forma de tolerancia al estrés hídrico. Así mismo se

estudia el contenido en los principales nutrientes presentes en la hojarasca recolectada, de forma previa a la descomposición de la misma, encontrando en las tres especies altos niveles de nitrógeno (N) y calcio (Ca), lo que supone una aportación neta de N y el reciclado de Ca a zonas superiores del perfil del suelo. Cuando se compara la composición de la hojarasca con la de las hojas verdes recolectadas sobre la planta en el inicio de la época estival se observa la translocación de N y fósforo (P). En base a las cifras obtenidas se considera que cualquiera de las tres especies utilizadas resultan ser altamente eficaces en el incremento/mantenimiento de la fertilidad y en la mejora de la estructura del suelo en sistemas silvopastorales naturales sustentables.

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas con 18.000 especies que se agrupan en 650 géneros son la tercera familia vegetal (angiospermas) más numerosa se distribuyen por todo el mundo y colonizan la mayor parte de los ambientes. De todas las plantas cultivadas por el hombre solo las gramíneas tienen mayor importancia económica, pero son las leguminosas las que presentan mayor potencial para un futuro desarrollo (Gutteridge y Shelton, 1994). En los últimos años las leguminosas arbustivas y arbóreas están recibiendo especial atención desde un punto de vista multipropósito, es decir para una utilización que contempla el uso forrajero, el mantenimiento de actividades cinegéticas, la revegetación de espacios alterados por las actividades humanas y el establecimiento de sistemas agroforestales. El empleo de leguminosas arbustivas en el restablecimiento de la cubierta vegetal se justifica, entre otras razones, por su capacidad para modificar las propiedades del suelo y su evolución: reducen los procesos de erosión constituyendo una cubierta permanente, modifican el contenido de humedad del suelo y su distribución, mejoran la morfología y los parámetros químicos del suelo como consecuencia de los aportes de materia orgánica tanto en superficie como en profundidad, e incrementan el contenido en nitrógeno vía fijación de N_2 atmosférico.

El nitrógeno es el elemento mineral que más limita la productividad vegetal. En ausencia de aportaciones externas la mineralización de la materia orgánica presente en el suelo es la fuente fundamental de nitrógeno para plantas y animales. La fijación biológica del nitrógeno atmosférico por las leguminosas y otras formas de fijación por microorganismos asociados a vegetales son una fuente natural de nitrógeno para el sistema suelo-planta alternativa a las aportaciones de abonos minerales u orgánicos. En definitiva el nitrógeno procedente de la fijación simbiótica de las leguminosas en general, y de las leguminosas arbustivas en particular, puede ser la única fuente económica y sostenible de nitrógeno en ambientes degradados y de baja productividad.

Entre las leguminosas arbustivas, las alfalfas leñosas del grupo *Medicago arborea* parecen tener elevado interés multipropósito (De Andrés *et al.*, 1995) tanto por su capacidad para producir forraje invernal de alta calidad (El Aich, 1991; Alegre *et al.*, 1994; Sancha *et al.*, 1994), como por su capacidad para controlar la erosión (Andreu *et al.*, 1994). Existen tres especies de alfalfa leñosa: *Medicago arborea* L., *Medicago strasseri* Matthäs, Greuter y Risse, y *Medicago citrina* (Font-Quer) Greuter. De ellas solo *M. arborea* ha tenido una cierta utilización económica, empleándose en un pasado reciente y de forma tradicional como forraje de invierno en diferentes lugares del Mediterráneo. *M. arborea* es una especie diploide ($2n = 32$) al igual que *M. strasseri* muy próxima a ella filogenéticamente, que fue descubierta en la isla de Creta en 1982 por Greuter *et al.* (1989). *M. citrina* es una especie aloploide ($2n = 48$) (J. L. Ceresuela, comunicación personal) y un endemismo estricto de las islas Columbretes e islotes próximos descubiertos por Font Quer en 1924. Las tres especies son arbustos de porte erguido y muy ramificados desde la base, que alcanzan fácilmente los 50-100 cm de altura. Todas ellas muestran una

marcada tendencia a la defoliación estival como mecanismo de adaptación a condiciones de estrés hídrico.

El objetivo de este trabajo ha sido evaluar las aportaciones de biomasa foliar (hojarasca) realizadas por estas especies al suelo, bajo dos diferentes condiciones de riego (secano y riego de apoyo estival) en una plantación experimental. Por otra parte se ha determinado la composición química de la hojarasca de forma previa a su descomposición, comparándola con la composición química de las hojas verdes tomadas sobre la planta al inicio del verano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal

El trabajo experimental se realizó en una plantación de un año de edad situada en la finca "La Canaleja" en Alcalá de Henares (Madrid). Para establecer la plantación se empleó semilla procedente de una población naturalizada de la costa de Girona para *M. arborea* (recolección directa), semilla procedente de una población de las islas Columbretes para *M. citrina* (recolección directa) y semilla procedente del Jardín Botánico de Berlín para *M. strasseri*. Las plantas se cultivaron en vivero en alveolos de tipo forestal y se trasladaron al terreno de asiento empleándose un marco de plantación de 3x1 m. La plantación estuvo sometida a dos tratamientos de riego según un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos de riego fueron secano, y regadío estival con una única aportación mensual de agua de 60 l/m² durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

Toma de muestras

Para cada especie y tratamiento se recolectaron cuatro muestras, una por repetición, de las hojas presentes sobre la planta al inicio del verano. De forma semejante una vez caídas las hojas a finales de julio, se recolectaron del suelo para cada especie y tratamiento 4 muestras de la hojarasca total producida por planta.

Procesado de las muestras y análisis químico

Las muestras de hojarasca se lavaron en corriente de agua, mediante una criba, eliminándose la contaminación de suelo e impurezas. A continuación para determinar la biomasa foliar las muestras se secaron a 70 °C en estufa con ventilación forzada hasta peso constante, determinándose el peso de materia seca. Una alícuota de cada una de las muestras de hojarasca y las muestras de hojas se secaron en estufa a 70 °C durante 24 h y se molió con criba de 1 mm. Sobre las muestras así procesadas se determinaron el contenido en nitrógeno (N) por el método Kjeldahl, el contenido en minerales totales (cenizas) por calcinación a 500°C durante 16 horas, y el contenido en lignina ácido detergente (Robertson y Van Soest, 1981). La determinación de minerales se realizó sobre el calcinado foliar previa digestión en caliente con ácido clorhídrico. La determinación del contenido en fósforo (P) se realizó mediante colorimetría, y la determinación del contenido en potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) se realizó mediante absorción atómica (Cadaña, 1973).

Análisis estadístico

Los resultados se analizaron usando el procedimiento GLM (Statistical Analysis Systems Institute, 1985) para un diseño factorial completo con tres niveles para el factor especie y dos niveles para el factor riego. Las comparaciones entre medias se realizaron empleando el test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química de las hojas y de la hojarasca

	N g/kg	P g/kg	K g/kg	Ca g/kg	Mg g/kg	Lignina g/kg	Cenizas g/kg
Composición de las hojas							
Composición media	27,8	1,66	12,05	36,86	6,07	44	128
<i>M. arborea</i>	31,0a	1,68a	10,65a	41,41a	6,38a	46a	133a
<i>M. citrina</i>	24,2b	1,82a	15,62b	29,48b	5,08b	48a	107b
<i>M. strasseri</i>	28,2c	1,47a	9,88a	39,68a	6,74a	37b	144a
Composición de la hojarasca							
Composición media	15,4	0,82	15,14	43,90	5,42	67	205
<i>M. arborea</i>	18,6a	1,02a	14,05a	41,30a	5,62ab	67a	194ab
<i>M. citrina</i>	10,6b	0,55b	18,51b	39,60a	4,44a	68a	176a
<i>M. strasseri</i>	17,0a	0,88ab	12,86a	50,80b	6,20b	67a	244b
Variación media (%)	-45	-50	+27	+21	-11	+55	+60

Tabla 1. Valores medios de la composición química de las hojas y de la hojarasca, para cada una de las especies del género *Medicago* (cifras expresadas sobre materia seca, agrupando secano y regadío). Nota: los valores con letras distintas difieren significativamente ($P < 0,05$).

En la Tabla 1 figura la composición de las hojas y la hojarasca de las distintas especies de *Medicago* expresada en gramos por kilo de materia seca, así como la variación en porcentaje que sufre cada uno de los parámetros químicos con la abscisión de las hojas. Aunque existen diferencias significativas en determinados parámetros de la composición mineral asociadas al régimen hídrico, con objeto de simplificar el análisis, en la citada Tabla 1 se han agrupado los datos de secano y regadío y solo se han incluido los valores medios para cada especie y los valores medios para el conjunto de las especies.

Por kilo de materia seca, las hojas de las alfalfas leñosas tienen un contenido medio de 27,8 g de N; 1,66 g de P; 12,05 g de K; 36,86 g de Ca y 6,07 g de Mg. Su contenido en lignina es de 44 g y el de cenizas de 128 g. Existen diferencias significativas atribuibles a la especie para los contenidos en N, K, Ca, Mg, lignina y cenizas, no observándose efecto de la especie para el contenido en P.

M. arborea y *M. strasseri* muestran muchas similitudes en su composición y no difieren en los contenidos de K, Ca, Mg y cenizas, si bien las hojas de *M. arborea* tienen mayores contenidos que las de *M. strasseri* en N (31,0 g/kg vs 28,2 g/kg) y lignina (46 g/kg vs 37 g/kg). *M. citrina* presenta menores contenidos que las dos anteriores en N, Ca, Mg y cenizas siendo por otra parte mayor su contenido en K.

La hojarasca de las alfalfas leñosas tiene un contenido medio de 15,4 g de N; 0,82 g de P; 15,14 g de K; 43,90 g de Ca y 5,42 g de Mg. Su contenido en lignina es de 67 g y el de cenizas de 205 g. Las diferencias de composición atribuibles a la especie, en general se asemejan bastante a las descritas para las hojas. La hojarasca de *M. arborea* y la de *M. strasseri* solo difieren entre sí de forma significativa para el contenido en Ca. Sin embargo la hojarasca de ambas presenta mayor contenido en N, Mg y cenizas, y menor contenido en K que la hojarasca de *M. citrina*.

Cuando se compara la composición de las hojas verdes con la composición de la hojarasca, se observa que con la abscisión se produce una considerable disminución en el contenido en N (-45%) y P (-50%), y una disminución moderada en el contenido en Mg (-11%). Los conteni-

dos en K, Ca y lignina evolucionan en sentido contrario siendo superiores los valores obtenidos en la hojarasca a los obtenidos en las hojas en un 27%, un 21% y un 55% respectivamente. Estas variaciones pueden atribuirse, al menos parcialmente, a la translocación de elementos solubles de alta movilidad a diferentes órganos de la planta y a la acumulación, en las hojas viejas, de los compuestos de baja movilidad. En cualquier caso hay que tener en consideración que la composición mineral está referida al contenido de materia seca, de forma que las proporciones de minerales pueden variar sin que aumente la cantidad absoluta de los mismos simplemente por cambios en la concentración de los diferentes compuestos orgánicos.

La hojarasca de las alfalfas leñosas presenta un nivel de lignificación muy bajo y una elevada concentración de N (15,4 g/kg ms), muy superior, por ejemplo, a la obtenida por Wesemael y Veer (1992) en la hojarasca característica del bosque mediterráneo, con concentraciones de N que oscilan entre los 5,8 g/kg ms y los 9,3 g/kg ms. Por tanto, aunque no se ha determinado su velocidad de descomposición, a la vista de los datos obtenidos cabe esperar que la hojarasca de las alfalfas leñosas se mineralice con rapidez ya que presenta una baja relación lignina/nitrógeno. La velocidad de descomposición de la materia orgánica en sus fases iniciales aumenta con la concentración de minerales y en especial con la concentración de N, mientras que en sus fases finales la velocidad con que se produce la descomposición depende del contenido de otros compuestos más estables y en particular del contenido de lignina, siendo en definitiva la relación lignina/N el factor más determinante de la velocidad de mineralización de la materia orgánica para condiciones de clima mediterráneo (Aerts, 1997).

Aportes de hojarasca al suelo

	Aportes de hojarasca		
	En seco	En regadío	Aportación media
<i>M. arborea</i>	333	329	331
<i>M. citrina</i>	276	157	216,5
<i>M. strasseri</i>	320	299	309,5
Media	310	267	286

Tabla 2. Valores medios de la cantidad anual de hojarasca aportada al suelo (g/planta) por cada una de las especies del género *Medicago* bajo dos regímenes de humedad.

Como media la cantidad de hojarasca que cada planta aportó al suelo fue de 286 g de ms (ver Tabla 2). El análisis estadístico no detectó diferencias significativas ($P < 0,05$) atribuibles a la especie, al riego o a la interacción entre la especie y el riego, sin embargo la cantidad de hojarasca que aportó *M. citrina* tanto en seco como con riego estival de apoyo parece inferior a la que aportaron *M. arborea* o *M. strasseri*. Esto concuerda con las observaciones realizadas en el sentido de que *M. citrina* tiene menor tendencia a la defoliación estival, y el hecho de no haber obtenido diferencias significativas entre especies parece más una consecuencia de la elevada variabilidad en la cantidad de hojarasca aportada por individuo, y de la necesidad de tomar un número limitado de muestras.

La cantidad de hojarasca que se depositó en el suelo supuso una aportación equivalente a 953 kg ms/ha, y representó una aportación media de 14.7 kg de N/ha y el reciclado de 0,8 kg de P/ha, 14,4 kg de K/ha, 41,8 kg de Ca/ha y 5,2 kg de Mg/ha. Aunque las aportaciones de N puedan parecer relativamente modestas hay que tener en cuenta que los depósitos de hojarasca se produjeron en pequeñas unidades superficiales coincidiendo con la proyección del vuelo de las plantas, y que para el marco de plantación empleado, y en el primer año de crecimiento, cubrían aproximadamente el 50% del suelo. Por otra parte solo se determinó la aportación debida a la materia orgánica de las hojas depositadas en la superficie del suelo, y se no se midieron las aportaciones en zonas más profundas del suelo, debidas al sistema radicular.

CONCLUSIONES

En base a los datos obtenidos se considera que cualquiera de las tres especies resulta altamente eficaz en el incremento/mantenimiento de la fertilidad del suelo en sistemas silvopastorales sustentables. En los ecosistemas naturales los nutrientes sufren una continua reutilización en ciclos cerrados. La velocidad con que se liberan los nutrientes depende de la rapidez con que se produce la defoliación y una vez depositada la hojarasca sobre el suelo, de la rapidez con la que se descompone la materia orgánica. Las especies arbustivas del género *Medicago*, como otras leguminosas, realizan una considerable aportación de nitrógeno al sistema suelo-planta, y aunque son especies perennes muestran una elevada velocidad de reciclaje de nutrientes tanto por su elevada tasa de renovación de tejidos consecuencia de su defoliación estival, como por las características químicas de la hojarasca producida.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el soporte financiero recibido de la Comunidad de Madrid para la realización del trabajo a través del Proyecto 06M/016/97. E. F. de Andrés es becario postdoctoral del INIA.

REFERENCIAS

- Aerts, R. 1997. Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship. *Oikos*, **3**: 439-449.
- Alegre, J., Sancha, J. L., Guía, E. y Agudo, M. 1994. Caracterización nutritiva de arbustos forrajeros: I. Composición química de leguminosas arbustivas y su evolución estacional. En: Gallego, L. y Pérez, J.I. (Eds.). *Producción Ovina y Caprina*. Colección Estudios. Universidad de Castilla la Mancha. 301-306.
- Andreu, V., Rubio, J. L. y Cerni, R. 1994. Use of a shrub (*Medicago arborea*) to control water erosion on steep slopes. *Soil Use and Management*, **10**: 95-99.
- Cadahía, C. 1973. Determinación simultánea de N y P en suelos y plantas. *Anales de Edaf. y Agrob.*, **XXXII**, p. 480.
- De Andrés, E.F., Alegre, J., Ceresuela, J. L., Tenorio, J. L., Sobrino, E. y Ayerbe, L. 1995. Evaluación de leguminosas arbustivas silvestres como cultivo alternativo en climas semiáridos fríos. IV Congreso Luso-Espanhol de fisiología vegetal. Estoril. 329.
- El Aich, A. 1991. Role of shrubs in ecosystem functions. *Options Méditerranéennes. Série Séminaires*, **16**: 43-46.
- Gutteridge, R. C. y Shelton, H. M. 1994. Forrage Tree Legumes in Tropical Agriculture. CAB International. 389 pp.
- Robertson, J. B. y Van Soest, P. J. 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. In *The Analysis of Dietary fibre of Food*, W.P.J. James and O. Theander Dekker. New York. 123-158.
- Sancha, J. L., Alegre, J., Guerrero, A. y Yébenes, L. 1994. Caracterización nutritiva de arbustos orrajeros: II. Digestibilidad e ingestión. En: Gallego, L. y Pérez, J.I. (Eds.). *Producción Ovina y Caprina*. Colección Estudios. Universidad de Castilla la Mancha. 307-312.
- Statistical Analysis Systems Institute. 1985. SAS User's Guide: Statistics, ver. 5. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Van Wesemael, B. y Veer, M. A. C. 1992. Soil organic matter accumulation. Litter decomposition and humus forms under mediterranean-type forests in southern Tuscany. Italy. *Journal of Soil Science*, **43**: 133-144.

Contaminantes químicos y salud

N. Olea*, **A. Rivas***, **M. F. Olea-Serrano****, **M. J. Molina*****

* *Laboratorio de Investigaciones Médicas. Departamento de Radiología*

** *Departamento de Nutrición y Bromatología*

*** *Departamento de Geografía Física, Universidad de Granada*

INTRODUCCIÓN

Algunos compuestos químicos de síntesis con diferente estructura molecular y de muy diverso origen pueden interferir, una vez incorporados al organismo, el mensaje transmitido por las hormonas endógenas. El término más adecuado y actual para nombrar a tales compuestos es el de disruptores hormonales (Tomado del inglés Endocrine Disrupting Chemicals, EDCs). Se definen los EDCs como toda sustancia química presente en el medio ambiente que puede alterar la homeostasis hormonal y por tanto repercutir sobre la salud del individuo expuesto y/o de su descendencia. La nómina de disruptores endocrinos se amplía casi diariamente, encontrándose dentro de esta clasificación algunos compuestos químicos empleados en las actividades agrícolas.

La diversidad estructural de los disruptores endocrinos es llamativamente extensa, hecho que ha venido a dificultar la predicción del efecto hormonal cuando se considera de forma aislada la estructura molecular de un compuesto químico. De hecho, los organismos internacionales reguladores de la exposición humana y medioambiental a compuestos químicos de síntesis se han encontrado con la necesidad de establecer los criterios de aceptación del fenómeno de disrupción, para lo cual se han desarrollado nuevos tests de base biológica que permitan identificar actividades hormonales.

La exposición a compuestos con actividad hormonal contaminantes medio ambientales se ha asociado con muy diversas patologías observadas en distintas especies animales (Colborn *et al.*, 1993). En lo referente a la población humana ciertas observaciones de carácter clínico-epidemiológico refieren la profunda variación en los patrones de frecuencia de presentación de desórdenes y enfermedades relacionados con desequilibrios del sistema endocrino (Impact of Endocrine Disrupters on Human Health and Wildlife, 1996) La exposición a disruptores endocrinos se ha querido ver como un factor de relevancia en este proceso.

ACTIVIDAD AGRÍCOLA: EXPOSICIÓN A DISRUPTORES ENDOCRINOS

El uso de plaguicidas, fertilizantes y fitosanitarios, en general, en la agricultura y

especialmente en técnicas de cultivo intensivo, es un caso de particular interés en lo referente a la exposición humana a sustancias químicas. No cabe duda que la mecanización y el uso de compuestos químicos ha supuesto un cambio sustancial en la producción agrícola (Periquet, 1986, Hotchkiss 1992). Pero también ha originado, desde el punto de vista de la salud laboral, nuevos problemas sanitarios relacionados con la exposición a sustancias químicas (Olea *et al.*, 1997).

La actividad hormonal de carácter estrogénico y androgénico de algunos plaguicidas es un hecho bien conocido y suficientemente constatado en trabajos de carácter experimental y clínico. Así se ha asignado actividad hormonal a algunos de estos plaguicidas debido a que presentan cierta afinidad por los receptores hormonales, actúan sobre órganos diana de las hormonas esteroideas y provocan alteraciones en el desarrollo y la funcionalidad del sistema endocrino. Este es el caso del DDT y sus metabolitos, el metoxicloro, la clordecona, el dieldrin o el toxafeno, entre otros (Soto *et al.*, 1995). Algunos pesticidas como el endosulfán, han mostrado además de su actividad estrogénica ser un buen competidor por el receptor de progesterona (Vonier *et al.*, 1996), por lo que a su consideración de xenobiótico estrogénico habrá que unir esta observación. Recientemente se ha demostrado que el DDE desplaza a la dihidrotestosterona por su enlace al receptor androgénico (Kelce *et al.*, 1995) por lo que junto con el fungicida vinclozolina (Gray *et al.*, 1994) empieza a engrosar la lista de los pesticidas con actividad antiestrogénica (Tabla I).

Productos químicos	Usos y Fuentes de exposición
DDT y sus metabolitos:	Pesticidas: DDT prohibido en el mundo
o,p_-DDT	occidental. Metabolitos aún presentes en
p,p_-DDT	tejidos humanos.
o,p_-DDD	
p,p_-DDD	
p,p_-DDE	
Dieldrin	Pesticida. Prohibido en el mundo occidental.
Clordecona (Kepona)	Pesticida. Prohibido en el mundo occidental.
Endosulfan:	Insecticida. Usado en la actualidad.
α-Endosulfan	
β-Endosulfan	
Metoxicloro y sus hidroximetabolitos:	Insecticida. Relacionado con DDT. Uso restringido.
Toxafeno	Pesticida. Prohibido en el mundo occidental.
Poliétoxilatos de alquilfenoles (n_2)	Surfactantes. Utilizados en detergentes y en la
Alquilfenoles (R_4 carbonos):	fabricación de polímeros plásticos.
nonilfenol	Pasan a los fluidos. Se forman por
n-octilfenol	degradación microbiana.
Ftalatos: n-butilftalato	Plastificantes. Usados en cloruro de polivinilo.
Benzilbutilftalato	Cosméticos.
Bisfenol A y compuestos relacionados:	Precusores de epoxiresinas.
Bisfenol F	Monómeros del plástico policarbonato.
Bisfenol AF	
Butilhidroxianisol (BHA)	Antioxidante.
PCBs	Transformadores eléctricos.
Fenilfenol	Limpiadores. Desinfectantes.
Ácido amónico	Blanqueadores.
Fitoestrógenos y micotoxinas	Encontrados en hongos y vegetales.
Productos farmacéuticos, hormonas naturales y sintéticas, DES	Anticonceptivos, Terapia de sustitución hormonal, etc.

Tabla I. Compuestos químicos clasificados como disruptores endocrinos estrogénicos.

La exposición a productos fitosanitarios con actividad hormonal no se limita a los plaguicidas ya que sustancias inertes que son empleadas en la formulación de éstos —en concentraciones que a veces superan el 90% del preparado—han sido también descritos como disruptores hormonales (Soto *et al.*, 1995). Tal es el caso de los alquilfenoles y bisfenoles empleados como coadyuvantes y aditivos en orden a facilitar la aplicación del compuesto fitosanitario.

EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS Y SALUD HUMANA

En 1993, Maroni y Fait revisaron de forma exhaustiva la literatura científica publicada entre los años 1975/1991 sobre los efectos a largo plazo —especialmente en lo referente a tumores malignos— de la exposición prolongada a los plaguicidas. Las conclusiones de tal trabajo pueden resumirse de la siguiente forma: 1) tanto los síndromes mieloproliferativos como los sarcomas de partes blandas se han asociado con la exposición a plaguicidas, si bien entre las causas que los provocan es difícil de separar razones étnicas o diferencias en los patrones de exposición o niveles de contaminantes, 2) otras localizaciones tumorales asociadas con la exposición a plaguicidas son: cerebro, pulmón, ovario y próstata, 3) en el planteamiento de futuras investigaciones futuras se aconseja el prestar una atención especial a la toxicología reproductiva ya que la evidencia epidemiológica orienta en este sentido.

En 1991 Lopez-Abente publicó un estudio sobre la incidencia de cáncer en España entre la población dedicada profesionalmente a la agricultura (Lopez-Abente, 1991). Los tumores cerebrales malignos, el cáncer de estómago, próstata y testículo, junto con la leucemia linfática y los linfomas no-Hodgkin se asociaron con la exposición a compuestos químicos de frecuente uso en las prácticas agrícolas. Desgraciadamente, en este estudio no se pudieron evaluar los datos de mortalidad por cáncer en mujeres al no estar registradas como trabajadoras agrícolas. Por esta razón no sabemos que ocurre para la mortalidad por cáncer de mama, ovario o útero en estas poblaciones. No obstante es interesante resaltar que dos tumores dependientes de las hormonas —próstata y testículo— se incluyen en la lista de causas de muerte significativamente importantes en los trabajadores agrícolas.

Asistimos a un aumento importante en la incidencia de cáncer de mama a nivel mundial y en algunos casos, al aumento concomitante de la muerte por esta causa. La relación de esta enfermedad con la exposición a hormonas endógenas —estrógenos— está bien documentada. Por esta razón, trabajos experimentales se ha tratado de buscar una asociación entre exposición a EDCs con actividad estrogénica y cáncer de mama. Así los trabajos de Wolff *et al.* (1993) describieron una asociación significativa entre niveles de plaguicidas organoclorados —DDT y sus metabolitos— en sangre y cáncer de mama, en pacientes del área de New York. Estudios más recientes no han podido reproducir tal asociación y son contradictorios con las conclusiones iniciales. La Tabla II resume los estudios epidemiológicos realizados en los últimos años, indicándose los compuestos químicos evaluados. Lo cierto es que hasta muy recientemente no se han tenido datos objetivos sobre la presencia en tejidos humanos de algunos de los plaguicidas estrogénicos (Longnecker *et al.*, 1997, Weistrand *et al.*, 1997) que permitan evaluar la exposición de forma más precisa.

Uno de los principales inconvenientes en el diseño experimental de las aproximaciones realizadas en los estudios epidemiológicos considerados es que los individuos estudiados no han estado expuestos a un sólo producto, p.e. DDT, sino a una mezcla compleja de sustancias con actividades complementarias, agonistas o antagonistas (Ahlborg *et al.*, 1995). Por ello es necesario el establecimiento de biomarcadores de exposición a xenobióticos con actividades hormonales complementarias que permitan establecer una

relación entre carga total y el riesgo de padecer una determinada enfermedad (Sonnenschein, 1997, Rivas, 1998, Pazos, 1998).

Es un hecho aceptado que la exposición a compuestos químicos con actividad hormonal no tiene por que ser de idéntico significado y repercusión sobre todos y cada uno de los individuos expuestos. Destaca, como un momento crítico en cuanto efecto biológico, entre todas las fases de la vida del individuo, las etapas embrionaria, fetal y la primera infancia. Se cree que la exposición uterina, transplacentaria tiene consecuencias de tal magnitud que difícilmente se sospecharían en estudios realizados sobre individuos adultos. Al menos así lo han demostrado la experimentación animal y algunos casos muy concretos de investigación sobre humanos (Anbazhagan *et al.*, 1994, Bern, 1992).

Tipo de estudio	País	Nºcasos/ Nºcontroles	Concentración Media de DDT Casos (ppm)	Concentración Media de DDT Controles (ppm)
Casos-Control				
Tejido adiposo	Brasil	9/5	2,7	6,7
	Dinamarca	14/21	1,2	1,2
	Finlandia	41/33	0,96	0,98
	USA	20/20	1,87	1,17
	Europa	265/341	1,35	1,51
	Canada	20/17	2,1	0,7
Suero	USA	58/171	0,011	0,008
	Vietnam	21/21	0,012	0,017
	Méjico	141/141	0,076	0,567
		154/192	0,010	0,010
Estudios prospectivos				
Suero	USA	150/150	0,026	0,023
	USA	240/240	0,005	0,007

Tabla II. Estudios publicados que intentan establecer una asociación entre pesticidas organoclorados y cáncer de mama.

Por otra parte los datos epidemiológicos parecen demostrar que en el hombre los desórdenes de carácter reproductivo se han incrementado durante los últimos cuarenta años. Una caída significativa, próxima al 50%, del contaje espermático en el hombre se ha descrito para el periodo 1940 y 1990 (Carlsen *et al.*, 1995). Las alteraciones en el desarrollo del sistema genitourinario, entre ellas el criptorquidismo, o no descenso testicular, frecuente en el hombre y asociado con el cáncer de testículo y con infertilidad, son cada vez más frecuentes. Tres causas diferentes pueden encontrarse en la base etiológica de este proceso: causa hormonal, genética y traumática. Entre las razones de orden hormonal se encuentra la administración materna de preparados farmacológicos conteniendo estrógenos, como pueda ser el tratamiento con anticonceptivos o con el estrógeno sintético DES. Por esta razón, no es de extrañar que se haya presentado la hipótesis de trabajo de que la exposición a disruptores endocrinos pudiera estar ligada al incremento de estas patologías.

En el Hospital Clínico de Granada se estudió la distribución de la frecuencia del criptorquidismo en jóvenes menores de 16 años con objeto de investigar si existía un patrón de distribución geográfico de los casos, que pudiera hacer pensar en hábitos comunes o formas de vida similares que favorecieran la presentación de la enfermedad (García-Rodríguez *et al.*, 1996). Los resultados experimentales demostraron que efectivamente existía una mayor incidencia en determinados municipios, fundamentalmente los costeros, precisamente aquellos en que era mayor el consumo de pesticidas por hectárea. Lo realmente interesante del trabajo es que fue posible asociar la mayor incidencia de esta patología testicular con la actividad agrícola del área geográfica, en este caso la agricultura intensiva. Las diferencias geográficas en la presentación de ciertas enfermedades de causa hormonal pueden ayudar a identificar factores etiológicos, que en el caso que nos ocupa pudiera ser la exposición medio ambiental a contaminantes químicos con actividad estrogénica.

CONCLUSIONES

El análisis de los datos bibliográficos y nuestro trabajo experimental en este campo nos permite concluir:

1) Algunos productos químicos empleados en la agricultura presentan actividad hormonal, siendo por tanto disruptores endocrinos.

2) Residuos de estos plaguicidas en niveles a los cuales se ha visto que producen efecto en la población humana y animal son detectados como contaminantes habituales medioambientales y en el interior de los organismos expuestos.

3) Factores tales parecen ser críticos ya que el tiempo y el momento de la exposición puede originar efectos muy distintos.

4) Se hacen necesarios estudios clínico-epidemiológicos que investiguen los efectos sobre la salud de poblaciones ocupacionalmente expuestas a plaguicidas. El empleo de biomarcadores de exposición ayudaría al establecimiento de la posible asociación entre exposición y el riesgo de padecimiento de una determinada enfermedad.

5) Por último, la reducción de la exposición a plaguicidas con actividad disruptora endocrina sería una buena medida para la prevención primaria de determinadas enfermedades de base hormonal.

REFERENCIAS

- Anbazhagan, R. y Gusterson, B.A. 1994. *Eur. J. Cancer.*, **30A**: 1-3.
- Ahlborg, U.G., Lipworth, L., Titus-Ernstoff, L. *et al.* 1995. Organochlorine compounds in relation to breast cancer, endometrial cancer, and endometriosis: an assessment of the biological and epidemiological evidence. *Crit. Rev. Toxicol.*, **25**: 463-531.
- Bern, H.A. 1992. The fragile fetus. En: *Chemically-induced alterations in sexual and functional development: The wildlife/human connection*. Princenton Scientific Publishing, Princenton, NJ. pp. 9-15.
- Carlsen, E., Giwercman, A., Keiding, N. y Skakkebaek, N. 1992. Evidence for decreasing quality of semen during past 50 years. *Brit. Med. J.*, **305**: 609-913.
- Colborn, T., vom Saal, F.S. y Soto, A.M. 1993. Developmental effects of endocrine disrupting chemicals in wildlife and humans. *Environ. Health Perspect.*, **101**: 378-384.
- European Workshop on the Impact of Endocrine Disrupters on Human Health and Wildlife. *Proceedings Report, EUR 17549, Weybridge, 1996*.
- García Rodríguez, J., García Martín, M., Noguera Ocaña, M., *et al.* 1997. Exposure to pesticides and cryptorchidism: Geographical evidence of a possible association. *Environ. Health Perspect.*, **104**: 1090-1095.
- Gray, L., Ostby, J. y Kelce, W. 1994. Developmental effects of an environmental Antiandrogen: the fungicide vinclozolin alters sex differentiation of the male rat. *Toxicology and applied Pharmacology*, **129**: 46-52.
- Hotchkiss, J. H. 1992. Pesticide residue controls to ensure food safety. *Critical Rev. Food Sci. Nutrition*, **31**: 191-203.
- Kelce, W.R., Stone, C.R. *et al.* 1995. Persistent DDT metabolite p,p'-DDE is a potent androgen receptor antagonist. *Nature*, **375**: 581-585.
- Longnecker, M.P., Rogan, W.J. y Lucier, G. 1997. The human health effects of DDT (Dichlorodiphenyltrichloroethane) and PCBs (Polychlorinated biphenyls) and an overview of organochlorines in public health. *Annu. Rev. Public Health*, **18**: 211-244.
- Lopez-Abente, G. 1991. Cáncer en agricultores. Mortalidad proporcional y estudios caso-control con certificados de defunción. Fondo de investigación sanitaria (FIS). Madrid.
- Maroni, M. y Fait, A. 1993. Health effects in men from longterm exposure to pesticides. *Toxicology*, **78**: 1-180.

- Olea, N., Molina, M.J., Garcia Martin, M. y Olea, M.F. 1997.** Modern agricultural practices: The human price. En: *Endocrine disruption and reproductive effects in wildlife and humans*. Soto, A.M.; Sonnenschein, C.; Colborn, T. eds. Comments in Toxicology.
- Rivas, A., Olea, N. y Olea-Serrano, F. *Human exposure to endocrine-disrupting chemicals: assessing the total estrogenic xenobiotic burden*. TRAC (en prensa).
- Sonnenschein, C., Soto, A., Fernández, M.F. *et al.* 1995. Development of marker of estrogenic exposure in human serum. *Clin. Chem.*, **41**: 1888-1895.
- Soto, A., Sonnenschein, C., Chung, K., Fernandez, M.F., Olea, N. y Olea-Serrano, M.F. 1995. The E-SCREEN assay as a tool to identify estrogens: an update on estrogenic environmental pollutants. *Environ. Health Perspect.*, **103**: 113-122.
- Vonier, P., Crain, A.D., McLachlan, J. A. *et al.* 1996. Interaction of environmental chemicals with the estrogen and progesterone receptors from the oviduct of the american alligator. *Environ. Health Perspect.*, **104**: 1318-1322.
- Weistrand, C. y Norén, K. 1997. Methylsulfonyl metabolites of PCBs and DDE in human tissues. *Environ. Health Perspect.*, **105**: 644-649.
- Wolff, M.S., Toniolo, P.G., Lee, E.W., Rivera, M. y Dubin, N. 1993. Blood levels of organochlorine residues and risk of breast cancer. *J. Natl. Cancer Inst.*, **85**: 648-652.

Susceptibilidad a los insecticidas organofosforados en trabajadores de invernadero: importancia de los marcadores bioquímicos

*A. F. Hernández, A. Pla, M. A. Gómez, G. Pena, F. Gil, G. Pino y L. Rodrigo.
Dpto. Medicina Legal y Toxicología. Universidad de Granada. Avda. Madrid, 11.
Granada.*

RESUMEN

Objetivos: Presentamos los resultados de un estudio realizado sobre 172 agricultores de invernadero de la zona de agricultura intensiva del litoral granadino, que ha adquirido especial relevancia en los últimos años, con objeto de evaluar la utilidad de determinados marcadores bioquímicos utilizados como indicadores de exposición y susceptibilidad.

Metodología: Hemos estudiado tres marcadores bioquímicos, concretamente el fenotipo sérico de la paraoxonasa, el fenotipo de colinesterasa y la actividad β -glucuronidasa mediante procedimientos espectrofotométricos en condiciones previamente estandarizadas.

Resultados: Los diferentes marcadores bioquímicos estudiados han permitido realizar estimaciones útiles acerca del status individual de paraoxonasa así como la importancia de déficit congénitos de colinesterasa sérica en los fumigadores ocupacionalmente expuestos a pesticidas, con objeto de poder establecer riesgos individuales debido a una especial susceptibilidad genética. Igualmente, la utilización de β -glucuronidasa puede constituir un nuevo marcador bioquímico capaz de reflejar exposición a determinados pesticidas (organofosforados y carbamatos).

Conclusiones: La exposición crónica a diferentes combinaciones de pesticidas afecta de alguna manera el normal funcionamiento de diferentes sistemas orgánicos (especialmente el Sistema Nervioso) y puede producir determinados efectos clínicos que pueden conducir a importantes complicaciones. Además, una medida sanitaria con perspectivas de futuro puede ser la determinación en plasma de diferentes biomarcadores capaces de detectar alteraciones bioquímicas precoces antes de que terminen produciendo manifestaciones clínicas.

CARACTERÍSTICAS SOCIOLABORALES DE LA AGRICULTURA INTENSIVA EN LA COSTA SURESTE DE ESPAÑA. IMPLICACIONES TOXICAS

El gran boom de la economía de Almería de los últimos 20 años se basa fundamentalmente en la transformación que ha experimentado la agricultura, pasando de métodos de labranza tradicionales a la utilización de alta tecnología. Así, zonas que se caracterizaban por suelos de mala calidad, escasez e irregularidad de lluvias, pocos recursos hidráulicos de superficie y fuertes vientos (factores que hacían que la producción agraria fuera de secano, escasa y con poco valor) han pasado a ser, gracias a las innovaciones tecnológicas, zonas de gran riqueza con una gran productividad agrícola y un elevado incremento en su valor económico (Fernández-Soriano, 1995).

El origen de los primeros invernaderos en esta zona data del año 1957, cuando se comenzó a enarenar los terrenos de cultivo con objeto de romper la capilaridad del suelo y evitar la evaporación del agua. Así se mantenía el tempero durante más tiempo, ya que las sales están más diluidas y no se depositan en la superficie. Ante los buenos resultados obtenidos con este sistema respecto a los cultivos al aire libre, esta práctica agraria se fue ampliando y extendiendo rápidamente al resto de los regadíos de la zona (Parrón, 1994).

El éxito vino dado no sólo por ese factor geológico, sino además por la utilización de plástico, de semillas seleccionadas genéticamente y el regadío controlado. Gracias a todos estos factores, se consigue mayor precocidad en las cosechas, mayores producciones y calidad, más ahorro de agua, menor proliferación de las malas hierbas, etc, de manera que la agricultura almeriense ha pasado a ser la primera productora de productos hortofrutícolas extratempranos de España, e incluso también de Europa (Fernández-Soriano, 1995).

Una imagen tomada del satélite Landsat-5 en Octubre de 1986 permitió estimar en 11.500 ha la superficie total de invernaderos. La cifra sigue creciendo a un ritmo anual de entre 500 y 1.000 ha, de manera que en 1993 las cifras estimadas superaban las 23.000 ha, lo que supone el 80% del total nacional, aunque en los últimos años esta modalidad de cultivo se ha ido extendiendo notablemente por todo el litoral sur de la Península Ibérica, especialmente la costa de Granada, Cádiz y Huelva (Parrón, 1994).

Todo este desarrollo ha ido acompañado de una gran inversión económica. A su vez, las campañas anuales entre mano de obra, plástico, abonos, semillas, etc. suponen un gran riesgo económico que no se puede dejar a expensas de las posibles plagas que puedan afectar a los cultivos. Es por ello que se utilizan de forma masiva pesticidas para la protección de los productos hortofrutícolas. La agricultura intensiva acapara un 20% del gasto nacional total de pesticidas, siendo Andalucía la región que realiza un mayor consumo de dichos productos, alrededor del 30% del total nacional.

Factores de exposición y toxicidad

Las peculiares características de los invernaderos (recinto cerrado, elevada temperatura y alta humedad) favorecen la aparición de un gran número de plagas que pueden poner en riesgo las cosechas. Ello da lugar a que se utilicen una gran cantidad de pesticidas en forma de aplicaciones en muchos casos excesivas y sin los medios de protección adecuados, lo que hace que las intoxicaciones agudas por pesticidas sean muy frecuentes en las zonas de agricultura intensiva. Junto a ello hay que considerar los posibles efectos a largo plazo en la población que los maneja, por estar expuestos de forma crónica a los mismos por diferentes vías (respiratoria, cutánea e incluso digestiva).

El número medio de aplicaciones por campaña (cuyo ciclo completo suele ir de

Septiembre a Julio del año siguiente) ha variado, aunque la tendencia es creciente. Así, en 1986 era de 9, en 1987 de 14, en 1988 de 19 y actualmente está alrededor de 24. A pesar de este incremento en el número de veces que se fumiga, el número de horas dedicadas al tratamiento está más estabilizado, quizás por la sofisticación de los medios empleados para fumigar (Parrón, 1994).

Los pesticidas más usados en las zonas de agricultura intensiva fueron en un principio los organofosforados, aunque últimamente han sido desplazados por los piretroides y el organoclorado endosulfán. Asimismo, se ha incrementado el uso de fungicidas y diversas mezclas de productos, algunas de ellas preparadas comercialmente aunque la mayoría las elaboran los propios agricultores. En el Poniente almeriense, el número medio de pesticidas utilizados por campaña es de 20, distribuidos de la siguiente forma: insecticidas, 33,3%; herbicidas, 27,8%; fungicidas, 19,4%; acaricidas, 6,6%; y otros, 12,9% (Parrón, 1994).

El tiempo necesario para tratar una ha es muy variable, pudiendo oscilar desde 6 hasta 12-14 horas las necesarias para tratar una ha. También existe variabilidad en función de que el trabajador sea fumigador habitual, especialmente de empresas, o esporádico, generalmente agricultores que se dedican a todas las faenas del invernadero, incluidos los procesos de fumigación.

Todos estos factores, unidos a las elevadas temperaturas que se alcanzan dentro del invernadero, superiores en algunos momentos a los 50°C, hace que las medidas de protección sean inadecuadas cuando no nulas en la mayoría de los fumigadores. Por otro lado, la edad tan precoz a la que se comienzan a fumigar así como el elevado número de años que se dedican a esta actividad, es asimismo importante en cuanto a la toxicidad, especialmente a largo plazo. Finalmente, hay que considerar también dentro de la exposición los hábitos inadecuados, como el fumar, comer, etc. durante la fumigación.

Elevada incidencia de intoxicaciones

Las peculiaridades de la zona del Poniente Almeriense en lo referente a la agricultura intensiva y al uso de pesticidas han llevado consigo un elevado número de intoxicaciones agudas y una patología inespecífica de difícil filiación, estrechamente relacionada con las características laborales y, en particular, con la elevada exposición a productos agroquímicos.

Por otro lado, en los últimos años se ha registrado un incremento continuo en el número de intoxicaciones registradas en los Servicios de Urgencias no hospitalarios de El Ejido (principal pueblo del Poniente almeriense), donde se pasa de 42 intoxicaciones agudas en 1981 a 177 en 1990, lo cual justifica aún más la importancia del tema así como la necesidad de realizar estudios de seguimiento. No obstante, hay que diferenciar entre los intoxicados asistidos en Servicios de Urgencias de la Zona, que no han requerido ingreso hospitalario, considerados leves y aquellos otros casos asistidos en el Hospital de Torrecárdenas, intoxicaciones consideradas graves. Un estudio epidemiológico previo ha puesto de manifiesto que uno de cada cuatro casos atendidos en los Servicios de Urgencia extrahospitalarios es enviado al Hospital General (Hernández *et al.* 1990).

En un trabajo retrospectivo efectuado a lo largo de 12 años (desde 1981 hasta 1992) se registraron un total de 506 casos de intoxicaciones agudas por insecticidas organofosforados que necesitaron ingreso en Unidades de Cuidados Intensivos (Martín-Rubí *et al.* 1996), con un promedio de 42 intoxicados graves al año, cifra que ha ido en aumento aunque con tendencia a estabilizarse en los últimos años. El 78% de los casos hospitalizados procedían de la zona del Poniente, mientras que el otro 22% procedía del resto de la provincia de Almería.

Las intoxicaciones accidentales constituyen el 80% de los casos, generalmente por vía cutánea y respiratoria, tratándose la mayoría de las veces de varones que trabajan en el invernadero. Además, se ha observado un descenso en el número de intoxicaciones suicidas (20% de los casos anteriormente mencionados) con respecto a un estudio anterior realizado por el mismo grupo, que lo situaban en el 38% (Yélamos *et al.* 1992).

La mortalidad de la intoxicación por insecticidas organofosforados se sitúa en el 3-4% de los casos, llegando hasta un 14% en las intoxicaciones por vía digestiva (Martín-Rubí *et al.* 1996). Esta última cifra es algo mayor que el 9% encontrado sólo unos años antes en el otro estudio publicado por el mismo grupo (Yélamos *et al.* 1992). Es decir, aunque se ha observado un descenso en la incidencia de las intoxicaciones suicidas en los últimos años, las que se producen revisten una mayor gravedad.

ESTUDIO DE LA UTILIDAD DE LOS MARCADORES BIOQUÍMICOS DE EXPOSICIÓN EN LA ZONA DE AGRICULTURA INTENSIVA DE LA COSTA GRANADINA

Uno de los aspectos más importantes relacionados con la exposición crónica a compuestos organofosforados es la evaluación de la toxicidad por medio de marcadores bioquímicos que constituyen una señal de alarma previa a la aparición de las manifestaciones clínicas. Según los protocolos de la OMS (Maroni *et al.*, 1986), la monitorización biológica de trabajadores expuestos a tales productos debe basarse, al menos, en dos tipos de determinaciones: la actividad colinesterasa plasmática y eritrocitaria y la determinación de alquilfosfatos en orina. Una evaluación complementaria consistiría en determinar, además, la paraoxonasa sérica, la esterasa diana de la neuropatía (NTE) en linfocitos o plaquetas y las oxidasas de función mixta.

No obstante, la variación interindividual existente en la población no expuesta de alguna de estas actividades enzimáticas hace necesaria la realización de estudios poblacionales para detectar aquéllos individuos más susceptibles a la intoxicación por organofosforados. En este sentido, Mutch *et al.* (1992) proponen la determinación previa de cinco enzimas (colinesterasa eritrocitaria, colinesterasa plasmática, NTE en linfocitos, paraoxonasa y arilesterasa plasmática) como indicadores predictivos de susceptibilidad.

La utilización de pesticidas conlleva inevitablemente la exposición a pequeñas cantidades de los mismos que pueden oscilar desde niveles indetectables hasta otros fácilmente medibles utilizando determinaciones analíticas sensibles de fácil disponibilidad. El que este tipo de exposiciones sea de mayor o menor importancia biológica depende de la duración de la exposición, dosis y reactividad biológica (Krieger, 1992). En este sentido, diferentes estudios han establecido la necesidad de practicar y desarrollar técnicas de monitorización biológica para evaluar la exposición y predecir los riesgos sanitarios de los trabajadores ocupacionalmente expuestos a pesticidas.

En la evaluación de la exposición a pesticidas se han utilizado dos tipos de determinaciones: actividades enzimáticas en sangre y niveles de pesticidas y/o sus metabolitos en fluidos biológicos (orina o sangre). Sin embargo, debido a la inexistencia de una adecuada relación dosis-respuesta o dosis-efecto, la mayoría de estas determinaciones sólo se pueden utilizar como indicadores biológicos de exposición para confirmar la exposición o para estimar la dosis interna (He, 1993). Algunos grupos de sustancias, como los pesticidas están aún lejos de las posibilidades de monitorización biológica, debido a un gran desconocimiento científico, de ahí que aún sea necesario realizar un gran esfuerzo investigador (Angerer, 1996).

En este trabajo, presentamos un ejemplo de biomarcadores considerados como indicadores de exposición, efectos y susceptibilidad, los cuales pueden proporcionar

indicaciones válidas de efectos bioquímicos precoces que podrían preceder a la sintomatología clínica. En este sentido, el objetivo ha sido identificar y validar marcadores periféricos, determinados en sangre o plasma, que podrían reflejar lo que está sucediendo en otros tejidos, principalmente en las dianas neuroquímicas. El mejor ejemplo de este tipo de estrategia se encuentra en el campo de los pesticidas anticolinesterásicos.

Se ha argumentado que las diferencias interindividuales en la actividad de la colinesterasa y paraoxonasa pueden desarrollar cierto papel en las variaciones de susceptibilidad del hombre a los efectos tóxicos de los pesticidas, principalmente de los organofosforados. Ambas actividades enzimáticas exhiben grandes variaciones en la población general y están reguladas mediante control genético.

En este sentido, hemos diseñado un estudio que abarca un ciclo anual de fumigación para medir y evaluar la exposición de trabajadores en situaciones donde existe exposición simultánea a múltiples pesticidas. En este estudio tomaron parte 172 trabajadores de invernadero con diferente perfil de exposición a pesticidas y al menos 5 años de experiencia como fumigadores en la zona de agricultura intensiva de la costa granadina de Carchuna junto a 42 controles. Las determinaciones analíticas se efectuaron antes del comienzo del ciclo de fumigación, en el momento de máxima exposición y al final del ciclo de fumigación. Los biomarcadores estudiados en esta población fueron los siguientes:

1. Paraoxonasa

Muchos estudios han indicado la existencia de un polimorfismo genético de la paraoxonasa en la población general que es determinante de su actividad. Este polimorfismo se debe a la sustitución de un aminoácido en el centro activo del enzima, dando lugar a isoenzimas de alta y baja actividad. La comparación de los fenotipos séricos de esta actividad esterásica y el análisis del ADN codificante han mostrado que el aminoácido en posición 191 es el que determina del fenotipo sérico en cada individuo. Todos los sujetos con fenotipo A presentan glutamina en la posición 191, mientras que los del fenotipo B presentan arginina en dicha posición. Por su parte, los heterocigotos (AB) pueden presentar cualquiera de estos dos aminoácidos (La Du *et al.*, 1993).

El sistema de la paraoxonasa probablemente aporta escasa protección frente a una intoxicación aguda, en la que existe una alta exposición; sin embargo, en exposiciones repetidas a bajas dosis presentaría la ventaja de un sistema catalítico frente al más limitado sistema estequiométrico representado por la colinesterasa en los tejidos diana (Weber, 1995). Sin embargo, la paraoxonasa no es del todo útil como marcador de biosusceptibilidad, ya que no todos los compuestos organofosforados (o sus metabolitos activos) son hidrolizados por dicho enzima (Costa y Manzo, 1995).

Hemos utilizado el cociente de actividad paraoxonasa en presencia de CINA 1 M dividido por la actividad arilesterasa para identificar los fenotipos séricos individuales. Este biomarcador sirve para determinar si un determinado fenotipo puede estar relacionado con algún importante riesgo sanitario (como por ejemplo, una mayor incidencia de signos clínicos o alteraciones bioquímicas). Los fenotipos individuales encontrados fueron los siguientes: tipo A, $1,72 \pm 0,26$; (n= 84); tipo AB, $6,43 \pm 1,20$ (n= 74), y tipo B, $11,68 \pm 1,80$ (n= 14) (media \pm S.D.). La distribución génica para el alelo de baja actividad (A) fue de 0,71 y para el de alta actividad (B) de 0,29. Por tanto, el 50% de esta población es homocigota para el alelo de baja actividad, el 8% homocigota para el de alta actividad y el 42% heterocigota. Estos resultados son comparables a los obtenidos por otros estudios (La Du *et al.*, 1993; Williams *et al* 1993).

La variación polimórfica en la actividad paraoxonasa sérica puede afectar el meta-

bolismo de los organofosforados en individuos en riesgo de exposición y, por tanto, incrementar el riesgo de intoxicación crónica por organofosforados, en el sentido de que altos niveles de paraoxonasa sérica protegen frente a la intoxicación por insecticidas organofosforados cuyos metabolitos activos sean sustratos de este enzima.

2. Colinesterasa

La deficiencia congénita de colinesterasa sérica es una causa potencial conocida de reacción prolongada a agentes bloqueante neuromusculares tales como la succinilcolina (Jensen *et al.*, 1995). Pensamos que puede ser útil incorporar este biomarcador a los controles sanitarios de los trabajadores de invernadero con el propósito de monitorizar a aquellos que aplican insecticidas anticolinesterásicos (organofosforados y carbamatos), especialmente para detectar a los que son más susceptibles por presentar una baja actividad enzimática o una deficiencia congénita de la colinesterasa sérica.

En este estudio determinamos la prevalencia del déficit congénito en la colinesterasa sérica en la población de trabajadores de invernadero con objeto de averiguar si aquellos que lo presentaban eran candidatos a un mayor riesgo tras la exposición a pesticidas. No obstante, es importante aclarar que la acetilcolinesterasa (tanto en eritrocitos como en el tejido nervioso) tiene un control genético distinto que la colinesterasa sérica, que se sintetiza en el hígado. Por tanto, el déficit congénito de la colinesterasa sérica no constituye un riesgo específico frente a la toxicidad de los organofosforados o carbamatos, la cual ocurre a nivel de los neuroreceptores. Sin embargo, estos individuos podrían tener un riesgo algo más elevado debido a un peor potencial estequiométrico.

La actividad colinesterasa sérica (ChE) se determinó espectrofotométricamente a 240 nm utilizando benzoilcolina como sustrato. El fenotipo de ChE se obtuvo mediante la inhibición diferencial de dicho enzima frente a dibucaína y fluoruro sódico. Todos los trabajadores fueron evaluados para el déficit congénito de ChE antes de comenzar el ciclo de fumigación con objeto de evitar interferencias debidas a la exposición. De los 136 individuos en que se pudo determinar este parámetro, el 86,8% tenían el fenotipo usual (UU o US) mientras que el otro 13,2% presentaban los fenotipos UA, UF y FF. Cinco individuos (3,7%) de la muestra eran heterocigotos para la deficiencia pero ninguno resultó ser homocigoto. 51 individuos (37,5%) tenían medidas basales de la ChE por debajo del límite de referencia para el fenotipo UU (esto es, 650-1450 U/l) y sólo 8 estaban por debajo del límite inferior del fenotipo US (455 U/l). Sólo estos últimos individuos podrían presentar un riesgo relativamente mayor que el resto de la población, debido a una desventaja estequiométrica. Los estudios realizados en Europa y Norteamérica indican una prevalencia del déficit congénito de la colinesterasa sérica de aproximadamente un 4% para la población general (Rosemann y Gus, 1997). Sin embargo, nosotros no encontramos ninguna variante atípica o silente en la población estudiada, por lo que podremos asumir que ningún individuo presenta un riesgo especial de carácter congénito, de ahí que se pueda descartar de forma razonable una susceptibilidad genética en base a la colinesterasa plasmática.

3. β -glucuronidasa

Últimamente, se ha sugerido que la liberación de β -glucuronidasa desde microsomas hepáticos es el marcador más sensible y rápido para detectar la intoxicación por insecticidas anticolinesterasas, es decir, organofosforados y carbamatos. Satoh (1991) demostró que la β -glucuronidasa se encuentra estabilizada en las vesículas microsomales hepáticas con una proteína accesoria, llamada egasina, que resulta ser idéntica a una de las isoenzimas de las carboxilesterasas. Así pues, los compuestos organofosforados y carbamatos causan una rápida disociación del complejo β -glucuronidasa/egasina, que se sigue de una rápida y masiva secreción de β -glucuronidasa microsomal al torrente sanguíneo.

Subgrupo	Ciclo de fumigación					Significación
	Inicio	Inicio (15 días después)	Máxima Fumigación	Final		
1. Varones alta exposición (n=23)	115 ± 56	119 ± 50	123 ± 42	100 ± 46		NS
2. Varones exposición intermedia (n=20)	107 ± 57	116 ± 67	111 ± 41	93 ± 60		NS
3. Varones baja exposición (n=22)	121 ± 54	127 ± 66	115 ± 34	94 ± 47		NS
4. Mujeres fumigadoras (n=27)	66 ± 25	83 ± 21	73 ± 21	52 ± 20		0,001
5. Mujeres no fumigadoras (n=22)	72 ± 29	87 ± 27	85 ± 20	70 ± 23		NS
TOTAL (n=114)	95 ± 50	105 ± 51	100 ± 37	80 ± 45		0,001

Tabla 1. Resultados de la actividad β -glucuronidasa en plasma de fumigadores de invernadero a lo largo de un ciclo de fumigación.

Unidades: U/l

Para evaluar la importancia y utilidad de este biomarcador, determinamos la actividad β -glucuronidasa en el plasma de la población de trabajadores de invernadero a lo largo de todo el ciclo de fumigación. Los resultados obtenidos se expresan en la Tabla 1. Considerando los sujetos globalmente se observaron diferencias significativas entre los niveles existentes antes del comienzo del ciclo de fumigación con respecto a los del momento de máxima fumigación y final del ciclo ($p < 0,05$), lo cual no se ajusta del todo con el incremento esperado a mitad del ciclo de fumigación, cuando los trabajadores están más expuestos a pesticidas. Esto sugiere que la exposición a pesticidas organofosforados y/o carbamatos en nuestra población de estudio no es tan importante como pensábamos inicialmente o, alternativamente, alguna variable de confusión puede haber sesgado nuestros resultados. Por otro lado, no es fácil interpretar los resultados de final del ciclo de fumigación, cuando se obtuvieron los valores absolutos más bajos y que teóricamente deberían ser del mismo orden de magnitud que a comienzos del ciclo de fumigación. Probablemente, la determinación del patrón electroforético de β -glucuronidasa sérica constituya un marcador más sensible de la exposición a insecticidas anticolinesterásicos.

Sin embargo, si dividimos la muestra total de 114 individuos (todos los que completaron el ciclo de fumigación) en varios subgrupos de acuerdo a la intensidad de exposición y sexo, obtenemos 5 subgrupos:

- * *Subgrupo 1*: varones de alta exposición (n= 23). Son aquéllos que fumigan más de 30 marjales de extensión de invernadero (18 marjales equivalen a 1 ha);
- * *Subgrupo 2*: varones de exposición intermedia (n= 20), que fumigan una extensión de invernadero entre 18 y 30 marjales.
- * *Subgrupo 3*: varones de baja exposición (n= 22), fumigan una extensión inferior a 18 marjales.
- * *Subgrupo 4*: mujeres fumigadoras (n= 27), compuesto por mujeres que ayudan en todas las tareas agrícolas en el invernadero, incluyendo el proceso de fumigación.
- * *Subgrupo 5*: compuesto por mujeres (n= 19) que trabajan en el invernadero en diferentes tareas pero que no fumigan ni ayudan en los procesos de fumigación, aunque entran o salen del invernadero independientemente de que éste haya sido recientemente fumigado o no.

Si examinamos los valores de β -glucuronidasa de acuerdo a esta clasificación (Tabla 1), se observa que el subgrupo 1, en teoría el de mayor exposición a diferentes pesticidas, se ajusta mejor a la hipótesis inicial relativa a la utilidad de este parámetro bioquímico como marcador de exposición frente a insecticidas anticolinesterásicos, dado que ofrece valores más altos en el momento de máxima fumigación del ciclo, aunque las únicas diferencias estadísticamente significativas se encontraron sólo entre este momento del ciclo y final del mismo, cuando los valores absolutos de esta actividad enzimática fueron más bajos.

Estos hallazgos son algo difíciles de interpretar a menos que consideremos las estadísticas de intoxicación de otros años (Hernández *et al.*, 1990). Estas cifras muestran que

la mayoría de los casos se producen entre los meses de agosto y noviembre, coincidiendo por tanto con el periodo de mayor exposición a pesticidas. Prácticamente no se observan casos en los meses de marzo y abril, justo cuando finaliza el ciclo corto de fumigación, que es el que hemos seguido en este estudio, que comienza en septiembre y finaliza en marzo. Estos dos hechos deben, pues, ponerse en relación, ya que los valores absolutos más bajos de actividad β -glucuronidasa se obtuvieron a final del ciclo de fumigación, coincidiendo por tanto con el periodo en que se observan menos intoxicaciones y que podríamos considerar como reflejo indirecto de una menor exposición a pesticidas. Por el contrario, las dos determinaciones basales efectuadas en agosto (esto es, antes del comienzo del ciclo de fumigación y separadas entre sí 15 días, como recomienda la OMS) arrojaron un valor absoluto de actividad mayor que al final del ciclo, lo cual podría relacionarse con el hecho de que incluso en agosto se observan casos de intoxicación, reflejo de que realmente existe exposición a pesticidas en esta época en la que, al menos teóricamente, no están utilizando pesticidas aunque es posible que en este momento los fumigadores estén procediendo a la dilución o mezcla de los productos para tenerlos listos y utilizarlos en el mes de septiembre, cuando comienza la nueva temporada agrícola. A pesar de las indicaciones de que este marcador puede ser de utilidad, presenta además una serie de desventajas como es la elevada variabilidad interindividual (reflejada en las altas desviaciones estándar), y un elevado costo.

La determinación de las colinesterasas (tanto eritrocitaria como plasmática) en estos individuos debería ser tenida en cuenta también, ya que en principio se puede esperar una correlación inversa entre el comportamiento de ambas actividades esterásicas. Esto es, debería comprobarse si en realidad el subgrupo 1 (fumigadores de alta exposición), con un incremento de la β -glucuronidasa a mitad del ciclo de fumigación (cuando hay mayor exposición a pesticidas), presentan también un descenso de la actividad colinesterasa que indirectamente reflejaría una mayor exposición a pesticidas anticolinesterásicos. También sería interesante determinar si el subgrupo 5, en teoría el de menor exposición, donde no se observaron diferencias a todo lo largo del ciclo de fumigación tampoco presenta alteraciones de la actividad colinesterasa. Este tipo de correlaciones son objeto de un estudio que actualmente están llevando a cabo los autores.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Fondo de Investigaciones Sanitarias (FIS-96/0232).

REFERENCIAS

- Angerer, J. y Gundel, J. 1996. Biomonitoring and occupational medicine. Possibilities and limitations. *Ann Ist Super Sanita*, **32**: 199-206.
- Costa, L. G. y Manzo, L. 1995. Biochemical markers of neurotoxicity: research strategies and epidemiological applications. *Toxicol Lett*, **77**: 137-144.
- Fernández Soriano, M. A. 1995. *Estudio epidemiológico y analítico sobre la exposición ambiental a pesticidas y su repercusión materno-fetal durante el embarazo y parto*. Servicio de Publicaciones, Universidad de Granada.
- He, F. 1993. Biological monitoring of occupational pesticides exposure. *Int Arch Occup Environ Health*, **65** (1 Suppl): S69-S76.
- Hernández, A. F., Pla, A. y Villanueva, E. 1990. Incidencia de las intoxicaciones agudas por pesticidas en la zona sur-oriental de España. Aspectos toxicológicos. En: «*Actes des IX Journées Internationales Méditerranéennes de Médecine Légale*». G. Umari, P. Giordano (eds). Collana di studi di Medicina Legale science criminologiche e sociali, no 6. Ed. Colosseum, Roma, pp 390-400.

- Jensen, F. S., Skovgaard, L. T. y Viby-Mogensen, J. 1995. Identification of human plasma cholinesterase variants in 6.688 individuals using biochemical analysis. *Acta Anaesthesiol Scand*, **39**: 157-162.
- Krieger, R. I., Ross, J. H. y Thongsinthusak, T. 1992. Assessing human exposures to pesticides. *Rev Environ Contam Toxicol*, **128P**: 1-15.
- La Du, B. N., Adkins, S., Kuo, C. L. y Lipsig, D. 1993. Studies on human serum paraoxonase-arylesterase. *Chem-Biol Interact*, **87**: 25-34.
- Maroni, M., Jarvisalo, J. y La Ferla, F. 1986. The WHO-UNDP epidemiological study on the health effects of exposure to organophosphorus pesticides. *Toxicol Lett*, **33**: 115-123.
- Martín Rubí, J. C., Yélamos, F., Laynez, F., Córdoba, J., Díez, F., Lardelli, A., Blanco, J. L. y Vicente Rull, J. R. 1996. Intoxicaciones por insecticidas organofosforados. Estudio de 506 casos. *Rev Clín Esp*, **196**: 145-149.
- Mutch, E., Blain, P. G. y Williams, F. M. 1992. Interindividual variations in enzymes controlling organophosphate toxicity in man. *Hum Exp Toxicol*, **11**: 109-116.
- Parrón, T. 1994. *Efectos nocivos de la exposición continuada a plaguicidas con especial incidencia en la depresión y el suicidio en la zona del poniente almeriense*. Servicio de Publicaciones, Universidad de Granada.
- Rosemann, K. D. y Guss, P. S. 1997. Prevalence of congenital deficiency in serum cholinesterase. *Arch Environ Health* 1997; **52**: 42-44.
- Satoh, T. 1991. Release of liver microsomal β -glucuronidase from hepatocytes in vitro and in vivo by organophosphates and hepatotoxic agents. *J Toxicol Sci*, **16** (Suppl 1): 133-142.
- Weber, W. W. 1995. Influence of heredity on human sensitivity to environmental chemicals. *Environ Molec Mutag*, **25** (Suppl 26): 102-114.
- Williams, F. M., Mutch, E. y Blain, P. G. 1993. Paraoxonase distribution in caucasian males. *Chem-Biol Interact*, **87**: 155-60.
- Yélamos, F., Díez, F., Martín, C., Blanco, J. L., García, M. J., Lardelli, A. y Peña, J. F. 1992. Intoxicaciones agudas por insecticidas organofosforados en la provincia de Almería. Estudio de 187 casos. *Med Clín (Barc)*, **98**: 681-684.

Efectos teratógenos de la exposición a pesticidas

A. M. García García

*Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. E.U. Relaciones Laborales.
Avda. Tarongers s/n. 46022 Valencia.*

ABSTRACT

Experimental evidences, obtained from laboratory research, show reproductive toxicity for a wide number of pesticides pertaining to very different chemical families. However, epidemiologic studies, based mainly on the observation of people exposed in the real living conditions, have not conclusively shown these toxic effects on human beings. An epidemiological study has been carried out in Comunidad Valenciana to assess the relationship between congenital defects (teratogenicity) an pesticide exposure through agricultural activities. The study was done with a design of case-control study, in which children with congenital defects at birth (cases) and children without these defects born in the same dates and hospitals than cases (controls) were selected. The parents of cases and controls were personally interviewed in order to gathering information about past exposure to pesticides during a previously fixed risk period related to the pregnancy and about some other variables of interest. This research showed that women who have been working in agricultural activities during first trimester of pregnancy have a risk about 3 times higher to have a child with congenital malformations than women who have not been involved in such kind of work. On the other hand, paternal exposure, and mainly paternal direct handling of some specific pesticides, was also related to an increased risk to fathering children with congenital defects. This study has some limitations, but it points out clearly the need to keep on researching on this subject and it proposes some key research hypothesis for the future.

RESUMEN

Existen evidencias experimentales, obtenidas a partir de estudios en el laboratorio, de la toxicidad sobre la reproducción de una variedad de plaguicidas pertenecientes a familias químicas muy diferentes. Sin embargo, los estudios epidemiológicos, basados

principalmente en la observación de lo que sucede a las personas expuestas en condiciones reales, no han conseguido demostrar de forma concluyente tales efectos tóxicos en los seres humanos. En la Comunidad Valenciana se ha llevado a cabo un estudio con el objetivo de valorar la relación entre la aparición de malformaciones congénitas (teratogenicidad) y la exposición a plaguicidas a través de las actividades agrícolas. El estudio realizado fue del tipo de casos y controles, basado en la selección de niños con problemas de malformaciones congénitas al nacimiento (casos) y niños sin este tipo de problemas (controles) nacidos en las mismas fechas y hospitales que los casos. Mediante entrevista personal, se recogía de los padres de los niños información sobre la exposición a plaguicidas durante un determinado periodo relacionado con el embarazo y sobre otras variables de interés. En este trabajo se observó que las mujeres que habían trabajado en agricultura durante el primer trimestre del embarazo tenían un riesgo unas tres veces mayor de tener un hijo/a con malformaciones congénitas que las que no habían estado implicadas en este tipo de actividades. Por otra parte, también la exposición del padre, especialmente en relación con ciertos plaguicidas, se relacionaba con un incremento del riesgo de tener hijos con estos defectos. Este estudio presenta ciertas limitaciones, pero sus resultados sugieren claramente la necesidad de seguir investigando este tema y orientan hacia algunas hipótesis de investigación claves en el futuro.

1. Plaguicidas y salud

Los plaguicidas constituyen una amplia familia de compuestos químicos muy diferentes, muchos de ellos con un potencial efecto negativo sobre la salud de las personas expuestas a los mismos. Muchos de estos efectos negativos no son todavía bien conocidos (Hayes y Laws, 1991; Al-Saleh, 1994).

En términos técnicos, la FAO (Food and Agriculture Organization, Organización para la Alimentación y la Agricultura) propone la siguiente definición de plaguicidas:

“Cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos”

Se utilizan diferentes tipos de clasificaciones para los plaguicidas, debido a que bajo este término se incluye un número muy amplio de diferentes sustancias y combinaciones de productos. De hecho, se ha estimado que se han introducido al uso como plaguicidas alrededor de 1.600 sustancias activas diferentes, de las cuales unas 600 sustancias activas se encuentran actualmente en uso habitual. En total, estos productos se distribuyen bajo unas 5.000 marcas comerciales diferentes (Hayes y Laws, 1991).

En la Tabla 1 se presentan algunas de las distintas clasificaciones que se utilizan para los plaguicidas. Con frecuencia, estos productos se clasifican según su uso, es decir, según el objetivo con el que se aplican. Esta forma de agrupar los plaguicidas no resulta útil desde el punto de vista de sus efectos sobre la salud humana, ya que productos con muy diferente potencial tóxico pueden encontrarse agrupados bajo la misma categoría.

Una segunda forma de clasificación es según las principales familias químicas. En este sentido, nos acercamos más a los mecanismos de actuación de los diferentes compuestos y puede ser más interesante desde el punto de vista sanitario. Por ejemplo, los organofosforados comparten su capacidad para inhibir el funcionamiento de la enzima colinesterasa. Por su parte, los organoclorados tienden a acumularse en el organismo y se

eliminan muy lentamente (Al-Saleh, 1994). Sin embargo, también dentro de las mismas familias químicas existen diferencias muy notables en cuanto a la toxicidad. Así, entre los carbamatos, en general considerados como menos tóxicos que otras familias, se incluye el aldicarb, uno de los plaguicidas con mayor toxicidad aguda y que produce efectos graves sobre el sistema inmunológico (Hayes y Laws, 1991).

Según familias químicas	Según usos	Según toxicidad
Organoclorados	Insecticidas	Clase Ia (extremadamente peligrosos)
Organofosforados	Fungicidas	
Carbamatos	Herbicidas	Clase Ib (muy peligrosos)
Tiocarbamatos	Acaricidas	Clase II (moderadamente peligrosos)
Piretroides	Ne matocidas	Clase III (ligeramente peligrosos)
Derivados piridílicos	Rodenticidas	Otros
Derivados del ácido fenoxiacético	Larvicidas	
Derivados cloronitrofenólicos	Otros	
Triacinas		
Organomercuriales		
Otros		

Tabla 1. Clasificación de los productos plaguicidas.

La Organización Mundial de la Salud propone una clasificación de los plaguicidas en función de su riesgo para la salud (World Health Organization, 1988). Esta clasificación se revisa y actualiza periódicamente. Fundamentalmente se basa en el comportamiento tóxico de los plaguicidas estudiado en ratas en el laboratorio. Los animales son expuestos a los plaguicidas por vía oral y dérmica y se estima la *dosis letal 50 (DL50)* o dosis necesaria para producir la muerte al 50% de los animales expuestos. Esta clasificación tiene importantes limitaciones a la hora de valorar los potenciales efectos tóxicos para las personas. En primer lugar, es inevitable cierto grado de incertidumbre al extrapolar los resultados obtenidos en una especie animal a las personas. En segundo lugar, se basa exclusivamente en la toxicidad aguda, es decir, la que se produce de forma inmediata y se relaciona con dosis elevadas de exposición. Pero no dice nada acerca de los efectos a medio y largo plazo de exposiciones prolongadas a dosis moderadas, que suelen ser las habituales en las condiciones normales de utilización de estos productos por los seres humanos.

Por otra parte, los efectos de la utilización de los plaguicidas sobre la salud de las personas expuestas no vienen sólo determinados por los principios activos que se encuentran en la composición de las formulaciones comerciales. Con mucha frecuencia, estas formulaciones incluyen también otros productos que pueden resultar incluso más tóxicos que los propios principios activos plaguicidas. Por ejemplo, en muchos preparados se encuentran disolventes, con potencial neurotóxico y también asociados con alteraciones de la reproducción. Las dioxinas, una de las familias de productos químicos de mayor toxicidad conocida y también reconocidas como sustancias cancerígenas, son contaminantes habituales en algunas formulaciones, como por ejemplo los herbicidas derivados del ácido clorofenoxiacético (Al-Saleh 1994).

El conocimiento acerca de los efectos perjudiciales de los plaguicidas sobre la salud humana, muy especialmente en relación con los efectos a medio y largo plazo, es muy limitado (World Health Organization, 1990). Aunque es un área relativamente activa de investigación, todavía son muchas las lagunas en relación con los efectos de muchos

productos. En este sentido, resulta curioso recordar como el mismo producto por cuya síntesis Müller recibió el premio Nobel en 1948, está ahora prohibido en la mayoría de países desarrollados del mundo por las consecuencias ambientales y sanitarias de su enorme tendencia a la bioacumulación. Este mismo producto, el DDT (diclorodifenil-tricloroetano), era uno de los protagonistas principales de un libro ya mítico que produjo un gran impacto social y se relaciona con el origen del movimiento ecologista en todo el mundo: *Silent spring* (Primavera silenciosa), de Rachel Carson, advertía en los años 60 de los peligros de los plaguicidas sintéticos. Ahora, el DDT y determinadas familias de compuestos relacionados (plaguicidas y con otros usos) vuelven a ser protagonistas en otra publicación que también está produciendo un importante eco social: en *Nuestro futuro robado*, un grupo de investigadores encabezado por Theo Colborn analiza las posibles consecuencias de los disruptores endocrinos (es decir, sustancias que alteran el sistema regulación de la producción de hormonas en el organismo) sobre la salud humana.

En la Tabla 2 se presentan y comentan algunos de los principales efectos de los plaguicidas sobre la salud. Entre los mismos se encuentran las alteraciones del proceso reproductivo, bajo cuya denominación se clasifican procesos muy diversos que afectan desde la capacidad para concebir nuevos individuos hasta la viabilidad, el desarrollo y la salud de la descendencia antes y después del nacimiento.

Efecto sobre la salud	Comentarios
Muerte inmediata	Exposiciones muy intensas, generalmente accidentales o intencionadas.
Efectos agudos Lesiones ojos/piel Lesiones neurológicas Lesiones hepáticas Lesiones renales Lesiones pulmonares	Fundamentalmente debidos a exposiciones laborales. Relativamente bien conocidos.
Efectos crónicos Cáncer Alteraciones reproducción Neurotoxicidad Inmunotoxicidad	Evidencias mucho más limitadas. Potencialmente relacionados con exposición ambientales o laborales. Mecanismos patogénicos no totalmente comprendidos.

Tabla 2. Algunos efectos principales de los plaguicidas sobre la salud humana.

2. El proceso reproductivo

En el proceso de la reproducción intervienen diversos mecanismos biológicos, cuya alteración puede venir determinada por exposiciones del padre o de la madre, antes o después de la concepción y puede manifestarse en una amplia gama de efectos (Joffe, 1992). Algunos de los principales mecanismos de alteración del proceso reproductivo son los siguientes:

- Alteración del sistema endocrino u hormonal. El sistema endocrino u hormonal tiene importantes funciones de regulación de distintas fases del proceso reproductivo y existe una gran variedad de sustancias que pueden alterar su funcionamiento.

Entre las más populares últimamente se encuentran los denominados *disruptores endocrinos*, compuestos químicos que se encuentran frecuentemente como contaminantes del medio ambiente y que presentan la capacidad de alterar la producción y funciones hormonales del organismo. Algunos compuestos plaguicidas, como los organoclorados, tienen este efecto de disrupción endocrina.

- Alteración del proceso de gametogénesis. La gametogénesis es el proceso mediante el cual se generan y multiplican las células germinales masculina y femenina, es decir, el espermatozoide y el óvulo. Ambas células siguen procesos muy diferentes y su susceptibilidad a los diferentes agentes que pueden interferir su normal desarrollo es también distinta. Por ejemplo, es más probable que en el proceso de gametogénesis del varón se produzcan mutaciones o alteraciones del material genético de los espermatozoides que en el caso de la mujer. Por otra parte, ambos gametos, óvulo y espermatozoide, son sensibles a la acción de diferentes tóxicos que pueden producir alteraciones de la fertilidad.
- Alteración del proceso de implantación del óvulo fecundado o cigoto en el útero. Después de su fecundación, el denominado cigoto debe encontrar una serie de condiciones muy particulares que permitan su normal implantación y futuro crecimiento y desarrollo en el útero materno. Cualquier proceso que interfiera con toda la delicada secuencia de elementos que contribuyen a generar ese ambiente puede producir un fracaso reproductivo.
- Interferencia con el proceso de crecimiento y desarrollo del embrión/feto en el útero materno. Durante las primeras ocho semanas el embrión va a desarrollar la mayoría de aparatos y sistemas de su organismo. En este momento es especialmente sensible a cualquier agente tóxico que pueda llegarle a través de la sangre materna, en la que encuentra todos los nutrientes necesarios para su normal crecimiento. Desde el tercer mes hasta el final del embarazo, el feto sigue creciendo, aunque ya es más resistente a posibles interferencias con el desarrollo de sus órganos más vitales.
- Contaminación de la leche materna. Después de su nacimiento, el recién nacido sigue creciendo y desarrollando sus funciones vitales, por ejemplo en relación con el sistema nervioso central o su sistema inmunológico de defensa. El recién nacido es mucho más sensible que el adulto a sustancias tóxicas que puedan encontrarse presentes en la leche materna. Adicionalmente, la lactancia es un proceso natural de eliminación de determinadas sustancias acumuladas en el organismo de la mujer, como por ejemplo los compuestos organoclorados o los derivados de los metales.

Las diferentes alteraciones del proceso reproductivo pueden manifestarse a su vez de formas muy distintas. En ocasiones, un mismo proceso o agente puede producir interferencias a diferentes niveles, que van a manifestarse en diferentes manifestaciones también. Algunas de estas manifestaciones tienen lugar antes de la concepción del futuro hijo/a, como por ejemplo reducción de la libido, alteraciones de la menstruación o reducción de la fertilidad. Otras se presentarán después de la unión del óvulo y el espermatozoide, como por ejemplo aborto, muerte fetal, anomalías congénitas, nacido de bajo peso, prematuridad o cáncer u otras enfermedades infantiles o del adulto.

Los diferentes agentes y sustancias químicas que pueden afectar negativamente el proceso de la reproducción humana pueden actuar a través de exposiciones del padre o de la madre. En la Tabla 3 se presentan los diferentes momentos y mecanismos de alteración de la reproducción mediados por exposiciones paternas y maternas. Se trata de un campo de conocimiento poco desarrollado, en el que todavía es necesaria mucha más investigación. Precisamente uno de los pocos compuestos con un efecto reconocido sobre la reproducción masculina es el plaguicida DBCP (dibromocloropropano), un nematocida que causa infertilidad masculina. Se han descrito efectos reproductivos de muchos otros compuestos plaguicidas, pero en su mayoría no están confirmados. Entre los mismos, la capacidad teratogénica de estos compuestos constituye un área de espe-

cial interés por sus graves consecuencias sobre la vida y la salud de la descendencia humana (World Health Organization, 1990).

	Padre	Madre
Antes de la concepción	<ul style="list-style-type: none"> • Trastornos sistemas endocrino o nervioso central • Alteraciones genéticas o toxicidad sobre el proceso de la gametogénesis o sobre el espermatozoide / óvulo 	
Después de la concepción	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del hogar • Presencia de toxinas en líquido seminal 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración ambiente uterino • Alteraciones genéticas y/o toxicidad sobre células del embrión/feto • Presencia de toxinas en la leche materna

Tabla 3. Mecanismos de alteración del proceso reproductivo mediados por exposición del padre y/o de la madre.

3. Malformaciones congénitas

Un teratógeno es un agente que puede producir alteraciones del desarrollo normal del embrión/feto. Estas alteraciones se denominan malformaciones o anomalías congénitas, e incluyen defectos estructurales, como la espina bífida o el labio leporino, alteraciones cromosómicas, como el síndrome de Down y alteraciones del metabolismo o del comportamiento humano.

Se estima que las anomalías congénitas afectan al 3% de los recién nacidos, y de ellos uno de cada tres ven amenazada su vida por la presencia del defecto. De hecho, las anomalías congénitas suponen la primera causa de muerte durante el primer año de vida en los países desarrollados y la quinta causa de años potenciales de vida perdidos en la población de estos países. Conforme se ha prevenido otras causas de incapacidad y mortalidad en la infancia, las anomalías congénitas han ido aumentando su importancia relativa, contabilizando actualmente entre el 20 y el 30% de las muertes infantiles (Shepard, 1992).

Las anomalías congénitas presentan una serie de características que justifican su prioridad como alteraciones prevenibles, tales como su comienzo muy temprano en la vida, su frecuente y grave morbilidad, su impacto como causa de mortalidad en la población infantil y las limitaciones actuales para su correcto tratamiento. Sin embargo, las probabilidades para la prevención se basan necesariamente en el conocimiento de los factores etiológicos para estos problemas de salud, que es todavía muy limitado. Se estima que entre el 60% y el 70% de las malformaciones congénitas son de causa desconocida (Brent y Beckman, 1990).

4. Plaguicidas y teratogénesis

Los estudios de experimentación con diferentes especies animales han puesto de manifiesto el potencial teratogénico de un elevado número de compuestos plaguicidas (García, 1997). En la Tabla 4 se presentan algunos de los efectos observados. Todos los ejemplos son referidos a compuestos plaguicidas actualmente en utilización en España. Por otra parte, un número también abundante de plaguicidas han demostrado su acción mutagénica, es decir, su capacidad para alterar el material genético (World Health Organization, 1990). En el caso de que esta alteración afectara a las células germinales

masculinas o femeninas, podría manifestarse también en forma de defectos congénitos en el futuro hijo/a (Joffe, 1992).

Derivados clorofenoxiacéticos: 2,4-D	Labio/paladar hendido Malformaciones esqueléticas
Derivados piridílicos: Paracuat	Malformaciones esqueléticas
Organofosforados: Dimetoato	Polidactilia, malformaciones urogenitales
Carbamatos: Carbaril	Malformaciones esqueléticas
Otras familias: Benomilo Hexaclorobenceno	Malformaciones ojos, sistema nervioso Malformaciones renales

Tabla 4. Algunos ejemplos de plaguicidas actualmente en utilización en España que han demostrado efectos teratogénicos en alguna especie animal.

Sin embargo, la extrapolación de las observaciones realizadas en el laboratorio al ser humano es siempre difícil, y lo es especialmente en el caso de las alteraciones de la reproducción debido, entre otras razones, a las diferencias substanciales de este proceso entre las distintas especies animales.

Los estudios epidemiológicos intentan subsanar estas dificultades observando lo que sucede en las personas en las condiciones habituales de exposición a los diferentes agentes ambientales. Pero en muchos casos, el conocimiento que podemos obtener a través de estos estudios es también limitado por problemas propios del diseño y la ejecución de este tipo de estudios (Rothman, 1986).

En relación con los efectos teratogénicos de los plaguicidas, algunas de las evidencias disponibles proceden de los estudios realizados con la población expuesta durante la guerra de Vietnam, en la que se utilizaron toneladas de herbicidas produciendo niveles de exposición muy elevados tanto en los civiles como en los soldados de ambos ejércitos (Sterling y Arundel, 1986). También se han llevado a cabo abundantes estudios con trabajadores implicados en los procesos de producción de plaguicidas producción o expuestos a través de su utilización en actividades agrícolas (García, 1998). En general, no se puede concluir en ningún sentido acerca de los efectos teratogénicos de estas sustancias. Los estudios epidemiológicos realizados suelen presentar problemas tales como limitaciones en la medida de la exposición, la no consideración de otras variables y factores que pueden interferir y modificar la asociación de interés o un número insuficiente de sujetos en el estudio.

La exposición a plaguicidas en la población puede proceder de un número muy variado de fuentes. Se puede producir exposición ambiental a plaguicidas por la presencia de residuos en los alimentos, por contaminación del agua o del aire, o por la contaminación del hogar producida por la introducción de restos de plaguicidas a través de la ropa u otros utensilios contaminados durante la manipulación de estos compuestos en el trabajo (World Health Organization, 1990). Estrictamente, es difícil encontrar una población o grupo "no expuesto" a estos productos por alguna de las diferentes vías existentes, aunque se trate de niveles muy bajos. La medida de la exposición en epidemiología es clave para valorar la existencia de una asociación o riesgo entre un determinado agente, sustancia o producto y una determinada alteración. Sin embargo, las diferentes

estrategias para caracterizar la exposición de interés no siempre resultan adecuadas y en muchas ocasiones son de limitada validez para estimar la dosis que ha absorbido el sujeto y que ha podido estar relacionada con las alteraciones que se están valorando. En la Tabla 5 se presentan algunos ejemplos de diferentes aproximaciones para la medida de la exposición a plaguicidas con ejemplos de estudios en los que se han utilizado estas estrategias.

Medición directa de la exposición	Ejemplos
Medida en el ambiente exterior de las personas	Niveles de aire de DBCP medidos en una fábrica (Whorton y Foliart, 1983)
Cantidad real del agente que entra en contacto con el cuerpo humano	Parches de exposición adheridos a diferentes partes del cuerpo de aplicadores (de Cock <i>et al.</i> , 1995)
Dosis que realmente entra en el organismo	Nivel de organoclorados en sangre (Saxena <i>et al.</i> , 1980)
Dosis presente en los lugares específicos de acción del agente en el organismo	Concentración de DDE (metabolito del DDT) en tumores mamarios con receptores estrogénicos (McDuffie, 1994)
Medición indirecta de la exposición	Ejemplos
Ocupación (registros, encuestas)	Grupo de ocupación "agricultor" según clasificación del Registro de Malformaciones Congénitas (Hemmirki <i>et al.</i> , 1980)
Tareas/determinantes (en encuestas)	Frecuencia de utilización de plaguicidas "regular" u "ocasional" (Tikkaenen y Heinenon, 1991)
Matrices cultivo-exposición	Tipos y cantidades de plaguicidas utilizados en viñedos en el período 1950-1988 según libros de registro (Daires <i>et al.</i> , 1993)
Matrices empleo-exposición	Exposición a diferentes tipos de plaguicidas presente/ausente para diferentes ocupaciones según matriz (Lin <i>et al.</i> , 1994)
Encuestas + expe rto s	Probabilidad de exposición a diferentes plaguicidas según información recogida en cuestionarios específicos (Segnan <i>et al.</i> , 1996)

Tabla 5. Diferentes estrategias para medir la exposición a plaguicidas utilizadas en los estudios epidemiológicos.

La revisión de la evidencia epidemiológica disponible en relación con la capacidad de los plaguicidas para producir anomalías congénitas no permite confirmar ni descartar dicho efecto (García, 1998). La evidencia del laboratorio nos confirma la plausibilidad biológica de este efecto en el caso de muchos productos plaguicidas diferentes actualmente en utilización y también la plausibilidad de los mecanismos biológicos propuestos para explicar dicho efecto, aunque todo ello todavía no está demostrado en las personas. En un reciente estudio llevado a cabo en la Comunidad Valenciana pretendimos aportar nuevas evidencias a éste área de investigación.

5. Estudio en trabajadores agrícolas de la Comunidad Valenciana

Este estudio se diseñó y llevó a cabo con el objetivo de valorar si la exposición del padre y/o de la madre a determinados plaguicidas, en particular en relación con actividades agrícolas, y durante periodos relevantes en relación con la concepción y el embarazo, aumenta la probabilidad de tener un hijo/a con ciertas malformaciones congénitas (García *et al.*, 1997a, García *et al.*, 1997b). Los objetivos específicos del estudio se plantearon en los siguientes términos:

- Desarrollar y aplicar una estrategia para medir la exposición a plaguicidas a través de actividades agrícolas utilizando un cuestionario específico y la revisión del mismo por expertos.
- Cuantificar la asociación entre determinadas malformaciones congénitas y el trabajo agrícola, ajustando por otras variables que puedan relacionarse con el efecto de interés.
- Evaluar dicho riesgo para familias y componentes activos específicos de plaguicidas.
- Evaluar dicho riesgo para grupos específicos de malformaciones congénitas.
- Discutir los potenciales sesgos del estudio y comunicar las principales conclusiones de la investigación.

Esta investigación se llevó a cabo mediante un estudio del tipo de casos y controles, seleccionándose niños con anomalías congénitas (casos) y niños sin estos defectos (controles) en ocho hospitales públicos de la Comunidad Valenciana que cubren las principales zonas de agricultura intensiva. El periodo de selección de los sujetos se extendió durante los años 1993 y 1994 y se incluyeron niños nacidos vivos menores de un año de edad. Las malformaciones incluidas fueron alteraciones del sistema nervioso, cardiovasculares, hendidura oral, hipospadia, epispadia y anomalías osteomusculares. Por cada caso seleccionado con algún tipo de estas anomalías congénitas se eligió como control un niño sin defectos. En total se incluyeron 261 casos y un número igual de controles.

A continuación se contactó telefónicamente con los padres de ambos grupos de niños y se les pasó un cuestionario en el que se recogía información detallada sobre la historia reproductiva de la madre, los antecedentes familiares de la pareja, la historia del embarazo del niño seleccionado, el padecimiento previo de enfermedades, el consumo de medicamentos, tabaco y alcohol en ambos cónyuges y su edad, nivel de estudios, nivel socioeconómico e historia laboral.

A los padres o madres que habían estado expuestos a actividades agrícolas durante un periodo de riesgo alrededor de la concepción y/o el embarazo del niño seleccionado (tres meses antes de la concepción y/o primer trimestre del embarazo para el padre y un mes antes de la concepción y/o primer trimestre del embarazo para la madre) se les encuestaba a continuación mediante entrevista personal y se recogía información detallada sobre las características de las tareas agrícolas desarrolladas, poniendo especial énfasis en la manipulación de plaguicidas durante dicho periodo de riesgo. La exposición a plaguicidas se analizó según diferentes aproximaciones: implicación en actividades agrícolas, manipulación directa de plaguicidas y manipulación de determinadas familias químicas y compuestos activos. Este último análisis sólo pudo ser realizado en el caso de los padres, debido a que el número de mujeres que declararon haber manipulado directamente plaguicidas durante el periodo de riesgo fue muy bajo.

En la encuesta de exposición se recogía información sobre las siguientes variables: el tipo de cultivos en el que se había trabajado, la localización de estos cultivos, los periodos de tiempo en los que se había trabajado en los mismos, si se habían realizado en dichos cultivos tratamientos con plaguicidas y en qué momentos, la duración de estos tratamientos, las tareas que había desarrollado el encuestado en relación con los tratamientos y, en caso de haber estado implicado directamente en los mismos, qué equipos se habían utilizado y qué productos. Se recogía también información respecto a la preparación de mezclas de plaguicidas, las prácticas de lavado de la ropa de trabajo, el alma-

cén de los productos y los equipos utilizados durante los tratamientos, la limpieza de los equipos, la higiene personal, la utilización de prendas de protección personal durante los tratamientos, el padecimiento previo de algún problema de salud relacionado con la manipulación de plaguicidas y el conocimiento y las actitudes relacionados con los riesgos derivados del manejo de plaguicidas.

Los cuestionarios de los trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas eran secundariamente evaluados por dos expertos que, en base a la información recogida en dichos cuestionarios, cuantificaban el nivel de exposición de manera que se pudieron considerar posteriormente tres categorías de sujetos en relación con el análisis según manipulación directa de plaguicidas (familias y principios activos específicos): no expuestos, expuestos a niveles bajos/medios y expuestos a niveles altos.

Algunos de los principales hallazgos obtenidos en este estudio se pueden resumir como sigue:

- Los resultados obtenidos en esta investigación son compatibles con un aumento del riesgo de malformaciones congénitas en hijos de mujeres que han trabajado en actividades agrícolas durante un mes antes de la concepción y primer trimestre embarazo. Este riesgo es más de tres veces mayor en dichas mujeres expuestas (la medida epidemiológica para la estimación del riesgo en los estudios de casos y controles, la *odds ratio*, era igual a 3,16, siendo sus intervalos de confianza al 95% 1,11 y 9,01).
- Los padres que declararon haber manipulado directamente plaguicidas también presentaron un pequeño aumento del riesgo de tener hijos con anomalías congénitas en comparación con los que no habían tenido dicha exposición. En este caso, el aumento del riesgo no llegaba al 50% (el valor de la *odds ratio* fue de 1,48, con intervalos de confianza al 95% entre 0,82 y 2,68). Para los padres, el periodo de riesgo de la exposición está menos claro.
- El aumento del riesgo podría estar principalmente relacionado con malformaciones del sistema nervioso, labio/paladar hendido y malformaciones múltiples en el caso de la madre, y sistema nervioso y defectos osteomusculares en el caso del padre, aunque el limitado número de sujetos en el estudio no permitió llevar a cabo un análisis adecuado a este nivel.
- En cuanto al tipo de productos plaguicidas que se relacionaban principalmente con el aumento del riesgo en los padres, el análisis de la exposición a este nivel, y especialmente el análisis basado en la valoración de las encuestas por parte de los expertos, permitió identificar asociaciones elevadas y consistentes en relación con la manipulación de aceites minerales, derivados piridílicos (diquat y paraquat), compuestos inorgánicos (principalmente derivados del cobre) y el herbicida glufosinato.

Este estudio epidemiológico presenta algunas limitaciones que se deben considerar a la hora de valorar los resultados obtenidos. En primer lugar, el tamaño de la muestra de sujetos en el estudio resultó insuficiente en algunas etapas del análisis, especialmente en las más específicas (por ejemplo, para el análisis según tipos de defectos y tipos de plaguicidas utilizados). En este sentido, en algunos de los resultados obtenidos no se puede descartar el efecto del azar. Por otra parte, la recogida de información a través de cuestionarios no está exenta de omisiones, problemas de recuerdo y otras fuentes de error que pueden también limitar la validez de las observaciones.

Sin embargo, los resultados relativos al aumento del riesgo en las madres expuestas

a tareas agrícolas (en las que se puede producir exposición secundaria a plaguicidas, por ejemplo, a partir de la entrada en campos que han sido recientemente tratados o de la presencia, aunque no implicación activa, durante los tratamientos), así como la identificación de compuestos y familias químicas específicas que pueden estar asociadas con la aparición de efectos teratogénicos mediados por exposición paterna, merecen la realización de estudios más específicos que pongan a prueba la consistencia de estos hallazgos.

REFERENCIAS

- Al-Saleh, I. A. 1994. Pesticides: a review article. *J. Envi. Pathol. Toxicol. Oncol.*, **13**: 151-161.
- Brent, R. L. y Beckman, D. A. 1990. Environmental teratogens. *Bull. NY Acad. Med.*, **66**: 123-163.
- Daires, J. P., Momas, I., Bernon, J. y Gremy, F. 1993. A vine-growing exposure matrix in the Hérault area of France. *Int. J. Epidemiol.*, **22** (Suppl. 2): S36-S41.
- de Cock, J. S., Kromhout, H., Heederik, D. y Burema, J. 1995. Subjective assessment of pesticide exposure in fruit growing by experts. En: *Exposure to pesticides of fruit growers and effects on reproduction: an epidemiological approach* (J.S. de Cock). CIP-Data Koninklijke Bibliotheek; Den Haag.
- García, A. M. 1997. *Pesticide exposed workers in a mediterranean agricultural area and congenital malformations. A case-control study*. Tesis doctoral. London School of Hygiene and Tropical Medicine, University of London.
- García, A. M., Benavides, F. G., Fletcher, A. C. y Orts, E. 1997a. Plaguicidas y malformaciones congénitas: análisis según exposición del padre a familias químicas y sustancias activas. *Gaceta Sanitaria*, **11** (Supl.1): 29.
- García, A. M., Benavides, F. G., Fletcher, A. C. y Orts, E. 1997b. Trabajo agrícola, exposición a plaguicidas y malformaciones congénitas: estudio de casos y controles en C. Valenciana. *Gaceta Sanitaria*, **11** (Supl.1): 79.
- García, A. M. 1998. Occupational exposure to pesticides and congenital malformations: a review of mechanisms, methods and results. *Am. J. Ind. Med.*, **33**: 232-240.
- Hayes, W. J. y Laws, E. R., eds. 1991. *Handbook of Pesticide Toxicology*. Academic Press; San Diego.
- Hemminki, K., Mutanen, P., Luoma, K. y Saloniemä, I. 1980. Congenital malformations by parental occupation in Finland. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, **46**: 93-98.
- Joffe, M. 1992. Epidemiology of occupational reproductive hazards: methodological aspects. *Rev. Epidemiol. et Santé. Publ.*, **40**: S17-S25.
- Lin, S., Marshall, E. G. y Davidson, G. K. 1994. Potential parental exposure to pesticides and limb reduction defects. *Scand. J. Work Environ. Health*, **20**: 166-179.
- McDuffie, H. H. 1994. Women at work: agriculture and pesticides. *J.O.M.*, **36**: 1240-1246.
- Rothman, K. J. 1986. *Modern Epidemiology*. Little, Brown and Company; Boston.
- Saxena, M.C., Siddiqui, M.K.J., Bhargava, A.K., Seth, T.D., Krishnamurti, C.R. y Kutty, D. 1980. Role of chlorinated hydrocarbon pesticides in abortions and premature labour. *Toxicology*, **17**: 323-31.
- Segnan, N., Ponti, A., Ronco, G., Kromhout, H., Heederik, D., de Cock, J., Bosia, S., Luccoli, L., Piccioni, P., Seniori-Costantini, A., Miligi, L., Scarpelli, A., Mariotti, M., Scarnato, C. y Morisi, L. 1996. Comparison of methods for assessing the probability of exposure in metal plating, shoe and leather goods manufacture and vine growing. *Occupational Hygiene*, **3**: 199-208.
- Shepard, T.H. 1992. *Catalog of teratogenic agents*. Johns Hopkins University Press; Baltimore.
- Sterling, T.D. y Arundel, A.V. 1986. Review of recent Vietnamese studies on the carcinogenic and teratogenic effects of phenoxy herbicide exposure. *Int. J. Health Serv.*, **16**: 265-278.

- Tikkanen, J. y Heinonen, O.P. 1991. Maternal exposure to chemical and physical factors during pregnancy and cardiovascular malformations in the offspring. *Teratology*, 43: 591-600.
- Whorton, M.D. y Foliart, D.E. 1983. Mutagenicity, carcinogenicity and reproductive effects of dibromochloropropane. *Mutation Res.*, **12**: 13-30.
- World Health Organization. 1988. *The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 1988-1989*. REPORT WHO/VBC/88.953. Division of Vector Biology and Control; Geneva.
- World Health Organization. 1990. *Public health impact of pesticides used in agriculture*. World Health Organization Office of Publications; Geneva.

Alimentos Ecológicos y Vitalidad

A. Molina

Departamento de Química y Análisis Agrícola, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria, s/n. 28040 Madrid

ABSTRACT

Some theories about the forces in the vital process are considered, bearing in mind that approaches to vitality are to be made from the study of life.

The theories of vitalism were enunciated a long time ago and life has since been considered dependant on vital factors, different from physical and chemical forces.

The organicism theory enlarged upon this view because it supposed that all organisms contain their own principles organizatives. These principles take place from subatomic particles to galaxies all the same.

However, none of the previous theories succeed in explain what these principles organizatives are, neither which is the origin of the forms and configurations we observe in nature. In order to bring this problem to light, a study of R. Sheldrake and Bohm's theories has been made.

Moreover, energy and polar forces have also been considered regarding W. Reich and R. Steiner's theories and Orient culture.

Finally, the chaos theory is related with the sensitive crystalization method, which is one of the few methods that it is able to estimate the vitality of food.

RESUMEN

Se hacen unas breves reflexiones filosóficas a partir de algunas de las teorías existentes sobre las fuerzas que intervienen en el proceso vital, teniendo en cuenta que la

vitalidad hay que abordarla a partir del estudio de la vida.

Desde las teorías del vitalismo, durante siglos se ha considerado que la vida depende de factores vitales con propósito que no son reducibles a las leyes ordinarias de la física y de la química.

Estas ideas se han ampliado con las del organicismo, en las que se considera que todos los organismos contienen sus propios principios organizativos y que esto ocurre desde las partículas subatómicas hasta las galaxias.

Pero en ambos casos quedan sin explicar en qué consisten esos principios organizativos y el origen de las formas y configuraciones que observamos en la naturaleza. En este sentido se consideran las teorías de R. Sheldrake sobre los campos mórficos y la de Bohm sobre el orden explicado y el orden implicado.

Por otra parte, existe otra forma tradicional de conocimiento, diferente de la del método científico, consecuencia de la experiencia mística. Con ella se ha llegado a las ideas de interrelaciones en el universo, que recuerdan a las que se derivan de la teoría de la relatividad y de la física cuántica. En este sentido se hace referencia a las ideas que originaron la ciencia en occidente, retomadas posteriormente por R. Steiner, a las de W. Reich y a las de la cultura oriental.

Finalmente se considera la teoría del caos y se relaciona con el método de cristalizaciones sensibles, uno de los pocos que permiten aproximarse al estudio de la vitalidad de los alimentos.

INTRODUCCION

«Gran parte de las dificultades por las que atraviesa el mundo se deben a que los ignorantes están completamente seguros y los inteligentes llenos de dudas» Bertrand Russell

«Si supiéramos lo que dicen las piedras, la lluvia y las flores, jefe. Quizás nos estén llamando y no las oímos. ¿Cuándo se abrirán los oídos de la gente, jefe?» Zorba el griego, de Nikos Kazantzakis

Por los objetivos que se persiguen desde la agricultura ecológica se precisan criterios de calidad que incluyan conceptos como vitalidad, vida, salud. Así, es frecuente leer o escuchar que «los alimentos de la AE tienen mayor vitalidad».

Según Claude Aubert «Puede parecer arbitrario afirmar que la fuerza vital participa, al mismo tiempo que la sustancia, en nuestra alimentación» y añade «estamos convencidos que la ciencia confirmará un día esto que nos parece evidente, a saber que la salud y sobre todo la vitalidad de plantas y animales que constituyen nuestra alimentación son los criterios esenciales de la calidad biológica».

En los vegetales, la vitalidad se manifiesta en su facultad germinativa, lozanía, resistencia a los parásitos y a los incidentes climáticos, productividad y en la conservación de los productos.

En los animales, de igual forma, se observa a partir de su fecundidad, salud, resistencia a las enfermedades y a los rigores climáticos, longevidad y productividad.

El diccionario define la vitalidad como «Calidad de tener vida». «Actividad o eficacia de las facultades vitales». Por tanto, considerar la vitalidad de los alimentos, implica,

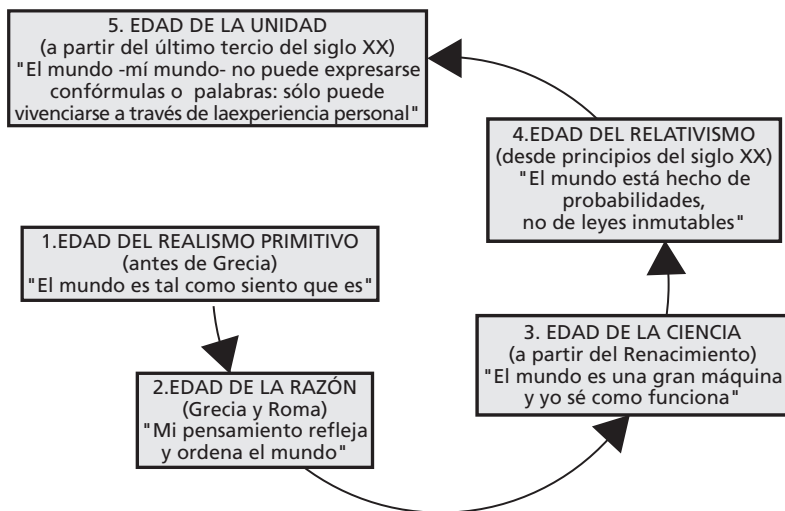
inevitablemente, tratar de evaluar la vida implícita en ellos. Pero para ello es necesario considerar previamente lo que se entiende por vida, e incluso llegar a planteamientos globales de como evoluciona la naturaleza, las fuerzas que actúan en ella y el método seguido para llegar a captar esas ideas.

Son muy numerosas las teorías y filosofías que han tratado de aproximarse al fenómeno de la vida. Puede resultar interesante recoger algunas de estas ideas y realizar una reflexión de su evolución.

CULTURA OCCIDENTAL

En el libro EL TAO DE LA FÍSICA, F. Capra escribe: «Es interesante seguir la evolución de la ciencia occidental a través de su camino espiral, partiendo de las filosofías místicas de los antiguos griegos, elevándose y desplegándose con una evolución intelectual impresionante, separándose cada vez más de sus orígenes místicos hasta llegar a desarrollar una visión del mundo en total contraste con la del lejano Oriente. Ahora, en sus etapas más recientes, la ciencia occidental está finalmente superando esta visión y está volviendo a la de los antiguos griegos y a la de las filosofías orientales. Esta vez sin embargo, no se basa solamente en la intuición, sino en un riguroso y consistente formalismo matemático».

Esa evolución en espiral de como se ha ido viendo el mundo, la naturaleza y por tanto la vida podría concretarse en el siguiente esquema elaborado a partir de un artículo de J. Ávila (1988).



Conocimiento antiguo

Una de las primeras filosofías místicas de occidente es la desarrollada por Empédocles (que nace en una fecha que oscila ente el 492 y el 432 a.C.) (O. Piulats, 1988). Según este filósofo el cosmos está compuesto, al mismo tiempo, por cuatro elementos base: Tierra, Agua, Aire y Fuego, que no son cosas «inorgánicas» sino entidades «animadas», poseedoras de una energía vital y divina. Todas las cosas son mezclas cuantitativas de estas cuatro cualidades. Propone además dos fuerzas invisibles como verdaderos motores del cambio, para explicar el movimiento y los ciclos de la naturaleza: el Amor y la Discordia. El

Amor tiende a unificar, a buscar la unión; la Discordia persigue el alejamiento, la división entre las sustancias; toda la creación del Universo y de la Tierra se explicaría a partir de la tensión entre estas dos fuerzas cósmicas.

Al conocimiento de la naturaleza de los griegos fundamentado en la concepción de la Cuatro Elementos, se añadió el Éter, del que dijo Aristóteles: «Es aquello que es distinto de la Tierra, Agua, Aire y Fuego, que es eterno y que circula sin descanso». Ese conocimiento de la naturaleza llegó a su fin en los albores de la Edad Moderna, aunque la idea del éter subsistió hasta el siglo pasado cuando fue desalojada al abrirse paso en la ciencia y en la práctica la electricidad, el magnetismo y la energía nuclear.

Vitalismo

La primera teoría vitalista tiene su origen en la filosofía aristotélica. Según estas ideas, la vida siempre tiene un propósito interiorizado es decir, la organización viva depende de factores vitales con propósito, que no son reducibles a las leyes ordinarias de la física y la química.

En nuestro entorno las teorías vitalistas, están en desuso. En muchas ocasiones el vitalismo suele tratarse como si fuera un tipo de superstición superada por el desarrollo de la comprensión racional. En general se considera que esta corriente de pensamiento deja de tener sentido después de la primera síntesis química artificial de un producto orgánico, la urea, llevada a cabo por Friedrich Woehler en 1828. Según R. Sheldrake (1990b) «la mayoría de vitalistas del siglo XIX en realidad no negaban que los organismos vivos contuvieran productos químicos que podían ser analizados y sintetizados artificialmente; incluso el gran químico Justus von Liebig afirmó que a pesar del hecho de que muchas sustancias podían ser sintetizadas en el laboratorio, y que en el futuro se fabricarían muchas más, la química nunca estaría en condiciones de crear un ojo o una hoja. Estos últimos, según pensaba, se debían a un tipo de causa que organizaba los productos químicos en nuevas formas de modo que adquirirían nuevas cualidades, formas y cualidades que tan sólo aparecen en el organismo».

Teorías mecanicistas

Por otra parte, la ciencia moderna se caracteriza, en general, por su concepción mecanicista de la química, la física y la biología ya que intenta explicar todos los procesos con las fuerzas generales de la materia.

Nuestra vida cotidiana está basada todavía en las teorías newtonianas. Gran parte de los investigadores suponen que los seres vivos sólo son máquinas muy complejas, pero gobernadas únicamente por las leyes de la física y de la química porque ahora es la forma conocida de trabajar experimentalmente.

Comúnmente se intenta explicar cosas grandes en términos de cosas pequeñas; es la base de esta ciencia reduccionista. Se pretende explicar sistemas complejos estudiando simplemente sus componentes. Así, la biología molecular dice mucho sobre la organización molecular en los organismos, en los que se han hecho grandes e importantes descubrimientos. Pero comprendiendo las partes no se puede comprender o explicar el todo. Por ejemplo, es como intentar comprender el diseño de un edificio mirando los detalles de los ladrillos que lo construyen. O, entendiendo cómo funcionan los transistores y los condensadores de un kit de televisión intentar entender las imágenes que aparecen en la pantalla. Los componentes por sí solos no son suficientes, no pueden ofrecer una explicación satisfactoria. Otra limitación se debe a que la teoría convencional trata de explicar el todo gracias a la herencia. Se supone que las características de un organismo se deben a que han sido heredadas de sus ancestros a través de los genes, gracias a un programa

genético. Los genes codifican la secuencia de los aminoácidos para formar en el organismo las estructuras químicas de las proteínas. Pero ¿cómo se consigue, a partir de las proteínas, que se encuentran a un nivel molecular, una lechuga o una vaca?. Es un gran misterio. Cuando se apela al código genético en realidad se está haciendo referencia a una idea análoga a la del vitalismo.

Mecánica Cuántica

Desde que se ha desarrollado la mecánica cuántica se puede decir que todo lo que vemos y tocamos es energía que vibra a determinadas frecuencias. Un organismo no es sólo una estructura física compuesta por moléculas, sino que implica un campo energético, es energía inmersa en un mar de energía, en perpetuo movimiento.

La materia no es más que una forma de energía que ha cristalizado al ralentizar su movimiento, con una frecuencia de vibración que nosotros somos capaces de percibir con nuestros sentidos. Cuanto más se estudia la materia, más se comprueba que no existe una unidad elemental sólida, lo que Demócrito llamó átomo. Los físicos han tenido que abandonar esta teoría al descubrir que la «masa» está compuesta de partículas de energía que son complementarias e intercambiables. La masa o materia no existe en un lugar determinado sino que presenta «tendencia a existir».

Los objetos y los seres que nos rodean los percibimos sólidos y separados los unos de los otros, pero son, somos, una multitud de partículas de energía en movimiento perpetuo. No somos entidades separadas las unas de las otras, sino que esa energía está interrelacionada dando lugar a un tejido dinámico que incluye siempre, como parte esencial, al observador. Desde esta perspectiva es difícil concebir lo vivo como si fuera un puzzle, suma de partes.

Teoría del Caos

En esa tendencia de encontrar la «unicidad» desde la ciencia, además de la teoría de la relatividad y la teoría cuántica han surgido otras que aportan ideas muy nuevas. Entre ellas está la teoría de sistemas, impulsada por Ilya Prigogine y la teoría del caos. Vamos a considerar esta última y dentro de ella el aspecto de la dimensión fractal, por ser interesante para los objetivos que se pretenden exponer en esta ponencia.

Esta teoría se inició en los años 60, a partir de estudios meteorológicos, con la ayuda de los ordenadores y ha ido entrando en los demás campos de la ciencia. En los últimos años (en la que llamábamos «edad de la unidad») físicos, biólogos, astrónomos y economistas están creando un modo común de comprender el desarrollo de la complejidad en la naturaleza. Con esta nueva ciencia se tiene un método que permite ver orden y pauta donde antes sólo se observaba el azar, la irregularidad, lo impredecible.

La dimensión fractal corresponde a la repetición de la estructura, la pauta en el interior de la pauta que tiene lugar en las formas infinitamente complejas de la naturaleza, como la de la superficie de la tierra, la línea de las costas, las raíces de las plantas, la evolución del tiempo o la economía. El mundo exhibe constantemente irregularidad regular, apreciándose principios de orden en áreas tan diversas como las anteriores. Por tanto, en lo vivo hay pautas comunes de comportamiento, de las que habrá que buscar sus causas.

Organicismo

En los últimos 70 años se ha ido desarrollando una teoría más holística que la vitalista: la filosofía del organicismo. En cierto sentido es una nueva forma de animismo

puesto que considera que la naturaleza está viva, y que todos los organismos que viven en ella contienen sus propios principios organizativos. Dichos principios no se consideran almas, como en la filosofía aristotélica, sino que se les denomina «propiedades de los sistemas», «principios emergentes de organización», «patrones que conectan» o «campos organizativos». La moderna filosofía del organismo es de mayor alcance que el vitalismo puesto que considera como seres vivos los organismos en todos los niveles de complejidad, desde las partículas subatómicas hasta las galaxias, e incluso el cosmos entero.

Pero esta teoría no detalla, al igual que el vitalismo, los aspectos que corresponden a esos principios organicistas. Por ello vamos a mencionar diferentes teorías que concretan algunos aspectos, elegidas por interés personal y no porque sean las únicas ni quizás las más importantes.

Campos mórficos

R. Sheldrake, en dos de sus libros con estos títulos tan sugerentes: «Una nueva ciencia de la vida» y «La presencia del pasado», propone la existencia de los campos mórficos. Con ellos pretende llenar el vacío de como las proteínas se organizan a sí mismas, cómo se organizan formando tejidos y finalmente organismos. Según esta teoría, el conjunto está organizado por campos que contienen la memoria heredada a partir de los individuos de la especie en el pasado.

Los campos en los genes afectan a la forma y el comportamiento. Quizás el mejor medio de entenderlo es continuar con la analogía del televisor. Los cambios en el televisor de las resistencias, de los condensadores o del sintonizador pueden afectar o cambiar las imágenes, pero ellos no prueban que las imágenes estén en realidad producidas por estos componentes. Lo que prueban es que desempeñan un cierto papel, que son necesarios para la recepción de las imágenes, pero no que sean generadas por ellos. De forma análoga, los cambios en los genes afectan a la sintonización de los organismos con los campos morfogenéticos, y cuando se conectan con estos campos, es cuando se manifiesta la información que estos genes contienen.

Todo sistema, trátese de cristales, la finca agrícola o sociedades, viene regido, según la teoría de Sheldrake, no por leyes universales como supone la ciencia mecanicista, sino por un campo mórfico que contiene una memoria colectiva. El término campo mórfico comprendería, por tanto, a los campos morfogenéticos, conductuales, sociales, culturales y mentales.

Orden explicado - Orden implicado

Otra visión del mundo como un entretejido dinámico de relaciones es la dada por David Bohm (1988), el físico que quizás haya ido más lejos que ningún otro en el estudio de las relaciones existentes entre la consciencia y la materia, dentro de un contexto científico. Según su teoría, se distinguen tres reinos principales de existencia: el orden explicado, el orden implicado y una fuente o base subyacente a ambos.

El orden explicado es el mundo de las cosas - sucesos aparentemente separados y aislados en el espacio y el tiempo. El orden implicado constituye la base del orden explicado del mundo que experimentamos a través de los sentidos, en la que todas las cosas y sucesos están envueltos en completa totalidad y unidad. Los sistemas materiales, el espacio y el tiempo se «despliegan» a partir de este orden subyacente, el orden implicado, que no está incluido en los sistemas materiales en el espacio y el tiempo. Cualquier suceso describable, objeto, entidad o mundo explicado es «una abstracción de una totalidad desconocida e indefinible de movimiento fluido». A este flujo universal Bohm lo llama holomovimiento. «El holomovimiento, que es «vida implícita», es el fundamento de

la «vida explícita» y de la «materia inanimada», y ese fundamento es primario, autoexistente y universal». El holomovimiento «lleva» el orden implicado, y constituye una «totalidad continua e indivisible». Según Bohm, la concepción de la totalidad indivisible está implícita tanto en la física cuántica como en la física de la relatividad.

Una analogía del orden implicado lo proporcionan los hologramas, con la limitación de ser estática y por tanto no comprende la idea del holomovimiento. La teoría de Bohm es más fundamental que la hipótesis de la causación formativa de R. Sheldrake, pero los dos planteamientos parecen perfectamente compatibles.

Energía orgona

En la línea de considerar la vitalidad como consecuencia de una energía primordial, cabe reseñar las ideas del médico Wilhelm Reich en lo referente a la energía que llamó orgona, probablemente en el sentido de lo que los chinos llaman chi y los hindúes prana. W. Reich afirmó que en toda la naturaleza existe una energía orgónica que se puede medir y acumular (J. Pigem, 1988).

Reich llegó a la conclusión de que «en lo vivo existen funciones de la energía cósmica», que se manifestaría a nivel físico (expansión y contracción) y a nivel psíquico (placer y angustia).

Además, Reich fue un pionero de la lucha antinuclear. A partir de sus investigaciones podría deducirse que en presencia de radiactividad (y en menor medida, de luces fluorescentes y otros electrodomésticos) la energía orgónica se transforma en una forma muerta de energía, que afecta tanto a los seres vivos como a la atmósfera. Cabe recordar que algunos alimentos irradiados, como las patatas, pierden su capacidad de germinación y que los seguidores de Reich relacionan, además, esta forma de energía muerta, producida por el uso de la energía nuclear, con problemas contemporáneos como los desequilibrios del clima, el cáncer, el Sida y los altos índices de violencia.

Visión desde la Antroposofía

Cuando Rudolf Steiner, con la Antroposofía, dio las bases de una nueva concepción de la naturaleza, rehabilitó el conocimiento de los Cuatro Elementos, abordando, además, la naturaleza esencial, las correlaciones cósmicas y la génesis del Eter unitario de los griegos.

Según R. Steiner el origen de las formas y configuraciones de los seres vivos está en el cuerpo etéreo (cuerpo vital, cuerpo de fuerzas formativas), que al igual que la electricidad o el magnetismo no es directamente evidente a los órganos sensoriales comunes pero sí a órganos «suprasensibles» desarrollados al efecto. Este cuerpo «vital» actuaría como «arquitecto» del cuerpo físico y constituye el principio vital de todos los seres vivos. El cuerpo etéreo es capaz de generar tamaño, miembros, órganos, configuraciones, procesos, etc. cuando es, a su vez, ordenado por las fuerzas de categoría superior, las Fuerzas Formativas, procedentes del cosmos. Por consiguiente, para la formación de sustancia viva tiene que combinarse la acción de dos corrientes, la de las sustancias terrestres y la de las fuerzas cósmicas.

De nuevo se observa la actuación de dos fuerzas polares, complementarias. En este sentido podemos recoger lo expuesto por el físico E. Heintz (1982): «Entre las leyes que rigen los fenómenos de la Naturaleza, existe una cuyo campo de aplicación es casi universal: la ley de la polaridad. La ley de la polaridad se encuentra en relación con todos los fenómenos del equilibrio. Se trate de una planta, de un animal o un cristal, todo lo que existe pasa por tres estados de existencia: el nacimiento, el estado en que se encuen-

tra cuando nosotros lo observamos y la desintegración. Podemos comprender el segundo como el estado de equilibrio entre las fuerzas que lo han creado y las fuerzas que lo apagarán. Llamamos a las primeras *fuerzas creadoras* y a las últimas *fuerzas destructoras*. Se encuentran en oposición, forman una polaridad. El estado de equilibrio aparece pues de una triada que se compone de dos fuerzas oponiéndose entre sí, en el medio se halla el equilibrio como resultado del encuentro de esas dos fuerzas».

En la planta, por ejemplo, las fuerzas creadoras, anabólicas, son las que actúan en los procesos constructivos como los de la fotosíntesis en la que interviene el cuerpo etéreo de la planta. Pero un ser viviente, como la planta, con una forma y dimensiones determinadas debe necesariamente destruir sus propias sustancias, como ocurre en los procesos de absorción de oxígeno y liberación de anhídrido carbónico en ausencia de luz o en los de fermentación. Al conjunto de los procesos de destrucción se les llama catabolismo. Para que una planta pueda vivir ha de establecerse un equilibrio perfecto entre los dos polos, anabólico y catabólico.

CULTURA ORIENTAL

Los diferentes planteamientos anteriormente expuestos se aproximan a algunos de los conceptos que durante milenios se han mantenido en Oriente, donde, en lugar de profundizar en el estudio de la materia, existe un gran conocimiento de la parte «energética» de lo vivo.

En su libro *EL TAO DE LA FÍSICA*, Fritjof Capra (1995) escribe: «La física moderna nos lleva a una visión del mundo que es muy similar a la de los místicos de todas las épocas y tradiciones».

«El rasgo más importante del concepto oriental del mundo -casi podría decirse que constituye su esencia- es la consciencia de la unidad e interrelación mutua existente entre todas las cosas y sucesos, la experiencia de todos los fenómenos que tienen lugar en el mundo como manifestaciones de una unidad básica».

Las ideas de la cultura oriental han interesado a numerosos científicos. Por ejemplo, Niels Bohr eligió el símbolo oriental de la polaridad, el yin y el yang, para el centro de su escudo heráldico y Erwin Schrödinger en el epílogo de su obra *¿Qué es la vida?* hace referencia al pensamiento hindú.

Vamos a considerarlas brevemente. En la cultura china, por ejemplo, la fuerza de la vida, o chi, se halla presente en las dos fuerzas primordiales, yang y yin, dualidades o polaridades que reflejan a los estados opuestos en continuo intercambio. Yang, lo luminoso, lo fuerte, lo masculino, el poder creativo, lo racional, lo caliente. Yin, la oscuridad, lo receptivo, lo femenino, lo intuitivo, lo frío y lo húmedo. Estas polaridades se manifiestan igualmente en otros aspectos como en las fuerzas de contracción - expansión o en los polos positivo/negativo.

Los alimentos serán más yang o más yin, al igual que cada tipo de preparación culinaria. Como la armonía nace de los opuestos complementarios, durante el invierno, que es una estación más yin, se comerán alimentos relativamente más yang; durante el verano, estación más yang, se tomarán alimentos más yin. Por tanto, una dieta saludable consiste, para los chinos, en consumir alimentos que equilibren los opuestos.

Además, cada alimento tiene una naturaleza energética (frío, fresca, neutra, templada y caliente) que oscila entre fría (yin) y caliente (yang), es portador de un sabor (ácido, amargo, dulce, picante y salado) y tiende a mover la energía en alguna dirección (ascendente, descendente, exteriorizante o interiorizante) y dirige sus acciones hacia uno o varios órganos.

La interacción de ambas fuerzas, su relación, se manifiesta como los cinco elementos. Esta teoría relaciona toda energía y sustancia con alguno de los cinco elementos: fuego, tierra, metal (o aire), agua y madera. Cada elemento se corresponde con un color, dos órganos corporales, un tejido al que gobierna y muchas otras asociaciones.

El proceso de los cinco elementos pasando por el nacimiento, crecimiento, maduración, cosecha y almacenamiento lo vemos en la vida diaria en la idea, acción, manifestación, comunicación y reflexión volviendo a la recreación. Las analogías no terminan nunca. Nada está separado; todo está relacionado. La vida es una conexión continua.

Determinación de la vitalidad de los alimentos

La nueva visión que está surgiendo en los últimos años se observa, no solo en planteamientos filosóficos sino también en hechos tan concretos como el interés de determinar la calidad de los alimentos con métodos complementarios de los análisis cuantitativos de los diferentes componentes. Con estos métodos, llamados en ocasiones holísticos, no se pretende evaluar cualidades de la materia física sino las fuerzas que participan en los procesos vitales. Por ello están siendo desarrollados en investigaciones relacionadas con la agricultura ecológica.

Entre ellos están los de biofotones, ensayos con animales, almacenamiento forzado, bioelectrónicos, cromatogramas, cristalizaciones sensibles y observación de la forma de los cultivos. Vamos a considerar brevemente los dos últimos.

Forma de los cultivos

En un experimento realizado por Jochen Bockemühl (1993) observando la evolución de la forma y el color en judías abonadas, unas con fertilizantes de síntesis y otras con compost, en diferentes cantidades, detecta diferencias en la forma de las raíces y de las hojas tanto en función de la cantidad como del tipo de abono utilizado. Ello le permite concluir que:

«las fuerzas estructurantes «cósmicas» pueden mantenerse en la planta gracias a una «vivificación» de la tierra mediante el compost maduro. Por el contrario, por intermedio del elemento agua de la tierra, el abono mineral sólo estimula unilateralmente el crecimiento terrestre hinchador, sin estimular las fuerzas estructurantes».

Cristalizaciones sensibles

Este es un método cualitativo que aporta imágenes que hay que aprender a leer en su conjunto, a vivenciar a través de la experiencia personal (como hace un buen catador de vinos).

El método ha sido descrito en numerosos trabajos y por tanto únicamente vamos a hacer una breve consideración sobre la dimensión fractal de las imágenes, ya comentado anteriormente en la referencia a la teoría del caos.

Al cristalizar un líquido forma una punta creciente con un límite que se inestabiliza y emite ramas laterales según puede observarse en una fotografía de exposiciones múltiples (J. Gleick, 1994). Esta pauta se observa en la imagen que corresponde al análisis de alimentos según el método de la cristalización sensible pero es la que se encuentra también en otras tan dispares en principio como la trayectoria sesgada de una descarga eléctrica y la agrupación simulada de partículas que se mueven al azar (según la fotografía de estas dos últimas que se encuentra en la obra de J. Gleick, 1994).

CONCLUSIONES

Haciendo una síntesis de lo expuesto, y entre las muchas consideraciones que podrían realizarse están las siguientes:

- lo vivo ha de implicar la acción de fuerzas o energías diferentes de las que se conocen actualmente en la física y la química al explicar la transformación de la materia.
- hay una interrelación entre todo lo que constituye la naturaleza que hace que el todo no pueda conocerse a partir de la suma de sus partes.
- conocer la calidad de los alimentos implica determinar su vitalidad. Ello solo es posible con nuevos métodos que permitan considerar el alimento en su conjunto.

Para terminar dos reflexiones más.

Theodor Schwenk (1962) en su obra «El caos sensible» escribe: *«El autor va a mostrar un camino que permita sobrepasar la fenomenología pura para llegar a «leer»... Cuando se observan libremente y sin ideas preconcebidas los movimientos de los fluidos sentimos que en nuestro pensamiento se realiza una metamorfosis: se hace cada vez más apto para comprender lo viviente».*

«Estos fenómenos que se producen en el agua y en el aire pueden ser interpretados - o al menos ese es nuestro deseo- como las letras de un escrito, como la lectura y el aprendizaje del alfabeto de la naturaleza. Pero quien quiera quedarse en una visión meramente fenomenológica es mejor que renuncie a su lectura y a la comprensión de su sentido, pues tan sólo verá letras sueltas donde hay palabras y frases escritas».

Y en el libro del Dr. Elson M. Haas (1996), tomado de DE LEAVES OF GOLD de J.E. Dinger se puede leer: *«No tomar erróneamente como poder la adquisición de simple conocimiento. Como el alimento, estas cosas deben ser digeridas y asimiladas para que se conviertan en fuerza de vida. El aprendizaje no es sabiduría; el conocimiento no es necesariamente energía vital».*

REFERENCIAS

- Avila, J. 1988. La visión del mundo. *Integral*, Nº 101.
- Bockemühl, J. 1981. *In Partnership with Nature*. Bio-Dynamic Literature. Wyoming, Rhode Island 02898.
- Bockemühl, J. 1993. Aproximación a la calidad por la observación del crecimiento vegetal. En Cuadernos Demeter: *La calidad de los alimentos*. Asociación de Agricultura Biodinámica.
- Bohm, D. 1988. *La totalidad y el orden implicado*. Ed. Kairós.
- Capra, F. 1995. *El Tao de la Física*. Ed. Sirio.
- Gleick, J. 1994. *Caos. La creación de una ciencia*. Ed. Seix Barral.
- Heintz, E. 1982. La ley de la polaridad y el color. *En Antroposofía. Un conocimiento integral del hombre*. Ed. Integral.
- Ortoli, S. y Pharabod, J.P. 1997. *El cántico de la cuántica*. Ed. Gedisa.
- Pigem, J. 1988. El legado de Wilhelm Reich. *Integral*, Nº 104.
- Piulats, O. 1988. «Empédocles, entre el amor y la discordia». *Integral*, Nº 107.
- Sheldrake, R. 1990a. *Una nueva Ciencia de la Vida*. Ed. Kairós.
- Sheldrake, R. 1990b. *La Presencia del Pasado*. Ed. Kairós.
- Schwenk, T. (1962). *«El caos sensible»*. Ed. Rudolf Steiner.

Contaminación ambiental en el sur de Europa

M. M. Millán.

Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. Parque Tecnológico, Calle 4, Sector Oeste, 46980 Paterna, Valencia.

RESUMEN

La dinámica de contaminantes en la cuenca mediterránea viene condicionada en gran medida por el desarrollo de circulaciones mesoescalares, que deforman el campo general de circulación a gran escala. Estos flujos locales están fuertemente condicionados por las características geográficas y climáticas de la cuenca, y en cada emplazamiento aparecen generalmente ligadas a los principales accidentes orográficos. Suelen presentar un marcado ciclo diurno y variación estacional. Algunos procesos importantes desde el punto de vista de la dinámica de contaminantes como son los procesos recirculatorios, la formación de estratos de reserva o la inyección en niveles altos están fuertemente ligados al desarrollo de tales circulaciones. En la presente comunicación se hace una revisión de algunos resultados importantes obtenidos en diversos proyectos de investigación financiados por la CE, que abarcan un periodo desde 1988 a 1995.

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

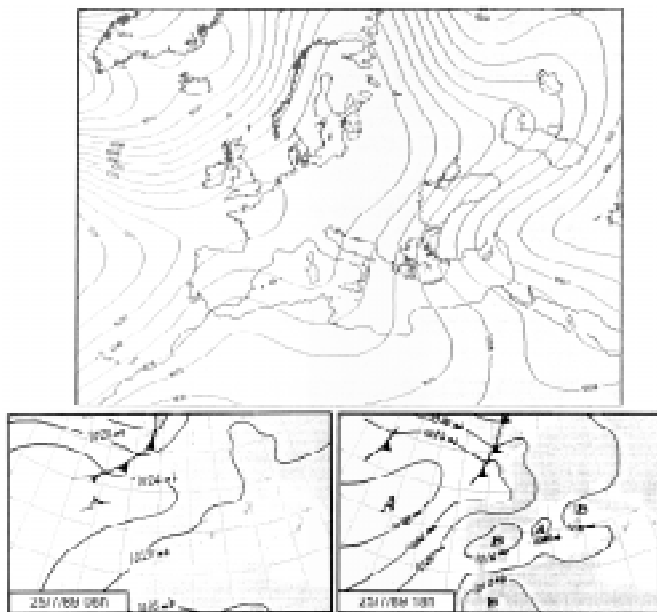


Figura 1. a) Presión superficial promedio en verano para el continente europeo. b) Mapas de presión en superficie para el 25 de Julio de 1989, ilustrando el desarrollo de la baja térmica sobre la Península Ibérica a escala sinóptica.

Los procesos meteorológicos a lo largo de toda la región mediterránea durante el verano están dominados por dos sistemas béricos semipermanentes, situados a ambos extremos de la cuenca, tal y como se ilustra en la Figura 1a. En el extremo occidental se encuentra el anticiclón de las Azores y en el margen oriental se sitúa el sistema de bajas presiones que se extiende desde el Oriente Medio hasta el Sudeste Asiático (en lo que constituye el sistema monzónico). Como resultado de esto, se pueden producir diferencias de presión de hasta 30 a 40 hPa entre la costa atlántica y la península arábiga (HMSO, 1962). Los sistemas frontales clásicos que se acercan desde el Atlántico viajan principalmente al Norte de los Alpes y, aproximadamente, a mitad de camino de los dos anteriores sistemas meteorológicos principales. El flujo promedio se desvía hacia el Sur sobre la Gran Llanura Húngara y más hacia el Sur, hacia el Norte de África, vía el mar Adriático y Jónico y/o el mar Negro, Egeo y la cuenca levantina.

La climatología, las propiedades del suelo y los sistemas montañosos que rodean la cuenca propician el desarrollo de fuertes brisas marinas, vientos de montaña o combinaciones de ambas, dependiendo de la geometría costa/montaña. Es también un hecho frecuente en toda la región el desarrollo de intensos vientos canalizados orográficamente, tanto como resultado de flujos de drenaje ayudados por el proceso de subsidencia y/o canalizaciones a larga escala (Scorer, 1957). Finalmente, las mismas condiciones también favorecen la formación de extensas y profundas células convectivas y/o bajas térmicas sobre las principales extensiones terrestres. Así, ligado a las estructuras meteorológicas macroescalares, se desarrollan otros sistemas mesoescalares durante el día, con subsidencias compensatorias importantes (p.e. los sistemas de bajas térmicas que se forman en las penínsulas Ibérica, Itálica y de Anatolia), que pueden modificar fuertemente los flujos regionales durante el día. Como ejemplo, la Figura 1b ilustra el desarrollo de la Baja Térmica sobre la Península Ibérica en un día de verano.

Los procesos mesoescalares de origen térmico se hacen semipermanentes, con un marcado ciclo diurno, en ambos extremos de la cuenca mediterránea, donde la dominancia de los dos sistemas béricos mayores está bien establecida. Esto ocurre en el caso de las bajas térmicas sobre las penínsulas Ibérica y de Anatolia. La cuenca central, incluyendo Italia y hasta cierto punto la región Helénica, pueden considerarse como la frontera natural entre los sistemas de presión constituidos por el Anticiclón de las Azores y la Baja Monzónica y de su influencia directa. A todos los efectos, la cuenca mediterránea está colocada en el corredor entre los engranajes de los sistemas meteorológicos mayores. Por ello, cualquier cambio en el patrón de presiones asociado con éstos puede modificar significativamente y abruptamente el balance entre los procesos mesoescalares predominantes en toda la cuenca mediterránea occidental. Esto condiciona también la posibilidad de que se desarrollen las circulaciones locales (inducidas térmica o mecánicamente) o bien sean amortiguadas por los procesos sinópticos.

En la Europa del Sur la evidencia experimental acumulada hasta 1986 había mostrado que los problemas de calidad del aire estaban gobernados por procesos meso-meteorológicos, con marcado ciclo diurno y escalas espaciales de decenas de Km (Lalas *et al.*, 1983, Millán *et al.*, 1984, 1987). Comenzando en 1979, el seguimiento de penachos de chimeneas altas de SO₂ mediante sistemas COSPEC en varias regiones de España, durante el periodo estival, había puesto de manifiesto también que la formación de bajas térmicas estaba fuertemente correlacionada con la convergencia de vientos superficiales desde las costas hacia el interior de la Península y con los altos niveles de O₃ a lo largo de la costa mediterránea española (Martín *et al.*, 1991, Millán *et al.*, 1991). Tales observaciones igualmente sugirieron la posibilidad de que se produzca convección profunda sobre la Meseta Central, acompañada de la consiguiente subsidencia compensatoria en las áreas circundantes. El análisis de los datos disponibles confirmaron también la periodicidad diurna de los procesos involucrados, y confirmaron la extensión de sus dimensiones espaciales de decenas hasta pocos cientos de km.

Esta evidencia constituyó la base de los primeros esfuerzos científicos europeos centrados en la dinámica de la contaminación en el Mediterráneo. El proyecto MECAPIP se orientaba al estudio del origen y evolución de las circulaciones atmosféricas responsa-

bles del comportamiento observado sobre la Península Ibérica (Millán *et al.*, 1992). Los proyectos RECAPMA y SECAP le siguieron para la caracterización de la continuidad de tales procesos sobre el Mediterráneo occidental y borde atlántico, extendiéndose a toda la cuenca mediterránea en el segundo de ellos. En lo que sigue se revisarán algunos de los resultados obtenidos en los mismos hasta hasta 1995.

Proyecto MECAPIP: los efectos de la baja termica ibérica

Los siguientes procesos se han documentado sobre la Península Ibérica en verano:

Durante el día la brisa de mar se combina con vientos de ladera para transportar contaminantes costeros tierra adentro (hasta 60-100 km en la costa Este), mientras que, en el borde frontal de la célula de brisa, una larga fracción de estos son inyectados en los flujos de retorno por arriba (Figura 2), a alturas que van de 2 a 3 km.

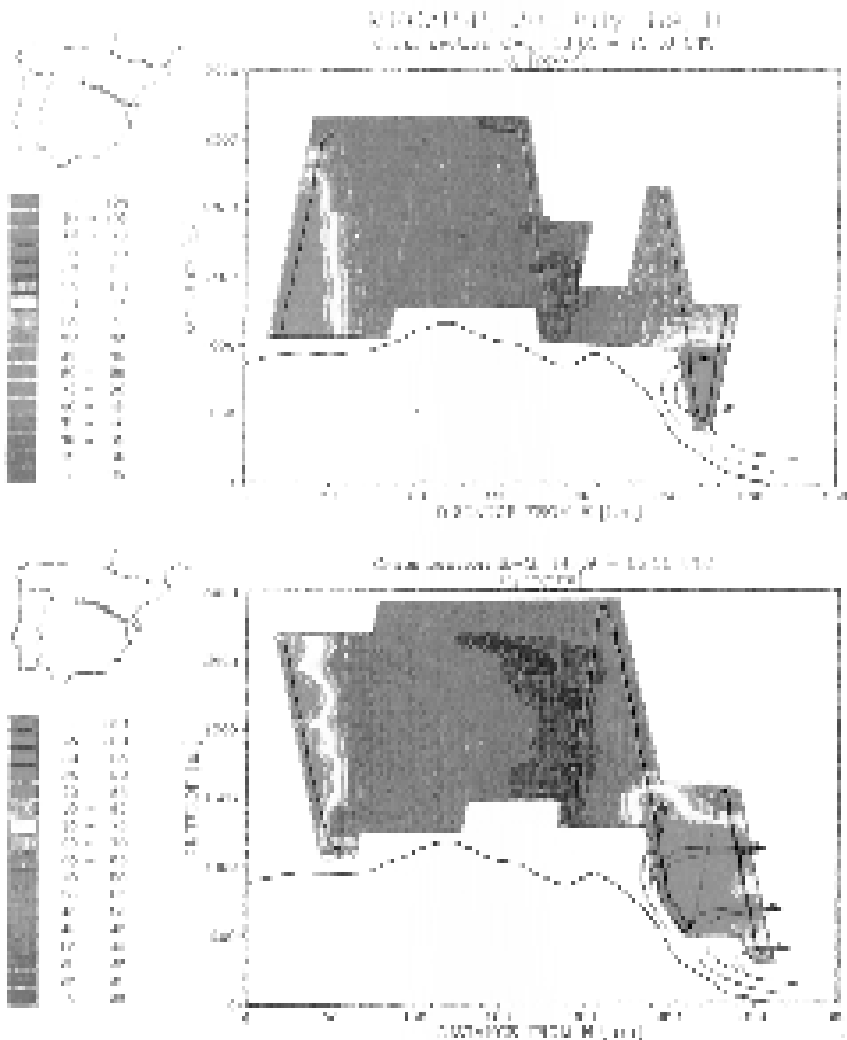


Figura 2. Sección vertical de la concentración de ozono obtenida mediante un avión instrumentado (proyecto MECAPIP). La proyección horizontal de la trayectoria en ambos cortes se presenta sobre el mapa adjunto. Se puede observar el desarrollo de la célula de brisa costera (en la vertiente levantina) y de la fuerte actividad convectiva sobre el interior mesetario.

Una vez allí, los contaminantes se mueven hacia el mar en el flujo de retorno, dónde la subsidencia compensatoria crea capas de reserva estratificadas, en las que los contaminantes envejecidos se ven confinados hasta alturas de 2 a 3 km, a lo largo de la costa sobre el mar.

Estas capas actúan como reservorios y retienen ozono de un día para el siguiente. Con el inicio de un nuevo día las capas más bajas son arrastradas tierra adentro por la brisa de mar, y los contaminantes envejecidos pueden reaccionar con emisiones costeras frescas.

Experimentos con trazadores indican que los tiempos de recirculación de las primeras emisiones costeras, durante la brisa, hasta su reentrada con la misma (como si procediese del mar) son del orden de 2 a 3 días (Millán *et al.*, 1992).

Por lo tanto, estos mecanismos pueden considerarse que forman un gran reactor fotoquímico que opera a lo largo de la costa casi cada día desde primavera a otoño. Para periodos de varios meses puede generar niveles de ozono 2 a 3 veces superiores a lo que indican las directivas comunitarias como umbrales de daños a la vegetación (Figura 3).

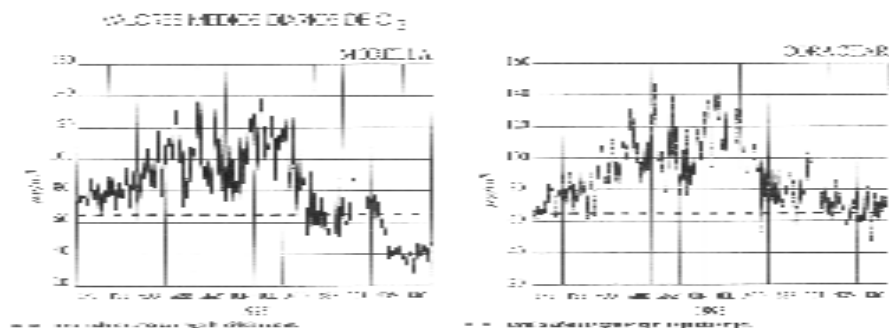


Figura 3. Concentraciones promedio de ozono (24 h) en dos emplazamientos del interior (Morella 100 Km y Corchar 80 Km) en la costa levantina. La directiva europea de daños a la vegetación (65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para promedios diarios) se excede de 6 a 7 meses al año, y por un factor de casi dos durante Junio y Julio.

En estos procesos, algunos de los contaminantes costeros son transportados tierra adentro a lo largo de los pasos naturales que conectan la costa con la meseta central.

Sobre la meseta se desarrolla una o más células convectivas profundas, que alcanzan fácilmente 3,5 a 5 km de altura, y que inyectan contaminantes envejecidos, tanto de la zona de Madrid como de aquellos transportados previamente de las áreas costeras, directamente en la troposfera media (Millán *et al.*, 1996).

Los resultados de modelización a alta resolución muestran que el patrón de comportamiento está lejos de ser uniforme. En general, los flujos evolucionan y se funden entre sí, generándose varias líneas de fuerte convergencia, que resultan ligadas a algunos de los principales elementos orográficos de la Península Ibérica al final del día. En la Figura 4 se presenta un caso concreto de este comportamiento para el día 20 de Julio de 1989, a las 18 horas, en que la baja térmica sobre el centro peninsular ha alcanzado un desarrollo considerable. Los resultados del modelo indican también que la estructura total de la célula asociada a la baja térmica no es tan simétrica como había sido anticipada, pudiendo así detectarse fuertes asimetrías a lo largo de los ejes N-S y E-O, y que la estructura última observada en uno cualquiera de los días depende de lo que ha ocurrido el día previo.



Figura 4. Mapa de presión en superficie y simulación de las líneas de corriente cerca del suelo para el día 20 de Julio de 1989 a las 18:00 UTC. El flujo resultante está dominado por una serie de líneas de convergencia, dispuestas según una estructura casi cerrada, siguiendo las principales cadenas montañosas. El vентeo del Mediterráneo hacia el Atlántico vía el estrecho de Gibraltar es débil este día.

PROYECTO RECAPMA: PROCESOS COMPENSATORIOS A LA BAJA TÉRMICA PENINSULAR Y CONTINUIDAD SOBRE EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL

Un factor importante para que se desarrollen dichas circulaciones térmicas, y para su asimetría, es que la subsidencia del anticiclón de las Azores se debilite a través de la Península Ibérica desde el Atlántico al Mediterráneo. El calentamiento solar y la formación de la baja térmica debilitan aún más el proceso de subsidencia general sobre la Península durante el día y producen una compensación dinámica sobre el Mediterráneo y Atlántico, la cual intensifica el proceso de hundimiento sobre las aguas más frías.

Para documentar la continuidad de los estratos sobre el Mediterráneo Occidental, durante el proyecto RECAPMA se realizaron perfilamientos verticales mediante un avión instrumentado sobre la cuenca Balear, en 1991. La Figura 5a muestra uno de los perfiles obtenidos al Sur de la isla de Mallorca a unos 300 km de las costas levantinas españolas. Estos fuertes niveles de subsidencia documentados, con velocidades de hundimiento que alcanzan valores de 10 a 15 cm/s, se desarrollan durante varias horas a lo largo de la tarde. Ello sugiere también que las subsidencias compensatorias de la mayor parte de las circulaciones costeras en torno al Mediterráneo Occidental podrían extenderse en realidad a toda la cuenca.

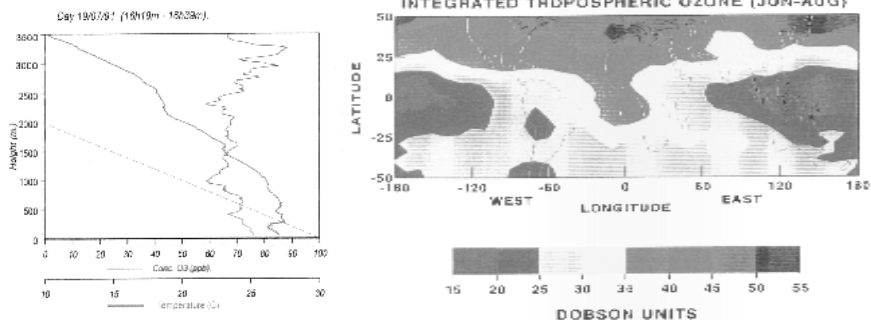


Figura 5. a) Perfil vertical realizado con un avión instrumentado a la altura de las Islas Baleares, sobre el mar (proyecto RECAPMA). Se pueden observar parte de las capas de ozono inyectadas sobre la meseta central española el día anterior, a alturas entre los 2500 y 3500 m. b) Concentración promedio de ozono troposférico en verano, procedente de medidas desde satélite (en unidades dobson).

PROYECTO SECAP: ESCENARIOS DE TRANSPORTE A LARGA DISTANCIA

El despliegue de medidas del proyecto aparece en la Figura 6a. Para cada una de las cuencas principales del Mediterráneo, se han identificado escenarios de transporte, que se pueden agrupar en las siguientes categorías:

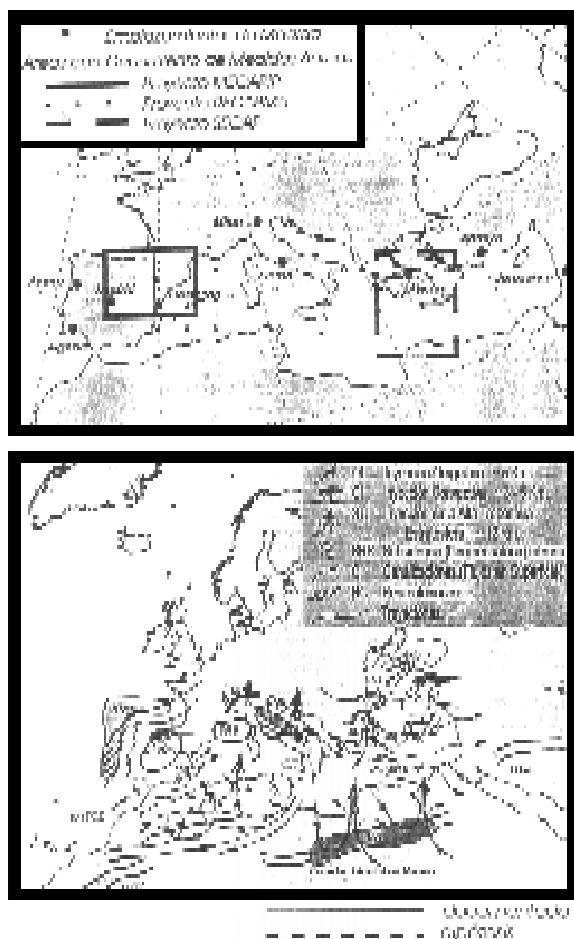


Figura 6. a) Mapa de la cuenca mediterránea mostrando los lugares en los que se desplegó algún tipo de instrumentación durante los proyectos referidos en el texto, así como las áreas donde se realizaron vuelos instrumentados. b) Sumario esquemático de las circulaciones y procesos meteorológicos observados y postulados para toda la cuenca mediterránea durante el periodo estival.

Cuenca Mediterránea Occidental y Costa Atlántica

El primer escenario involucra a los contaminantes inyectados de 3 a 5 km sobre la meseta central peninsular directamente en la media troposfera. Sobre la base de los vientos predominantes a dichas alturas, los contaminantes pueden alejarse dentro del sector que cubre desde el SE al NE de España. Estos pueden ser responsables del transporte a larga distancia de foto oxidantes hacia Centroeuropa, y explicar la recientes tendencias en elevados valores de O_3 registrados en estaciones de observación muy altas en los Alpes en las noches de verano (Sandroni *et al.*, 1993), no fácilmente adscribibles a transporte de montaña desde los estratos de superficie.

Por otra parte, los fuertes niveles de subsidencia documentados sobre la cuenca balear permitirían que dichas capas superiores, cuando son transportadas por el flujo general de altura sobre la cuenca balear se hundiesen hasta ponerlas al alcance de alguno de los sistemas circulatorios locales que se desarrollan a lo largo de las regiones costeras (Italia, Norte de África, etc) 2 ó 3 días después.

El segundo escenario se refiere a la dinámica de los estratos de reserva creados a lo largo de la costa Mediterránea, en la cual participan como factores determinantes el área semipermanente de altas presiones sobre las aguas más frías del golfo de León, las cadenas montañosas que rodean la cuenca occidental y los procesos costeros que se desarrollan a lo largo de la misma.

Durante el día los flujos de retorno de las circulaciones costeras renuevan las capas de reserva superiores, mientras que los más inferiores son arrastrados tierra adentro con la brisa de mar y, por tanto, el flujo efectivo cerca de la superficie es mayormente perpendicular a la costa. Durante la noche no obstante, la subsidencia anticiclónica dentro de la cuenca mediterránea occidental confinada por las cadenas montañosas periféricas, genera vientos en superficie (hasta alturas de 700 a 1.000 m) que son forzados a fluir a lo largo de la costa española mediterránea. Esto produce fuertes vientos en el estrecho de Gibraltar, como son los vientos de Tarifa (Scorer, 1975). Las capas de reserva formadas durante el día se mueven a lo largo con dicho flujo y pueden alcanzar el Atlántico después de varios ciclos de reentrada y estratificación durante el día, seguido del transporte nocturno a lo largo de la costa.

Parte de los contaminantes pueden ser inyectados hacia niveles superiores, por encima del nivel de subsidencia principal del anticiclón de las Azores, favorecidos por un efecto orográfico sobre las laderas meridionales de Sierra Nevada (>3000 m) en el Sur de España. Este mecanismo de transporte, si verificado, podría explicar algunos de los altos niveles de O_3 en la estación de fondo de Izaña (islas Canarias) en verano, no fácilmente atribuibles a intrusiones estratosféricas sobre el Atlántico. Los contaminantes remanentes en las capas inferiores pueden también viajar a lo largo de la costa africana con los vientos alisios.

Finalmente se han documentado ciertas evidencias de un posible transporte neto de contaminantes inyectados convectivamente sobre Francia, los Países Bajos y parte de Alemania, a lo largo de la costa Norte española y portuguesa, hacia el Atlántico Central. Estas masas de aire se hunden a medida que se mueven a lo largo del borde portugués durante el día y, en su desplazamiento hacia Izaña y mas lejos hacia la costa africana, podrían juntarse con otras masas contaminadas, venteadas desde la cuenca mediterránea.

Cuencas Mediterráneas Central y Levantina

Para documentar la continuidad de los estratos sobre el Mediterráneo Occidental, durante el proyecto RECAPMA se realizaron perfilamientos verticales mediante un avión

instrumentado sobre la cuenca Balear, en 1991. La Figura 5a muestra uno de los perfiles obtenidos al Sur de la isla de Mallorca a unos 300 km de las costas levantinas españolas. Estos fuertes niveles de subsidencia documentados, con velocidades de hundimiento que alcanzan valores de 10 a 15 cm/s, se desarrollan durante varias horas a lo largo de la tarde. Ello sugiere también que las subsidencias compensatorias de la mayor parte de las circulaciones costeras en torno al Mediterráneo Occidental podrían extenderse en realidad a toda la cuenca.

Sobre la Península Itálica se desencadenan tormentas en verano casi todas las tardes a lo largo de la cordillera de los Apeninos, fruto de los procesos de convergencia de las brisas de mar desarrolladas sobre la costas del Adriático y Tirreno (Cantú y Gandino, 1977). El transporte de fotooxidantes desde la costa hacia el interior ha sido documentado en los proyectos anteriores, siendo igualmente probables la formación de estratificaciones a lo largo de las costas italianas, involucrando brisas marinas, vientos anabáticos, y sus flujos compensatorios. El desplazamiento global a lo largo de la costa, como resultado del gradiente de presión predominante, se espera que sea hacia el Sudeste.

Dentro del proyecto AVICENE un avión con instrumentación rastreó el penacho de Atenas moviéndose en dirección sur hacia la costa Libia bajo la influencia de fuertes vientos Aetsianos (Kallos,1995). De una manera similar a los vientos en Tarifa, estos son generados por la ventilación del Mar Negro a lo largo de los estrechos de Bósforo y Los Dardanelos. Este proceso también parece ser una combinación de canalizaciones a lo largo del Bósforo, reforzado durante el día por la subsidencia compensatoria de la baja térmica de Anatolia sobre el Mar Negro.

MECANISMOS DE INYECCIÓN DE LA MEDIA A LA ALTA TROPOSFERA EN LA CUENCA MEDITERRÁNEA

La Figura 6b muestra un esquema de las circulaciones propuestas para toda la Cuenca Mediterránea en verano, basado en las evidencias disponibles y en los procesos postulados. Pueden ser considerados los siguientes mecanismos:

Estratos de Depósito-Transporte en la Inferior-Media Troposfera (hasta->2,5-3 km)

Son producidos por procesos de conducción térmica tierra-mar, y sus flujos de retorno. Estos procesos se ven favorecidos por la existencia de montañas costeras con las vertientes orientadas al Este y al Sur, las cuales actúan como chimeneas orográficas. Durante el día el sistema de estratos recircula sobre las áreas costeras con tiempos de retorno del orden de 2 a 3 días. Durante la noche los estratos viajan a lo largo de la costa desacoplados de la superficie hasta el día siguiente. Tales procesos se ven favorecidos a lo largo de las costas Este y Sur de España, las costas de Italia, las costas Sur de Turquía y las costas Libanesas e Israelíes, pudiendo desarrollarse también sobre la costa Noroeste de África.

Inyección directa Media Troposfera (hasta->5 km)

Puede resultar como efecto de las circulaciones de origen convectivo que se desarrollan durante el día sobre las zonas extensas de tierra seca y/o de la inyección orográfica (como ocurre en las vertientes Sur de las cadenas montañosas más altas, por encima de los 3.000 metros). Este efecto puede ser más importante sobre las vertientes más secas al final del verano, hasta el punto de provocar el disparo de tormentas. Si hay condensación, la química heterogénea comienza a ser importante. Las capas estratificadas se trasladan con el flujo sinóptico a su altura, principalmente durante la noche. Es probable la

subsistencia a gran escala si derivan al Mar Mediterráneo. Estos procesos están favorecidos en los Alpes, a lo largo de los Apeninos y sobre las mesetas Española y Turca. Podría también producirse sobre las montañas del Atlas, y sobre las regiones costeras y del interior de la costa Africana.

Inyección directa Alta Troposfera-Baja Estratosfera (hasta->10-14 km)

Podría producirse como resultado de un bombeo convectivo, con desarrollo de cúmulos antes del anochecer (si se desarrollan tormentas con precipitación algunos contaminantes pueden ser eliminados por lavado). En cualquier caso, la química heterogénea será importante en estos procesos. La fracción inyectada se moverá con el flujo superior. En algunas áreas el desarrollo de tormentas al atardecer puede ser la fase final de un ciclo de brisa marina y/o de un sistema de viento anabático, por ejemplo, en el caso de los montes Apeninos en Italia Central, y pueden ocurrir casi todos los días. También tienden a estar ligadas a características específicas del terreno. En el caso de las montañas del Atlas y en el interior de Egipto y Libia, las brisas marinas, ayudadas por las condiciones sinópticas globales, pueden fluir hacia la Zona de Convergencia Inter Tropical y bombear los contaminantes envejecidos directamente a la troposfera superior.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo presentado ha sido financiado por la Comisión de las Comunidades Europeas, en el marco de los proyectos de investigación EV4V-0097-E (A), STEP-0006-C y EV5V-CT91-0050 (L). Igualmente contribuyeron financieramente al desarrollo de los trabajos la Generalitat Valenciana, la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) del Ministerio de Educación y Ciencia, el Gobierno Vasco, ENRESA y BANCAIXA.

REFERENCIAS

- Cantú, V. y Gandino, P. 1977. *Rivista di Meteorologia Aeronautica*, **XXXVII-Nº 3**: 265-267.
- Fishman, J., Watson, C. E., Larsen, J. C. y Logan, J. A. 1990. The distribution of tropospheric ozone determined from satellite data. *J. Geophys. Res.*, **95**: 3599-3629.
- Gangoiti, G. 1993. Personal communication, Unpublished poster presented at the 20th International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Applications. Valencia (Spain) Nov. 29-Dec.3.
- Kallos, G. 1995. *Transport and Transformation of Air Pollutants from Europe to the East Mediterranean Region*. Progress Report, Contract AVI-CT92-0005, European Commission, Environmental Research Programme Avicene, EC-DG XII, Rue de la Loi, 200, B-1040, Brussels.
- Lalas, D. P., Asimakopoulou, D. N., Deligiorgi, D. G. y Helmis, C. G. 1983. Sea-breeze circulation and photochemical pollution in Athens, Greece. *Atmos. Environ.*, **17**: 1621-1632.
- Martín, M., Plaza, J., Andrés, M. D., Bezares, J. C. y Millán, M. M. 1991. Comparative study of seasonal air pollutant behaviour in a Mediterranean coastal site: Castellón (Spain). *Atmos. Environ.*, **25A**: 1523-1532.
- Millán, M. M., Artíñano, B., Alonso, L. A., Castro, M., Fernandez-Patier, R. y Goberna, J. 1992. Meso-meteorological Cycles of Air Pollution in the Iberian Peninsula, (MECAPIP). *Air Pollution Research Report 44*, (EUR N° 14834), European Commission DG XII/E-1, Rue de la Loi, 200, B-1040, Brussels.
- Millán, M. M., Artíñano, B., Alonso, L. A., Navazo, M. y Castro, M. 1991. The effect of meso-scale flows on the regional and long-range atmospheric transport in the western Mediterranean area. *Atmos. Environ.*, **25A**: 949-963.

- Millán, M. M., Otamendi, E., Alonso, L. A. y Ureta, I. 1987. Experimental characterization of atmospheric diffusion in complex terrain with land-sea interaction. Paper 84-81.4. Proc. Annual Meeting Air Pollution Control Association, Pittsburgh, PA., 1984, Published in *JAPCA*, **37**: 807-811.
- Millán, M. M., Alonso, L. A., Legarreta, J. A., Albizu, M. V., Ureta, I. y Egusquiaguire, C. 1984. A fumigation episode in an industrialized estuary: Bilbao, November 1981. *Atmos. Environ.*, **18**: 563-572.
- Millán, M. M., Salvador, R., Mantilla, E. y Artíñano, B. 1996. Meteorology and photochemical air pollution in Southern Europe: experimental results from EC research projects. *Atmos. Environ.*, **30**: 1909-1924.
- Pielke, R. A., Cotton, W. R., Walko, R. L., Tremback, C. J., Lyons, W. A., Grasso, D., Nicholls, M. E., Moran, M. D., Wesley, D. A., Lee, T. L. y Copeland, J. H. 1992. A comprehensive Meteorological Modelling System-RAMS. *Meteorol. Atmos. Phys.*, **49**: 69-91.
- Sandroni, S., Bacci, P., Boffa, G., Pellegrini, U. y Ventura, A. 1994. Tropospheric ozone in the pre-alpine and alpine regions. Proceedings of the Sixth European Symposium «Physico-Chemical Behaviour of Atmospheric Pollutants», Varese 18-22 October 1993, Report EUR 15609/1 EN, Luxembourg.
- Scorer, R. S. 1952. Mountain-gap winds: a study of surface winds at Gibraltar. *Quart. J. R. Met. Soc.*, **78(335)**: 53-61.
- Weather in the Mediterranean. 1962. Vol.1, General Meteorology, Air Ministry, Meteorological Office, H.M.S.O. Code No. 40-142-1-62, London, UK.

Predisposición de dos variedades de tomate a desarrollar virosis en función de su exposición a concentraciones de ozono

J. L. Porcuna*, **B. S. Gimeno****, **M. J. Sanz*****, **C. Ocón*** y **A. Jiménez***

**Área de Protección de los Cultivos. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación.*

Valencia

*** Centro de Investigaciones energéticas Medioambientales y Tecnológicas. Madrid*

**** Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. Valencia*

INTRODUCCIÓN

El ambiente atmosférico aporta más del 95% de los constituyentes de la propia planta, y en la actualidad, este ambiente está sometido a la presión de numerosos agentes que inciden sobre su composición, provocando modificaciones muy rápidas y de tal magnitud que superan los propios procesos adaptativos de los seres vivos que habitan en él.

El calentamiento global, el incremento de los niveles de CO₂, o de ozono, así como los episodios de deposiciones ácidas, se comportan como unos condicionantes evolutivos muy importantes, y al mismo tiempo juegan un transcendental papel en las interacciones planta/patógenos, ya sea favoreciendo, frenando, o modificando el desarrollo de la interacción.

Un buen ejemplo de ello lo constituyen las virosis. La enfermedad se desarrollará si la planta esta expuesta a uno o varios virus. Pero incluso si nos aseguramos que todas reciban una cantidad semejante de virus, unas adquirirán la enfermedad y otras no. ¿Por qué?. Si este mismo planteamiento lo realizamos considerando a la unidad enferma la parcela, nos encontraremos con que parcelas de la mismas variedades y en idénticas condiciones infectivas, adquieren y desarrollan niveles muy distintos de infestación. La enfermedad sólo aparece a condición de que la unidad que ha sido infectada se halle en un estado receptivo y esto va a depender de las condiciones climáticas, la fatiga del suelo, el estrés y de una gran cantidad de otros factores que influyen en la expresión su expresión.

Muchos virus están presentes en las plantas sin presentar éstas ningún tipo de síntomas. ¿Por qué?. En otras ocasiones los materiales vegetales limpios de virosis desarrollan características morfológicas y fisiológicas extrañas, como si necesitaran la presencia de cierta cantidad de virus para desarrollarse con normalidad (es el caso de la alcachofa). Para nuestra sociedad es difícil entender que el mismo hombre necesita en muchos de sus órganos la presencia de bacterias para mantener su estado de equilibrio y de

salud. En experimentos con animales, y en numerosas ocasiones se ha podido comprobar que los que se han desarrollado en circunstancias completamente libres de gérmenes han generado una serie de anomalías anatómicas y fisiológicas.

PROBLEMAS DE LAS HORTALIZAS EN EL LITORAL MEDITERRÁNEO PENINSULAR. LA CALIDAD DEL AIRE

Un factor determinante de la salud de un cultivo es el aire. El hecho de que se convierta en enemigo en vez de alimento necesario para las plantas, es especialmente duro, porque él constituye el primer y último combustible de la propia vida. Las concentraciones de ozono en la troposfera, al nivel que respiran los cultivos, constituyen un importante problema en cuya valoración se está trabajando intensamente, ya que sabemos, que las concentraciones de ozono troposférico, se han ido incrementando en el litoral mediterráneo durante los últimos años, así como en otras zonas de Europa, llegándose a rebasar, casi diariamente, durante las primavera y el verano los límites máximos que determina la Directiva Europea 92/72 de la CEE (Consejo de 21 de Septiembre 1992), de concentraciones de ozono para vegetales: (32: p.p.b de media en 24 horas).(Figura 1).

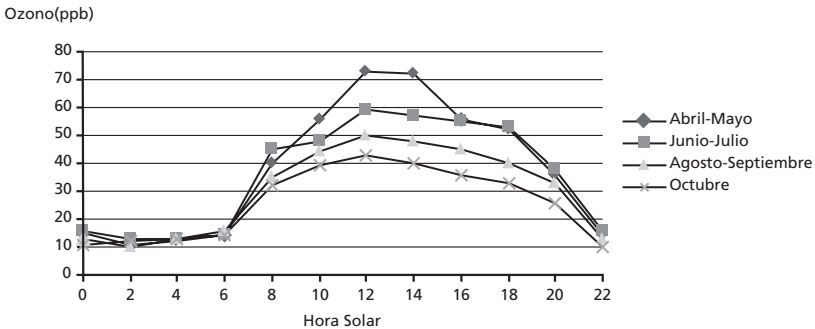
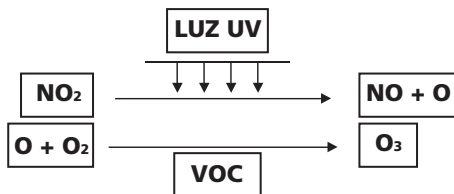


Figura 1. Concentraciones medias de ozono durante los años 1995-1996 en el litoral mediterráneo valenciano. (0-400 m. s.n.m.). (En rojo aparece la línea de los límites de fitotoxicidad en vegetales según la directiva de la U.Europea). Fuente: Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM).

Aparte de estas mediciones, los estudios realizados por el Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), Centro de Investigaciones Energéticas, Medio Ambientales y Tecnológicas (CIEMAT) y el Servicio de Sanidad Vegetal de la Generalitat Valenciana en colaboración con los centros anteriormente citados, han aportado evidencias de que el agrosistema mediterráneo, esta bajo la influencia de concentraciones elevadas de fotooxidantes, que se producen durante la primavera y verano principalmente, con una incidencia evidente sobre los cultivos pero aún pendiente de cuantificar. (Millán *et al.*, 1991 y 1993a y b; Reinert *et al.*, 1991; Gimeno *et al.*, 1992)

PRESENCIA DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN EL LITORAL MEDITERRÁNEO PENINSULAR. ORIGEN



Millán (1993a, y b), explica el origen del ozono troposférico en el litoral mediterráneo debido a dos circunstancias principalmente:

- 1º. El movimiento del aire paralelo a las cadenas montañosas del litoral, desde el Golfo de León hasta la salida natural por el Estrecho de Gibraltar, serviría para el “barrido” y transporte de todos los contaminantes procedentes de las industrias de refinería y petroquímicas del litoral sudeste francés y de Tarragona, hasta las costas más meridionales.
- 2º.- La presencia de brisas en periodos diurnos/nocturnos lo distribuirían hacia el interior del territorio.

PROGRAMAS EUROPEOS DE EXPERIMENTACIÓN EN CÁMARAS

La Unión Europea puso en marcha en 1983, un programa para determinar las concentraciones ambientales de contaminantes atmosféricos y su responsabilidad sobre el decrecimiento en la producción y pérdida de vitalidad de los cultivos (*European Open-Top-Chamber; EOTC*). Posteriormente en el Programa (COST 612, sobre Efectos de Contaminantes) participaron 12 equipos de 8 países europeos

INFLUENCIA DEL OZONO SOBRE EL METABOLISMO CELULAR

La capacidad del ozono para dañar a las células vegetales ya fué investigada en los años 50. Posteriores estudios mas recientes (Keitel y Arndt, 1983) han sugerido que los primeros efectos del ozono se dejarían sentir sobre las membranas celulares, provocando una alteración de su permeabilidad y de la fotosíntesis y la respiración quedarían afectadas, debido a desequilibrios iónicos en el plasmalema. (Heath. *et al.*, 1974; Chimilkis y Heath., 1975; Heath y Frederick, 1977), comprobaron el incremento de las pérdidas de K⁺ en la célula vegetal, provocadas por el ozono. Coulson y Heath (1974), observaron como el O₃ interrumpe el circuito normal del flujo energético.

RESUMEN INTERACCIÓN DE OZONO CON FACTORES ABIÓTICOS

Ver Figura 2 y Tabla 1.

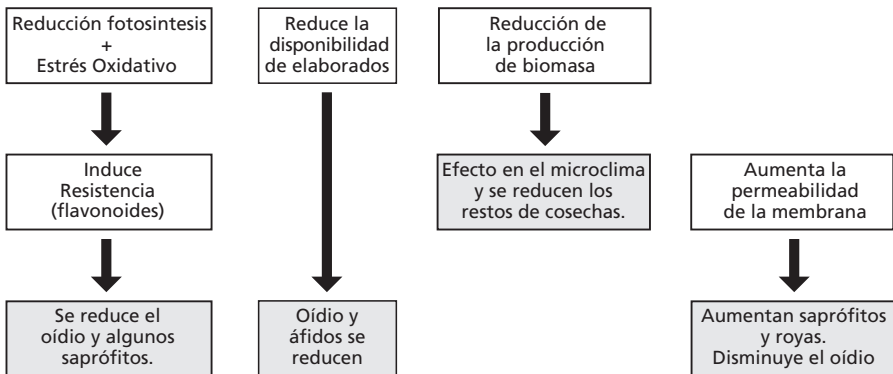


Figura 2. Efectos del cambio de ambiente sobre la enfermedad. Restricciones al crecimiento

VIRUS	HUÉSPED	DOSIS DE O ₃ Y TIEMPO DE EXPOSICIÓN	EFECTO DE LAS VIROSIS SOBRE LA SENSIBILIDAD DE LA PLANTA AL OZONO
ALFALFA MOSAIC	Judía	0,25 ppm / 4 horas	Protección parcial frente a daños de ozono. (Davis y Smith, 1976)
BEAN COMMON MOSAIC	Judía	0,25 ppm / 4 horas	Protección parcial frente a daños de ozono. (Davis y Smith, 1974)
PEANUT STUNT	Trébol blanco	0,038 - 0,097 ppm 25 - 29 días en OTC (12 horas/día)	Sin efectos (Heagle et al., 1992)
TOBACCO ETCH	Tabaco	0,25 ppm / 4 horas	Protección frente a los daños de ozono. Moyer y Smith, 1975).
	Tabaco	0,05 - 0,40 ppm/3 h/día	Supresión del crecimiento inducido por ozono menor. (Reinert et al., 1988)
TOBACCO MOSAIC	Tabaco	0,30 - 0,40 ppm / 3-6 h.	Supresión de los síntomas de daños provocados por ozono. (Brennan y Leone, 1969).
	Tabaco	Aire ambiente (campo)	60% menos de daños de ozono. (Bisessar y Temple, 1977)
	Judía	0,35 - 0,40 ppm/4 h.	Protección de naturaleza sistémica, de las primeras hojas no inoculadas. (Vargo et al., 1978)
TOBACCO STREK	Judía	0,25 ppm / 4 horas	Inducción sistémica de resistencia. (Davis y Smith, 1976).
	Tabaco	0,30 ppm / 3 horas ó 3 h. + 3 h.	Incremento de la susceptibilidad a los daños de ozono. (Reinert y Gooding, 1978)
TOBACCO VEIN MOTTLE	Tabaco	5 días / semana durante 3 semanas	Supresión de efectos en varios cultivos. (Reinert et al., 1988)
TOMATO RING SPOT, TOBACCO RING SPOT	Judía	0,25 ppm / 4 horas	Protección parcial de los daños de ozono. (Davis y Smith, 1976)

Tabla 1. Relación entre virosis y sensibilidad de las plantas a ozono

OBJETIVO

Los trabajos experimentales se plantearon para comprobar si existía una predisposición de las plantas sometidas a concentraciones de ozono para desarrollar enfermedades de origen vírico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseños experimentales

La experimentación se planteó sobre dos ejes básicos:

Primero: Importancia del ambiente pre-inoculación en la predisposición de la planta a desarrollar una virosis.

Segundo: Importancia del ambiente post-inoculación en el desarrollo y manifestación de una virosis.

Planteamiento General

Primero: Las plantas eran sembradas en bandejas de alveolos de plástico negro de 350 cm³ e introducidas en cámaras abiertas (*Open Top Chamber*) OTC, situadas en el Delta del Ebro (Tarragona), con tres ambientes distintos: aire ambiente filtrado (AF), aire ambiente no filtrado (ANF) y aire ambiente + 40 ppb. de ozono (FU). Cada ambiente tenía tres repeticiones, con lo que en total se utilizaban 9 cámaras OTC durante la fase de semillero.

Segundo: Cuando las plantas tenían 4 hojas (o tres flores abiertas para el caso de las inoculadas en estado de floración), eran sacadas de las CÁMARAS y trasladadas a Silla (Valencia), para ser inoculadas.

Tercero: Antes de ser inoculadas, las plantas permanecían por espacio de 24 horas en cámara oscura (25 °C y 70% de HR), para favorecer las inoculaciones.

Cuarto: Posteriormente, las plantas se inoculaban mecánicamente.

Quinto: A los 21 días de la inoculación se realizaban los controles de aquellas plantas que presentaban síntomas claros de desarrollo de la enfermedad viral. En los casos de sintomatología dudosas se realizaba el test ELISA correspondiente.

En los casos de transplante al aire libre, el control se realizaba a los 30 o 40 días según las épocas de desarrollo.

Materiales biológicos

Especies y variedades vegetales

Los ensayos se realizaron con dos variedades de tomate (*Lycopersicon sculentum* Mill) variedades Tyni Tim y Claudia. La primera se utiliza como material sensible al ozono, posee un porte enano, mientras que la segunda se usa por su sensibilidad a los virus ToMV y TSWV, y es una variedad común en la zona.

Detección serológica del virus por ELISA y Microscopía Electrónica.

Inoculación mecánica

Características de las cámaras

Se utilizó la cámara NCLAN, cuyas especificaciones son: Estructura formada por tres circunferencias de tres metros de diámetro, reforzada mediante una serie de barras verticales y oblicuas (4 verticales, 4 que forman dos diagonales mayores y 4 para formar dos diagonales menores).

RESULTADOS

A.-Predisposición de plantas procedentes de distintos ambientes a desarrollar virosis tras su plantación al aire libre. Inoculación artificial

La interpretación de los resultados (Figuras 3 y 4), pueden parecer contradictorios para aquellos investigadores y/o estudiosos que consideran y buscan comportamientos lineales y proporcionales. Sin embargo estos no suelen existir en la naturaleza.

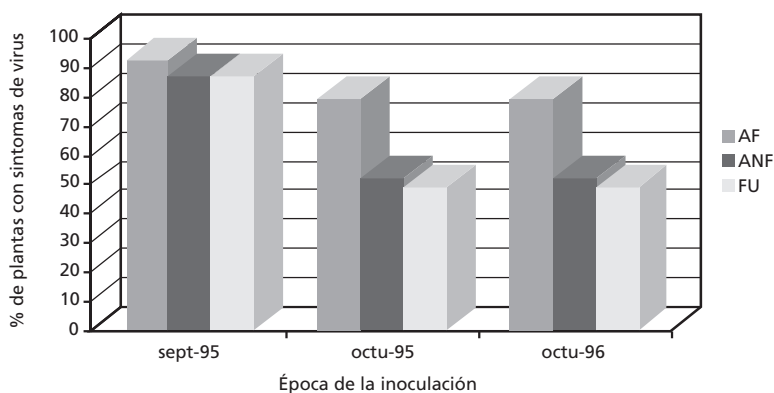


Figura 3. Influencia de los distintos ambientes de semillero sobre el desarrollo de virosis, cuando tras la inoculación se realiza transplante al aire libre de la variedad Tiny Tim y el virus ToMV. (Las inoculaciones de sept-95 se hicieron en estado de floración).

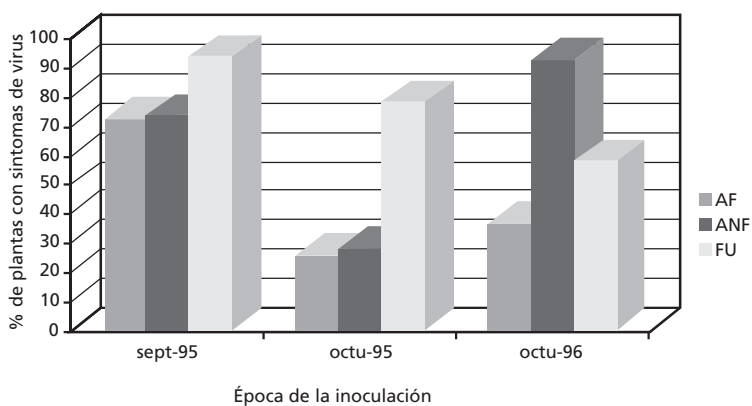


Figura 4. Influencia de los distintos ambientes de semillero sobre el desarrollo de virosis, cuando tras la inoculación se realiza transplante al aire libre de la variedad Claudia y el virus ToMV.

La variedad Tiny Tim es muy sensible a ozono, en consecuencia su nivel de estrés es mayor que el de la otra variedad Claudia EN (FU). Ese estrés le provoca una importante pérdida de masa aérea y radicular, hasta tal punto que los tejidos meristemáticos tienen su actividad muy reducida. La planta por otra parte se encuentra muy endurecida a consecuencia del propio estrés. Lógicamente en estas circunstancias el que se instale y desarrolle un virus resulta especialmente difícil, ya que estos prefieren plantas jóvenes, frescas y con niveles de crecimiento importante.

Los resultados de este ensayo ponen de manifiesto que la variedad Claudia está adaptada a las circunstancias mediterráneas y posee una sensibilidad media a ozono. El estrés que este provoca, sensibiliza a la planta, predisponiéndola a la hora de desarrollar virosis en el supuesto caso de que esta reciba inóculos infectivos.

Por último en la Tabla 2 se exponen los resultados obtenidos con el virus TSWV para los dos tipos de variedades. Nuevamente se confirma la predisposición mayor de las plantas de tomate Claudia (sensibilidad media a ozono) a desarrollar virosis cuando provienen de ambientes con concentraciones altas de ozono. En la variedad Tiny Tim, y en concordancia con los resultados obtenidos en el ensayo anterior, se vuelve a observar para el virus ToMV que la sensibilidad de esta planta le provoca un estrés tan elevado que de alguna manera impide que las virosis se desarrollen en estas circunstancias.

Ambiente del semillero	% de plantas infectadas espontáneamente por TSWV	
	Var. Claudia (4 hojas)	Var. Tiny Tim (floración)
AF	36	43
ANF	63	58
FU	77	35

Tabla 2. Infección espontánea por TSWV de plantas testigos de tomate transplantadas al aire libre tras la realización del semillero en distintos ambientes de ozono.

B. -Predisposición de plantas procedentes de distintos ambientes a desarrollar virosis tras su plantación al aire libre. Inoculación artificial

Ver Tabla 2

C.-Predisposición del tomate a las virosis según los niveles de ozono durante su desarrollo completo en cámaras OTC. Inoculación artificial

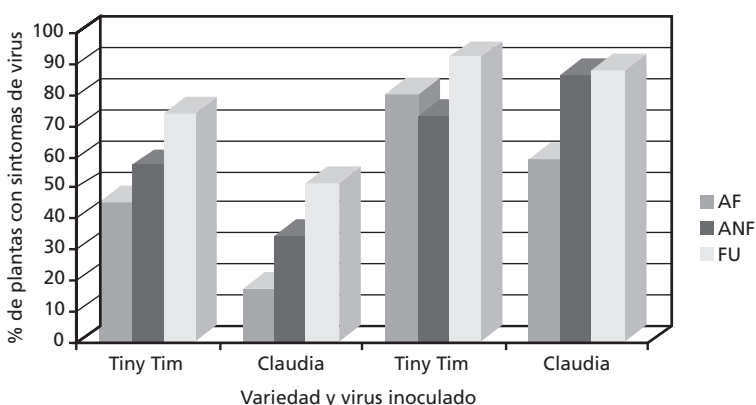


Figura 5. Comparación de la manifestación de virosis en las variedades Claudia y Tiny Tim cuando el desarrollo pre y post-inoculación se realiza en las mismas cámaras OTC. Delta del Ebro (Tarragona).

Este último tipo de ensayo pretendía comparar los efectos de las distintas concentraciones de ozono, sobre plantas que permanecen durante todo su desarrollo en las propias cámaras a concentraciones de ozono mas o menos estables. En la Figura 5 se recogen los resultados completos, en los que se observa una vez más la mayor predisposición de las plantas de tomate a virosis en función de los niveles de ozono a los que han estado sometidas durante todo su desarrollo en cámaras OTC. También se observa una mayor capacidad infectiva del TSWV respecto al ToMV, así como una mayor sensibilidad de Tiny Tim a ToMV. En este caso la ausencia de transplante (las plantas se desarrollan durante todo su ciclo en Cámaras OTC), evita que se manifieste la “resistencia” a los virus que aparecía en los anteriores ensayos para la variedad Tiny Tim.

CONCLUSIONES

- Las concentraciones de ozono posteriores a las inoculaciones de virus en plantas de tomate Tiny Tim y Claudia, influyen sobre las posibilidades de desarrollar las enfermedades virales. Esta influencia puede ser de signo negativo o positivo, dependiendo de la presencia de otros estrés que se sumen al ambiental, durante la fase de transplante o de desarrollo post-inoculación.

- En general se observa una correlación entre la predisposición de las plantas al desarrollo de virosis y las concentraciones de ozono en la fase de semillero (pre-inoculación). El efecto de esta influencia va aminorándose en la medida que van aumentando las temperaturas y cambiando las condiciones de luminosidad con la proximidad del verano. La influencia del ambiente pre-inoculación, se configura como más importante que la del ambiente post-inoculación.
- El desarrollo de virosis al aire libre durante los meses de septiembre y octubre esta influenciado por las concentraciones de ozono en la fase de semillero, comportándose como más receptivas las plantas sometidas a concentraciones de ozono mayores. La presencia de bajas temperaturas, provoca un efecto contrario, al acumular las plantas al estrés del fotooxidante, el térmico.
- Cuando las plantas se desarrollan desde la fase de semillero, en el mismo ambiente de las cámaras OTC (pre y post-inoculación), la incidencia de las virosis es mayor en aquellas cámaras sometidas a concentraciones mayores de ozono.

REFERENCIAS

- Bissessar, S. y Temple, P. J. 1977. Reduced ozone injury on virus-infected tobacco in the field. *Plant Dis. Rep.*, **61**: 961-963.
- Brennan, E. y Leone, I. A. 1969. Suppression of ozone toxicity symptoms in virus-infected tobacco. *Phytopathol.*, **59**: 263-264.
- Coulson, C. y Heath, R. 1974. Inhibition of the photosynthetic capacity of isolated chloroplasts by ozone. *Plant Physiol.*, **53**: 32-38.
- Chimiklis, P. y Heath, R. 1975. Effluxes of potassium and H⁺ from *Chorella soerokiana* as affected by ozone. *Plant Physiol.*, **49**: 3.
- Davis, D. D. y Smith, S. H. 1976. Reduction of ozone sensitivity of pinto bean by virus-induced local lesions. *Plant Dis. Rep.*, **60**: 31-34.
- Davis, D.D. y Smith, S.H. 1974. Reduction of ozone-sensitivity of pinto bean by bean common mosaic virus. *Phytopathol.*, **64**: 383-385.
- Gimeno, B. S., Velissariou, D., Barnes, J. D., Inclan, R., Peña, J. M. y Davison, A. W. 1992. Daños visibles por ozono en acículas de *Pinus halepensis* Mill. en Grecia y España. *Ecología*, **6**: 131-134.
- Heagle, A. S., McLaughlin, M. R., Miller, J. E. y Joyner, R. L. 1992. Response of two white clover clones to penaut stunt virus and ozone. *Phytopathol.*, **82**: 254-258.
- Keitel, A. y Arndt, U. 1983. Ozoninduzierte turgescenzverluste bei Tabak Bell W3, ein Hinweis auf schnelle permeabilitätsveränderungen der Zellmembranen. *Angew Bot.*, **57**: 193-204.
- Heath, R. L y Frederick, P. E. 1977. Ozone alteration on membrane permeability in *Chlorella*. Permeability of potassium ions an measured by ⁸⁶ rubidium tracer. *Plant Physiol.*, **64**: 455-459.
- Millan, M. M., Artiñano, B., Alonso, L., Navazo, M. y Castro, M. 1991. The effect of meso-scale flows the regional and long-range atmospheric transport in the western Mediterránea area. *Atmos. Environ.*, **25A**: 949-963.
- Millan, M. M., Artiñano, B., Alonso, L., Castro, M., Fernandez-Patier, R. y Goberna, J. 1993. "Meso-metereological Cycles of Air Pollution in the Iberian Peninsula (MECAPIP PROJECT)". *Air Pollution Research Report 44*. Directorate-General for Science, Research and Development (DG XII/E). Commision of the European Communities. Brussels.
- Millán, M. y Sanz, M. J. 1993. La contaminación atmosférica en la Comunidad Valenciana. Estado de conocimiento sobre los problemas en el Maestrazgo y Els Ports en Castellón. Informe CEAM 93-1.152 pp.
- Moyer, J.W. y Smith, S.H. 1975. Oxidant injury reductions on tobacco induced by tobacco etch virus infection. *Environ. Pollut.*, **9**: 103-106.
- Reinert, R. A. y Gooding, G.V. Jr. 1978. Effect of ozone and tobacco streak virus alone

- and in combination on *Nicotiana tabacum*. *Phytopathol.*, **68**: 15-17.
- Reinert, R. A., Rufty, R.C. y Eason, G. 1988. Interaction of tobacco etch or tobacco vein mottling virus and ozone on biomass changes in Burley tobacco. *Environ. Pollut.*, **53**: 209-218.
- Reinert, R. A., Gimeno, B. S., Salleras, J. M., Bermejo, V., Ochoa, M. J. y Tarruel, A. 1991. Ozone effects on watermelon plants at the Ebro Delta (Spain): simptomatology. *Agriculture, Ecosystem Environment*, **38**: 41-49.
- Vargo, R. H., Pell, E. J. y Smith, S. H. 1978. Induced resistance to ozone injury of soybean by tobacco ringspot virus. *Phytopathol.*, **68**: 715-719.

Efecto del Ozono sobre el crecimiento y los niveles de infección vírica en Melón tipo Galia (var. "Yuppi")

M. J. Sanz Sánchez*, **J. L. Porcuna Coto****, **C. Jordá Gutiérrez*****, **C. Martín Lima***, **P. V. Cámara Badenes***, **A. Jiménez López***, **E. Calvo Roselló*** y **V. Calatayud Loriente***.

* *Centro de Estudios Medioambientales del Mediterráneo (CEAM), Parque Tecnológico, sect. W, C/4. Valencia.* ** *Servicio de Sanidad y Certificación Vegetal (SSCV), Conselleria de Agricultura. Silla. Valencia.* *** *Universidad Politécnica de Valencia, E.T.S.I. Agrónomos, Dept. Producción Vegetal. Camino de Vera s/n, Valencia.*

ABSTRACT

The concentrations of tropospheric ozone in the Mediterranean Basin have increased in the last decades, especially since the 1970's, reaching levels that can be considered phytotoxic (more than 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ average in 24 hours). Parallel to this increase, damage produced by this pollutant has been detected in crops from several Mediterranean countries. The Valencian Community has large areas dedicated to horticultural cultivation (melon, tomato, bean, etc), that are especially sensitive to this polluting agent. For this reason, experiments are being performed by the CEAM and the SSCV on melons in the Open Top Chambers. The aim is to explore the effects of ozone on this crop, its role in the infective process and in the manifestations of different viruses that cause great damage in these crops. Melon seedlings, of the Galia type, var. "Yuppi", cultivated in filtered and non-filtered air, were inoculated with CMV and MNSV in the cotyledon state in the summer of 1996. During the experiment, plants infected by CMV and also by SqMV were observed. After 45 days of cultivation, differences in the infection by both viruses, and in the development and fructification of the crops were observed between the plants subjected to different treatments (filtered or non-filtered air).

RESUMEN

Las concentraciones de ozono en la Cuenca Mediterránea se han incrementado en las últimas décadas, especialmente desde los años 70. Los niveles actuales pueden considerarse fitotóxicos (más de $65\mu\text{gr}/\text{m}^3$ como promedio de 24 horas). Paralelamente a este incremento, se han detectado daños en plantas hortícolas en diversos países del Mediterráneo. La Comunidad Valenciana cuenta con grandes extensiones dedicadas a la horticultura, siendo algunas de las especies de conocida sensibilidad al ozono (p.e. melón, sandía, tomate, judía etc.). Por esta razón, en el SSCV y el CEAM hemos realizado experiencias con melón en cámaras descubiertas ("Open Top Chambers") durante el verano de 1996, con el objetivo de estudiar los efectos del ozono es esta hortaliza, el papel del ozono en el proceso de infección y manifestación de las algunas virosis que lee afectan. Para ello hemos utilizado plántulas de melón del tipo Galia var. Yuppi, sometiéndolas a diferentes ambientes, aire filtrado (sin ozono) y aire no filtrado (ambiente). Las plántulas en ambos ambientes además se inocularon con CMV y MNSV en el estado de dos cotiledones. Durante el desarrollo de las plantas apareció además el SqMV en algunas de las plantas. Se observaron diferencias significativas en la biomasa radicular, aérea y la fructificación, en plantas con y sin la manifestación del virus, entre plantas tratadas con aire filtrado y no filtrado. Indicando que el ozono por si mismo induce una menor producción de biomasa, especialmente radicular. También se observaron diferencias en la manifestación de las virosis.

INTRODUCCIÓN

La Comunidad Valenciana presenta amplias áreas dedicadas a los cultivos hortícolas (melón, tomate, judía, etc.) que son especialmente sensibles al ozono. La disminución de las superficies cultivadas con especies hortícolas se debe en gran medida al descenso de las superficies de los cultivos de primavera y verano, como pimiento, melón, tomate y alcachofa. Inicialmente, la mayoría de estos problemas se atribuyeron a la aparición nuevos problemas víricos más agresivos (Porcuna, 1995, Porcuna *et al.*, 1995). Estos nuevos problemas son en cierta manera anómalos, como lo reflejan: su gran agresividad, su extensión y severidad, y la aparición de complejos víricos. Además, estos comportamientos anómalos parecen estar relacionadas con la proximidad del mar. Estudios epidemiológicos convencionales no parecen suficientes para explicar esta nueva problemática con las enfermedades víricas. Nuestra hipótesis de trabajo consiste en que puede haber un factor externo todavía no identificado interaccionando con el agrosistema, que tiene como resultado un desequilibrio en la relación planta-enfermedad, y/o una reducción directa en la producción. El factor común identificado por nuestro grupo en este momento es la presencia de niveles elevados de fotooxidantes (en especial ozono), durante la primavera, el verano y parte del otoño, que además son mucho mayores que el umbral para la protección de la vegetación ($65\mu\text{gr}/\text{m}^3$ aprox. 32 ppb, según el Real Decreto 1494/95 anexo 3), y por tanto pueden ser considerados fitotóxicos para plantas sensibles (Porcuna *et al.*, 1995, Millán y Sanz 1993). De hecho, los daños producidos por el ozono en cultivos ya han sido observados en el Este de la Península Ibérica (Rainert *et al.*, 1992, Gimeno *et al.*, 1995a, Gimeno *et al.*, 1995b) desde principios de los años 80.

Por ello, el CEAM y el SSCV han realizado experiencias en cámaras abiertas (OTCs, "Open Top Chambers") con plantas de melón. El objetivo es estudiar los efectos del ozono sobre cultivos mediterráneos tradicionales e introducidos, y su papel en los procesos de infección y manifestaciones de diferentes virus que producen grandes daños a estos cultivos. Las plántulas de melón, del tipo Galia var. "Yuppi" cultivadas en aire filtrado y no filtrado se han inoculado con CMV y MNSV en fase de cotiledón en el verano de 1996, siguiendo su desarrollo posterior en aire filtrado y no filtrado.

METODOLOGÍA

Los experimentos se realizaron en 6 OTCs (Heagle *et al.*, 1973). Tres de las cuales estaban dotadas de filtros de carbón activado prensado dispuestos en zigzag y un filtro de partículas localizados verticalmente en la entrada de aire al receptáculo de la turbina eliminaban el ozono del aire ambiente (65% de exclusión). La concentración de O_3 , NO y NO_2 en cada cámara se midió regularmente utilizando dos monitores (un monitor DASIBI 2108 y un DASIBI 1008 RS). La temperatura (a 5 m. de altura) y la dirección y velocidad del viento (a 10 m de altura) se midieron en una torre meteorológica instalada en el centro del campo experimental, los datos de radiación se tomaron de una estación de Calidad del Aire sita en Valencia.

Debido a los problemas de colapso que los cultivos de melón tipo Galia han estado sufriendo en los últimos años, inicialmente se utilizó una variedad de este tipo de melón para los experimentos de primavera-verano. Todas las semillas utilizadas fueron suministradas por Vigorpak -Asgrow- seeds, la variedad utilizada fué la “Yuppi”, Lote: 62020-521-67000-6, tratadas con Thiram. Los virus utilizados para la inoculación fueron CMV (virus del mosaico del pepino) y MNSV (virus del moteado necrótico del melon) que han producido importantes daños a los cultivos abiertos de melón en la Comunidad Valenciana. Durante el experimento apareció otro virus: el SqMV (Squash de la Calabaza).

El diseño experimental consistió en 75 macetas por cámara, 25 por tratamiento (control, CMV y MNSV), 3 cámaras filtradas y 3 no filtradas. Las plántulas fueron cultivadas en sustrato inerte (perlita), y riego por goteo. La duración del cultivo fue la siguiente: Primer cultivo (del 24 de abril al 5 de junio de 1996) y el segundo cultivo (del 5 de junio al 17 de julio de 1996). Para la identificación de los virus se realizó el test ELISA.

Las plantas fueron recolectadas en el campo en junio y julio respectivamente. Se determinaron los pesos fresco y seco con una granatario y balanza de precisión respectivamente. La extracción de pigmentos se realizó en DMSO a temperatura ambiente. Para ello, se tomaron medidas de absorbancia (de 350 a 750 nm) con un espectrofotómetro CARY 4E UV-visible. Los contenidos en clorofilas se calcularon según Sanz (1991). El índice de feofitización (Pqa) según Ronen y Galum (1984).

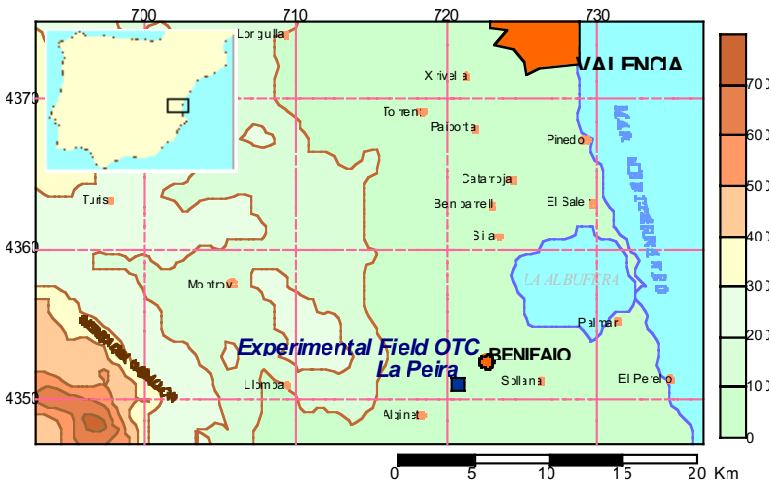


Figura 1. Situación del campo Experimental de cámaras descubiertas en Benifaió (Valencia).

RESULTADOS

Niveles de ozono en 1996

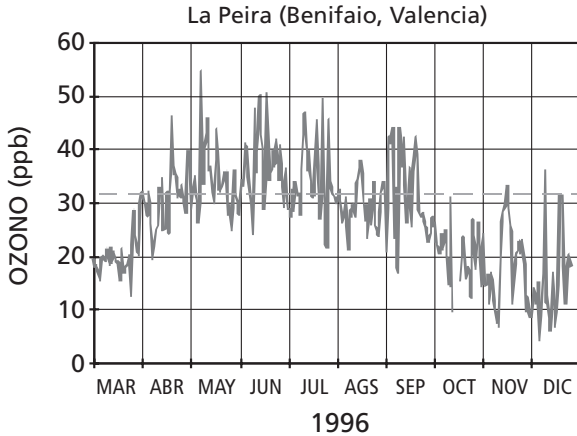


Figura 2. Media diaria de los valores de ozono entre Marzo y Diciembre de 1996 en las OTCs del CEAM instaladas en Benifaio, Valencia (España). La altitud de la estación es de unos pocos metros sobre el nivel del mar.

La figura 2 presenta la evolución anual de los valores medios para 24 h de ozono, en una localidad semi-rural en un área dedicada al cultivo, donde se llevaron a cabo las experiencias. El nivel del umbral de la directiva de la Comunidad Europea 92/72/CEE para daños a la vegetación es sobrepasado sistemáticamente en los meses de primavera y otoño. Esta situación, tiende a ser la norma más que la excepción en la banda costera que rodea la Cuenca Mediterránea occidental, y en ocasiones se extiende hasta 100 km. tierra adentro, e ilustra la existencia de episodios crónicos de ozono en esta región, comparados con los comportamientos episódicos en el Norte y Centro de Europa. De hecho este umbral se ha sobrepasado sistemáticamente por un factor de 2 durante más de 6 meses en varias localizaciones rurales de la Comunidad Valenciana durante años sucesivos, así mismo el umbral para la salud humana también ha sido excedido durante varios meses en la primavera y el verano en las mismas localidades rurales (Mantilla *et al.*, 1997).

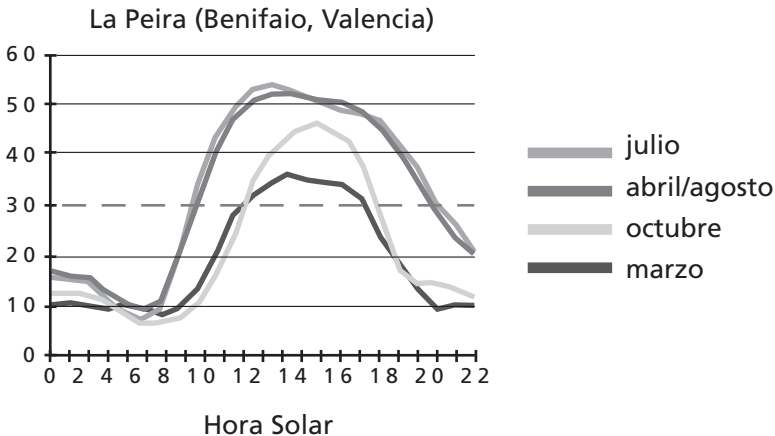


Figura 3. Evolución de la media diaria de la tasa de mezcla (ppb) de ozono en aire ambiente en Benifaio donde se realizaron los experimentos con OTCs. Las concentraciones más bajas aparecen en invierno (medidas iniciadas en marzo), mientras los máximos aparecen entre abril y agosto.

Niveles críticos de ozono

Las cargas críticas expresadas como AOT₄₀ para cultivos recomendadas por la UN-ECE ICP-crop Panel (Ashmore y Fuhrer, 1994), se calcula normalmente para un periodo de tres meses durante las horas de luz. El nivel crítico para una disminución del 5% de la producción (CL5) es 3000 ppb.h. Este valor es sobrepasado durante ambos periodos de cultivo (ambos de menos de tres meses) en la estación experimental (Cultivo 1, 3.082 ppb.h y Cultivo 2, 3.858 ppb.h). Además, el nivel crítico de ozono provisional para los daños visibles en los cultivos (AOT₄₀ 700 ppb.h en tres días consecutivos) es sobrepasado durante en multitud de ocasiones durante el desarrollo de la experiencia. Este nivel se ha modificado recientemente (Kärenlampi, y Skärby, 1996), y se han propuesto dos nuevos niveles críticos a corto plazo (500 ppb.h bajo estrés hídrico o 200 ppb.h sin estrés hídrico durante 5 días), que también han sido sistemáticamente excedidos.

Primer cultivo (C1)

El fallo en la inoculación pudo deberse al estado del inóculo y de las condiciones ambientales, como las bajas temperaturas. Al final de los experimentos, no aparecieron virus, la inoculación fue infructuosa. Consecuentemente, los tratamientos se redujeron a aire filtrado y no filtrado. Las plantas debido a las bajas temperaturas registradas no se desarrollaron con rapidez y se cosecharon a los 40 días.

Los resultados obtenidos al final del cultivo para ambos tratamientos muestran diferencias significativas en la biomasa del tallo y la raíz ($p < 0,05$), así como en la relación raíz/tallo (Figura 4). Por consiguiente, el crecimiento de las plantas expuestas al aire no filtrado es significativamente inferior, y la reducción de biomasa es más importante en las raíces que los tallos induciendo un descenso del cociente peso de la raíz/ peso del tallo, efecto ya documentado en otras especies (Miller, 1987, Cooley y Manning, 1987). La concentración de clorofilas es significativamente inferior en las plantas expuestas a aire no filtrado (Figura 5). Lo mismo sucede con las clorofilas totales, siendo la clorofila a la máxima responsable del descenso observado. La clorofila b sigue el mismo patrón aunque las diferencias no son significativas, aunque el descenso es suficiente para evitar la aparición de diferencias significativas en el cociente Ca/Cb. No se observaron, sin embargo, diferencias significativas entre los índices de feofitización (Pqa); esto parece indicar que las diferencias en la Ca para cada tratamiento no son debidas a un proceso de feofitización.

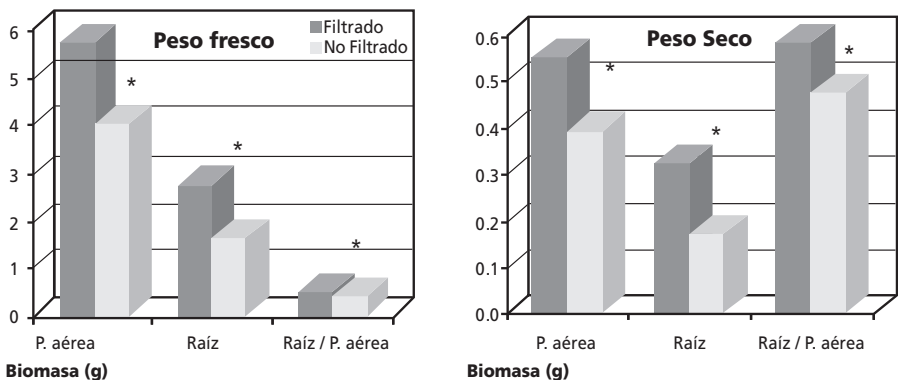


Figura 4. Biomasa del tallo y de la raíz (g de peso fresco y seco) de plantas de melón "Yuppi" cultivadas en OTCs con aire filtrado. (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, n.s. test de la t-Student no significativo).

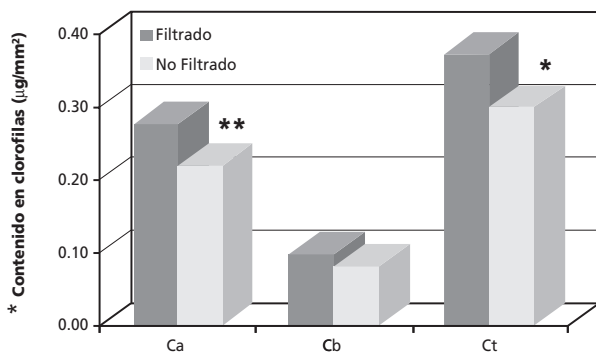
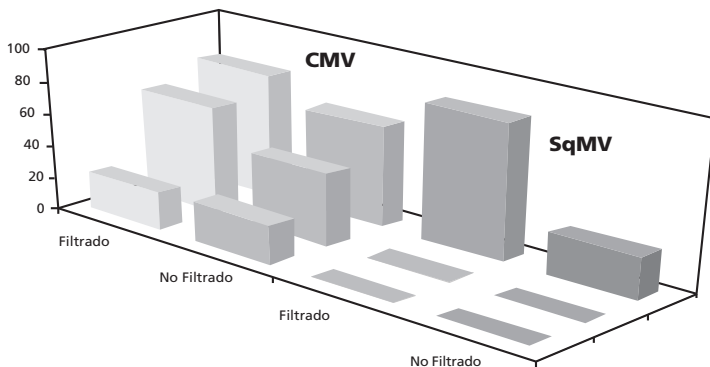


Figura 5. Contenido en clorofilas de las hojas de melón "Yuppi" (Cultivo 1), cultivadas en el campo experimental de La Peira, en OTCs con aire filtrado y no filtrado. (* $p < 0.05$, ** $p < 0.001$, n.s. test de la t-Student no significativo).

Segundo cultivo (C2)

La aparición de síntomas atribuidos a CMV se observó 7 días después de la inoculación, se observaron mosaicos en algunas hojas. El primer conteo de CMV se realizó el 26/6/96 (11 días después de la inoculación). Y el último tuvo lugar el 17/7/96, antes de la recolección. No se observaron síntomas del MNSV en ninguna planta, inoculada ni no inoculada y los ELISA realizados fueron negativos. En cambio, aparecieron otros síntomas diferentes de los de CMV o MNSV. Un test ELISA detectó el virus SqMV. Las semillas de la misma partida dieron negativo para el SqMV, por lo que suponemos que el virus procedía del inóculo. El virus del SqMV se manifiesta preferentemente en los últimos días de cultivo. Al final del cultivo la presencia del virus era mayor (para ambos virus) en las cámaras con el aire filtrado. Este efecto fue más marcado para el virus SqMV que para el CMV; como puede apreciarse en la Figura 6.



1 = primer conteo • 2 = segundo conteo • 3 = tercer conteo.

Figura 6. Evolución en el tiempo del número de plantas infectadas por el CMV y el SqMV.

El peso fresco de los frutos en las plantas sanas fue significativamente inferior en aire filtrado, especialmente en las plantas sanas, mientras que no se apreciaron diferencias en los pesos secos. Esto parece indicar que los frutos en aire no filtrado contenían una mayor cantidad de agua. No se observaron estas diferencias en plantas enfermas, aunque estas produjeron un mucho menor número de frutos (del orden menos de la mitad, Figura 7). Así mismo, el número de frutos fue inferior en las plantas crecidas en aire filtrado.

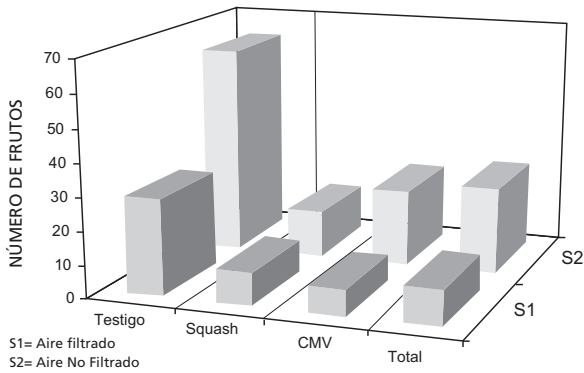


Figura 7. Número de frutos observado en las plantas mostrando diferentes síntomas en cada unos de los tratamientos aplicados.

Se observaron diferencias significativas en la biomasa (tanto peso fresco como seco) del tallo y de la raíz entre plantas en aire filtrado y no filtrado incluso cuando manifestaban CMV o SqMV, siendo además las plantas afectadas por CMV en ambos ambientes más pequeñas que las sanas (Tabla 1). La relación parte aérea/raíz disminuye en las plantas en aire no filtrado, aunque en este caso las diferencias no son significativas, excepto cuando se considera el peso seco y se incluyen los frutos como parte aérea.

Cultivo 2		Peso Fresco: Frutos (g)								
15/06/96	Testigo	SqMV			CMV					
Cámaras	Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n	
Filtradas	93,39	58,53	7	125,05	71,97	11	112,46	70,63	11	
No filtradas	163,70	** 78,74	41	135,18	89,72	9	119,37	60,07	13	
		Peso Fresco: Parte Aérea (g)								
Filtradas	338,40	94,97	62	378,19	136,78	83	322,27	85,60	74	
No filtradas	244,02	** 70,91	130	252,43	** 47,87	26	196,99	** 72,34	62	
		Peso Fresco: Frutos + Parte Aérea (g)								
Filtradas	348,94	100,01	62	394,76	131,81	83	338,98	97,29	74	
No filtradas	295,65	** 104,25	130	299,23	** 87,18	26	222,02	** 96,29	62	
		Peso Fresco: Raíz (g)								
Filtradas	41,77	12,78	62	40,86	10,38	83	34,89	12,09	74	
No filtradas	31,76	** 9,44	130	34,28	** 10,38	26	25,14	** 10,72	62	
Cultivo 2		Peso seco: Frutos (g)								
15/06/96	Testigo	SqMV			CMV					
Cámaras	Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n	
Filtradas	3,54	2,75	7	4,74	3,08	11	4,14	2,83	11	
No filtradas	5,75	3,11	41	3,80	2,20	9	4,75	2,46	13	
		Peso Seco: Parte Aérea (g)								
Filtradas	29,29	8,06	62	30,53	8,97	83	25,38	7,47	74	
No filtradas	23,18	** 6,67	130	23,77	** 4,79	26	17,26	** 7,22	62	
		Peso Seco: Frutos + Parte Aérea (g)								
Filtradas	29,69	8,01	62	31,16	8,55	83	25,99	7,53	74	
No filtradas	25,00	** 6,59	130	25,08	** 4,68	26	18,26	** 7,64	62	
		Peso Seco: Raíz (g)								
Filtradas	3,30	1,23	62	3,15	1,55	83	2,78	1,42	74	
No filtradas	2,50	** 0,74	130	2,76	1,03	26	1,83	** 0,79	62	

Tabla 1. Medias de biomasa (g, peso fresco y seco) de plantas de melón «Yuppi», cultivadas en el campo experimental de La Peira, en OTCs con aire filtrado y no filtrado. Se han estratificado los datos por tratamiento y manifestación de CMV y Squash al final del cultivo. Grupos significativamente diferentes, t de Student, * P<0,05, ** p<0,01.

Muestreo 1 Peso Fresco: Raíz/Parte aérea									
15/06/96	Testigo			SqMV			CMV		
Cámaras	Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Filtradas	0,13	0,04	62	0,12	0,05	83	0,11	0,04	74
No filtradas	0,14	0,04	130	0,14 *	0,04	26	0,13 **	0,04	62
Peso Fresco: Raíz/Parte Aérea con frutos									
Filtradas	0,13	0,04	62	0,11	0,04	83	0,11	0,04	74
No filtradas	0,12	0,05	130	0,12	0,04	26	0,12	0,04	62
Muestreo 1 Peso Seco: Raíz/Parte aérea									
15/06/96	Testigo			SqMV			CMV		
Filtradas	0,12	0,05	62	0,11	0,06	83	0,11	0,05	74
No filtradas	0,11	0,03	130	0,12	0,03	26	0,12	0,14	62
Peso Seco: Raíz/Parte Aérea con frutos									
Filtradas	0,12	0,04	62	0,11	0,06	83	0,11	0,05	74
No filtradas	0,10 **	0,03	130	0,11	0,03	26	0,12	0,14	62

Tabla 2. Medias de biomasa (cocientes parte aérea/ raíz) de plantas de melón «Yuppi», cultivadas en el campo experimental de La Peira, en OTCs con aire filtrado y no filtrado. Se han estratificado los datos por tratamiento y manifestación de CMV y Squash al final del cultivo. Grupos significativamente diferentes, t de Student, * P<0,05, ** p<0,01.

No se han observado diferencias significativas en los pigmentos fotosintéticos (Tabla 3) de las hojas más viejas. En las hojas más jóvenes tampoco se observaron diferencias significativas, excepto en las plantas infectadas por el virus SqMV. Sin embargo, se ha visto una tendencia general; la concentración era más baja en las plantas no infectadas que en las plantas infectadas por el virus SqMV en aire filtrado, y esta relación se invirtió en las plantas infectadas por CMV.

Cultivo 2 Hojas Jóvenes: Clorofila a (µg/mg fw)									
15/07/96	Testigo			SqMV			CMV		
Cámara	Ca	Std	n	Ca	Std	n	Ca	Std	n
Filtradas	1,29	0,39	22	1,22	0,46	20	1,26	0,25	11
No Filtradas	1,19	0,25	43	1,22	0,20	6	0,88	0,51	2
Hojas Viejas									
Filtradas	0,77	0,30	22	0,78	0,28	20	0,67	0,31	11
No Filtradas	0,73	0,16	43	0,70	0,22	6	0,79	0,17	2
Hojas Jóvenes: Clorofila b (µg/mg fw)									
Cámara	Cb	Std	n	Cb	Std	n	Cb	Std	n
Filtradas	0,55	0,43	22	0,51	0,28	20	0,48	0,13	11
No Filtradas	0,41	0,11	43	0,37 *	0,06	6	0,32	0,13	2
Hojas Viejas									
Filtradas	0,33	0,12	22	0,32	0,09	20	0,28	0,11	11
No Filtradas	0,29	0,06	43	0,28	0,09	6	0,32	0,09	2
Hojas Jóvenes: Clorofila a+b (µg/mg fw)									
Cámara	Ca+b	Std	n	Ca+b	Std	n	Ca+b	Std	n
Filtradas	1,85	0,77	22	1,74	0,72	20	1,74	0,37	11
No Filtradas	1,60	0,35	43	1,59	0,25	6	1,20	0,64	2
Hojas Viejas									
Filtradas	1,09	0,41	22	1,10	0,36	20	0,96	0,41	11
No Filtradas	1,03	0,21	43	0,98	0,30	6	1,11	0,26	2

Tabla 3. Medias de pigmentos fotosintéticos (clorofila a, b, a+b) en plantas de melón «Yuppi», cultivadas en el campo experimental de La Peira, en OTCs con aire filtrado y no filtrado. Se han estratificado los datos

por tratamiento y manifestación de CMV y Squash alfinal del cultivo. Grupos significativamente diferentes, t de Student, * P<0,05, ** p<0,01.

Los resultados obtenidos para ambos cultivos muestran que hay una reducción en biomasa cuando las plantas se encuentran en un ambiente con ozono, tanto en plantas no infectadas como en plantas infectadas por un virus (SqMV o CMV). Mediante el análisis estadístico de una ANOVA de dos vías, no se han encontrado interacciones (datos no presentados), entre la presencia o la infección por un virus y el filtrado del aire, y por lo tanto, la reducción en biomasa parece deberse exclusivamente al ozono. Respecto al número de plantas infectadas, éstas son más numerosas en condiciones de aire filtrado, especialmente por el virus SqMV.

CONCLUSIONES

Las concentraciones ambientales de ozono registradas en la Granja La Peira superan el umbral de protección a la vegetación de la actual directiva comunitaria y las cargas críticas recomendadas por la OMS, por lo que a priori pueden considerarse fitotóxicas.

El ozono por sí mismo induce reducciones significativas en el crecimiento de las plantas de melón tipo Galia var. Yuppi. Así mismo, la presencia de niveles de ozono ambientales no muy altos pero que pueden considerarse fitotóxicos se traduce un menor número de plantas con CMV y SqMV, mientras que las plantas desarrolladas en un ambiente con niveles de ozono muy inferiores a las ambientales manifiestan mayor grado de infección. Observaciones de campo y experiencias similares realizadas con tomate (Porcuna, 1997) sugieren que las condiciones ambientales (condiciones climáticas), el estado de la planta y los niveles de ozono (más o menos altos) pueden inducir respuestas desde antagonicas a sinérgicas entre ambos factores, el ozono y la virosis. En el caso que nos ocupa la respuesta fue antagónica pero sólo en lo que se refiere a la aparición del virus, puesto que se siguieron observando reducciones significativas en la biomasa.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo aquí presentado ha sido financiado por la Generalitat Valenciana: Conselleria de Agricultura y Conselleria de Educación, proyecto GV.C.A.C.01.108.96. Queremos expresar nuestro agradecimiento a varias personas cuya colaboración ha sido de muy importante para el desarrollo de los trabajos de campo, Jose Martí, Cristina Millán y Francisco Sanz. Así mismo agradecemos a José Serra por su importante colaboración en los test ELISA.

REFERENCIAS

- Cooley, D. R. y Manning, W. J. 1987. The impact of ozone on assimilate partitioning in plants: a review. *Environmental Pollution*, **47**: 95-113.
- Gimeno, B. S., Salleras, J. M., Porcuna, J. L., Reinert, R. A., Velissariou, D. y Davison, A.W. 1995a. The use of watermelon as an ozone bioindicator. En: *Bioindicators of Environmental Health* (Munawar M., Hänninen O., Roy S. Munawar S., Karelampi L., Brown D.) SPB Academic Publishing, The Netherlands, pp 55-62.
- Gimeno, B. S., Peñuelas, J., Porcuna, J. L. y Reinert, R. A. 1995b. Biomonitoring ozone phytotoxicity in eastern Spain. *Water, Air and Soil Pollution*, **85**: 1521-1526.
- Heagle, A. S., Body, D. E. y Heck, W. W. 1973. An Open Top chamber to assess the impact of air pollution on plants. *Journal of Environmental Quality*, **2**, (3): 365-368.
- Kärelampi, L. y Skärby, L. (eds) 1996. *Critical levels for ozone in Europe: Testing and Finalizing the concepts*. UN-ECE Workshop Report. Kuopio, Univ. of Kuopio.

- Mantilla, E., Millan, M. M., Carratalá, D., Salvador, R. y Sanz M. J. 1997. Influencia de los procesos meso-meteorológicos en la evolución de los niveles registrados de ozono en la Comunidad Valenciana. *I Technical Workshop on Ozone Pollution in Southern Europe*. Valencia, Spain, 1997.
- Millán, M. M. y Sanz, M. J. 1993. La contaminación atmosférica en la Comunidad Valenciana: *Estado de conocimientos sobre los problemas en el Maestrazgo y Els Ports de Castellón*. Informes CEAM 93-1. Valencia, pp 154.
- Miller, J. E. 1987. Effects of ozone and sulfur dioxide stress on growth and carbon allocation in plants. *Rec. Adv. Phytochem.*, **21**: 55-100.
- Porcuna, J. L., Gimeno, B. S. y Jimenez, A. 1995. Epidemiología de las virosis en el sureste peninsular. *Phytoma*, **73**: 44-51.
- Porcuna, J. L. 1995. La salud del agroecosistema mediterráneo. *Comunitat Valenciana Agraria* (Revista de información científica), 38-45.
- Reinert, R. A., Gimeno, B. S., Salleras, J. M., Bermejo, V., Ochoa, M. J. y Tarruel, A. 1992. Ozone effects on watermelon plants at the Ebro Delta (Spain): symptomatology. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **38**: 41-49.
- Ronen, R. M. y Galum, M. 1984. Pigment extraction from lichens with dimethyl sulfoxide (DMSO) and estimation of chlorophyll degradation. *Environmental and Experimental Pollution*, **24 (3)**: 239-245.
- Sanz, M. J. 1991. Tesis Doctoral, Universidad de Valencia, 1991. (inérita).

Los animales en los sistemas agroecológicos

R. A. García Trujillo

Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Universidad de Córdoba.

La modernización del sector agropecuario en los últimos 50 años ha conllevado a una alta especialización de las producciones, dedicándose grandes áreas al cultivo de pocas especies vegetales, así como a la separación del sector agrícola y ganadero.

La tendencia del sector ganadero es el de la concentración de un gran número de animales, por lo general especializados y de altos requerimientos, conducidos bajo sistemas ideales de manejo y alimentación con una alta inversión de capital. Estos sistemas por lo general no producen los alimentos que consumen.

La intensificación de la ganadería al igual que la agricultura ha conllevado a una reducción del número de especies de animales autóctonos, así como a la subutilización de recursos forrajeros producidos por la agricultura u otras áreas no aptas para la agricultura, con la consecuente utilización de una gran cantidad de cereales y granos proteicos que compiten con la alimentación humana.

En España, la intensificación de la ganadería promovida por el Banco Mundial y la FAO a inicio de los años 60, si bien ha permitido un incremento de la producción animal en algunos renglones, esto se ha realizado en base a la importación de grandes cantidades de cereales, semillas y tortas de oleaginosas, que fue del orden de 10 millones de toneladas en el año 1984, lo que dejó a la ganadería española con una gran dependencia de los precios internacionales de los cereales y las leguminosas, así como de la evolución del dólar, soslayándose o incluso deteriorándose y paralizándose el uso de los recursos tradicionales sobre los que durante siglos se había mantenido una próspera ganadería extensiva, con una pérdida importante de los efectivos ganaderos autóctonos a expensa del crecimiento de razas importadas (García Dory y Martínez, 1988). Aunque estas cifras en la actualidad se ha reducido en más de un 50%, alrededor del 60% de las tierras cerealeras del país se emplean para alimentar animales.

En los países en vías de desarrollo, que se caracterizan por sus escasos recursos, la implementación de los sistemas “intensivos” importados de los países cerealeros y de climas templados, ha traído serias consecuencias para sus economías al originar una alta dependencia exterior de insumo para la producción. Además, ha limitado la investigación en sistemas sostenibles para los países tropicales y finalmente ha conllevado a la reducción del suministro de alimentos de origen animal a la población.

El colapso de la industria de producción intensiva de aves y cerdos en Venezuela, Nigeria y Cuba, así como el de la ganadería Holstein especializada en Venezuela (Vaccaro, 1991) y en Cuba son ejemplos de lo sucedido en los países tropicales, cuando basan su producción en los presupuestos de tecnologías intensivas importadas (Preston y Murgueitio, 1992, García Trujillo, 1997).

En Cuba la producción de cerdos dependía, de la importación de alrededor del 50% de su dieta, principalmente cereales, fuentes proteicas y minerales y el 90% de lo necesario para producir el huevo y la carne de aves, además de otros componentes como medicamentos, laminado, petróleo, etc.

En Venezuela entre 1985 y 1990, se utilizaron 70 billones de US dólares en subsidios, dirigidos fundamentalmente, hacia la compra de concentrados, fertilizantes, importación de animales, etc. En esta etapa se importaron 120 mil vacas Holstein y se incrementó la importación de concentrados de 33 mil a 242 mil t/año para la ganadería vacuna.

Sin embargo, el resultado de este esfuerzo ha sido la desaparición casi total de los animales importados, los cuales presentaron una alta tasa de descarte por reproducción (50-90%), abortos (4-90%), mortalidad de becerros (15-80%) y una vida útil muy corta que osciló entre 1.2 a 2.7 lactancias. También se registró en ese período un incremento de los precios de la leche y la carne, un estancamiento de la producción y una disminución del consumo de leche y carne (Vaccaro, 1991).

En la provincia de La Habana en Cuba, con un clima más moderado que en Venezuela, se desarrolló una ganadería lechera basada en un rebaño de 120 mil vacas Holstein, que llegó a alcanzar en la década de los años 80 producciones de 320 millones de litros de leche anuales, promedio por vaca en ordeño de 9,2 litros diarios y estados reproductivos y nivel de mortalidad que permitían producir un excedente de 10000 hembras de reemplazo anualmente. Debido a las limitaciones para seguir importando insumos, la producción de leche cayó drásticamente a 60 millones de litros/año y se perdieron más de 40 mil vacas en tres años. En este rebaño los insumos en concentrados, fertilizantes, maquinaria y petróleo, permitía producir la comida del 50% del rebaño.

El desarrollo de sistemas intensivos de producción animal basado en la utilización masiva de alimentos de alta calidad, así como los hábitos de consumir grandes cantidades de proteínas por las poblaciones del norte y las capas de ingresos medios y altos en general, han conllevado a deformaciones económicas en los países del sur donde muchas de sus sistemas agrarios se han modificado para cubrir las necesidades de alimentos para los animales del norte o sus demandas de productos animales, provocando un reducción de la autosuficiencia alimentaria, una gran dependencia exterior de insumos, así como la degradación del medio ambiente mediante el uso de tierras forestales para la producción de alimentos para la exportación o su dedicación a la ganadería extensiva, que se degradan rápidamente en estos sistemas (Baltasar, 1985, Kaimowitz, 1991).

La Agroecología en el contexto actual, desarrolla una nueva estrategia sobre los sistemas de producción animal, basados en el papel que históricamente han jugado los animales en el desarrollo de los agroecosistemas y el propio desarrollo del hombre. Dentro de estos, los sistemas diversificados desarrollados en armonía con las posibilida-

des productivas de cada región, agroecosistema, finca, sistema agroindustrial y ecosistemas naturales, que maximizan la utilización de recursos alimentarios no utilizables por el hombre, donde los animales se acoplan al ambiente realizando importantes funciones ecosistémicas y donde el hombre establece un manejo amistoso de ellos, son el centro de atención de la Agroecología.

La integración de la ganadería con la agricultura y la actividad silvo-pastoril, así como la utilización de ecosistemas pastoriles naturales, muchos de ellos moldeados por la ganadería y el diseño de sistema de manejo que favorezcan el acople del animal al sistema y reduzcan su estrés, son la base de la ganadería dentro de la concepción agroecológica.

ELEMENTOS BÁSICOS PARA ENTENDER LA CONCEPCIÓN AGROECOLÓGICA DE LA GANADERÍA

La producción de alimento en el mundo y el consumo

Uno de los problemas con que se enfrenta la humanidad en estos momentos, es el déficit de alimento que experimenta grandes grupos humanos en diferentes zonas del planeta. El número de hambrientos en el mundo sobrepasa la cifra de 800 millones de personas (FAO, 1996) y desde 1985, 41 países del mundo subdesarrollado vienen disminuyendo sus consumos de energía.

Este déficit de alimentos no viene dado por la incapacidad de la tierra de producir alimentos para todos, sino más bien por la falta de oportunidades de muchos grupos humanos de acceder a los recursos para obtenerlos o producirlos, por políticas desacertadas en muchos países donde la producción para la exportación se ha priorizado sobre la seguridad alimentaria o donde las políticas de alimentos baratos para las ciudades, ha conllevado que en muchos países subdesarrollados se han introducido una gran cantidad de alimentos baratos subsidiados, procedentes de los países desarrollados, lo cual ha deprimido substancialmente la producción nacional de alimentos, produciendo graves perjuicio para los agricultores de esos países subdesarrollados.

Dentro de este panorama, una buena parte de la producción de alimentos básicos como son los cereales se utilizan para la producción animal en sistemas intensivos, los cuales por lo general, no van a resolver problemas alimentarios de grupos humanos sino que se emplean en sustitución de parte de la energía y la proteína que se pueden obtener de alimentos vegetales, produciendo estos excesos de consumo de productos de origen animal, problemas de salud debido al consumo excesivo de proteínas y otras sustancias asociadas a las carnes como puede ser el colesterol. Como se menciona en los informe Food Security and Nutrition de la FAO (1996), a la vez que un 15% de la población mundial padece de hambre y el 62% consume bajos niveles de alimentos, se registran problemas de obesidad en los países ricos y ciertas capas de la población de los países de medio e inclusive bajos ingresos.

Como vimos anteriormente, España emplea alrededor de un 60% de la producción cerealera para la alimentación animal, Estados Unidos el 46,3% y Europa el 68%, mientras que países como Holanda importa 4,59 millones de toneladas de harina de yuca para piensos (FAO, 1996a), producidos en países con déficit alimentarios o degradando recursos naturales. Este país a base de importaciones de alimentos básicos mantiene una ganadería por encima de su capacidad natural con lo cual está creando serios problemas de contaminación ambiental. Debemos destacar, que solamente computando los cereales que Estados Unidos y Europa emplean para pienso animal (368 millones de toneladas de cereales), estos sería suficiente para suministrar los requerimientos anuales totales de energía de 1 271 millones de personas.

La FAO (1988) recomienda un consumo promedio mínimo de energía de 2300 kcal/persona/día y 62 g de proteína de la cual alrededor del 25% debe ser de origen animal, no obstante valores de 2600 kcal y alrededor de 70 g de proteína se consideran satisfactorio para un buen desarrollo. En la realidad los países desarrollados consumen 3177 kcal/persona/día y 97,4 g de proteína de las cuales el 56,2% proviene de la proteína de origen animal, mientras que en África, el consumo es de 2400 kcal de energía, 59 g de proteína y solo el 19% es de origen animal. En España el consumo de proteína diaria es de alrededor de 106 g/persona y día, de las cuales el 60% es de origen animal. (ver Tabla 1).

Consumo	Países Desarrollados	España	Norte América	África Subsahariana	África	Asia	Centro América	Sud América
Energía kcal/p y d	3177	3295	3504	2154	2400	2553	2942	2800
Proteína (g/p y d)	97,4	107	110	52	60	50	75	73
% proteína animal	56	60	53,6	17	19,3		26	48
% población mundial	22				12,7	57	8,3	

Tabla 1. Consumo de nutrientes por regiones.

Lo dicho hasta aquí, no significa que la producción animal no tenga perspectiva en el mundo del futuro donde crece la población y se reducen las tierras agrícolas, pues el hombre necesita en primer lugar suplir una parte de sus necesidades proteicas con alimentos de origen animal, estos son también una fuente importante de otros nutrientes para el hombre como grasas, vitaminas, minerales, otros materiales y servicios importantes. Lo que queremos señalar, es lo inadecuado del empleo de grandes cantidades de alimentos básicos para producir alimentos de origen animal donde parte de ellos son utilizados para una sobrealimentación proteica en los países ricos y varias capas sociales y sectores en otras regiones, y sobre todo como estos sistemas de producción animal y patrones de consumo se transfieren o se tratan de transferir a países con déficit alimentario.

La eficiencia de la ganadería y de diferentes sistemas ganaderos

La producción de productos de origen animal a partir de alimentos utilizables por el hombre, o empleando tierras que puedan producir alimentos vegetales para el hombre, conllevan una reducción significativa de la eficiencia energética de los sistemas agrícolas (Figura 1).

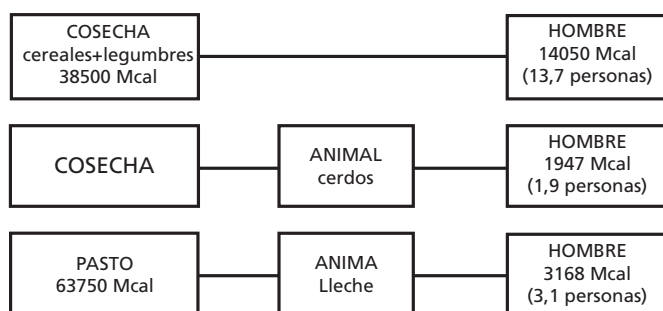


Figura 1. Energía productiva y utilizable por el hombre en una cadena simple o compleja. (Mcal/ ha)

La ineficiencia de la producción animal en comparación con la agrícola, es la causa que

las regiones con alta densidad de población y escasos recursos sean principalmente vegetarianos, ya que una ha. de tierra dedicada a la agricultura puede producir alimentos para 11 a 15 personas, mientras que esa misma ha. dedicada a producir alimentos para los animales, para que estos alimenten a los hombres, solo sería capaz de alimentar a 2 ó 3 personas.

Los sistemas agrícolas y ganaderos que emplean altos usos de insumos químicos y mecanización y un alto procesamiento de los alimentos, presentan baja eficiencia energética. Así tenemos, que mientras que la producción de arroz en Indonesia, China y Birmania de forma manual y con un mínimo uso de la tracción animal, se producen entre 20-50 kcal de arroz/1 kcal de energía empleada en su producción, el cultivo intensivo de maíz en los Estados Unidos solo produce entre 1-2 kcal como maíz/1 kcal de energía como insumos, mientras que la producción energética de la cría de ganado estabulado es de sólo 0,1-0,5 kcal producida/kcal insumo (Stout, 1979, Tabla 2).

SISTEMA	kcal producto / kcal insumo
Producción de arroz en Indonesia, China y Birmania, manual con mínimo uso de tracción animal	20-50
Producción de arroz en Tailandia	10-20
Cultivo intensivo de arroz en Europa	5-10
Cultivo intensivo de papa y soja	2-5
Cultivo intensivo de maíz	1,1-2
Producción familiar de huevos	1,1-2
Producción lechera y pesca costera	~ 1
Cría de ganado en pastizales y producción intensiva de huevos	0,2-0,5
Cría de ganado estabulado y pesca en alta mar	0,1-0,05

Tabla 2. Eficiencia energética de varios sistemas de producción agropecuarios (Stout, 1979).

La eficiencia de conversión de la energía en proteína animal, tiene un alto costo energético en comparación con la producción de proteína de origen vegetal (Tabla 3), sin embargo, las producciones de proteína animal en sistemas de bajos insumos puede ser más eficiente en convertir la energía de los alimentos, que los sistemas agrícolas intensivos como es el caso de la producción de leche y de carne de camero en pastoreo en condiciones extensivas, aunque sus productividades son bajas, lo cual se mejora en los sistemas agroecológicos de producción animal.

Sistema	Insumo energético, Mcal	Producción de Proteína, kg	Relación energía/proteína Mcal/kg
Maíz	7,685	485	15,8
Leche	8,561	59	145,1
Huevos	9,560	182	52,5
Pescado	7,068	51	138,6
Cerdo	9,212	65	141,7
Vacas Estabuladas	15,845	51	310,7
Pastoreo	89	2,2	4,1
Ovinos	11	0,2	6,5

Tabla 3. Eficiencia de la producción de proteínas por ha a partir de la energía empleada en su producción (Fowler, 1984).

Los problemas de salud y contaminación de los sistemas intensivos de producción

Además de los problemas antes señalados Kiley Worthington (1980) apuntó que las principales desventajas de los sistemas intensivos de producción animal radican en que estos realizan grandes gastos de recursos como materiales de construcción, drogas, capital y particularmente alimentos concentrados, son económicamente subsidiados directamente e indirectamente, presentan serios problemas con el procesamiento y disposición de los residuales, mucho de los cuales están contaminados con drogas y otras sustancias y por último, para evitar grandes mortalidades o disminución del comportamiento productivo, usan drogas, promotores del crecimiento y antibióticos, que a menudo se suministran continuamente, lo cual contamina los productos y reducen la utilidad de los antibióticos, debido a la resistencia bacterial que producen.

Uno de los graves problemas que presentan los sistemas intensivos de producción es el estrés producido por un manejo o alimentación inadecuada, el cual puede deprimir el sistema inmunológico de los animales de granja, reduciendo su resistencia a las enfermedades y provocando enfermedades multifactoriales (Oosterlee, 1982).

Un amplio grupo de investigaciones demuestran que la eficiencia de la respuesta de los anticuerpos y de la inmunidad celular pueden ser afectadas cuando se someten a los animales a condiciones difíciles (Kelley, 1980). Por ejemplo, se ha observado que las cerdas alojadas sobre camas de heno profunda son capaces de producir más anticuerpos y transmitirlos a sus cerditos que aquellas alojadas en piso de cemento (Metz y Oosterlee, 1981, citado por Bohncke, 1984). También cerdos alojados individualmente presentan más problemas reproductivos e infecciones renales que los alojados en grupos y los pisos de cemento provocan mayores lesiones en las patas de los animales (Fraser y Broom, 1990).

En gallinas alojadas en jaulas, se ha observado, que cuando se aumenta el número de estas dentro de una misma jaula a 3 ó 4 en comparación con una sola gallina por jaula, la puesta ha disminuido entre 20 y 40 huevos/gallina, se reduce la conversión de los alimentos entre 14 y 26% y la mortalidad de los animales creció de 7 a 23% (Pérez, 1971, 1996).

Uno de los signos de la intensificación de la agricultura moderna es el aumento del número de animales en las explotaciones, lo cual frecuentemente se traduce en mayor incidencia de enfermedades, reducción de la producción, mayores muertes y por tanto mayores gastos.

Las causas del comportamiento inadecuado se deben al hacinamiento, ruptura de la organización social, fuerte competencia por alimento y espacio, ruptura del comportamiento normal individual, ejemplo menos descanso agresiones, etc., y un cuidado menos esmerado e individual de los hombres hacia los animales, etc.

En cerdos en ceba, se ha señalado una relación directa entre el tamaño de la explotación y la incidencia de enfermedades. Como se muestra en la Tabla 4 el porcentaje de enfermedades virales transmisibles, gastrointestinales y disentería aumentó claramente con el número de cerdos por unidad, (Niederstucke, 1982, citado por Boehncke, 1984). Este autor solo pudo reducir las pérdidas de cerdos de 2,3% a 1,9% e incrementar la ganancia de 10 g/100 kg de cerdo, por el suministro continuo de antibióticos, con el consiguiente riesgo de crear resistencia bacterial.

En vacas lecheras los efectos del tamaño de las unidades y la productividad están muy relacionados con el bienestar de los animales y el cuidado que permite realizar un menor número de animales incluyendo la alimentación.

Cerdos alojados por granja	No. de granjas investigadas	% de granjas con			
		Alimentos medicados	Enfermedades virales	Enfermedades gastrointestinales	Disentería
Menores de 150	65	6	3	5	34
151 - 300	118	19	7	15	34
301 - 600	143	32	13	27	31
601 - 900	101	50	13	35	38
Sobre 900	94	64	27	36	50

Tabla 4. Tamaño de explotación e incidencia de enfermedades en cerdos en ceba.

En los bovinos y otros rumiantes en pastoreo la carga animal se puede convertir en un factor estresante debido a que de ella depende que los animales puedan seleccionar los pastos, gastar menos energía en su cosecha y por tanto proporcionarse una alimentación adecuada.

Los sistemas «intensivos» de crianza animal y de producción de alimentos producen otros problemas que repercuten en la salud de los animales como son: las enfermedades metabólicas producto de los cambios de su dieta básica que afecta especialmente a la vaca lechera pero también a otras especies y los problemas de contaminación de los alimentos que se le suministra a los animales con pesticidas y fertilizantes y la resistencia bacteriana provocada por el uso continuo de antibióticos.

Las dietas de las explotaciones intensivas se basa en un alto uso de alimentos concentrados y bajos en fibras que afectan especialmente a los bovinos y ovinos los cuales han evolucionado, utilizando dietas altas en fibra.

El uso de altas proporciones de granos y otros alimentos concentrados y sintéticos como la urea en estos animales han provocado un aumento de enfermedades como el hígado graso, la muerte por problemas podales y lesiones en el rumen.

Por ejemplo Scheneller (citado por Boehncke, 1984) señaló que en Alemania las muertes por problemas podales (foot disease), relacionadas con compuestos tóxicos producidos en el rumen afectados por la acidosis, se incrementó de menos de 1% en el año 1970 a más de 6% en 1982, mientras que Livesey y Fleming (1984) observaron que vacas que consumían dietas bajas en fibra y alta en almidones presentaban signos clínicos de problemas podales en el 68% de los animales, mientras que la incidencia en grupos con una dieta balanceada era sólo del 8%.

La alta incidencia de hígado graso, en vacas altas productoras ha sido informado por Reid (1981), reduce la capacidad del hígado y provoca enfermedades como la cetosis, lo cual disminuye la producción de leche y puede provocar la muerte de los animales. Los animales con hígado graso también reducen su comportamiento reproductivo el aumento del intervalo entre partos.

La contaminación frecuente de los alimentos que consumen los animales con pesticidas, pueden dañar también algunos órganos de los animales especialmente el hígado, además de acumularse estos productos tóxicos en sus carnes o ser eliminado en la leche, y de esta forma transmitirse al hombre que lo concentra en su organismo. Trabajos en este sentido son los de Spiegel (citado por Boehncke, 1984) el que documentó la alimentación de miles de vacas y cerdas en Alemania con alimentos contaminados con clordano (hexaclorociclohexano).

En Australia se han estado decomisando carnes de novillas y toros contaminados con pesticidas. El caso más reciente ocurrió con el insecticida Helix (clorofluazuron),

aplicado al girasol cuya torta fue utilizada para alimentar al ganado en el período seco, pasando el insecticida a los terneros a través de la madre. Posteriormente se comprobó que este insecticida no desaparece en los animales adultos y seguirá saliendo en otras generaciones de terneros. Otros casos de contaminación de carnes se han informado con el endosulfan utilizado para fumigar pastos y otros organoclorados lo cual ha ocasionado pérdidas millonarias a los productores y exportadores de carne (PAN, 1996).

Otros problemas que se presentan frecuentemente son altos niveles de nitritos y desbalance mineral en los pastos provocado por los excesos de fertilización.

La resistencia de bacterias patógenas a agentes antimicrobiales representa un problema en todos los países que practican sistemas intensivos de producción animal. Dawson *et al.* (1983) mostraron en una encuesta realizada en los Estados Unidos y Europa que la mayoría de los cerdos presentan una gran proporción de microorganismos coliformes, resistentes a antibióticos en las heces.

La resistencia a antibióticos y otros agentes bactericidas se ha convertido en un grave problema debido a que este carácter se ha adquirido por los microorganismos y se segrega inclusive cuando los antibióticos no están presentes. También se ha observado que se transmiten entre organismos de diferentes especies (Jones *et al.*, 1984). Este autor cree que ciertos aditivos de los alimentos contribuyen o establecen reservorios de microorganismos entéricos resistentes a drogas, que posiblemente puedan transferir resistencia a los humanos o animales patógenos.

El daño realizado por tales prácticas no se elimina limitando el uso de antibióticos y otras drogas pues se ha observado que diez años después de eliminarse el uso de antibióticos en un rebaño de cerdos aún el 40% de todos los coliformes crean resistencia a la tetraciclina (Hanglois *et al.*, 1983).

Ventajas de los animales en los sistemas agroecológicos

Son muchas las ventajas que puede brindar la integración entre la ganadería y la agricultura, constituyendo esta integración la llave para el diseño de sistemas de producción agropecuarios con base agroecológica (García Trujillo, 1996)

La integración entre ganadería y agricultura puede brindarnos las siguientes ventajas:

- Uso más racional de los residuos y rechazo de cosechas, vegetación espontánea y áreas con dificultad para la agricultura
- La producción de estiércol unido a los residuos de cosechas, pajas y rechazo de los animales pueden ser empleados para la fabricación de compost de alta calidad, con lo cual se puede reducir o eliminar la compra de fertilizantes químicos de alto costo
- La presencia de animales en las explotaciones agrícolas estimula el uso de policultivos, con el fin de producir alimentos para ellos, lo cual además mejora la productividad de las áreas agrícolas, el suelo, la sanidad vegetal, etc.
- Los pastos y especialmente el uso de leguminosas, pueden ayudar a la recuperación de áreas agrícolas si se emplean como un componente del sistema de rotación
- Los animales colaboran al control de la vegetación espontánea e insectos y contribuyen a evitar los incendios en las zonas o periodos del año seco
- Las cosechas pueden mejorar, al aumentar la polinización, si se introduce la práctica de la apicultura
- Se aumenta la productividad de las áreas agrícolas, el capital de las explotaciones y el empleo
- Se reducen los costos de transportación de alimentos y la dependencia exterior, al ser más diversificada la producción, tanto en las áreas agrícolas como ganaderas
- La alimentación es más sana al ser más diversificada

- Se pueden producir cantidades apreciables de productos de origen animal y contribuir de esta forma a elevar el nivel de consumo de proteína y disponer de otros productos de la ganadería para la industria

En España la ganadería extensiva, como se le llama a la ganadería integrada a diferentes sistemas agro-silvo-pastoriles, presenta una gran relevancia desde el punto de vista ecológico, social y cultural (Garzón, 1996). Según este autor se puede resumir en los siguientes aspectos:

- Es esencial para mantener importantes agroecosistemas desarrollados en la península por la actividad ganadera, como son las áreas adeshas, pastos de montañas, matorrales y otros (alrededor de 15 millones de ha) y la única forma rentable de explotarlos y evitar su despoblación.
- Genera producciones de excepcional calidad, como son el cerdo ibérico, la carne de varias razas vacunas y ovinas, el queso de oveja, etc.
- La ganadería es fundamental para activar la fertilidad de los suelos pobres y secos de la península, mejorando su estructura, favoreciendo la penetración de agua en el suelo y reduciendo su erosión.
- Controla el matorral y la acumulación de pastos con lo cual contribuye a prevenir los incendios que tanto daño están provocando en la península.
- Del mantenimiento de la ganadería extensiva y de sus agroecosistemas asociados, depende el mantenimiento de muchas especies silvestre en vías de extinción y la riqueza faunística de España y del continente europeo. Baste decir que unas 400 millones de aves europeas invernan en la península y se estima, que más de mil millones de aves migratorias atraviesan la península cada año.
- Desde el punto de vista cultural es una de las prácticas más antigua del hombre en la península que se puede rastrear desde el V milenio antes de Cristo, manteniéndose desde entonces casi asombrosamente original, todo lo cual ha influido en costumbres, técnicas de aprovechamiento, arquitectura popular, vocabulario y en la propia historia de España.
- La posición geográfica de la península, como puente más occidental entre Eurasia y África, su orografía, su historia geológica, la diversidad de ecosistemas y agroecosistemas desarrollados por el hombre así como la vocación ganadera, han permitido una enorme diversidad de razas autóctonas de animales domésticos adaptadas a un rango enorme de condiciones y sistemas de producción, lo cual constituye una riqueza ganadera y cultural muy importante, algunas de las cuales, desafortunadamente, han desaparecido recientemente o se encuentran con dotaciones muy reducidas (Saraza Ortiz *et al.*, 1975 y García Dory y Martínez, 1988).

Sistemas de producción con base agroecológica

La concepción agroecológica de la producción animal es la de potenciar en primer lugar la integración de la ganadería con la agricultura y las actividades forestales, así como el uso adecuado de ecosistemas naturales o transformados como pueden ser las áreas de pastizales naturales, las silvopastoriles y otras, con animales adaptados a las zonas y con varios propósitos, o sea que combinen leche con carne y o lana, producción de huevos y carne y además rusticidad, combinando adecuadamente diferentes especies animales en los casos permisibles para maximizar el uso de los recursos necesarios.

Por tal motivo, los sistemas de explotación que se emplean son muy diversos y están en relación al tipo de explotación, propósito general de los animales, principales fuentes de alimentos, etc.

La concepción agroecológica, trata del que el confinamiento de los animales sea lo menos posibles, no obstante en los casos necesarios ya sea por la necesidad de recolec-

tar estiércol, por cuestiones climáticas, por las características de las especies, etc., el confinamiento de los animales debe ser diseñado de forma tal, que llene sus requisitos de confort y combinarse con un buen manejo y un trato amistoso con lo cual se disminuye el estrés que se pudiera producir en los animales.

A modo de ejemplo mencionaremos algunos sistemas de producción con base agroecológicas desarrollados tanto en el trópico como en zonas de clima mediterráneos que permiten dar una idea de la potencialidad de éstos.

Dentro de los cultivos agrícolas tropicales, la caña de azúcar es el que presenta el mayor potencial de producción con volúmenes totales que pueden oscilar entre 35 y hasta más de 80 t de caña fresca/ha, lo que puede significar un rendimiento energético equivalente entre 6-12 t de granos/ha.

Las potencialidades del jugo de la caña de azúcar para la alimentación de animales monogástricos, en combinación con suplementos proteico-minerales han permitido el desarrollo de diversos sistemas de producción animal al alcance de cualquier explotación agrícola (Mena, 1987). En cerdos después del destete permite ganancias promedio de 700 g/día cuando se suministra conjuntamente con 600 g de soja/animal y día.

En estos sistemas se estima que una ha de caña puede llegar a producir hasta 3,6 t de carne de cerdo en pie y 0,6 t de carne ovina (Preston y Murgueitio, 1992), si éstos son suplementados con soja u otros recursos forrajeros ricos en proteína, equivalente a aproximadamente 2 t de soja, la cual se pudiera obtener intercalándola en la propia caña u otros cultivos agrícolas. Este sistema, además produce alrededor de 28 t de bagazo que unido a las 30 t de excreta porcina y 10 t de excreta bovina pueden producir alrededor de 60 t de compost.

La integración de los peces a los arrozales inundados permite elevar el rendimiento del arroz en 15% y producir 500 kg de peso vivo de peces/ha (Lightfoot *et al.*, 1990).

En áreas de cítricos la inclusión de ovinos permitió producir entre 255-450 kg de peso vivo/ha/año sin detrimento de la producción y calidad de los cítricos, lográndose el control de la vegetación bajo los cítricos con estos animales (Borroto, 1988).

En áreas forestales la inclusión de bovinos de carne permitió producciones de 432 kg de peso vivo/ha/año y con ovinos de 138 kg de peso vivo/ha/año (Calzadilla *et al.*, 1987, Calzadilla, 1990).

La eficiencia de estos sistemas medidos en términos de uso equivalente de la tierra (UET) se muestran en la Tabla 5.

Cultivo principal	Componente ganadero	Producción		Incremento
		Animal kg PV/ha	UET ¹	Rendimiento Cultivo
Cítricos	Ovino	255-450	1,6	20 %
Forestal	Cebú	423	1,7	
Forestal	Ovino	138	1,3	
Arroz	Peces	500	1,6	15 %

¹ - Uso equivalente de la tierra donde $UET = \frac{A_p}{A} + \frac{B_p}{A} + \dots$ y A significa producción del producto A en policultivo (p) o monocultivo (m) Am Bn

Tabla 5. Efecto de la integración entre la ganadería y la agricultura en el uso de la tierra.

Un modelo de granja agroecológica con un alto nivel de diversificación ha sido desarrollada por el Centro de Estudios Tecnológicos en Chile (CET - 1991) que consiste en un sistema de rotación de 6 años, donde el 50% del área (3 campos) se dedican a la producción de forraje y el resto del área (3 campos) a la producción agrícola. En este sistema el campo con más tiempo coma forraje pasa a agricultura y el que lleva 3 años en agricultura pasa a forraje cada año.

Un modelo para 0,5 ha estuvo formado por 4200 m² dedicados a las áreas agrícolas, 200 m² al huerto intensivo y 600 m² estuvo ocupado por la casa de la familia y se sembraron de frutales y maderables 300 m lineales en los linderos de la finca y las divisiones de los campos. El campo estuvo formado por una vaca, 1 cerda, 10 gallinas, dos conejas con un macho y dos colmenas (Yurjevic, Montecinos y Venegas, 1992).

La producción lograda en esta finca fue de 5 t de forrajes de alta calidad, 3,35 t de 17 productos agrícolas, 1,1 t de vegetales obtenidos en el huerto intensivo, 0,83 t de frutos, 3200 kg de leche, 2500 huevos, 100 kg de carne de conejo, 57 kg de miel y la producción de un ternero (100 kg) y 480 kg de la cerda y los cerditos vendidos, todo lo cual se logró con 22 horas de trabajo semanal.

Este modelo permitió cubrir los requerimientos de cinco personas a nivel de 310% en la proteína, 120% en la energía, 600% en vitamina C, 410% en Ca y 150% en hierro.

Modelos de 5 y entre 20-40 ha de tierra con principios similares son conducidos por esta organización en Chile y adoptados por campesino de este país.

La ganadería española se desarrolló bajo sistemas con un alto nivel de integración entre los componentes agrícolas, pastoriles y forestales con las diferentes especies de animales y bajo diferentes condiciones ecológicas, lo cual permitió desarrollar una gran riqueza de agroecosistemas y especies de animales adaptados a estos diferentes agroecosistemas. Muchos de estos sistemas han perdido la importancia que tuvieron y muchas de las razas y ecotipos de animales desarrollados han reducido sus dotaciones, han desaparecido o están a punto de desaparecer.

No obstante, aún es importante la cantidad de animales que se crían en España bajo la ganadería extensiva, que alcanza alrededor del 66% de las reproductoras bovinas (aproximadamente 3 millones de ejemplares), el 95% de las reproductoras ovinas (aprox. 17 millones de ovejas) y el 80% de las reproductoras caprinas (aprox. 2,1 millones de cabras) (MAPA, 1995). Las áreas dedicadas a la ganadería extensiva son de gran magnitud, principalmente dehesa (3,7 millones de ha.) y pastizales (7 millones de ha) así como otras áreas que brindan alimento a esta ganadería, como son las áreas de herbáceas (10,2 millones de ha), eriales (3,9 millones de ha), barbechos (3,7 millones de ha), matorrales (4,2 millones de ha) y áreas de bosques (7,2 millones de ha) (MAPA, 1997).

Por otro lado la diversidad de razas autóctonas es impresionante y de gran importancia para el futuro de la ganadería española. Actualmente se reconocen alrededor de 33 razas autóctonas de bovinos, 24 de ovinos, 22 de aves, 17 de caprinos 15 de caballar y asnar y 11 de porcino, algunas de las cuales están a punto de desaparecer, sin embargo otras han incrementado su dotación en los últimos años (Saraza *et al.*, 1977, Gacía Dory y Martínez, 1988, BOE, 1997).

Debido a la importancia que estos sistemas tuvieron, a sus bases agroecológicas, la revalorización que están teniendo y la importancia que tienen para el diseño de futuros sistemas con bases agroecológicas, nos referiremos a ellos en este trabajo.

Los principales sistemas de producción animal desarrollados en España con bases

agroecológicas son la trashumancia, la dehesa, el monte gallego, la ganadería de zona de montaña y la ganadería de rastrojera.

La trashumancia es el sistema de crianza animal más antiguo de España, cuya lógica reside en optimizar la carga animal al emplear el potencial forrajero de las diferentes regiones climáticas a lo largo del año, o sea los pastos de montaña son pastados por los rebaños en los meses de verano y los pastos de las zonas más calientes del sur y otros recursos silvícolas, como las bellotas y las podas de los encinares, son utilizados desde mediados del otoño hasta finales de la primavera.

Este tipo de ganadería llegó a ser tan importante en la península, que desde el reinado de los Visigodos se conocen disposiciones para garantizarla, que culminaron con la creación de los fueros de la Mesta, institución que perduró durante seis siglos (XIII-XIX) y la cual tuvo una influencia notoria sobre la organización social y económica del pueblo español y hasta sobre el aspecto físico de la península (Klein, 1981, García Dory y Martínez, 1988). En el siglo XVI más de 3,5 millones de ovinos practicaban la trashumancia más un número indeterminado de cabezas de otros tipos de ganado bovinos, caprinos y caballar.

Después de un siglo de decadencia de la trashumancia, este tipo de ganadería, prácticamente desaparece con la intensificación de la ganadería a principios de los años sesenta. En la actualidad, esta práctica se trata de rescatar, argumentándose un grupo de beneficios ecológicos, económicos y sociales, entre los que se encuentran; mantener la red de corredores naturales (cañadas, veredas y cordeles de bien público, que tiene una longitud de 150 000 km y unas 400 000 ha) que este sistema ganadero esculpió en la península, los cuales enlazan diferentes ecosistemas, evitando el aislamiento de espacios protegidos y favoreciendo la supervivencia y el intercambio genético de las especies, así como refugio e invernada de millones de aves migratorias; mantener ecosistemas valiosos de como los pastizales de montaña, cultivos cerealistas extensivos, las dehesas de encinas, evitando incendios forestales y los daños que el ganado estante produce al terreno, aguas y arbolado; aprovechamiento eficiente de subproductos agrarios debido a la movilidad del ganado evitando el uso de la quema y herbicidas para eliminarlos, los cuales provocan serios daños al medio; independencia de los ganaderos frente a las exigencias económicas de los medios modernos de transportes, las fábricas de piensos y otros suministros imprescindibles para la ganadería estante; uso alternativo del territorio, lo que contribuye a mantener los derechos de paso, favoreciendo el desarrollo social y económico de las zonas e integración de la sociedad urbana y rural (Garzón, 1996).

La Dehesa es un agroecosistema silvopastoril de origen antropogénico debido a la tala selectiva y la eliminación del matorral del bosque primitivo mediterráneo, que se localiza en el oeste de la península ibérica con un clima mediterráneo seco (400-700 mm de precipitaciones y 10 °C de temperatura media) y que abarca aproximadamente el 8% del territorio español. Por lo general sus suelos son frágiles (poco profundo, ácidos y pobres en fósforo), con la presencia de árboles de la familia Quercus (encinas y alcornoques) con densidades promedios de 45 árboles/ ha, cubierta de pastos naturales y explotadas principalmente con animales de razas autóctonas como el cerdo Ibérico, los vacunos Retinto, Morucha y Avileña y la raza Merina de ovinos entre las principales (Buxade Carbó, 1983, Granda, 1991, Paz Saéz, 1992), que producen productos de excepcional calidad.

La Dehesa tradicional es un sistema silvopastoril con fuertes bases agroecológicas, donde se hace un máximo uso de los recursos naturales y una producción integrada de ganadería, alcornoque, madera principalmente para carbón y cereales. En este sistema se emplean diferentes tipos de animales de razas autóctonas; el cerdo Ibérico hace un uso eficiente de la bellota, las vacas y los ovinos consumen los pastizales y las podas, los

caballos y los asnos los pastos más bastos y las cabras y la caza mayor utilizan las zonas menos accesibles. Los cereales (aproximadamente un 9% del terreno total) se siembran en rotaciones de entre 4 a 8 años con el fin de producir una alimentación suplementaria para los animales y controlar el matorral.

Según el estudio de Campos Palacín (1984), la dehesa puede soportar una carga de 4,78 UGL (unidad ganadera equivalente oveja de vientre) de las cuales el 45% es ganado lanar, el 43% son cerdos y el 12% vacunos. La producción energética es como media de 1225 miles de kcal/ha, de los cuales el 36% son productos de origen animal, el 33% proviene del corcho y el carbón y el 31% de los cereales. Las producciones animales traducidas a peso vivo alcanzan un equivalente a 240 kg /ha y año, pero lo cual es realmente una producción integrada de carne de cerdo, vacuno y ovina, leche y lana.

Si la dehesa fuera dedicada solo a producción de cerdos su capacidad productiva está alrededor de los 102 kg de carne en pie/ha y año (Bellon Infante, 1976), mientras que el análisis de un estudio de 134 fincas de la dehesa andaluzas y extremeñas dedicadas a la producción de ganado retinto (Barea *et al.*, 1980) nos arroja una producción estimada de unos 44 kg de peso vivo/ha y año.

Como se puede ver en estos ejemplos a mayor diversificación mayor productividad del agroecosistema dehesa.

El Monte Gallego, característico de la zona Atlántico-Cantábrica, es un sistema con un alto nivel de integración entre los componentes monte, pastizales, agricultura y animales, el cual se ha modificado y se está desintegrando producto de cambios económicos, políticos y sociales impuestos por la modernización.

Desde el punto de vista agroecológico este sistema integra una gran cantidad de principios básicos para el diseño de sistemas sustentables con base agroecológicas y mostró a pesar de las condiciones socioeconómicas tan difíciles para el campesinado de Galicia, ser sostenible durante cientos de años.

En éste sistema el monte bajo (abierto o cerrado) que ocupa alrededor del 67% del área total de las explotaciones, es la fuente de fertilidad para el área agrícola (15%), a través de la transferencia por el estiércol producido por animales que lo pastan, y la producción de una leguminosa nativa llamada tojo y otras plantas del bosque que se empleaban en la alimentación del ganado, como cama de estos o para fertilizar el propio terreno de monte el cual también se utilizó para la siembra de cereales en un sistema de rotación cada 4-8 años. Un área de pastizales de alrededor de 18% del área total y la presencia de frutales completaban el sistema. El ganado formado por vacas de doble propósito especialmente la Rubia Gallega, porcinos y ovinos eran los principales animales del sistema (de Blas *et al.*, 1983). El tamaño de la explotación de tipo familiar siempre fue pequeño, entre 4 y 6 ha.

Los principales cambios sufridos por este sistema, según el autor antes mencionado, son la disminución progresiva del uso del monte, menor área dedicada a los cereales y mayor proporción de pastizales, una importante reducción del rebaño ovino y la desaparición del caprino, mientras que en las zonas costeras el ganadero lechero especializado sustituye al autóctono. No obstante señala el autor que en la meseta interior gallega existen alrededor de 1 350 000 ha con el mayor potencial productivo del país para la producción de carne y leche en base a pastos.

Un análisis de la información de la estructura de 469 explotaciones de la Coruña y Lugo consideradas como representativas de la zona realizada por Diéz y Sineiro (1979), nos permite estimar una producción promedio equivalente 370 kg de peso vivo/ha y

año, más una producción agrícola no utilizada por los animales de alrededor de 1,4 t/ha, todo esto considerando el área de monte, que ocupa como habíamos dicho anteriormente, el 64% de la explotación y donde su intensidad de uso ha disminuido.

La ganadería de zonas de montaña pese a la diversidad de su localización presentan un buen número de puntos comunes y bastante similitud con el Monte Gallego. Los valles divididos en numerosas parcelas era asiento de una agricultura de subsistencia, basadas en el cultivo de cereales, patatas, huertas y frutales mientras que el monte común suministraba leña, madera y pastos. La ganadería era muy variada y consistía principalmente en un buey de labor, un pequeño rebaño de ovejas que proporcionaba quesos, lanas y pieles, una cerda para la carne y la grasa y un caballo para el transporte. El ganado ovino aprovechaba de forma colectiva los pastos altos de montaña entre la primavera y el otoño, trashumando en invierno a montes y pastos mediterráneos. El resto del ganado de la explotación utilizaba generalmente pastos comunales situados generalmente alrededor de los pueblos, así como residuos de cosechas.

Hoy día, estos sistemas están sufriendo fuertes transformaciones (de Blas, 1983), debido a que la emigración y envejecimiento de la población han obligado a la simplificación de los sistemas de producción. Entre los cambios el autor apunta, que se ha dejado de practicar la trashumancia totalmente, los fondos de los valles se utilizan para la producción de heno y forrajes en sustitución de la agricultura, la composición del rebaño ha cambiado, aumentando el número de vacunos especialmente lecheros, reduciéndose el ovino y casi desapareciendo las cabras y los caballos. Estos sistemas implementados tienen una fuerte dependencia de alimento del exterior especialmente piensos y otros recursos, mientras que la ruptura de una alimentación barata en invierno, ha conllevado al abandono progresivo de los pastos de alturas.

En un análisis realizado recientemente a una explotación de producción de carne en el Pirineos catalán, pudimos comprobar que el 42% de la alimentación, calculada en base a la energía, provenía de fuera de la finca, principalmente en forma de cereales y forrajes. La producción de carne en pie de esta finca es de 190 kg/ha y año, la cual se reducía a 143 kg/ha y año, cuando se incluyó el área necesaria para producir la alimentación complementaria. Estos resultados nos muestran que la aparente intensificación de la ganadería con la especialización no es más productiva que los sistemas diversificados que hemos analizados anteriormente.

La ganadería de rastrojeras es otra de las prácticas ganaderas de enorme importancia que se ha desarrollado en España y para lo cual se utiliza principalmente ovejas y cabras, caracterizada por utilización los diferentes recursos de la campiña. Como menciona Alfonso Vera (1986), los recursos que utiliza esta ganadería es muy variada e incluye pastos comunales o no, encinares adeshados, oquedales, sotos y navas, majadales, vegas, riberas, sabanas, estepas, montes bajos, matorrales, bardales, yermos, linderos, cunetas, veredas y cañadas, rastrojeras en sentido amplio, barbechos, pocios y riciales, ramones y frutos, pastoreo en frutales y subproductos agrícolas.

La modernización está también reduciendo esta ganadería entre otras razones por las espectaculares quemas de rastrojeras principalmente en el valle del Guadalquivir aduciendo al uso eficiente de la maquinaria, el tipo de suelo y razones fitosanitarias, los sistemas de cultivo de viñedos y olivares donde se mantienen los suelos limpios todo el año, práctica que está provocando una tremenda erosión en Andalucía y otras regiones así como aumentando el déficit hídrico y la desertización. La reducción de los barbechos por la intensificación de la agricultura y las adventicias por el uso de herbicidas, la eficiencia de la recolección de los granos por las cosechadora, prohibición del uso de los montes para pastoreo, la reducción del censo ovino y el número de pastores son otras de las causas de la disminución de esta ganadería.

La recuperación de esta ganadería y sus prácticas no solo puede incrementar la producción animal, sino que la propia agricultura puede recibir importantes beneficios así como los agroecosistemas donde se desarrollan y la fauna silvestre.

A modo de resumen podemos decir que los sistemas diversificados e integrados con actividades agrícolas y forestales aumentan la eficiencia del uso de la tierra en comparación con la explotación especializadas por especies, además de los beneficios que aportan a la estabilidad y productividad de los agroecosistemas donde se integran.

Un resumen desde el punto de vista productivo se muestra en la Tabla 6, donde se analiza la eficiencia de los modelos de producción integrados en comparación con los simples reportados por García Trujillo (1996) a la cual se le ha adicionado los datos estimados de los sistemas españoles anteriormente analizados.

SISTEMA	Producción de Carne Canal o su equivalente t/ha	Producción Agrícola t/ha
VACAS DE DOBLE PROPÓSITO	0,55	
VACAS DE CARNE BOVINA Y OVINA	0,19	
PRODUCCIÓN DE HUEVOS	0,83	
PRODUCCIÓN DE CARNE DE AVES	0,44	
PORCINOS-PATOS-PECES-OVINOS	0,60	
DOBLE PROPOSITO, PORCINO-HUEVOS-AVES - ABEJAS	1,13	
SISTEMA DE AGRICULTURA DIVERSIFICADA (CET-CHILE)	1,50	10,0
SISTEMA CAMPESINO (CUBA)	1,12	5,1
DEHESA DIVERSIFICADA	0,144	
DEHESA CON PORCINO	0,071	
DEHESA BOVINOS	0,026	
MONTE GALLEGO	0,218	1,4
Sistema de producción de carne en pastos en los Pirineos con alta dependencia externa	0,083	

Tabla 6. Eficiencia de sistemas pecuarios con diferentes grados de diversificación. (toneladas de canal o su equivalente en leche/ha y año).

Potencialidades de la agricultura española para la producción de alimentos para la ganadería

Las potencialidades de la agricultura y otras áreas, para la producción de alimentos para la ganadería, se calculó a partir de las áreas dedicadas a los diferentes actividades agrarias y el uso del suelo reportadas en el año 1995 y las producciones de los cereales dedicados a la ganadería (MAPA, 1997), los rendimientos y el valor nutritivo de los diferentes productos, subproductos y residuos de la producción vegetal (Vera, 1986, Jarrige, 1989, García Trujillo, 1996). Para el cálculo de la capacidad de alimentación animal, se utilizó la unidad equivalente ovino, o sea la capacidad de alimentación a través del año de un ovino adulto de 50 kg con necesidades de 750 kg de MS, 1320 Mcal de EM y 80 kg de PB.

Para poder comparar esta capacidad de alimentación con la masa de animales existente en ese mismo año, se convirtió toda la existencia de las diferentes especies de animales a su equivalente ovino en base al peso promedio de las diferentes categorías de cada especie. Este análisis arrojó las siguientes cantidades de animales expresadas en equivalentes ovino.

Total	104 676 821
Rumiantes	56 298 501
Monogástricos	48 378 320

También se trabajaron dos escenarios; uno donde se empleó los valores de rendimiento bajos para las producciones de hierbas, rastrojos y subproductos reportado en las fuentes citadas y otro donde se utilizó valores medios.

Como se puede observar en la Tabla 7, las áreas de pastizales y la dehesas constituyen el mayor potencial de producción de alimentos con el 44% del total, seguido por los granos y los rastrojos de los cereales y otras producciones agrícolas.

Base de cálculo	Sustancia Secas		Energía		Proteína	
	bajo	medio	bajo	medio	bajo	medio
Total	113 334	137 489	100 084	119767	77 207	91 801
Prados/dehesa/frutales	49 682	61 423	41 898	51 939	36 891	44 974
Granos	19 400	19 400	25 461	25 461	17 346	17 346
Rastrojos	24 560	29 691	17 323	21 302	12 436	15 090
Bosque/matorral	16 537	22 362	13 088	17 682	9 094	12 299
Barbechos/erial	3 154	4 611	2 312	3 381	1 437	2 029

Tabla 7. Potencial de producción de alimentos de por las actividades agrosilvopastoriles en España (expresadas en miles de unidades ovino al año).

El potencial de alimentación total varía entre 113,3 a 137,5 millones de unidades ovinas en base a la producción de sustancias seca, presentándose un déficit de proteína. Descontando los cereales que se producen en el país, los alimentos bastos que se emplean, principalmente por los rumiantes, son capaces de alimentar entre 94 y 118 millones de unidades ovinas, mientras el número de unidades ovinas reales de las categorías rumiantes es de 56,3 millones, lo que demuestra el tremendo potencial que existe de producción animal con una efectiva integración de las actividades agroforestales con la ganadería.

La Agroecología enfoca la producción animal como un elemento de optimización del funcionamiento de los agroecosistemas y de su eficiencia productiva, cumplimentando una serie de servicios ecológicos y humanos. Conociendo la eficiencia con que se produce los alimentos de origen vegetal y animal, el déficit de alimentos que sufre la tercera parte de la humanidad, el crecimiento de la población mundial en los próximos 25 años y la necesidad de una alimentación adecuada para todos, así como los diferentes problemas que presentan los llamados sistemas «intensivos» de producción animal, es que la Agroecología trata de potenciar y desarrollar los sistemas integrados de producción y la utilización eficiente de los recursos vegetales no utilizables por el hombre.

Esto no significa, que en los sistemas integrados no se empleen alimentos de alta calidad, especialmente cuando son necesarios para optimizar las raciones básicas o en aquellas especies que admiten pocas cantidades de alimentos fibrosos, o inclusive que

admitamos que parte de la producción animal provengan de sistemas donde se empleen altos niveles de granos e inclusive el confinamiento, sin embargo en estos casos, es necesario diseñar sistemas de alojamiento, manejo y alimentación que permitan el bienestar de los animales, su normal desarrollo y reduzcan al máximo los impactos ambientales que produzcan.

No obstante consideramos que se deben de realizar un mayor esfuerzo en el desarrollo de sistemas integrados con base agroecológicas, por ser estos, los sistemas que en un futuro pueden proveer de los alimentos de origen animal a las poblaciones del mundo en desarrollo, así como contribuyen a la reducción del impacto ambiental que por diferentes vías provocan los sistemas intensivos o aquellos extensivos que se basan en la destrucción de ecosistemas valiosos y que en el fondo practican la misma filosofía que los sistemas intensivos.

REFERENCIAS

- Baltasar, M. B. 1985. *A. Agricultura moderna e sea critica*. Secretaria de Agricultura. Sao Paulo.
- Bellon Infante, A. 1976. La explotación extensiva del cerdo Ibérico. *El Campo*, **No. 57**.
- BOE. 1997. *Catálogo de razas de ganado en España*. Real Decreto 1682/1997.
- Boehncke, E. 1984. The Rol of Animal in Biological Farming Systems en: The Importance of Biological Agriculture in a World of Diminishing Resources. Proc. 5 th IFOAM Int. Scient. Conf. Kassel Germany
- Borroto, A. 1988. *Potencial forrajero de los subproductos agrícolas de cítricos para la producción de carne ovina*. Tesis en opción Dr. Ciencias. Inst. Sup. Ciencias Agropecuarias Ciego de Avila (ISACA)
- Bouxadé, C. 1983. *Reflexiones sobre la ganadería extremeña*. Edit. Diputación de Badajoz y Cáceres.
- Calzadilla, E., Jiménez, M., González, A., Renda, A. y Sánchez. 1987. Experiencia de la aplicación de los sistemas agroforestales. *Rev. Forestal Baracoa*, **17(2)**: 57.
- Campos Palacín, P. 1984. *Economía y energía de la dehesa extremeña*. Instituto de Estudios Agrários, Pesqueros y Alimentarios.
- Dawson K. A., Langlis, B. E., Stahly, T. S. y Cromwell, W. 1983. Multiple antibiotic resistance infecol cecal and colonic coliforms from pigs fed therapeutic and subtherapeutic concentration of chlortetracycline. *J. Anim. Sci.*, **57**: 1225.
- De Blas, C., Alegre, J., Carabaño, M. J., Carabaño, R. y Santoma, G. 1983. *Producción extensiva de vacuno*. Ediciones Mundi-Prensa
- FAO. 1966. *Food Security and Nutrition*. World Food Summit Technical Background Documents 1-5. Roma
- FAO. 1966a. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Roma.
- FAO. 1988. *Production Yearbook*. U.N., Roma, Italy, Vol. 32, pag. 221.
- Fowler, J. 1984. *Energy and Environment*. Mc Graw Hill, Ed., New York.
- Fraser, A. F. y Broom. D. M. 1990. *Farm Animal Behaviour and Welfare*. Baillere Tindall
- García Dory, M. A. y Martínez, S. 1988. *La ganadería en España ¿Desarrollo integrado o dependencia?*. epig I.5, pag 40. Edit. Alianza, Madrid.
- García Trujillo, R. 1997. Cuba, en busca de la sostenibilidad de su agricultura. *Rev. Tablero*, año 21, **No. 56** (Convenio Andrés Bello, Perú)
- García Trujillo, R. 1996. *Los Animales en los Sistemas Agroecológicos*. Pub. ACAO-Pan Para el Mundo, La Habana, Cuba.
- Garzón, J. 1996. *Proyecto 2001: Conservando la naturaleza mediante el desarrollo rural*. Publicado en Las Cañadas Viejas, Caminos para el Futuro de la Naturaleza. Congreso 2001. Madrid 20 al 21 de noviembre. Fundación 2001.-Fondo Patrimonio Natural Europeo

- Jarrige, R. 1989. *Ruminant Nutrition. Recommended allowances and feed tables*. John Libbey, Euretex, London.
- Jones F.T., Langlois B.E., Crowmwell G.L. y Hays V.W. 1984. Effects of clortetracycline on the spread of R-100 plasmid containing E.Coli from experimentally infected pigs, tounifected pig and chicks. *J. Anim. Sci.*, **58**: 519.
- Kaimowitz, D. 1991. Hacia una estrategia para un desarrollo agropecuario sostenido. En *Memorias del Seminario Taller Internacional Sistemas Agropecuarios Sostenibles y Desarrollo Rural*, CIPAV Cali, Colombia.
- Kelley, K.W. 1980. Stress and immune function. A bibliographic review. *Ann. Rech. Vet.*, **11**: 445.
- Livesey, C.T. y Fleming, F.L. 1984. Nutritional influences of laminitis, sole ulcer and bruised sold in Friesian cow. *The Veterinarian Record*, **114**.
- Lightfoot, G., Roger, P. A., Caguan, A. G. y de la Cruz, C. R. 1990. *Fish crop may improve rice yield and ricefields*. Naga, The ICLARM Quartely, Oct. 1990, pag. 12.
- MAPA. 1995. *Anuario estadístico*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- MAPA. 1997. *Manual de estadística agraria*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Mena, A. 1984. Jugo de caña de azúcar y otros recursos tropicales para la alimentación. En: *Alternativas y valor nutritivo de algunos recursos alimentarios destinados a la producción animal*. Inf. No. 16 Fundación Internacional para la Ciencia: Stokolmo, pag. 199.
- Metz, J. H. M. y Oosterlee, C.C. 1980. en *Aktuelle Arbeiten zur artemgemaben Tierhaltung*, KTBL-ScHrift 264
- Oosterlee, C.C. 1982. Genetic and environmental aspects of immune responses. *Livestock Production Science*, **9**: 537.
- PAN. 1996. Colton insecticidas contaminantes Calves, Oupdate Service May 20, Pesticide Action Network North American panna@panna.org.
- Paz Saéz, A. 1992. *El cerdo Ibérico y sus sus productos derivados*. Pub. Técnicos Alimentarias S. A.
- Pérez, R. 1971. Efecto de la densidad de jaula y uso de metionina en dietas basadas en azúcar para gallinas productoras. *Rev. Cubana de Ciencia Agrícola*, **5**: 59
- Pérez, R. 1996. *Técnicas agropecuarias para asentamientos ecológicos del MINAZ*. Ministerio del Azúcar, La Habana, Cuba.
- Preston, R. T. y Murgueitio, E. 1992. *Strategy for sustainable livestock production in the tropics*. CONDRIT Ltda. Cali, Colombia
- Reid, I.M. 1981. Faty liver in dairy cow, incidence scverity, pathplogy and functional consequence. En: *Metabolic disorders of farm animals*. Frank OHG, Münchea
- Saraza Ortiz, R., Sotillo, J. L., Serrano, V., Tejón, D., Pérez, T. y Cuellar, L. 1975. *Ganadería Española*. Edit. Nacional. Madrid.
- Stout, B. A. 1979. *Energy for world agriculture*. FAO, Roma.
- Vaccaro, L. 1991. Producción bovina en Venezuela. En: *Mesa redonda sobre producción de leche y carne en el trópico americano*. Sto. Domingo Rep. Dominicana 19-22 de noviembre, Santiago, Chile, FAO
- Vera, A. 1986. *Alimentación y pastoreo del ganado ovino*. Servicio de Publicaciones. Univ. de Córdoba. Monografía No. 87
- Yurjevic, A., Montecinos, C. y Venegas, R. 1992. Evaluación de un sistema de producción para la subsistencia familiar bajo manejo agroecológico. Agroecología y Desarrollo. *Revista de CLADES, (Santiago de Chile)* **2/3**: 51-54, julio.

Consideraciones de la ganadería ecológica en la nueva reforma de la PAC

I. Caballero Luna, C. Díaz Gaona y C. Mata Moreno.

Seminario Permanente de Ganadería Ecológica. Facultad de Veterinaria. Avda. Medina Azabara, nº 7 y 9. 14005 CÓRDOBA.

ABSTRACT

Since its beginning, to guarantee aliment providing at reasonable prizes, to give stability to the markets and increase agrary community level of life have been among CAP objectives.

But instruments used to reach these objectives have caused the intensification of certain types of cultivation and tendencies to monocultivation, which results in a harder environmental degradation and in an increasing of exceeds.

In 1991, the CEE Document for Reflection about Evolution and Future of CAP was published, with the recognition of the necessity to increase extensive production areas to avoid these problems.

Additional measures presented with CAP reform in 1992 are focused to promote environmental protection, turning agricultural areas into hood areas, the anticipated jubilation and transmission of properties.

The new CAP reform (2000 schedule) wants to condition helps to the application of environmental measurements and it's announced that the new additional measure will intensify actual criteria about environmental conservation, with special interest placed on Organic Productions.

RESUMEN

Los objetivos de la PAC desde sus comienzos han sido garantizar el suministro de alimentos a precios razonables, estabilizar los mercados y aumentar el nivel de vida de la comunidad agraria.

Pero los instrumentos utilizados para promocionar estos objetivos han ido ocasionando la intensificación de ciertos cultivos y la tendencia al monocultivo, potenciándose la degradación del medio y el aumento de los excedentes.

En 1991 se publica el Documento de Reflexión de la Comunidad sobre Evolución y Futuro de la PAC y en él se reconoce la necesidad de fomentar la extensificación para hacer frente a esos problemas.

Las Medidas de Acompañamiento que se presentan cuando se reforma la PAC en 1992 van encaminadas a promocionar la protección del medio ambiente, la forestación de tierras agrícolas, la jubilación anticipada y la transmisión de explotaciones.

La nueva reforma de la PAC (Agenda 2000) desea condicionar las ayudas compensatorias a medidas agroambientales y se anuncia que las nuevas medidas de acompañamiento estarán supeditadas a la intensificación de los criterios de conservación mediambiental, prestándole especial interés al desarrollo de una Agricultura y Ganadería Ecológicas.

INTRODUCCIÓN

La UE comparte y asume los problemas de carácter mundial que ponen en peligro el equilibrio ecológico del planeta.

Las fuertes presiones recibidas por parte de la opinión pública unido a la propia evidencia de los hechos están ocasionando que cada vez vayan teniendo mayor peso las políticas medioambientales dentro de las políticas comunitarias.

Hasta 1992 se desarrollaron diferentes programas medioambientales (4) para controlar los principales factores de agresión al medio, pero los resultados obtenidos no fueron los esperados, ya que continuó la situación no deseada de:

- Persistencia de un lento pero inexorable deterioro medioambiental, pues
- Las medidas adoptadas no pudieron soportar un crecimiento económico tan agresivo, y
- Se hicieron evidentes los problemas planetarios que afectaron al cambio climático, la deforestación, la crisis energética, y se produjo además un agravamiento de ciertos problemas del subdesarrollo.

Por todo ello se planteó la necesidad de un nuevo programa medioambiental.

V PROGRAMA MEDIOAMBIENTAL

Según este programa, para lograr un desarrollo sostenible global a escala de la UE se hace preciso:

1. Recordar que las reservas de materias primas son finitas, debiéndose fomentar la reutilización y el reciclado para evitar el despilfarro.
2. Reconocer que la generación y el consumo de energía han de racionalizarse.
3. Aceptar que hay que cambiar las normas de comportamiento y de consumo de la sociedad.

Pero quizá, teniendo en cuenta que los auténticos problemas radican en las pautas de conducta de las empresas productivistas y de unos consumidores despilfarradores, serían prioritarias las siguientes áreas de actuación:

- Gestión sostenible de los recursos naturales: suelo, agua, espacios naturales y zonas costeras.
- Lucha integrada contra la contaminación.
- Medidas coherentes dirigidas a aumentar la calidad del medio ambiente urbano, empezando por el propio diseño urbanístico.
- Mejor salud y mejor seguridad pública con especial insistencia en la evaluación y gestión de los riesgos industriales, la seguridad nuclear y la protección contra las radiaciones.

Con base en todo lo anteriormente expuesto, el V Programa seleccionó los cinco sectores que generan mayor impacto ambiental con la idea de dirigir hacia ellos las principales medidas de control. Estos son: industria, energía, transportes, agricultura y turismo.

A continuación se tratará de analizar la problemática medioambiental del sector agrícola, sin entrar en ningún aspecto perteneciente a los otros sectores.

EL SECTOR AGRÍCOLA

Tradicionalmente, los agricultores han sido los defensores del suelo y del campo. Gracias a una gestión prudente e integrada de la agricultura, la ganadería y los residuos, las explotaciones han pasado de una generación a otra en buen estado, lo que ha ido conformando el paisaje de Europa y es origen de muchos de los fundamentos sobre los que se asienta la cultura europea.

Sin embargo, el sector y las prácticas agrarias se han modernizado considerablemente y han experimentado grandes cambios en este siglo, sobre todo en los últimos cuarenta años. Entre los factores que han provocado estos cambios cabe citar el éxodo rural, el auge de la mecanización, el perfeccionamiento de los transportes, la mayor calidad de las semillas, la protección de las cosechas, la mejora de las razas animales, el comercio y la competencia internacional creada con los productos alimenticios y piensos para el ganado.

Sobre este telón de fondo, la Política Agraria Común (PAC) de la Comunidad fue desarrollándose y adaptándose para cumplir los objetivos del tratado:

- Garantizar el suministro de alimentos a precios razonables.
- Estabilizar los mercados.
- Aumentar el nivel de vida de la comunidad agraria.

La consecución de estos objetivos se ha conseguido en gran medida con los mecanismos de mantenimiento de los precios de la PAC, sin embargo ahora se piensa que estos instrumentos tienen también efectos secundarios menos positivos, como son:

- Al elevarse artificialmente la rentabilidad de ciertos cultivos se impulsaba su intensificación.
- La gran seguridad ofrecida a los agricultores en términos de precios y ventas de sus cosechas ha provocado una marcada tendencia al monocultivo.

Además, estos monocultivos intensivos han provocado:

1. Por un lado, degradación del medio ambiente por:

- Explotación excesiva y degradación de los recursos naturales de los que depende, en última instancia, la agricultura (suelo, aire y agua).

- El uso sistemático de productos fitosanitarios ha hecho relativamente resistentes a los parásitos, con lo cual los tratamientos son cada vez más frecuentes y costosos, lo cual, a su vez causa problemas de contaminación del suelo y del agua.
 - El uso excesivo de fertilizantes a base de nitrógeno y fosfato provoca la eutrofización de las aguas de superficie en muchas regiones de la Comunidad con la consiguiente proliferación de algas que reduce los niveles de oxígeno en el agua con gravísimas consecuencias para los peces, los nutrientes y todo el ecosistema en general, así como para su uso como agua potable y para fines recreativos.
 - En algunas regiones de la Comunidad, la gestión inadecuada de la tierra acelera la erosión, cada año, de grandes superficies de suelo cultivable.
 - Las enfermedades del ganado son cada vez más difíciles de curar porque ha aumentado la uniformidad genética, la concentración animal en las explotaciones, y la resistencia de los gérmenes a los productos convencionales.
 - Los residuos de los animales contaminan cada vez más el agua y el suelo.
 - El drenaje y el aclareo están provocando la merma de humedales y de la biodiversidad biológica.
 - A veces, el éxito de las medidas regionales u horizontales de protección de los suelos, se ve comprometido por la presión de otras medidas estructurales o de mercado.
2. Por otro lado, se han incrementado de forma preocupante los excedentes agrarios en la UE, con elevados costes para el presupuesto comunitario sin aumentar de forma significativa los ingresos de los agricultores europeos.

En estas circunstancias, habrá que alcanzar un equilibrio más justo entre la actividad agraria y los recursos naturales, lo cual es razonable desde el punto de vista no sólo ecológico, sino también agrario y económico; por ello, en el Documento de Reflexión de la Comunidad sobre Evolución y Futuro de la PAC, publicado en 1991, se reconoce la necesidad de fomentar la extensificación para reducir los excedentes de producción y contribuir, además, a que la calidad de los productos alimenticios y la producción agraria sean sostenibles desde el punto de vista ecológico, así como para que los agricultores vuelvan a ser, además de productores de alimentos, los protectores del campo, y en la Reforma de la PAC de 1992 se presenta un paquete de Medidas de acompañamiento que pretende dar respuesta a los problemas anteriormente mencionados.

Éstas Medidas de acompañamiento persiguen la:

1. Protección del medio ambiente:

- Reducir sensiblemente la utilización de fertilizantes y productos fitosanitarios.
- Extensificar las producciones vegetales, incluidas las forrajeras.
- Reducir la cabaña bovina y ovina.
- Realizar prácticas productivas compatibles con la protección medioambiental.
- Criar animales de razas locales en peligro de desaparición.
- Mantener en buen estado las tierras de labor retiradas de la producción.
- Dejar sin uso agrícola tierras de labor, al menos durante 20 años, para su utilización con fines medioambientales (sobre todo para reservas de biotipos o parques naturales).
- Proteger las aguas.
- Reconvertir tierras agrícolas en zonas de pastoreo extensivo.
- Desarrollar la agricultura ecológica.
- Incrementar las superficies de pastizal o forrajeras, manteniendo el mismo censo ganadero.

2. Forestación de tierras agrícolas:

- Ayudas destinadas a atender los gastos de primera forestación.

- Primas anuales para compensar las pérdidas de ingresos, del régimen de jubilación anticipada.
 - Ayudas a inversiones destinadas a mejorar las superficies forestales: cortavientos, cortafuegos, puntos de agua, caminos forestales, y mejora de las áreas de alcornoques.
3. Jubilación anticipada: Con ayudas a la jubilación anticipada de los agricultores que lo soliciten, y que son optativas para los Estados miembros.
 4. Transmisión de explotaciones. Para la instalación de jóvenes agricultores que se vayan a dedicar a la actividad agraria.

En este contexto la presente comunicación viene a desarrollar algunos aspectos de la Agricultura Ecológica como modalidad de producción agraria que tiende a proteger el medio y a hacer un uso racional de los recursos naturales.

Los términos ecológico, biológico, orgánico, biodinámico o biológico-dinámico definen un ecosistema agropecuario cuyo objetivo fundamental es la obtención de alimentos de la máxima calidad respetando el medio ambiente y el bienestar de los animales y sin emplear sustancias químicas de síntesis.

Para conseguirlo, es necesario tener presentes una serie de Principios u objetivos generales, promocionados por la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Biológica (IFOAM):

- Producir alimentos de alta calidad nutritiva, sanitaria y organoléptica con suficiente variedad y cantidad.
- Trabajar de forma integrada con los ecosistemas.
- Fomentar e intensificar los ciclos biológicos dentro del ecosistema agrario, que comprende los microorganismos, la flora y la fauna del suelo, las plantas y los animales.
- Mantener o aumentar la fertilidad de los suelos a largo plazo.
- Emplear al máximo recursos renovables.
- Trabajar todo lo posible dentro de un sistema cerrado con relación a la materia orgánica y los nutrientes minerales.
- Proporcionar al ganado las condiciones vitales que le permitan desarrollar todos los aspectos de su comportamiento innato.
- Evitar todas las formas de contaminación que puedan resultar de las técnicas agrarias.
- Mantener la diversidad genética del sistema agrario y de su entorno, incluyendo la protección de los hábitats de las plantas y animales silvestres.
- Permitir que los agricultores obtengan unos ingresos satisfactorios y realicen un trabajo gratificante en un entorno laboral saludable.
- Considerar el amplio impacto social y ecológico del sistema agrario.
- Crear un vínculo de apoyo mutuo entre el productor y el consumidor.

Estos objetivos generales son la base de las producciones agrarias ecológicas que tienen su nacimiento al final del primer cuarto del presente siglo, como respuesta a los incipientes problemas que aparecen con la intensificación de las producciones agropecuarias. Este tipo de producciones propone sistemas alternativos que, aunque basados en prácticas de la agricultura tradicional, no renuncian a aplicar nuevas técnicas, respetuosas con el medio y los animales.

Las distintas escuelas que la desarrollan coinciden en lo fundamental: respetar y fomentar la vida dentro del sistema, la biodiversidad y la biomasa, como medio para

mantener y aumentar su fertilidad o autonomía; y las distintas asociaciones de agricultores y de consumidores que se crean a escala mundial alrededor de esas escuelas para darle vida se integran en 1972 en el IFOAM.

En España, se estructuran oficialmente en el MAPA a través del INDO, con la Orden de 4 de octubre de 1989 por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación Genérica «Agricultura Ecológica» y su Consejo Regulador (CRAE), que en Mayo de 1990 publica las Normas Técnicas vigentes a escala nacional, inspiradas en los principios generales recomendados por el IFOAM, pero tiempo después la CEE armoniza éstas producciones con el Reglamento (CEE) N° 2092/91 del Consejo, de 24 de junio de 1991 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios, que se irá modificando y completando sucesivamente, con el desarrollo de una normativa ganadera que está a punto de verse reflejada en el Diario Oficial de la Comunidades Europeas.

Éstas normas de producción ganadera homologarán la ganadería ecológica en todos los países miembros de la Unión Europea teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Principios generales de la producción.
- Origen de los animales.
- Períodos de reconversión.
- Alimentación del ganado.
- Profilaxis y cuidados sanitarios.
- Métodos de cría, transporte e identificación del ganado y de los productos animales obtenidos.
- Efluentes de la cría del ganado y del ensilaje.
- Espacios libres y alojamientos.

Por último, es necesario insistir en la obligatoriedad que existe para todos los productores europeos inscritos como ecológicos del cumplimiento de éstas normas para poder comercializar sus productos bajo ésta denominación, lo que se asegurará mediante los correspondientes Organismos de Control homologados por la UE.

Pero retomando el tema de la Ganadería Ecológica desde la perspectiva de una ganadería ligada a la tierra e integrada en un modelo de agricultura sostenible, se ha de pensar en el importante papel que puede jugar en el Modelo Agrario para el Año 2000, propuesto por la Comisión Europea en su reunión del pasado 18 de marzo para reformar de nuevo la PAC, la política estructural y el marco financiero, teniendo muy en cuenta la evaluación que han realizado sobre los resultados obtenidos con la reforma de 1992 y el análisis llevado a cabo sobre las perspectivas a largo plazo que ofrecen los principales mercados agrarios.

Las propuestas aprobadas por la Comisión Europea en la citada reunión pretenden alcanzar los siguientes objetivos:

- Responder a los desafíos que en los próximos años va a representar el aumento del mercado mundial, la ampliación de la UE con los países del Este y las inminentes negociaciones multilaterales en la Organización Mundial del Comercio (OCM).
- Crear un modelo propiamente europeo, diferenciado del americano.
- Garantizar un mejor reparto de los gastos agrícolas sobre la base de la “modulación” ligada a la conservación del medio ambiente y al empleo de mano de obra.
- Reforzar el desarrollo rural y la protección del medio ambiente.
- Instaurar una cierta subsidiariedad o descentralización en los países miembros (haciendo uso de montantes nacionales) con el fin de gestionar mejor los recur-

so, y sobre todo para compensar los nuevos descensos de los precios garantizados que se producirán a partir del año 2000 para los cereales (20%), sector de vacuno de carne (30%), y sector de vacuno de leche (15%).

- Finalmente se persigue desligar cada vez más las ayudas directas de la UE de la producción, con el fin de hacerlas más compatibles con las reglas que imperan en la Organización Mundial del Comercio.

En este contexto, con los objetivos medioambientales y de desarrollo rural que persigue la nueva reforma de la PAC (año 2000) los problemas de excedentes que padece en la actualidad la Unión Europea y la demanda de productos de calidad garantizada que existe en el mercado comunitario, que duda cabe que la ganadería ecológica debe ocupar un lugar de privilegio, ya que por su definición, la ganadería ecológica consiste en desarrollar sistemas sostenibles de producción ganadera que tienen como objetivo fundamental producir para la población alimentos de más alta calidad, obtenidos de animales ligados a la tierra, que hacen un uso racional de los recursos naturales del campo, que incrementan la fertilidad natural del suelo y en cuyo manejo no se emplean ni sustancias químicas de síntesis ni otras que pueden tener efectos tóxicos reales o potenciales para la salud pública, y para conseguirlo es necesario cumplir los siguientes preceptos en el manejo del ganado:

- Conservar el medio y el entorno natural, de tal forma que la carga ganadera de una finca debe adaptarse a la oferta alimenticia de la misma y tiene que evitar cualquier tipo de impacto negativo sobre el medio (contaminación, erosión, etc.).
- Respetar y proteger el bienestar animal, de tal forma que hay que evitarles daños, malos tratos y cualquier tipo de molestias innecesarias, procurando siempre que el animal pueda desarrollar todo su comportamiento innato.
- Finalmente hay que evitar el empleo, tanto en el ganado como en la obtención de su alimento, de todas aquellas sustancias de origen químico (abonos, herbicidas, plaguicidas, antibióticos, sulfamidas, etc.) que puedan poner en riesgo real o potencial la salud del consumidor.

REFERENCIAS

- Agroeuropa. 1998. Informativos agrarios, S.L. nº 551-558.
- Tamames, R. 1996. *La Unión Europea*. Alianza Editorial, S.A. Madrid.
- BOE. 1989. Orden de 4 de octubre de 1989 (BOE nº 239 de 4/10/89) Reglamento de la denominación genérica "Agricultura Ecológica" y su Consejo Regulador.
- BOJA. 1996. Orden de 5 de junio de 1996, (BOJA nº. 71 de 22/06/96). Reglamento sobre producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios y el Comité andaluz de Agricultura Ecológica.
- CEE. 1991. Reglamento Nº 2092/91 del Consejo de 24/06/1991 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios.
- CEE. 1993. Agricultura. *Diario oficial de las comunidades europeas*, **138**, 35-38.
- Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica IFOAM (ed.). 1972. Objetivos de los sistemas de producción ecológicos.

Situación de la ganadería ecológica en Andalucía

I. Caballero Luna, C. Díaz Gaona y C. Mata Moreno.

Seminario Permanente de Ganadería Ecológica. Facultad de Veterinaria. Avda. Medina Azabara, nº 7 y 9. 14005 CÓRDOBA.

ABSTRACT

Organic animal raising has been practised in Andalucía since years ago, but not in a significant level until 1996, when economic helps for this activity appeared (ORDEN de 1 de diciembre de 1995 del BOJA nº. 163 de 21 de diciembre de 1995, REAL DECRETO 51/1995 de 20 de enero del BOE núm. 33 de 8 de febrero de 1995 y REGLAMENTO (CEE) 2078/92 del Consejo, de 30 de junio de 1992 del DOCE Nº L 215/85 de 30 de julio de 1995). Since then, the number of breeders registered at the Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (CAAE), the Oficial Control Organism for organic productions in Andalucía, has had a constant increasing, reaching now about 100 organic breeders, who produce about 1.500 heads of cattle, 7.500 lambs, 1.400 goat kids and 1.700 pigs to be processed as meat and sold by one of the 4 existing corporations.

Andalucía presents very good conditions for Organic Productions indeed, not only because its high number of well preserved natural areas, but for the traditional practice of an extensive way of producing which results in an environmental respect as has showed itself to be a very good instrument for ecosystems conservation, what makes very easy its adaptation to Organic Productions legislation.

RESUMEN

La Ganadería Ecológica en Andalucía se viene desarrollando desde hace años, pero no ha alcanzado niveles significativos hasta 1996, año en el que aparecieron las ayudas a la Agricultura Ecológica (ORDEN de 1 de diciembre de 1995 del BOJA nº. 163 de 21 de diciembre de 1995, REAL DECRETO 51/1995 de 20 de enero del BOE núm. 33 de 8 de febrero de 1995 y REGLAMENTO (CEE) 2078/92 del Consejo, de 30 de junio de 1992 del DOCE Nº L 215/85 de 30 de julio de 1995). Desde entonces ha ido creciendo el número

de ganaderos inscritos en el Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (Organismo de Control de las Producciones Ecológicas en Andalucía) hasta llegar en la actualidad a contar con unos 100 ganaderos que producen al año alrededor de 1.500 terneros, 7.500 corderos, 1.400 chivos y 1.700 cerdos que pueden ser transformados en carne y comercializados a través de 4 industrias.

Andalucía presenta unas magnificas condiciones para el desarrollo de la Ganadería Ecológica no sólo porque posee multitud de espacios naturales bien conservados desde el punto de vista medioambiental sino porque además, en ellos se viene desarrollando desde hace siglos una ganadería extensiva respeta el medio ambiente y que se muestra como un magnífico instrumento para la conservación del ecosistema, con lo que su reconversión hacia Ganadería Ecológica no resulta complicada.

INTRODUCCIÓN

La Ganadería Ecológica andaluza se distribuye en la actualidad por zonas de sierra, tomando especial relevancia Sierra Morena donde se encuentra más del 80% del territorio dedicado a esta producción. En estas zonas nos encontramos, en general, suelos de poca profundidad y escasa materia orgánica propensos a la erosión que es necesario cuidar. El principal medio de vida de la zona es la empresa agraria predominando la ganadería sobre la agricultura, que se basa en explotaciones extensivas o semiextensivas de vacuno, ovino, porcino y caprino principalmente, y que aprovechan dehesas de bosque mediterráneo en los que predomina la encina. Estas empresas agrarias se manejan de forma tradicional aprovechando los recursos de forma racional siendo esto decisivo para el mantenimiento de la biodiversidad de este medio, eso sí, a costa de renunciar a las altas producciones. Este handicap económico puede convertirse en una ventaja con la aparición de las Producciones Ecológicas que han convertido a estas zonas en las principales candidatas para abordar la reconversión desde los sistemas convencionales a los ecológicos.

El organismo que se encarga de controlar y promocionar las Producciones Ecológicas en la Comunidad Autónoma Andaluza es el Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (CAAE). Este organismo se encuentra asesorado en materia de Ganadería, por el Seminario Permanente de Ganadería Ecológica, que se encuentra dentro del Departamento de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de Córdoba. Fue creado en 1992 y desde entonces ha ido trabajando en labores de estudios técnicos sobre las posibilidades de implantación de los sistemas ganaderos ecológicos en Andalucía. En 1996 se firmó un Convenio de Colaboración entre la Facultad de Veterinaria de Córdoba y el Comité Andaluz de Agricultura Ecológica. Desde ese momento, trabajan juntos en la promoción y organización del sector, así como en la elaboración del diseño del sistema de control que mejor se adapte a los sistemas de producción que se desarrollan en las zonas ganaderas extensivas de Andalucía para que éstos puedan ser capaces de abordar la reconversión hacia la producción ecológica con suficientes garantías.

A la promoción realizada por el Comité Andaluz de Agricultura Ecológica y por el Seminario Permanente de Agricultura Ecológica, hay que sumar la atención que le están prestando las autoridades políticas, que se ve reflejada en los Boletines Oficiales Autonómicos, Nacionales y Comunitarios, que marcan las nuevas directrices que viene siguiendo la Unión Europea desde 1992 en Política Agraria y Medioambiental.

Un hecho importante para el despegue de las producciones ecológicas en nuestra comunidad fue la publicación de la ORDEN de 1 de diciembre de 1995 en el BOJA núm. 163 de 21 de diciembre de 1995, que establece un régimen de ayudas a medidas horizontales para fomentar métodos de producción agraria compatibles con las exigencias de la

protección y la conservación del espacio natural. Estas ayudas van destinadas a Fomento de la agricultura extensiva, Fomento a la formación agroambiental, Conservación de las razas autóctonas en peligro de extinción y Fomento de la Agricultura Ecológica. Dentro de esta última se incluyen las ayudas a pastos y dehesas que sirven para el fomento de la Ganadería Ecológica.

La promoción realizada y la publicación de las ayudas han servido para que el número de hectáreas inscritas pasara de 568 en 1995 a 6.725 en 1996. Desde entonces, esta cifra no ha dejado de crecer, alcanzando en la actualidad a 11.223 hectáreas inscritas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tras la acumulación de peticiones de inscripción que se recibieron en el CAAE durante 1996, aparece una etapa de menor crecimiento del sector pero en la que se observa mayor solidez en las estructuras que van apareciendo. En esta comunicación trataremos esta etapa que comienza en diciembre de 1996 y finaliza en junio de 1998 con la Presentación Oficial de la Carne Ecológica celebrada en el Palacio de la Merced (Diputación de Córdoba) ante autoridades, productores e industriales del sector, asociaciones de consumidores y medios de comunicación.

Hemos trabajado con datos de 1996 y 1998 de los archivos del Comité Andaluz de Agricultura Ecológica. Los datos se recogen en la primera visita que recibe el ganadero tras solicitar su inscripción. En esta visita de inscripción se realiza una caracterización completa de la explotación y los datos recogidos se incorporan a la base de datos. Esta información se actualiza una vez al año cuando se realiza la visita de renovación.

RESULTADOS

Tras realizar el tratamiento oportuno de los datos obtenidos se observa lo siguiente:

- Que en 1996 se encontraban inscritas 6.725,23 ha de pastos, 77 explotaciones ganaderas y un matadero, y en 1998 hay 11.223,58 ha de pastos, 97 explotaciones ganaderas, 2 mataderos, una sala de despiece y una industria de piensos. Hasta la fecha se han inscrito 154 ganaderos de los cuales, 57 se han visto incapaces de superar la reconversión y por tanto han tomado la decisión de darse voluntariamente de baja en los registros del CAAE. La siguiente Tabla recoge el número de hectáreas inscritas en 1996 y 1998 en las distintas provincias andaluzas, señalando el tanto por ciento del terreno inscrito total que hay en cada una de las provincias.

Provincia	Año 1996		Año 1998	
	Nº ha inscritas	% ha	Nº ha inscritas	% ha
Almería	64,88	1,0%	0,00	0,0%
Córdoba	4.134,95	61,5%	5.086,31	45,3%
Granada	568,22	8,4%	1.201,12	10,7%
Huelva	801,93	11,9%	1.342,52	12,0%
Jaén	326,20	4,9%	326,20	2,9%
Málaga	0,00	0,0%	391,54	3,5%
Sevilla	829,05	12,3%	2.875,87	25,6%
Totales	6.725,23	100,0%	11.223,56	100,0%

- Que los ganaderos registrados se distribuyen por provincias de la siguiente manera:

Provincia	Año 1996		Año 1998	
	Nº Titulares%	Ganaderos	Nº Titulares%	Ganaderos
Almería	2	2,6%	0	0,0%
Córdoba	48	62,3%	45	46,4%
Granada	5	6,5%	15	15,5%
Huelva	12	15,6%	13	13,4%
Jaén	2	2,6%	2	2,1%
Málaga	0	0,0%	5	5,2%
Sevilla	8	10,4%	17	17,5%
Totales	77	100,0%	97	100,0%

- Que el número de Unidades de Ganado Mayor (UGM) registrado en 1996 era de 3.018,5 y en la actualidad es de 3317,5. A continuación se detalla, en UGM, la distribución por provincias de los animales registrados en ambos años:

Provincia	Año 1996		Año 1998	
	UGM	% UGM	UGM	% UGM
Almería	30,00	1,0%	0,00	0,0%
Córdoba	2.263,60	75,0%	2.118,30	63,9%
Granada	276,00	9,1%	159,70	4,8%
Huelva	155,70	5,2%	251,50	7,6%
Jaén	30,00	1,0%	38,00	1,1%
Málaga	0,00	0,0%	142,00	4,3%
Sevilla	263,20	8,7%	608,00	18,3%
Totales	3.018,50	100,0%	3.317,50	100,0%

- Que el ganado registrado se distribuye, por especies, de la siguiente manera:

Número de hembras reproductoras

Provincia	Bovino		Ovino		Porcino		Caprino	
	1996	1998	1996	1998	1996	1998	1996	1998
Almería	0	0	70	0	0	0	110	0
Córdoba	936	830	7.675	5.867	113	109	70	1.642
Granada	36	40	1.300	605	0	0	140	70
Huelva	108	103	24	405	75	58	112	373
Jaén	30	38	0	0	0	0	0	0
Málaga	0	15	0	765	0	0	0	0
Sevilla	211	503	298	453	0	10	15	160
TOTAL	1.321	1.529	9.367	8.140	188	177	447	2.245

DISCUSIÓN

Tras estudiar los resultados podemos decir:

- Que en general el aumento registrado en el número de ganaderos, hectáreas y animales ha sido constante.
- Que el incremento que se observa en el ganado es de un 9,9%, mientras que el del número de ganaderos es del 26% y del número de hectáreas es del 66,9%.
- Que el número medio de hectáreas inscritas por titular se ha incrementado desde 87,34 ha/titular a 115,71 ha/titular. Siendo la distribución por provincias de este parámetro la siguiente:

Provincia	Nº medio de ha/titular (96)	Nº medio de ha/titular (98)
Almería	32,44	0,00
Córdoba	86,14	113,03
Granada	113,64	80,07
Huelva	66,83	103,27
Jaén	163,10	163,10
Málaga	0,00	78,31
Sevilla	103,63	169,17
Media	87,34	115,71

- Que el número de UGM medio por titular ha disminuido de 39,20 UGM/titular a 34,20 UGM/titular. Este parámetro se distribuye por provincias del siguiente modo:

Provincia	Nº UGM/titular (96)	Nº UGM/titular (98)
Almería	15,00	0,00
Córdoba	47,16	47,07
Granada	55,20	10,65
Huelva	12,98	19,35
Jaén	15,00	19,00
Málaga	0,00	28,40
Sevilla	32,90	35,76
Media	39,20	34,20

- Que la carga ganadera media anual ha disminuido de 0,45 UGM/ha a 0,30 UGM/ha. La distribución por provincias es la siguiente:

Provincia	Nº de UGM/ha (96)	Nº de UGM/ha (98)
Almería	0,46	0,00
Córdoba	0,55	0,42
Granada	0,49	0,13
Huelva	0,19	0,19
Jaén	0,09	0,12
Málaga	0,00	0,36
Sevilla	0,32	0,21
Media	0,45	0,30

CONCLUSIONES

Podemos concluir diciendo que:

- El crecimiento del sector desde 1996 ha sido constante y se ha producido de forma ordenada, lo que ha facilitado su control.
- El control ejercido por el CAAE sobre los inscritos ha hecho que ese crecimiento no sea mayor ya que:
- El 37% de los ganaderos inscritos se han visto en la necesidad de presentar su baja voluntaria al no encontrarse en unas condiciones que permitieran afrontar la reconversión con éxito.
- Gracias a los Cursos realizados por el CAAE, entrevistas concertadas con ganaderos, documentación divulgativa y la propia experiencia de los ganaderos compartida verbalmente entre ellos han llevado a éstos a adquirir un mayor conocimiento de las dificultades que pueden aparecer para resolver los problemas que van apareciendo día a día en las explotaciones ganaderas ecológicas.
- La fuerte limitación que el reglamento impone a la utilización de recursos disponibles para resolver los problemas que van surgiendo hace que los ganaderos prefieran poner los medios necesarios para disminuir la presencia de esos problemas en

sus explotaciones. Teniendo en cuenta que cuanto más se fuerzan las producciones, mayores son las dificultades que aparecen, los ganaderos han ido tomando la decisión de extensificar de tal forma que la carga ganadera media anual ha disminuido de 0,45 UGM/ha a 0,30 UGM/ha.

- En la actualidad, la evolución experimentada por el sector va siendo más favorable ya que hay que destacar la inscripción de una industria de piensos, dos mataderos y una sala de despiece que contribuye a cerrar el ciclo productivo.

REFERENCIAS

- CEE. 1991. Reglamento N° 2092/91 del Consejo de 24/06/1991 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios.
- Comité Andaluz de Agricultura Ecológica. 1998. Base de datos del CAAE.(Documento no publicado). Cortijo del Cuarto, s.n. 41041 Sevilla.
- Instituto Nacional de Denominaciones de Origen INDO. 1990. Normas técnicas del Consejo Regulador de Agricultura Ecológica.
- BOE. 1989. Orden de 4 de octubre de 1989 (BOE n° 239 de 4/10/89) Reglamento de la denominación genérica "Agricultura Ecológica" y su Consejo Regulador.
- BOJA. 1995. Orden de 1 de diciembre de 1995 (BOJA n°. 163 de 21/12/1995) Régimen de ayudas a medidas horizontales para fomentar métodos de producción agraria compatibles con la protección y la conservación del espacio natural.
- BOJA. 1996. Orden de 5 de junio de 1996 (BOJA n°. 71 de 22/06/96). Reglamento sobre producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios y el Comité andaluz de Agricultura Ecológica.

Reconversión en ganadería ecológica. Estudio de explotaciones. Resultados preliminares

J. M. Ametztoy Juste

ITG Ganadero S.A. Crta. El Sadar, s/n. Edificio El Sario. 31006 Pamplona

ABSTRACT

We collected a detailed information of 8 cattle and sheep farms from Navarra, this farms are registered in de ecological agricultural council of Navarra (CPAEN). We wrote a file with the farm characteristics. We argue that a low charge is not enough to assure the farm selfsupplied. In the cattle an sheep farms the concentrate energy represents the 30% of the total animal feed.

RESUMEN

Hemos recogido información pomenorizada de 8 explotaciones de vacuno y ovino de Navarra, que se encuentran inscritas en el Consejo de la Producción Agraria Ecológica de Navarra (CPAEN), utilizando una ficha tipo donde se recogen las características de cada explotación. Podemos decir que el mantenimiento de una baja carga ganadera no garantiza el autoabastecimiento de las explotaciones. En las ganaderías orientadas a la producción de carne, la energía en forma de grano representa alrededor del 30% de la ración total.

INTRODUCCIÓN

El escaso desarrollo de la ganadería ecológica en el estado español hace que no existan estudios que traten del proceso de reconversión de las explotaciones ganaderas. Esto lleva a que en muchas ocasiones se tenga una idea equivocada sobre las posibilidades reales de producir de forma ecológica de nuestra ganadería. Si bien es verdad que los sistemas extensivos y tradicionales son los que en principio necesitan dar menos pasos para poder producir de forma ecológica, existen unos factores claves (que muchas veces no se tienen en cuenta suficientemente) como son: el grado de mentalización del ganadero sobre el sistema agroecológico, el grado de autoabastecimiento de la explotación, la diversificación de la producción, necesidades de compras externas, y estructura de la explotación, que hacen que sean otro tipo de explotaciones las que inicien el proceso en primer lugar.

Varios autores sugieren que el estudio de casos (case studies), es una herramienta útil en la descripción y desarrollo de la agricultura ecológica (Lampkin, 1986, Kaffka *et al*, 1988, Loes, 1997), ya que dan un enfoque global al proceso productivo, e incluyen aquellos factores, que muchas veces no se contemplan por la dificultad en su cuantificación.

El estudio de casos se fundamenta en el hecho de que cada caso, o explotación ganadera, se comporta como una unidad independiente, con peculiaridades propias que la diferencian del resto y que por tanto, merece una atención individualizada.

Lampkin (1986) argumenta que el objetivo del estudio de casos no es la producción de gran cantidad de datos para su posterior análisis estadístico, sino el contribuir a aumentar el conocimiento que tenemos sobre los sistemas de explotación.

Con estas premisas se ha recogido información de varias explotaciones con el objetivo final de identificar los criterios técnicos y de producción para la reconversión de las explotaciones, así como el establecimiento de una base de conocimiento sobre las producciones ecológicas en las diferentes especies ganaderas y zonas de Navarra.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los resultados presentados se basan en datos recogidos durante los años 1997 y 1998 en 8 explotaciones inscritas en el Consejo de la Producción Agraria Ecológica de Navarra (CPAEN). Las explotaciones se localizan en distintas zonas de Navarra con diferencias geográficas y climáticas. Las orientaciones productivas son: 2 explotaciones de ovino de carne con raza Navarra, 2 de ovino de leche con raza Latxa, 4 con vacuno de carne raza Pirenaica y mixtas.

Las denominaremos OVC1, OVC2, OVL1, OVL2, VC1, VC2, VC3, VC4

Hemos realizado varias visitas en diferentes épocas del año para la confección de una ficha tipo dónde se reflejan las características productivas y de manejo esenciales en cada sistema productivo:

- Punto de partida de la explotación; motivación y estructura.
- Producción forrajera; rotaciones y alternativas de cultivo.
- Gestión de la materia orgánica.
- Producción animal; manejo del rebaño, pastoreo, alimentación.

- Compras y suministros.
- Productos obtenidos y forma de venderlos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se describen las características más relevantes de las explotaciones analizadas.

	OC1	OC2	OVL1	OVL2	VC1	VC2	VC3	VC4
SAU (ha)	40	19,5	7	10	4	26	10	30
Carga SAU + pasto	1,8	1,4	<1	<1	<1	<1	<1	1.5
Año inscripción CPAEN	desde creación	desde creación	1998	1998	desde creación	1997	desde creación	1998
UGM **	110	28,5	21,5	28,5	30	25	30	40
En recuperación			+	+		+		+
Producción de grano heno ensilado	+	+	+		+	+	+	+
Utilización de praderas pastos monte	+	+	+	+	+	+	+	+
Otros animales	gallinas				gallinas yeguas burros	gallinas pollos	caballos monta	cerdas
Productos que Vende	cordero ternasco y lechal	cordero ternasco	queso cordero lechal	queso cordero lechal	ternero añojo	ternero añojo pollos	ternero añojo	ternero añojo
Tipo de venta directa carnicerías distribuidores	+	+	+	+	+	+	+	+
Edad del titular	<40	<40	<45	<45	<40	<55	<45	<50
Asociacionismo*	ab	a	a	a	ac	ac	ac	ac
Gestión de la Materia orgánica	compost	compost	estiercol y abono orgánico	estiercol y abono orgánico	estiercol	purin estiercol	compost	compost purin

** 1 UGM = 1 vaca = 7 ovejas

* a = Biolur (asociación de agricultores), b = Landare (asociación de consumidores)

c = Trigo Limpio (cooperativa de comercialización).

Tabla 1. Características de las explotaciones ganaderas analizadas.

A la hora de analizar los resultados vamos a agrupar las explotaciones por su orientación productiva. Destacaremos los hechos más importantes de cada una de ellas, si bien este tipo de estudios se deben exponer a su discusión en pequeños grupos de ganaderos y técnicos.

Ovino de carne (OVC1 y OVC2)

Son explotaciones ubicadas en ambientes muy diferentes y de tamaño dispar, tienen en común un alto grado de autoabastecimiento debido a su orientación agroganadera, con producción de forraje y grano propias (figura 1). Son explotaciones con un considerable grado de mecanización. El cebo de corderos se realiza hasta los 24 kg de peso vivo, esto hace que las necesidades de grano en la explotación se sitúen en el 25%. Cuando una parte de la producción de corderos se vende como lechal, esta proporción disminuye considerablemente (tabla 2).

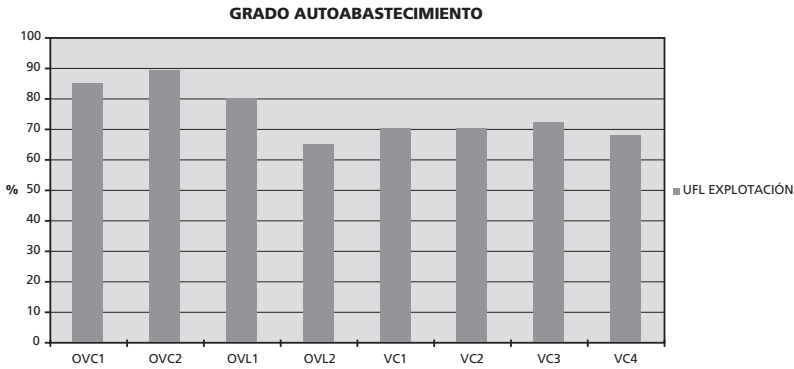


Figura 1. Grado de autoabastecimiento.

Ovino de leche (OVL1 y OVL2)

Son explotaciones situadas en zona de montaña, basan su sistema en el pastoreo de los puertos y pastos comunales. Las explotaciones se orientan a la producción de leche y su posterior transformación en queso tipo Idiazabal. Las ovejas se mantienen 4-5 meses en ordeño. Por su situación geográfica, el periodo de invernada es largo, por lo que necesitan aprovisionarse de forraje y grano (figura 1). Si bien son las explotaciones que menor porcentaje de grano necesitan para cubrir las necesidades totales del rebaño (tabla 2).

Energía Consumida %	GRANO	HENO	ENSILADO	PRADOS	PASTOS Y MONTE	TOTAL PESEBRE	TOTAL PASTOREO
OVC 1	20	25		40	15	45	55
OVC2	27	32		41		59	41
OVL1	15	15			70	30	70
OVL2	20	15			65	35	65
VC1	30	15			55	45	55
VC2	30	35			35	65	35
VC3	32	18			50	50	50
VC4	35	10	22	32		68	32

Tabla 2. Distribución de la energía total consumida en la explotación según el tipo de alimento o aprovechamiento.

Vacuno de carne (VC1 VC2 VC3 VC4)

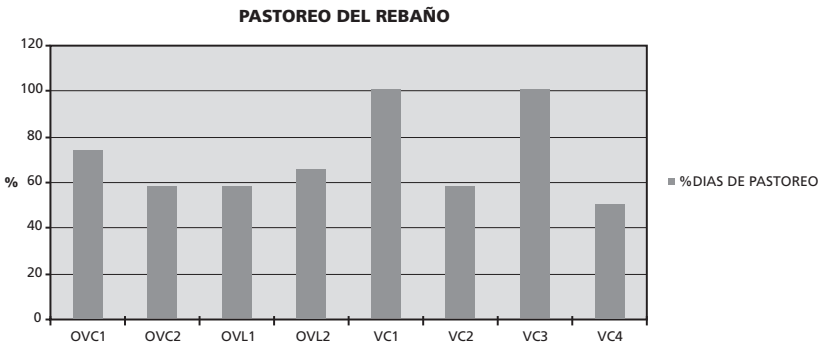


Figura 2. Pastoreo del rebaño.

Son explotaciones muy diversas, algunas de ellas con un régimen de pastoreo continuado del rebaño (figura 2), tienen en común una gran dependencia en el aprovisionamiento de grano del exterior debido al cebo de terneros (tabla 2), práctica habitual de los ganaderos de vacuno de Navarra, los animales se destetan a los 5-6 meses y se ceban hasta el año de edad aproximadamente.

CONCLUSIONES

- Son explotaciones en la mayoría de los casos en proceso de modernización, con ganaderos cualificados y espíritu asociativo.
- Tienen dependencia de compras del exterior con las dificultades que ello conlleva por la falta de suministros ecológicos en el mercado
- Aún siendo explotaciones que mantienen una carga ganadera baja y que en general aprovechan los recursos pascícolas disponibles, en el caso de las explotaciones de ovino de carne y vacuno, debido al necesario periodo de cebo de corderos y terneros, la importancia del grano en el consumo energético de la explotación es importante.
- La comercialización de los productos se dirige a la venta directa, sobre todo en lo que respecta al vacuno de carne y ovino de leche.

REFERENCIAS

- Kaffka, S., Koepf, H. H. y Sattler, F. 1988. Nährstoffbilanz und energiebedarf im landwirtschaftlichen Betriebsorganismus. Eine fallstudie. Lebendige Erde, helf 1-5 1988. Darmstadt, W. Germany.
- Lampkin, N. 1986. A research concept for investigating organic farming systems: Case studies. In: *Global perspectives on agroecology and sustainable agrycultural systems, Proceeding of the 6th international scientific conference of IFOAM*; Santa Cruz, California, USA. (pp. 121-134).
- Loes, A. K. 1990. Case Studies as a reserch method in ecological agriculture. *Proceedings of the ecological agriculture nº5*,. SLU, Uppsala. (pp. 90-98).

Avances de la Investigación de Morera (*Morus sp*) para la Alimentación de Rumiantes. Experiencias en CATIE

C. J. Viera, M. A Ibrahim y O. L Flores.

Agroforestería CATIE. 7170 Turrialba, Costa Rica.

ABSTRACT

Livestock production is an important land use activity in Central America. However, cattle production is generally carried out on a very extensive way without use of inputs especially on poor soils and hillsides. Because of this Cattle production is often seen as a destabilizing factor for management of natural resources.

Since 1975, CATIE has been investigating fodder trees and shrubs to determine their potential for feeding cattle and to reduce environmental degradation. Among the species evaluated is *Morus alba* (morera) which has shown a great potential for increasing cattle productivity. Morera has digestibility of more than 75% and crude protein concentration of 14 to 17%. Under tropical humid and sub-humid conditions this species can produce 10 to 14 tons edible DM/ha/yr.

Feeding cattle and goats with morera resulted in significant improvements (>30%) in milk production. Milk yields of dairy cattle fed morera were comparable to values obtained with concentrates. It is concluded that morera has a great potential for substituting concentrates while providing economic and ecological benefits.

RESUMEN

La ganadería es un rubro importante en la economía de los países centroamericanos; sin embargo, generalmente se desarrolla en forma extensiva sobre terrenos pobres y de ladera. Bajo este esquema de explotación los parámetros productivos y económicos son bajos en la mayoría de los casos y los efectos detrimentales sobre los recursos naturales son considerables.

La búsqueda de opciones que permitan incrementar la producción y los beneficios económicos de la ganadería con una menor dependencia de insumos externos, ha sido uno de los objetivos de la investigación con árboles forrajeros en el CATIE durante la última década. Una de las especies que ha mostrado mayor atributo ha sido la Morera, que han sido evaluados satisfactoriamente para producción de leche y carne en rumiantes, como suplemento exclusivo o combinado con diversas fuentes de energía, tanto en animales en pastoreo como en confinamiento. Este trabajo presenta datos agronómicos, nutricionales y de repuesta productiva y económica de la utilización de Morera.

Su versatilidad agronómica permite integrarla a sistemas agroforestales y de esta forma contribuir al mejoramiento de la producción y manejo de los recursos naturales. Nutricionalmente es una especie con contenidos de proteína cruda superiores al 20%; una digestibilidad *in vitro* de la materia seca que varía entre el 75 y 90% y buena palatabilidad. Dependiendo de la densidad de siembra, puede producir entre 5 y 14 t de materia seca comestible por ha/año.

INTRODUCCION

La ganadería es un sector importante en la economía de los países centroamericanos; sin embargo, generalmente se desarrolla en forma extensiva sobre terrenos pobres y de ladera. De esta forma la ganadería tradicional contribuye a acelerar los problemas ecológicos. Además, por su carácter extractivo, no permite niveles de producción y productividad sostenidos y adecuados. En sistemas ganaderos más intensivos el uso de insumos externos a la finca, generalmente importados de países desarrollados, aumenta los costos de producción y el gasto de divisas.

En la última década el CATIE ha intensificado la investigando en árboles forrajes, utilizado como suplemento exclusivo o combinado con diversas fuentes de energía en dietas para rumiantes en pastoreo y/o en confinamiento.

Una de las especies investigada es la morera (*Morus sp*) especie que ha demostrado un elevado potencial debido principalmente a su fácil prendimiento, tolerancia a poda, elevado valor nutricional y repuesta a la fertilización nitrogenada (Benavides, 1997).

Este trabajo presenta datos agronómicos, nutricionales de repuesta productiva y económica de la utilización de Morera. Su versatilidad agronómica permite integrarla a sistemas agroforestales y de esta forma contribuir al mejoramiento de la producción y manejo de los recursos naturales. Nutricionalmente es una especie con contenidos de proteína cruda superiores al 14%; una digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) que varía entre el 75 y 85% y buena palatabilidad. Dependiendo de la densidad de siembra, puede producir entre 5 y 14 t/ ha/año de materia seca comestible.

CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

La Morera (*Morus sp*) pertenece:

Al orden	<i>Urticales</i>
A la familia	<i>Moraceae</i>
subfamilia	<i>Moroide</i>
grupo	<i>Morae</i>
Género	<i>Morus</i>

La familia *Moraceae* posee cuatro subfamilias que corresponden a 55 géneros y un

total de 950 especies. De estas, 35 pertenecen al género *Morus*, clasificadas por el tamaño del estilo, y la amplia distribución geográfica. Como lugar de origen se reporta al sudeste del continente asiático y Japón; las Islas de Jaba y Sumatra; Omán y el sudeste de Arabia; el Cáucaso, Persia y Asia Oriental; Africa Oriental y América (Fonseca y Vencovsky, 1981).

La morera es un árbol que tradicionalmente se utiliza para la alimentación del gusano de seda. Las especies más conocidas, *Morus alba L.* y *Morus nigra L.*, parecen tener su origen al pié del Himalaya (Soo-Ho *et al.*, 1988). Se reporta buenos crecimientos en los siguientes rangos climáticos: temperatura de 18 a 38°C; precipitación de 600 a 2500 mm; fotoperiodo de 9 a 13 horas días-1; humedad relativa de 65 a 80% (Thing-Zing *et al.*, 1988); altitud desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm (Soo-Ho *et al.*, 1990), extendiéndose desde zonas tropicales a templadas (Coto, 1996) por consiguiente es considerada una especie cosmopolita dada su capacidad de adaptación a diferentes climas y altitudes (Benavides, 1995).

RESPUESTA AGRONOMICA

Se han desarrollado diversos trabajos para determinar los requerimientos nutricionales de las especies no leguminosas. Los resultados agronómicos han demostrado que especie como morera presentan buena respuesta productiva a la aplicación de fertilizante nitrogenado. Espinosa (1996) realizo su estudio en tres localidades de Costa Rica: Paquera, Puriscal y Coronado con características edáficas, climáticas y altitudinales diferentes. Las características agroclimáticas y la localización geográfica se consignan en el Tabla 1.

Características	Paquera	Puriscal	Coronado
Localización	9°49' de latitud norte y 87°57' de longitud oeste en la Península de Nicoya en la Provincia de Puntarenas	9°51' de latitud norte y 84°19' de longitud oeste en la Provincia de San José	9°58' de latitud norte y 83°57' de longitud oeste
Altitud	10 msnm	1102 msnm	1480 msnm
Topografía	Plana y Ondulada	Ondulada	Ondulada
Temperatura media	27,3 °C	20,3 °C	16,7 °C
Precipitación	1941 mm	2541 mm	2440 mm
Humedad Relativa	75%	82%	85%
Clima	AW tropical lluvioso con estación seca	AW tropical lluvioso con estación seca	Cfa, templado húmedo
Suelos	Aluviales (Fluventic-Haplustol), profundos, poco desarrollados y secos por más de 90 días al año	Latosoles y Litosoles (Lithic Dystropept), profundos, bajos en base, asociados con suelos delgados	Andosoles (Typic-Dystrandept), oscuros y profundos, con buen contenido de MO, derivado de cenizas volcánicas

Adoptado de Espinosa 1996

Tabla 1. Localización y características agroclimáticas del área de estudio.

Los porcentajes promedio de materia seca total de Morera mostraron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) entre variedades y sitios, la mayor producción observada en Paquera (31,2a t/ha/año) puede estar relacionada con las mayores temperaturas y luminosidad. Por otra parte los suelos arcillosos, el menor pH y los bajos contenido de potasio pueden explicar los bajos rendimientos de Puriscal (15,2b t/ha/año). En Coronado, a pesar de contar con los mejores suelos y con una precipitación que casi duplico a Paquera, la producción (15,5b t/ha/año) pudo verse afectada por las bajas temperaturas y la menor luminosidad prevaeciente (Espinosa, 1996)

Espinosa (1996) observó un incremento de 3,3 ton de MS comestible ha⁻¹ año⁻¹ (45,2%), como respuesta al aumento del nitrógeno aplicado de 180 a 540 kg ha⁻¹ año⁻¹ (Tabla 2). Para la misma especie, Jiménez (1997) y Benavides (1994) han reportado producciones de 12,8 y 11,9 ton de MS comestible ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente, con la aplicación de 300 kg de N ha⁻¹ año⁻¹.

N, kg/ha y año	180	360	540
Producción MS t/ha y año			
Total	16,1b	21,6a	24,2 ^a
comestible	7,3c	9,3b	10,6 ^a
hojas	6,7c	8,5b	9,7 ^a
tallo tierno	0,6b	0,7b	1,0a
tallo leñoso	8,8b	12,3a	13,5 ^a

Letras diferentes en la fila denotan diferencia significativa ($p < 0,05$) Adaptado de Espinosa (1996).

Tabla 2. Producción de materia seca total y comestible de morera (*Morus sp*) Manejada con tres niveles de fertilización nitrogenada.

La morera es una planta exigente y altamente extractora de nutrientes del suelo (Benavides *et al.*, 1993). Sin embargo, tiene gran capacidad de transferir los nutrientes del suelo al follaje y muestra altos porcentaje de recuperación del nitrógeno aplicada, superiores al 45% en el segundo año de cultivo. Esta particularidad de la morera motiva a investigar sistemas más sostenibles y depender menos de los fertilizantes químicos.

La respuesta de morera en asocio con poró (500 árboles ha⁻¹) fue evaluada por Oviedo (1995) para determinar el aporte de nutrientes a partir del follaje de poró que pudiera sostener la producción de morera en asocio. Los resultados de este trabajo demostraron que él asocio no tuvo efecto detrimental sobre la producción de biomasa y proteína de morera (Tabla 3). Sin embargo, puede observarse que el efecto de la aplicación del mulch de poró, en los niveles evaluados, no serían suficientes para satisfacer la demanda de nitrógeno de esta especie en sistemas intensivos de producción.

Cortes/año	Testigo	Nivel de follaje en el suelo (%)			Promedio
Variable	(sin árboles)	0	50	100	
t MS/ha y corte					
1	2,68	3,40	3,56	3,71	3,34
2	2,66	3,00	3,01	3,20	2,97
3	1,83	1,66	1,73	1,92	1,78
Total	7,17	8,06	8,30	8,83	8,09
Kg PC/ha y corte					
1	0,48	0,80	0,81	0,84	0,73
2	0,49	0,64	0,45	0,65	0,61
3	0,31	0,29	0,30	0,33	0,31
Total	1,28	1,73	1,56	1,82	1,65

Adoptado de Oviedo 1995.

Tabla 3. Producción de MS comestible y PC de la asociación morera- poró por efecto del corte y nivel de follaje de poró aplicado al suelo.

El método más común de propagación es por medio de estacas en forma direc-

ta. La longitud de las mismas no debe pasar de 25 a 40 cm de largo y con no menos de tres yemas tomada de yemas lignificadas. Debe enterrarse a 3 o 4 cm de profundidad y, si el suelo no es muy compacto, no es preciso preparar el terreno antes de la siembra, siendo sólo necesario eliminar la vegetación. Las estacas no rebrotan al mismo tiempo, variando entre 4 y 35 días la aparición de las primeras hojas. En buenas condiciones de manejo las estacas pueden alcanzar más del 90% de rebrote. En un trabajo realizado en Turrialba, no se encontraron diferencias cuando se cortó la Morera a 0,5 y 1,0 m sobre el nivel del suelo, pero si diferencias en cuanto a fecha de poda siendo a 120 días la de mayor producción y con 80 kg de N/ha (Benavides *et al.*, 1986)

CALIDAD NUTRICIONAL DE MORERA

A partir de los 90's el CATIE intensifica la investigación, en especie no leguminosas como morera (*Morus sp.*), Amapola (*Malvaviscus arboreus*), clavelón (*Hibiscus rosasinensis*) y nacedero (*Trichantera gigantea*), y otras leguminosas no tradicionales como *Cratylia argentea*. La calidad nutricional de diferentes partes de morera evaluados en CATIE en los últimos 7 años se presenta en el Tabla 4.

Especie	Fracción	PC %	DIVMS %	FDN	FDA	Fuente
Morus sp. (morera)	Comestible*	15,8	63,9	50,0	28,5	Estrada, 1997
	Comestible	24,3	74,5	29,8	18,8	Flores et al., 1997
	Comestible	23,0	80,0			Benavides, 1997
	Comestible	14,5	60,8			Jiménez, 1997
	Hoja	20,3	74,4			Espinosa, 1996
	Tallo tierno	11,8	67,0			
	Comestible	19,6	73,8			
	Hoja	19,1	81,1			Oviedo, 1995
	Tallo tierno	-	60,6			
	Comestible	18,6	81,0			
	Hoja	20,0	77,0			Benavides, 1994
	Tallo tierno	8,3	56,6			
	Comestible	19,5	77,1			

*Hoja + tallo tierno; FDN: fibra en detergente neutro; FDA: fibra en detergente ácido. PC: Proteína cruda; DIVMS: Digestibilidad *In Vitro* de Materia Seca.

Tabla 4. Composición bromatológica de Morera.

Estudios realizados con morera, han demostrado tener una respuesta comparativa al uso de concentrados proteicos tradicionales. Estrada (1997) evaluando el efecto de la sustitución de king grass por morera en niveles de 0, 33, 67 y 100%, no encontró diferencias para los parámetros de tasa de pasaje y pH a nivel ruminal (Tabla 5). Sin embargo, altos niveles de morera en la dieta resultaron en un incremento en la concentración de amonio y la proporción de ácido propiónico a nivel ruminal (la relación acético/propiónico disminuyó a medida que se incrementó el nivel de morera en la dieta). El incremento en la concentración de amonio en el licor ruminal surge como respuesta a la rápida tasa de degradación ruminal de la PC observada en el presente trabajo (75% a las ocho horas). Estos resultados pueden contribuir a explicar la elevada respuesta productiva observada en rumiantes suplementados con follaje de morera.

	Niveles de morera (%)				
	0	33	67	100	promedio
Concentración de amonio					
(mg N-NH₃/L licor ruminal)					
Tiempo 0 h	37,7	48,8	62,3	93,3	60,3b
3 h	44,8	101,3	110,5	145,0	100,4a
8 h	61,4	67,4	77,2	109,8	79b
promedio	48c	72,5bc	83,4b	115,7a	79,9
AGV*					
Total (mmol/L)	81a	81a	85 ^a	89a	84
A. acético (molar %)	68,41a	67,56ab	65,56 bc	64,1 d	66,42
A. propiónico	17,85c	19bc	21,38ab	23,36a	20,75
A. butírico	13,75a	13,44a	13,07a	12,48a	13,18
Relación acético/propiónico	3,83a	3,55ab	3,07bc	2,74c	3,3

Adaptado de Estrada (1997)

* Promedio de mediciones a 3 y 8 h.

** Medias con la misma letra no denotan diferencia significativa

AGV: Acido Grasos Volátiles

Tabla 5. Efecto de la sustitución de king grass por morera sobre la concentración de amonio y la producción de AGV en el rumen de novillos.

CONSUMO Y PRODUCCIÓN; RESPUESTA ANIMAL Y BENEFICIO ECONÓMICO

La prueba de consumo es una de los factores determinantes para el uso de forraje debido que existen muchas especies forrajeras que producen altas cantidades de forraje pero tienen bajo consumo debido a la presencia de compuestos secundarios. Estudios nutricionales en el trópico húmedo realizados por González (1996) mostraron una tendencia creciente en el consumo y ganancia de peso de novillos romosinuano como respuesta al incremento en la oferta de morera, fresca y ensilada, en dietas básicas de pasto king grass (*Pennisetum purpureum* * *P. typhoides*). Los resultados muestran que la ganancia de peso fue duplicada (de 0,39 a 0,95 kg animal⁻¹día⁻¹) cuando se incrementó la oferta de morera fresca de 0 a 2,8 kg MS/100 kg de PV (Tabla 6).

Variable	Tratamiento			
	Kg MS/100 kg PV de morera fresca ofrecida			
	0	1	1,9	2,8
Consumo de MS				
(kg/100 kg de PV)				
Morera	0,00	0,90	1,71	2,11
pasto (king grass)	2,04	1,79	1,29	0,95
Total	2,04c	2,69b	3,00a	3,06a
Ganancia de peso				
(kg/an/día)				
	0,39c	0,69b	0,94a	0,95a
Kg MS/100 kg PV de morera ensilada ofrecida				
	0	0,8	1,7	2,5
Consumo de MS				
(kg/100 kg de PV)				
Morera	0,00	0,66	1,05	1,11
pasto (king grass)	2,16	1,76	1,56	1,53
Total	2,16b	2,42a	2,61a	2,64a
Ganancia de peso				
(kg/an/día)				
	0,12b	0,40a	0,49a	0,60a

Letras diferentes en las filas denotan diferencia significativa (p < 0,05). Fuente: González, 1996.

Tabla 6. Consumo y ganancia de peso de novillos romosinuano Suplementados con morera fresca y ensilada.

En sistemas intensivos de producción de leche se ha evaluaron diferentes niveles de sustitución de morera por concentrado en la repuesta productiva y económica en el crecimiento de terneras de remplazo. Los resultados mostraron que en terneras de tres meses (destete) hasta los 120 kg, los mayores beneficios económicos y financieros se obtuvieron cuando se ofreció la morera sin restricción y 0,5 kg de concentrado animal¹ día⁻¹ (1,66 kg/100 kg de PV). Los parámetros biológicos, consumo de MS y ganancia de peso, mostraron una tendencia similar (Jiménez 1997) (Tabla 7).

Variable	Morera <i>ad libitum</i>			restringida
	I	II	III	finca CATIE
tratamientos				
Consumo de MS				
(kg/100 kg de PV)				
Morera	1,66	1,63	1,84	1,73
Concentrado	1,07	0,79	0,45	0,5
Total	2,8	2,6	2,7	2,23
Ganancia de peso (kg/an y día)	0,79	0,75	0,59	0,42
Utilidad anual (US\$)	2928	2459	1868	2533

Fuente: Jiménez, 1997.

Tabla 7. Consumo, ganancia de peso y utilidad anual en terneras de Lechería de 3 meses a 120 kg de peso suplementados con morera.

La suplementación de vacas lecheras en producción con morera también ha resultado en beneficios económicos. Oviedo (1995) no encontró diferencias significativas en el consumo de MS y la producción lechera de vacas Jersey* criollo, cuando comparó la suplementación con morera vs concentrado comercial; sin embargo, ambos tratamientos fueron superiores al no suplementado (testigo). El beneficio neto en el tratamiento suplementado con morera fue superior comparativamente con los otros tratamientos (Tabla 8).

Variable	Tratamiento		
	testigo	morera	concentrado
Consumo de MS			
(kg/100 kg de PV)			
Pasto	2,98a	2,75b	2,73b
Follaje de morera		1,01	
Concentrado			1,03
Total	2,98b	3,76a	3,76a
Producción de leche			
(kg/an/día)	10,3b	12,1a	12,4a
Beneficio Neto			
(US\$ vaca/día)	2,94	3,29	2,84

Letras diferentes en las filas denotan diferencia significativa ($p < 0,05$) • Adaptado de Oviedo (1995).

Tabla 8. Efecto de la suplementación con morera vs concentrado en la respuesta productiva y económica de vacas Jersey * criollo.

En otro trabajo realizado con vacas Holstein en pastoreo, Esquivel *et al.* (1996) al reemplazar el 0, 40 y 75% de concentrado por follaje de morera, igualmente no encontró diferencias significativas en la producción de leche (tabla 9). En este trabajo, considerando solo los costos de alimentación, el ingreso neto por animal fue 11,5% superior con el

máximo nivel de morera comparado con el tratamiento suplementado con concentrado.

Variable	Relación concentrado/Morera		
	100/0	60/40	25/75
Consumo de MS			
(kg MS/an/día)			
Pasto	9,3	7,8	6,2
Follaje de morera	0,0	2,8	5,5
Concentrado	6,4	4,2	1,9
Total	15,7	14,8	13,6
Producción de leche			
(kg/an/día)			
	14,2	13,2	13,8

Adaptado de Esquivel et al (1996)

Tabla 9. Efecto de la sustitución de concentrado por follaje de Morera en la producción lechera de vacas Holstein.

El uso de morera también fue evaluado en la respuesta productiva de cabras lecheras de alto potencial, Rojas y Benavides (1994) reportan incrementos en la producción de 2,0 a 2,5 kg animal⁻¹ día⁻¹ cuando el nivel de suplementación varió de 1,0 a 2,6 kg MS/100 kg de PV (Tabla 10).

Grupo de animales	morera ofrecida, kg MS/ 100 kg PV			
	0	1	1,9	2,8
Producción de leche -kg/an/día-				
Baja producción	1,64	1,82	1,91	2,12
Alta producción	2,04	2,38	2,51	2,47
Promedio	1,84	2,1	2,21	2,29

Adaptado de Rojas y Benavides (1994).

Tabla 10. Efecto de la suplementación con morera sobre la producción lechera de cabras estabuladas.

Los resultados anteriores muestran el elevado potencial de la morera como suplemento proteico en raciones para rumiantes, tanto por la respuesta biológica observada en la producción de leche y carne, como por los beneficios económicos que puede generar su utilización.

CONCLUSION

Los resultados han demostrado que morera presenta un elevado potencial para mejorar la alimentación de animales en el trópico. La morera es una especie que presenta una calidad superior a las de las gramíneas tradicionales y similares a la de los concentrados comerciales utilizados en la suplementación animal; la respuesta animal en términos biológicos y económicos ha sido satisfactoria en la mayoría de experiencias desarrolladas.

Debido que los precios de concentrado ha variado significativamente en los últimos años, se recomienda intensificar la transferencia de tecnología de manera que permita intensificar el uso de follajes arbóreos/arbustivos en el ámbito de finca.

REFERENCIAS

- Benavides, J. E., Borel, R. y Esnaola, M. A. 1986. Evaluación de la producción de forraje de árbol de morera (*Morus sp.*) Sometido a diferentes frecuencias y alturas de corte. En: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. *Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, en el proyecto de Sistema de Producción Animal*. Serie Técnica. Informe Técnico N° 67. p. 74-76
- Benavides, J. E. 1994. La investigación en árboles forrajeros. En: Benavides, J. (Ed.). *Arboles y Arbustos en América Central*. Informe Técnico n° 236. C.R., Turrialba, CATIE. p. 3-28.
- Benavides, J. E. 1995 Manejo y utilización de la Morera (*Morus alba*) como forraje. *Agroforestería de las América.*, 2(7).
- Benavides, J. E. 1997. Utilización de morera en sistemas de producción animal. (1997; Turrialba, C.R.) III Semana Científica (actas), C.R., Turrialba, CATIE. p. 175-180.
- Espinosa, E. 1996. Efecto del sitio y nivel de fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de tres variedades de morera (*Morus alba L.*) en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 84p.
- Esquivel, J., Benavides, J.E., Hernandez, I.; Vasconcelos, J., Gonzalez, J. y Espinoza, E. 1986. Efecto de la sustitución de concentrado por morera (*Morus alba*) sobre la producción de leche de vacas en pastoreo. Taller Internacional *Los árboles en la Producción Ganadera (1996, Cuba)*. p 25.
- Estrada, X. A. 1997. Efecto de la sustitución de King grass (*Pennisetum purpureum * P. thypoides*) por morera (*Morus sp.*) Sobre los parámetros de degradación y fermentación ruminal de cuatro forrajes de calidad contrastante. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 70p.
- Fonseca, T. C. y Vencovsky, R. 1981. Estimacao de parámetros visando á selecao de híbridos artificiais de amoreira (*Morus alba L.*) *Boletim da industria Animal (Brasil)*, 38 (1):85-105
- Flores, O. I., Bolivar, D., Botero, J. A. y Ibrahim, M. A. 1997. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico. *Livestock Research for Rural Development* (en prensa). 8p.
- Gonzalez, J. 1996. Evaluación de la calidad nutricional de la morera (*Morus sp.*) fresca y ensilada con bovinos de engorde. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 82p.
- Hernandez, M. y Benavides, J. 1994. Podas estratégicas en cercos de piñón cubano (*Gliricidia sepium*) para la producción de forraje en la época seca. In: Benavides, J. (Ed.). *Arboles y Arbustos en América Central*. Informe Técnico no 236. C.R., Turrialba, CATIE. p. 559-582.
- Jimenez, M. 1997. Evaluación bioeconómica de la suplementación con morera (*Morus sp.*) en la crianza postdestete de terneras de lechería. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 48p.
- Oviedo, F. J. 1995. Morera (*Morus sp.*) en asocio con poró y como suplemento para vacas lecheras en pastoreo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 87p.
- Rojas, H. y Benavides, J. E. 1994. Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con altos niveles de morera (*Morus sp.*). In: Benavides, J. (Ed.). *Arboles y Arbustos en América Central*. Informe Técnico no 236. C.R., Turrialba, CATIE. p. 305-320.
- Soo-Ho, L., Young-Taek,, Sang-Poong, L., In-Jun, R., Hung-Sung, L. y Byung-Ho, L. 1990. Sericulture training manual. FAO. *Agricultural Services Bulletin* N°. 80. 117p.
- Thing-Zing, Z., Yun-fang, T., Guang-Xian, H., Huaizhong, F. y Ben, M. 1988. Mulberry cultivation. *FAO Agricultural services bulletin* N°. 73/1. 127 p.

Contenido proteínico en grano y su relación con el aporte de nutrientes

M^a P. Círia, M^a R. Sánchez y A. Moyano.

Escuela Universitaria de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Soria. Universidad de Valladolid. Ronda Eloy Sanz Villa 5, Soria

ABSTRACT

The aim of this investigation is to analyze the influence of the contribution of nutrients: organic (compost) and chemical (8-24-8 complex), and the way to control weeds: mechanic way (harrow) and by means of the use of herbicide (active material Tribenuron 75%) on the protein content in barley grain (*Hordeum vulgare*) in its Union variety. The current investigation only reveals the results obtained during the first year of a project which is due to be developed during four crops.

In different samples of grain taken from each piece of ground at random with three repetitions, analyzed the total content of nitrogen was analyzed following the Kjeldalh method and the results were compared statistically.

In those combinations where compost had been used for their fertilization, a protein percentage of 10% approximatedly was obtained, considering it as good quality because the advisable percentage of good quality barley for beer production was not exceeded (<12%).

A worse quality grain was obtained when the fertilization was carried out in a chemical way and when weeds were controlled with the above mentioned herbicide (percentage in protein >12%).

To sum up, it could be affirmed that with an ecological growing of barley in dry farming, the production of grain has the quality requirements that market asks for nowadays, (<12% in barley for beer production).

RESUMEN

El objetivo que se pretende alcanzar en este trabajo, es analizar la influencia del aporte de nutrientes: orgánico (compost) y químico (complejo 8-24-8), y forma de controlar la vegetación adventicia: mecánica (grada) y química con empleo de herbicida (materia activa Tribenurón 75%), sobre el contenido proteínico en grano de cebada (*Hordeum vulgare*) variedad Unión. Este estudio es un avance de los resultados obtenidos durante el primer año de un proyecto programado para desarrollarse durante cuatro campañas.

En muestras de grano procedente de cada subparcela señalada al azar con tres repeticiones, se determinó el contenido de nitrógeno total por el método Kjeldahl y se compararon resultados mediante un estudio estadístico.

En las combinaciones en las que se abonó con compost se ha obtenido un porcentaje de proteína cercano al 10%, considerándolo de buena calidad, ya que no se supera el porcentaje aconsejable de buena calidad en cebada cervecera (<12%).

Sin abono alguno, pero con tratamiento contra las malas hierbas, se obtiene mayor porcentaje de proteína cuando se aplica herbicida, sin embargo tampoco supera el porcentaje antes señalado para considerarse buena calidad cervecera.

Se obtiene cereal de peor calidad cervecera al abonar de forma química y tratar las malas hierbas con herbicida (% proteína>12%).

En general, de los resultados obtenidos, se podría concluir diciendo que con cultivo ecológico de cebada en secano, la producción de grano reúne los requisitos de calidad que actualmente demanda el mercado, (<12% en cebada cervecera).

INTRODUCCIÓN

Las industrias harineras y malteras exigen materias primas de una calidad definida para obtener un producto concreto. Esta calidad está determinada por el contenido de proteínas. La maltería busca que la cebada tenga un buen calibre, una buena capacidad de germinación y que el contenido en proteína sea bajo, para tener un buen porcentaje de almidón en grano, que permitirá un alto rendimiento en extracto. Los niveles bajos de proteína interesan, además, para que los procesos de elaboración que influyen en la calidad de la cerveza se realicen con normalidad. (Segura *et al.*,1997). Si bien, el abono nitrogenado produce un incremento del rendimiento en grano, normalmente a través del aumento del número de espigas por metro cuadrado, el efecto del nitrógeno sobre la calidad maltera, es claramente negativo. Este incremento depende también de otros factores, principalmente de la fertilidad general del suelo y la disponibilidad de agua, así como de la longitud del ciclo vegetativo y de condicionantes genéticos. (Molina, 1989).

La agricultura convencional, basada en el uso e incluso abuso de los agroquímicos, está en profunda crisis. Motivos económicos, sociales y ambientales vienen forzando la necesidad de un cambio desde hace varias décadas. La agricultura ecológica (AE) responde a estas necesidades, pero a la vez implica un enfrentamiento que, sin duda, es la causa principal de que aún se mantenga como una alternativa marginal, surgiendo la producción integrada (PI) como transición a la misma. En las normas de la PI se están recogiendo dosis máximas de abonado, orgánico e inorgánico; límites analíticos del agua de riego, especialmente de nitratos; ciclos mínimos de rotación o precedentes aconsejados y desaconsejados.

El objetivo que se pretende alcanzar en este trabajo, es analizar la influencia del aporte de nutrientes y forma de controlar la vegetación adventicia sobre el contenido proteínico en

grano de cebada. Este estudio es un avance de los resultados obtenidos durante el primer año de un proyecto programado para desarrollarse durante cuatro campañas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización

El estudio se localiza en el término municipal de San Esteban de Gormaz (Soria), en parcelas de ensayo de 12x6 m (72 m²), en dos parajes diferentes (parcela A y parcela B) y con características edáficas diferentes.

El suelo de cada parcela se encontraba en igualdad de antecedentes, ya que durante dos campañas anteriores permaneció en barbecho, para que el cultivo no se viera influenciado por los restos de otras cosechas, la parcela A tiene textura arcillosa gruesa, y la parcela B textura franco-arcillosa.

Material vegetal

El cultivo elegido fue cebada (*Hordeum vulgare*) de variedad Unión, cebada de primavera de dos carreras, con un índice de calidad cervecera Q de 8, que la cataloga como una cebada cervecera muy buena, siendo una de las variedades más cultivadas en España y de tradición en la zona.

Tratamientos culturales

Combinamos el tipo de nutrientes aportados al suelo (orgánicos, químico y testigo) con la forma de combatir la vegetación adventicia (mecánica, química y testigo), obteniendo así nueve combinaciones con tres repeticiones cada una, que distribuimos al azar. La preparación del terreno se hizo de forma tradicional. En el aporte de abono químico se aplicó el complejo ternario 8-24-8, con una aplicación única en presiembra de 300 kg/ha, y el abono orgánico que se utilizó fue compost de paja y residuo de ganado vacuno, aplicando 2500 kg/ha. Para el control químico de las malas hierbas se utilizó, microgranulado mojable de materia activa Tribenurón 75%, con una dosis de 20 g/ha, indicado para las adventicias de hoja ancha más frecuentes en los cereales de invierno en la zona elegida, aplicándolo cuando el cultivo estaba en estado de 3 hojas y las adventicias en vegetación activa. Para el control mecánico de malas hierbas utilizamos grada de púas flexibles y fue pasada sobre la parcela cuando la planta se encontraba en estado de cuatro hojas.

Analítica

Sobre muestra de grano seca a 60°C, se determinó el contenido de nitrógeno total por el método Kjeldahl modificado (Cottenie *et al.*, 1982). Calculamos la proteína total multiplicando el porcentaje de nitrógeno total por el factor 5,83, el cual, se calcula según Primo (1987), en base al peso medio que tiene una proteína. En cebada la proteína contiene un promedio de 17,15 por 100 de nitrógeno. Todos los compuestos nitrogenados existentes en la muestra (aminoácidos, sales amónicas, aminas, etc.), se valoran en este método empírico y convencional, como proteínas.

Tratamiento estadístico

En el estudio estadístico consideramos distintas medidas de dispersión, coeficiente de variación de Pearson y análisis de varianza con F de Fisher-Snedecor. En este estudio, para que las poblaciones fueran representativas y homogéneas se tomó como límite del coeficiente de variación de Pearson, el 15% en parcelas individuales

RESULTADOS

Los resultados medios de porcentaje de proteína obtenidos en el estudio, en cada una de las combinaciones posibles se muestran en la Tabla 1.

COMBINACION fertilizante-control malas hierbas	INTERVALO DE VARIACIÓN (% proteína total)	DESVIACIÓN TÍPICA	COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)
Compost-gradá	8,1-14,8	1,8	15,8
Testigo-gradá	8,1-11,5	0,9	8,3
Químico-gradá	12,2-15,3	1,0	7,8
Testigo-testigo (control)	8,7-11,3	0,7	7,5
Compost-herbicida	7,3-11,9	1,2	11,6
Testigo-herbicida	9,2-13,0	1,1	10,4
Químico-herbicida	11,1-15,6	1,3	10,0
Compost-testigo	8,8-13,9	1,3	12,7
Químico-testigo	10,9-14,6	1,2	10,0

Tabla 1. Intervalos del porcentaje de proteína obtenida en grano de cebada según el aporte de nutrientes efectuado y el control de malas hierbas.

En la Tabla 2 se muestran las producciones (kg/ha) de cebada en las distintas combinaciones de tratamientos y el contenido de proteína total en las Parcela A y Parcela B.

COMBINACION fertilizante-control malas hierbas	Parcela A		Parcela B	
Compost-gradá	3638,9	11,9	1750,0	9,5
Testigo-gradá	3583,3	11,0	1388,9	9,5
Química-gradá	4203,7	13,4	2222,2	12,8
Compost-testigo	3393,5	10,3	1638,9	9,0
Testigo-testigo	3407,4	9,8	1388,9	9,5
Química-testigo	4064,8	11,5	3000,0	14,2
Compost-herbicida	3333,3	10,0	1666,7	10,0
Testigo-herbicida	3194,4	11,0	1638,9	10,7
Química-herbicida	4055,6	13,5	3388,9	13,5

Tabla 2. Producciones (kg/ha) y porcentaje de proteína (%) en granos de cebada.

En la Figura 1 se representan los porcentajes medios ponderados de proteína total obtenidos en grano de cebada

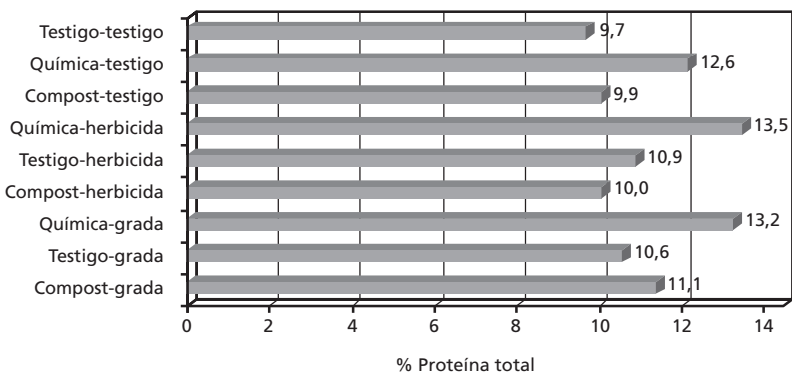


Figura 1. Porcentaje medio ponderado de proteína en grano de cebada según el aporte de nutrientes efectuado y el control de malas hierbas.

En la Tabla 3, se muestra la proteína media obtenida en función del efecto de la fertilización.

FERTILIZACION	CONTROL MALAS HIERBAS	% PROTEINA TOTAL	MEDIA % PROTEINA TOTAL
	Grada	11,77	
Compost	testigo	10,91	11,06
	herbicida	10,51	
	grada	10,58	
Testigo	testigo	10,23	10,58
	herbicida	10,93	
	grada	13,27	
Abono químico	testigo	12,22	13,01
	herbicida	13,54	

Tabla 3. Efecto de la fertilización sobre el contenido medio de proteína en grano de cebada.

En la Tabla 4, se muestra la proteína media obtenida en función del efecto del control de malas hierbas.

CONTROL MALAS HIERBAS	FERTILIZACION	% PROTEINA TOTAL	MEDIA % PROTEINA TOTAL
	compost	11,77	
Grada	testigo	10,58	11,87
	abono químico	13,27	
	compost	10,91	
Testigo	testigo	10,23	11,12
	abono químico	12,22	
	compost	10,51	
Herbicida	testigo	10,93	11,66
	abono químico	13,54	

Tabla 4. Efecto del control de malas hierbas sobre el contenido medio de proteína en grano de cebada

DISCUSIÓN

El contenido proteínico medio obtenido de los granos de cebada en los distintos tratamientos oscila entre 9-14% del total de la materia seca. Similares valores indica Brufau (1990), quien señala además que el contenido total de proteína de la cebada está influido por las condiciones de cultivo y de clima. En España en años de sequía, es fácil encontrar partidas de grano con niveles de proteína superiores al 13%. Según Todorov (1988), el contenido de proteína bruta en cebada es del 9,2%, siendo los valores obtenidos en el presente estudio superior a este valor.

Teniendo en cuenta que a medida que aumenta el contenido de proteína en la cebada, esta pierde calidad cervecera, diremos que las cebadas de mayor calidad serán aquellas en las que el contenido de proteína oscile entre el 9% y el 12%, por lo tanto, la cebada de peor calidad resultó ser aquella en la que el abonado se realizó de forma química y el tratamiento contra malas hierbas con herbicida o con grada, ya que ambos casos se supera el 12%.

Al comparar las combinaciones en las que no se realizó abonado (testigo), se observa que el contenido mayor de proteína, y por lo tanto peor calidad, se alcanza cuando se ha realizado un tratamiento de control de malas hierbas de forma química (10,9%), siendo mínima la diferencia con la combinación en la que el tratamiento se hizo con grada (10,6%).

En las combinaciones en las que se realizó abonado con compost, el mayor conte-

nido de proteína se obtuvo en aquella en la que el tratamiento contra malas hierbas se realizó con grada (11,1%), y el menor en aquella en la que no se ha realizado ningún tratamiento (9,9%). En las tres combinaciones en las que se abonó con compost se ha obtenido una cebada de buena calidad, ya que el contenido de proteína no supera el 12%.

El contenido de proteína cuando el abonado se realizó de forma química y el tratamiento contra malas hierbas químico o mecánico fue del orden del 13,5%. Estas combinaciones son las que producen cebada de peor calidad cervecera, ya que se supera el 12%.

Cuando el control de malas hierbas se realizó de forma mecánica, el contenido en proteína fue mayor cuando el aporte de nutrientes se hizo de manera química (13,2%).

Al efectuar el control de malas hierbas de forma química, el contenido en proteína aumenta. Cuando el aporte de nutrientes se hizo de manera química, este contenido (13,5%) fue superior a aquella en la que la fertilización se realizó con compost (10,1%) respecto de la combinación en la que no se realizó fertilización alguna y sí control químico de malas hierbas, donde se obtuvo 10,9%, por lo que la calidad cervecera siempre será mayor en la combinación en la que no abonemos o lo hagamos de manera orgánica.

En las subparcelas en las que no se realizó tratamiento contra las malas hierbas (testigo), el mayor contenido de proteína se encuentra en aquellos casos en los que se realizó abonado de forma química (12,2%), siendo este contenido superior en aquellos en los que se abonó con compost (10,1%), o no se abonó (9,7%), por lo que la calidad cervecera mejor, como hemos indicado anteriormente, se observa cuando no se han utilizado procedimientos químicos.

En el caso de la parcela A, observamos que la producción más alta aparece en la combinación química-grada (4203,7 kg/ha), pero la calidad de la cebada producida es inferior, por superarse el 12% (13,4%), por el contrario la producción más baja aparece en la combinación testigo-herbicida (3194,4 kg/ha), donde la calidad de la cebada es mejor (11,0% de proteína). La diferencia de producción entre estos tratamientos es de aproximadamente 1000 kg/ha.

Si únicamente observamos aquellas combinaciones ecológicas (compost-grada, compost-testigo, testigo-testigo, testigo-grada), he intentamos buscar el caso que más se acerque a la producción mayor obtenida pero que la calidad de la cebada se encuentre en los límites permitidos, llegamos a la conclusión de que siempre se cumple dicho requisito de calidad, y la que mayor productividad tiene es la compost-grada, siendo la diferencia de producción entre las diferentes combinaciones de aproximadamente 600 kg/ha.

En la parcela B, la mayor producción aparece en la combinación química-herbicida (3388,9 kg/ha), y el mayor contenido de proteína también le corresponde a esta combinación (13,5%), por lo que diremos que la calidad de la cebada es menor. Igual que en el caso anterior, la cebada abonada con compost, resultó ser de mejor calidad cervecera. Realizando la misma observación en las combinaciones ecológicas que en la parcela A, llegamos a la misma conclusión, aunque en este caso la diferencia entre las producciones es aproximadamente de 1600 kg/ha.

Atendiendo a la forma de fertilización efectuada en el ensayo (Tabla 3), la cebada con aporte químico de nutrientes contiene el mayor porcentaje de proteína (13,01%). Considerando los diferentes controles de malas hierbas (Tabla 4), no se aprecian diferen-

cias en este contenido, estando entre el 11 -12%, en todos los casos estudiados.

CONCLUSIONES

En función del estudio realizado, se puede concluir diciendo que en grano de cebada:

- No se han encontrado diferencias significativas, en el contenido total de proteína, entre la variable tipo de abono (compost, químico y nulo), y la variable tratamiento de malas hierbas (mecánico, químico y nulo), y tampoco en la interacción de ambas. Estos resultados podrían deberse a la gran variabilidad existente en los diferentes tratamientos, siendo necesario corroborarlos en las campañas siguientes.
- Con abonado (químico u orgánico) y tratamiento de malas hierbas (mecánico o químico), se obtiene mayor contenido de proteína en la combinación abono químico-herbicida, pero la calidad es peor, por superarse el 12%, porcentaje aconsejable de calidad en cebadas cervceras
- Con abonado (químico u orgánico) y sin tratamiento de malas hierbas, se obtiene mayor contenido de proteína cuando se ha realizado un abonado con complejo químico.
- Sin abonado y con tratamiento de malas hierbas (mecánico o químico), se obtiene mayor contenido de proteína cuando se aplica herbicida, pero es inferior al 12%.
- En las tres combinaciones en las que se abonó con compost se ha obtenido una cebada de buena calidad, ya que el contenido de proteína no supera el 12%.
- El tipo de aporte de nutrientes, provocó una respuesta en el contenido de proteína, siendo este mayor con abonado químico.
- El tipo de control de malas hierbas, no produjo una respuesta en el contenido en proteína.

En general, de acuerdo con los datos presentados en este estudio, se podría concluir diciendo que con tratamiento ecológico en cebada en secano (sin ningún aporte químico), la producción de grano reúne los requisitos de calidad que actualmente demanda el mercado (<12% en cebada cervcera).

REFERENCIAS

- Cottenie, A. et al. 1982. *Chemical analysis of Plants and Soils*. Laboratory of Analytical and Agrochemistry. State University. Ghent - Belgium. (I.W.O.N.L.) Brussels.
- Molina Cano, J. L. 1989. *La cebada. Morfología, fisiología, genética, agronomía y usos industriales*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Servicio de extensión Agraria. Ed Mundi-Prensa. Madrid.
- Pont Andres, J. 1997. Agricultura integrada o el engaño de cambiar para que todo siga igual. Savia nº 10.
- Primo Yúfera, E. y Carrasco Dorrien, J. M. 1987. Química agrícola I. Suelos y fertilizantes. Ed. Alhambra, S.A. Madrid.
- Segura, A. et al. 1997. Factores que condicionan la calidad en los cereales Navarra Agraria. *Revista técnica de agricultura, ganadería y alimentación*. Mayo-Junio.

Estudio del comportamiento de grooming frente al parasito *Varroa jacobsoni* Oud. en un grupo de colonias de *Apis mellifera iberica* en el sur de España

J. M. Flores, J. A. Ruiz, J. M. Ruz, F. Puerta y F. Campano.
Centro Andaluz de Apicultura Ecológica (C.A.A.P.E.). Campus Universitario de Rabanales. Ctra. NIV, km 396.A 14071 Cordoba (España).

ABSTRACT

The main disease of apiculture now is caused by the mite *Varroa jacobsoni* Oud. The original host of *Varroa* is the asiatic bee *Apis cerana* Fabr., *A. cerana* and *Varroa* keep a balanced relationship. One of the basis of this is named grooming behaviour, locating and beating the mites on the adult bees. This behaviour has been also registered in *Apis mellifera*, with less frequency and intensity. We have studied grooming on a group of 8 *A.m.iberica* colonies located in the south of Spain. Twelve grooming tests were developed on this apiary in 1996 from february to november.

785 varroas were collected, from these, 47.77% were alive mites and 52.23% were dead. Inside the group of alive mites, only 5.07% shows some damage, but this percentage rises 50.73% in the group of dead mites. Several kind of damage has been detected, most of them in the leggs and palps. This open a way in the control methods of varroa, based in the selection of tolerant bees, in order to avoid or reduce chaemical treatments.

RESUMEN

El principal problema de tipo patológico a que se enfrenta la apicultura actual es una parasitosis provocada por el ácaro *Varroa jacobsoni* Oud. Este parásito procede de la abeja asiática *Apis cerana* Fabr., con la que se encuentra en equilibrio. Uno de los pilares de este equilibrio es la capacidad de *A. cerana* de localizar los parásitos sobre las abejas adultas y morderlos, causándoles la muerte. Este comportamiento se conoce como grooming, y ha sido detectado también en *Apis mellifera*, aunque con mucha menor frecuencia e intensidad. Nosotros hemos estudiado este comportamiento en un grupo de

8 colonias de *A. mellifera* iberica en el sur de España. 12 controles fueron realizados entre febrero y noviembre de 1996.

Un total de 785 varroas fueron recogidas, de las que el 47,77% eran parásitos vivos y el resto se encontraban muertos. Entre los parásitos vivos tan sólo el 5,07% presentaban algún tipo de daño, mientras que esa cantidad ascendía al 50,73% cuando se trataba de parásitos muertos. Distintos tipos de daños a los parásitos han sido detectados, aunque la mayor frecuencia de ellos correspondían a los apéndices locomotores y pedipalpos. Esto abre una posible vía de lucha contra el parásito, basada en la selección de abejas tolerantes, que permitan reducir o eliminar el uso de tratamientos químicos de síntesis.

INTRODUCCIÓN

El ácaro *Varroa jacobsoni* Oud es un reciente parásito de la abeja de la miel *Apis mellifera* L, habitualmente empleada por los apicultores occidentales, en esta especie ha causado graves problemas. *Varroa* procede de la abeja de la miel asiática *Apis cerana* Fabr, sólo que con este, su hospedador originario, se encuentra en equilibrio, sin suponer un riesgo para la supervivencia de las colonias (Büchler, 1994).

En España es detectada varroa en 1985, a partir de este momento se extiende con rapidez (Caña, 1986) provocando también enormes pérdidas. La respuesta inicial de nuestros apicultores, al igual que en otros lugares, fue el empleo de productos químicos de síntesis, que si bien fueron imprescindibles en un primer momento, evitando el exterminio de la cabaña apícola, el uso irracional y abusivo de los mismos acabó, como era de prever, con la aparición de problemas de resistencia por parte del parásito y residuos en los productos de la colmena (Faucon *et al.*, 1995, Lodesani *et al.*, 1992, Lodesani *et al.*, 1995, Velis *et al.*, 1993). Frente a esto, nuevos métodos de lucha se abren camino. Uno de ellos es la búsqueda de abejas tolerantes al parásito, que permitan reducir o incluso eliminar el empleo de productos químicos de síntesis.

Una de las bases de esta posible tolerancia puede hallarse en una forma de comportamiento higiénico descrito en *A. cerana*. Conocido como grooming, se trata de la capacidad que pueden tener las abejas para detectar a varroa sobre si mismas o sobre otras abejas adultas, morderla y eliminarla (Büchler, 1994, Peng *et al.*, 1987). En nuestro trabajo hemos estudiado la presencia de este comportamiento en un grupo de colmenas en España.

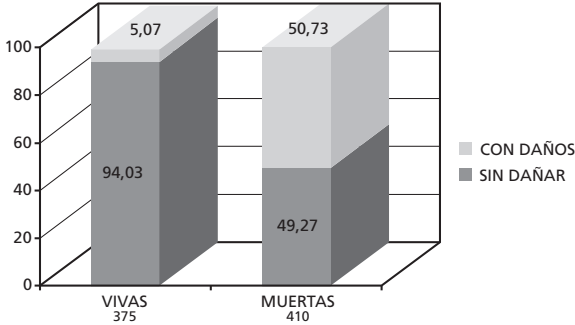
MATERIAL Y METODOS

Nuestro trabajo fue realizado en 8 colonias de *A. m. iberica* con diferente procedencia, aunque todas situadas en el colmenar experimental del CAAPE en Córdoba. Las colmenas se encontraban albergadas en cajas perfección de 10 cuadros, dotadas con un fondo enrejillado que permitía la caída de los parásitos a una bandeja extraíble situada en la parte inferior, por el contrario, la rejilla impedía el paso de las abejas.

Los ensayos se prolongaron a lo largo de 10 meses, entre febrero y noviembre de 1997, completando un total de 12 controles. En cada control permanecían las bandejas cubiertas con cartulinas sin ningún tipo de impregnación durante 3 horas (entre las 10 y las 13 horas. Ni en las horas previas, ni durante los controles era realizado manejo sobre las colmenas, evitando con ello sobreestimar la respuesta higiénica). Transcurridas las tres horas, las bandejas eran retiradas, rescatando las varroas caídas y conservándolas en alcohol etílico de 70° hasta su examen en lupa binocular a 40 aumentos. Únicamente fueron considerados los parásitos adultos, diferenciando entre vivos y muertos. Los distintos daños mostrados por los parásitos fueron registrados.

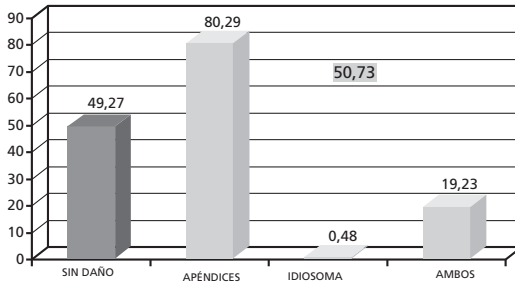
RESULTADOS

Un total de 785 varroas fueron recogidas a lo largo de los 12 controles realizados, de las que 375 (47,77%) eran parásitos vivos y 410 (52,23%) se encontraban muertos. Entre los parásitos vivos tan solo el 5,07% presentaban algún tipo de daño, mientras que esa cantidad ascendía al 50,73% cuando se trataba de parásitos muertos.



PORCENTAJE DE DAÑOS EN VARROAS CAIDAS EN ENSAYOS

Considerando los 208 parásitos caídos muertos dañados, 167 (80,29%) presentaron daños en los apéndices, 1 (0,48%) en el idiosoma y 40 (19,23%) en ambos a la vez.



DAÑOS MÁS FRECUENTES EN VARROAS CAIDAS EN ENSAYOS

Los daños más frecuentemente registrados fueron:

- Amputaciones totales o parciales de uno o más apéndices locomotores y los pedipalpos. Con frecuencia las amputaciones se restringían a las ventosas terminales. En ocasiones, la presencia del músculo fresco confirmaba la cercanía en el tiempo del daño causado.
- Daños en el idiosoma. Bien escisiones o incluso pérdida de parte del mismo, holladuras en el escudo dorsal y entrantes en los bordes laterales.

DISCUSIÓN

El comportamiento de grooming es descrito en la abeja asiática *A. cerana* como uno de los caracteres que determinan el equilibrio entre parásito y hospedador. Este comportamiento ha sido también descrito en diferentes razas de *A. mellifera*, aunque con una intensidad muy inferior (Büchler *et al.*, 1992, Fries *et al.*, 1996, Morse *et al.*, 1991). En nuestro caso hemos podido comprobar también como este mecanismo de defensa se encuentra presente en las abejas estudiadas, pertenecientes a la raza *A. m. iberica*, habitualmente empleada por los apicultores españoles.

Por otra parte, los valores encontrados en nuestras investigaciones son superiores a los valores medios aportados por otros autores que han desarrollado su trabajo con esta misma especie de abejas, que oscilaron entre el 5% y el 38,3% (Boecking y Ritter, 1993, Lodesani, 1996, Moretto *et al.*, 1991, Ruttner y Hänel, 1992). Esto nos confirma la presencia en alto grado del carácter entre nuestras abejas. Además, la alta proporción de parásitos muertos dañados con respecto a los vivos dañados, nos induce a pensar que el grooming puede poseer un alto valor como mecanismo de autodefensa de las abejas frente a varroa.

En consonancia con los datos aportados por otros autores (Eguara *et al.*, 1994, Lodesani *et al.*, 1996, Ruttner y Hänel, 1992), hemos podido comprobar como la mayor parte de los daños detectados en los parásitos caídos muertos son causados en los apéndices locomotores y pedipalpos, frente a una escasa proporción de daños en el idiosoma. Esto parece indicar que son suficientes este tipo de daños como para afectar la supervivencia del parásito.

Especial interés posee la amputación de las ventosas terminales de los apéndices locomotores del parásito por parte de las abejas. Estos segmentos o su articulación son *a priori* más fáciles de cortar por las mandíbulas de las abejas que otros segmentos de mayor diámetro y puede conseguir los mismos resultados. Aunque como demuestra Ruttner y Hänel (1992), *A. mellifera* no debe tener problemas para cortar con sus mandíbulas a nivel de cualquier otro segmento de los apéndices. Esto último ha sido confirmado también en nuestras investigaciones.

Entre los daños del idiosoma se incluyen fisuras y desgarros, que sin duda, afectan de forma decisiva a la supervivencia de varroa, pero también encontramos otras formas de daños, a las que llamamos holladuras y que son simples depresiones en el escudo dorsal. Según los trabajos de Lodesani *et al.* (1996) estas holladuras no tienen por que comprometer la vida del parásito, pudiéndose encontrar también en varroas vivas sanas sobre las abejas adultas.

Los resultados obtenidos nos permiten albergar esperanzas de emplear el grooming en planes de mejora de nuestra abeja, evitando que otras razas seleccionadas con este mismo fin acaben por desplazarla, como ha ocurrido con otras especies ganaderas. Pero, comprobar la variabilidad de este comportamiento a lo largo del tiempo, localizar colmenas que lo posean en alto grado y evaluar las posibilidades de transmisión genética son necesarios antes de poder incluirlo en futuros planes de selección.

CONCLUSIONES

- Con nuestro trabajo hemos podido comprobar como el grooming puede hallarse presente en un alto grado entre nuestras abejas.
- El porcentaje de parásitos dañados es muy superior entre las varroas recogidas muertas que entre aquellas aún vivas.
- Daños en apéndices y pedipalpos, y en menor medida en idiosomas, han sido detectados, presentando gran interés los primeros por su frecuencia y su capacidad de afectar a la supervivencia de varroa.
- Aunque pensamos que este comportamiento no es suficiente por sí solo para conseguir abejas tolerantes, si puede ser de utilidad, junto con otros caracteres, para la búsqueda de este fin. Es necesario proseguir con nuestras investigaciones para localizar colmenas que presenten el carácter en alto grado y evaluar el componente genético de este comportamiento.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin la financiación del Instituto Nacional de Investigación (INIA) a través del proyecto PD96-001: "Detección de colonias con resistencia natural a la varroosis en colmenares en producción".

REFERENCIAS

- Boecking, O. y Ritter, W. 1993. Grooming and removal behaviour of *Apis mellifera* intermissa in Tunisia against *Varroa jacobsoni*. *J. Apic. Res.*, **32**: 127-134.
- Büchler, R. 1994. Varroa tolerance in honey bees occurrence, characters and breeding. *Bee World*, **75 (2)**: 54-70.
- Büchler, R., Drescher, W. y Tornier, I. 1992. Grooming behaviour of *Apis cerana*, *Apis mellifera* and *Apis dorsata* and its effect on the parasitic mites *Varroa jacobsoni* and *Tropilaelaps clareae*.
- Cañas, S. 1986. La varroosis se extiende por España. *Vida Apícola*, **20**: 12-21.
- Eguaras, M., Marcangeli, J., Oppedisano, M. y Fernández, N. 1994. Mortality and reproduction of *Varroa jacobsoni* in resistant colonies of honey bees (*Apis mellifera*) in Argentina. *Bee Science*, **3 (2)**: 125-129.
- Faucon, J. P., Drajnudel, P. y Fleche, C. 1995. Mise en évidence d'une diminution de l'efficacité de l'Apistan® utilisé contre la varroose de l'abeille (*Apis mellifera*). *Apidologie*, **26**: 291-296.
- Fries, I., Huazhen, W., Wei, S. y Jin, C. H. 1996. Grooming behavior and damaged mites (*Varroa jacobsoni*) in *Apis cerana cerana* and *Apis mellifera* ligústica. *Apidologie*, **27**: 3-11.
- Lodesani, M., Colombo, M. y Spreafico, M. 1995. Ineffectiveness of Apistan® treatment against the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in several districts of Lombardy (Italy). *Apidologie*, **26**: 67-72.
- Lodesani, M., Pellacani, A., Bergomi, S., Carpana, E., Rabitti, T. y Lasangi, P. 1992. Residue determination for some products used against *Varroa* infestation in bees. *Apidologie*, **23**: 257-272.
- Lodesani, M., Vecchi, M. A., Tommasine, S. y Bigliardi, M. 1996. A study on different kinds of damage to *Varroa jacobsoni* in *Apis mellifera* ligústica colonies. *Journal of Apicultural Research*, **35 (2)**: 49-56.
- Moretto, G., Gonçalves, L. y De Jong, D. 1991. Africanized bees are more efficient at removing *Varroa jacobsoni*-preliminary data. *American Bee Journal*, **131 (7)**: 434.
- Morse, R., Miksa, D. y Masenheimer. 1991. *Varroa* resistance in U. S. Honey bee. *American Bee Journal*, **131**: 433.
- Peng, Y. S., Fang, Y., Xu, S. y Ye, L. 1987. The resistance mechanism of the Asian honey bee, *Apis cerana* Fabr., to an ectoparasitic mite, *Varroa jacobsoni* Oudemans. *Journal of Invertebrate Pathology*, **49**: 54-60.
- Ruttner, F. y Hänel, H. 1992. Active defense against varroa mites in a Carniolan strain of honeybee (*Apis mellifera carnica* Pollmann). *Apidologie*, **23**: 173-187.
- Velis, G., Eguaras, M., Oppedisano, M. y Fernández, N. 1993. Disminuzione della popolazione de *Varroa jacobsoni* Oud. In alveari Trattati con diversi acaricidi. *Apicoltore Moderno*, **84**: 193-198.

Infertilidad del parásito *Varroa jacobsoni* Oud. como carácter para la selección de abejas tolerantes

J. M. Flores, J. A. Ruiz, J. M. Ruz, F. Puerta y F. Campano

Centro Andaluz de Apicultura Ecológica (C.A.A.P.E.) Campus Universitario de Rabanales. Ctra. NIV, km 396.A 14071 CORDOBA (ESPAÑA).

RESUMEN

La reciente aparición del parásito *Varroa jacobsoni* Oud en la abeja de la miel *Apis mellifera* L. ha provocado una situación de emergencia, causando abundantes pérdidas de colonias. La respuesta inmediata a esta situación fue el empleo de acaricidas de síntesis. El mal uso de los mismos ha traído como consecuencia la aparición de resistencias por parte del parásito, así como problemas de residuos en los productos de la colmena. Frente a esto, aparece una posible vía de lucha en la selección de abejas tolerantes. La falta de éxito reproductivo del parásito es uno de los caracteres que se cree pueden favorecer esta tolerancia.

Durante el verano y otoño de 1996 estudiamos el porcentaje de parasitación y la falta de éxito reproductivo en 34 colonias procedentes de 14 apiarios de toda España. Celdillas con cría de obreras en estado de pupas blancas con ojos pardos fueron muestreadas. Para cuantificar la falta de éxito reproductivo sólo se tuvo en cuenta aquellas celdillas con un único parásito progenitor, considerando falta de éxito reproductivo como la ausencia de descendientes o la presencia exclusiva de descendientes machos y/o protoninfas.

Fueron desoperculadas 8769 celdillas de obreras. 1635 se encontraban parasitadas. De ellas 1050 lo estaban con una única varroa progenitora. La falta de éxito reproductivo fue registrada en 254 ocasiones, lo que significa el $26,82 \pm 17,63\%$ de las varroas consideradas, aunque el rango osciló entre el 0,00% y el 90,00%. No existió correlación entre el porcentaje de parasitación y el porcentaje de falta de éxito reproductivo.

INTRODUCCION

La enfermedad más importante a que se enfrenta la apicultura actual es una parasitosis provocada por el ácaro *Varroa jacobsoni* Oud. Este ácaro ha colonizado recientemente a la abeja usada en occidente para la producción de miel: *Apis mellifera* L., generando grandes pérdidas en los colmenares. Igualmente, en España varroa se extiende rápidamente a partir de 1985 (Cañas, 1986). La respuesta inmediata a la situación fue el empleo de acaricidas de síntesis, pero el mal uso de los mismos ha traído como consecuencia la aparición de resistencias por parte del parásito, así como problemas de residuos en los productos de la colmena (Faucon *et al.*, 1995, Lodesani *et al.*, 1992, Lodesani *et al.*, 1995, Velis *et al.*, 1993).

Podemos encontrar al ácaro varroa en dos fases difentes: una fase forética sobre las abejas adultas y una fase reproductiva, para la que se introduce en celdillas de cría de obreras y zánganos. La reproducción comienza con la entrada del parásito en la celdilla de cría pocas horas antes de la operculación. Sesenta horas después de la operculación pondrá un primer huevo, del que nacerá un macho. Los siguientes huevos son puestos cada treinta horas, y darán lugar a hembras, siempre que la madre sea fértil y el proceso reproductivo normal. En condiciones normales saldrán de la celdilla, junto a la nueva abeja, el parásito progenitor y una a tres hijas completamente desarrolladas y fecundadas por su propio hermano, además del macho y el resto de la descendencia, que aún no habrá completado su desarrollo y sin posibilidades de supervivencia (Ifantidis, 1983, Martín, 1994, Rhem and Ritter, 1989).

Originariamente varroa utiliza como hospedador a la abeja *Apis cerana* Fab., empleada para la producción de miel en Asia. En este caso las relaciones entre parásito y hospedador se encuentran en equilibrio, sin que suponga un riesgo para la supervivencia de la colonia. La transmisión del parásito a nuestra abeja fue inducida por la puesta en contacto de ambas especies, al introducir *A. mellifera* en los dominios habituales de *A. cerana*.

El equilibrio entre *A. cerana* y varroa se debe a tres causas (Büchler, 1992, Koeniger *et al.*, 1981, Peng *et al.*, 1987):

- Las abejas son capaces de detectar, dañar y eliminar los parásitos que se encuentran sobre las abejas adultas (grooming) y dentro de las celdillas de cría de obreras (comportamiento higiénico).
- Varroa suele usar para reproducirse celdillas con cría de zánganos, lo que no supone un riesgo para la supervivencia de la colonia.
- Cuando varroa se introduce en una celdilla con cría de obrera para reproducirse, no suele conseguirlo.

Este último comportamiento es lo que se conoce como no reproducción ofalta de éxito reproductivo, y como mencionamos con anterioridad, puede ser un importante factor en la tolerancia al parásito (Büchler, 1992, Ritter, 1990).

A. m iberica es la raza habitualmente usada por los apicultores en nuestro país. Se trata de una abeja que prácticamente no ha sido sometida a mejora y presenta una gran variabilidad en sus poblaciones (Serrano, 1987). El objetivo de este trabajo es comenzar el estudio de los niveles de no-reproducción del parásito *V. jacobsoni* en poblaciones de esta raza, como el primer paso de futuros trabajos de mejora y selección de abejas tolerantes a enfermedades.

MATERIAL Y METODOS

Fueron testadas 34 colonias de *A. m. iberica* procedentes de 14 apiarios de toda España. Los controles fueron realizados durante el verano y otoño de 1996. Cada colonia fue chequeada en una ocasión, tomando al menos un cuadro de cría de abejas obreras, usando siempre que fue posible cría fresca. Los panales se congelaron cuando esto no fue posible, para ser inspeccionados con posterioridad.

En el laboratorio se procedió a la apertura de celdillas operculadas, considerando únicamente aquellas que contenían pupas blancas con ojos pardos. En este estadio es fácil diferenciar entre parásitos progenitores y descendencia, y en condiciones normales, varroa ha dispuesto de tiempo suficiente para producir abundante descendencia (Martín, 1994). Únicamente fueron consideradas aquellas celdillas con un solo parásito progenitor, definiendo la falta de éxito reproductivo o no reproducción como la ausencia de

descendientes o la presencia exclusiva de descendientes machos y/o protoninfas.

Para establecer la relación entre porcentaje de parasitación y porcentaje de no reproducción se aplicó el coeficiente de correlación lineal de Pearson (Statistical®, 6.0).

RESULTADOS

Los resultados pueden ser consultados en las figuras 1 y 2.

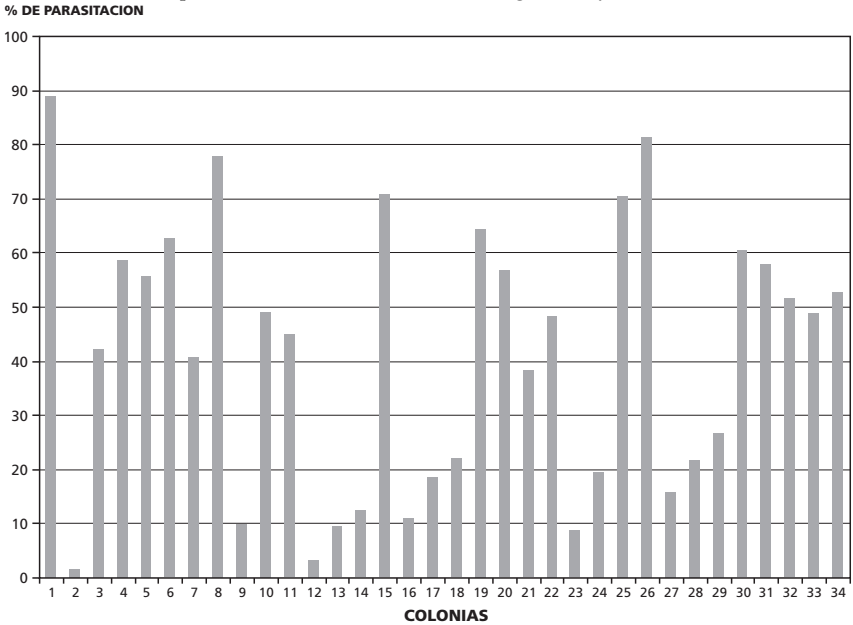


Figura 1. Porcentaje de cría de abejas obreras de *Apis mellifera iberica* (pupas blancas con ojos pardos) parasitadas por el ácaro *Varroa jacobsoni* Oud. En 34 colonias de 14 apiarios de toda España.

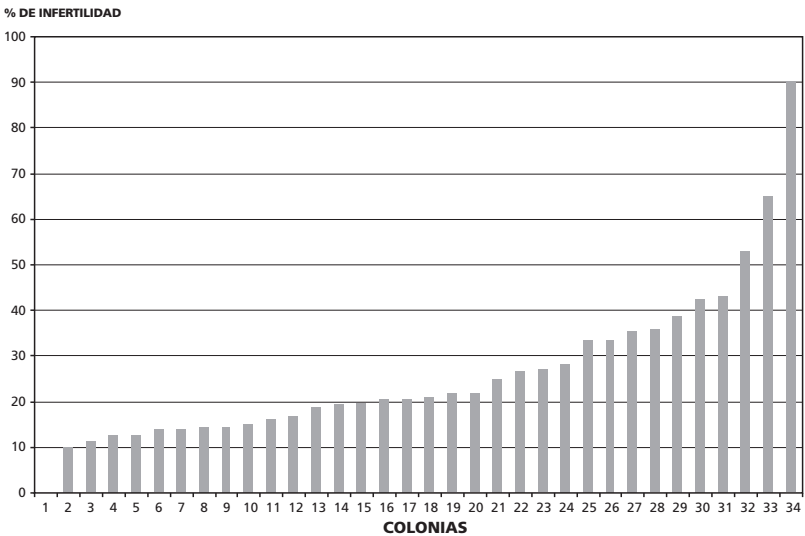


Figura 2. Porcentaje de hembras reproductoras de *Varroa jacobsoni* Oud. Sin éxito reproductivo en cría de abejas obreras de *A. m. iberica* (pupas blancas con ojos pardos) en 34 colonias de 14 apiarios de toda España.

Fueron desoperculadas 8769 celdillas de obreras. 1635 se encontraban parasitadas. De ellas 1050 lo estaban con una única varroa progenitora. La falta de éxito reproductivo fue registrada en 254 ocasiones, lo que significa el $26,82 \pm 17,63\%$ de las varroas consideradas, aunque el rango osciló entre el 0,00% y el 90,00%.

No existió correlación entre el porcentaje de parasitación y el porcentaje de falta de éxito reproductivo.

DISCUSION

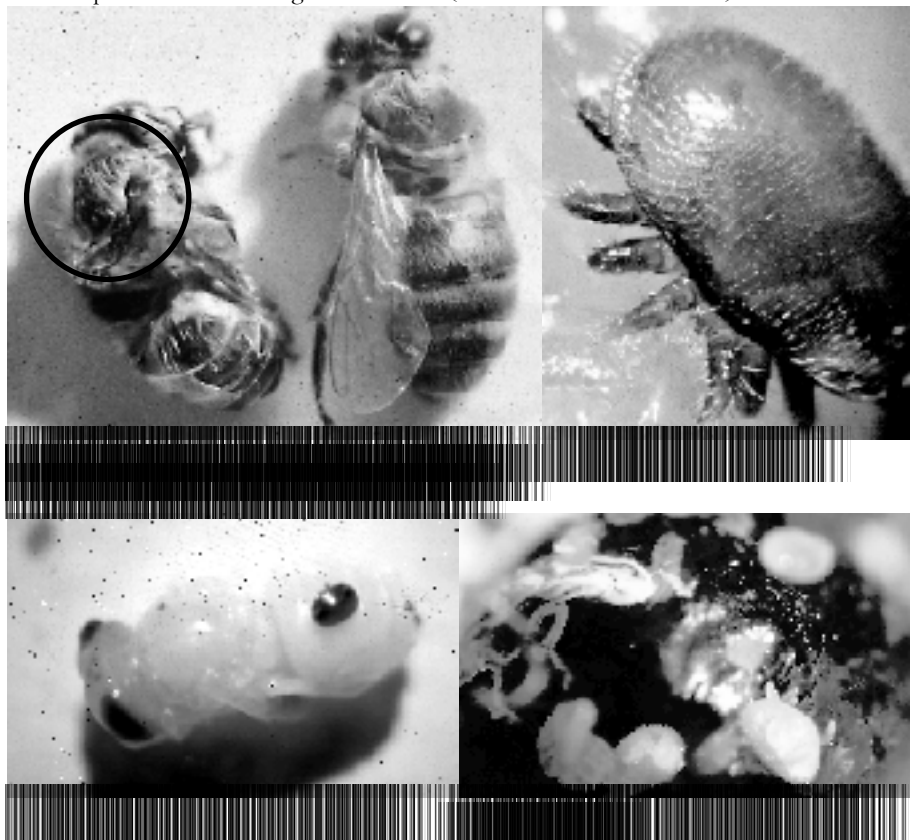
Los valores registrados de falta de éxito reproductivo en varroa muestran una gran variabilidad, oscilando entre el 24% de zonas frías y el 50% de zonas subtropicales (Ritter y De Jong, 1984, Ifantidis, 1983, Ritter y Schneider-Ritter, 1986). En zonas tropicales son incluso mayores: Ritter y De jong (1984) registraron un 67% y los valores de Ruttner *et al.* (1984) alcanzaron niveles entre el 70 y el 90%. El valor medio encontrado por nosotros se encuentra en consonancia con los valores encontrados en zonas frías de Europa, e incluso, nuestros valores extremos (colmenas 32, 33 y 34) se aproximan a los encontrados en zonas tropicales. No obstante, si estos valores fueran permanentes, no deberíamos encontrar grandes poblaciones de parásitos en las colmenas y, por lo tanto, tampoco porcentajes tan altos de parasitación en la cría, que en el caso de la colmena con mayor tasa de no reproducción fue del 52,63%. Esto nos lleva a pensar que el alto valor de no reproducción encontrado se debe a una causa temporal.

Por otra parte, la falta de éxito reproductivo podría estar determinada por tres motivos:

- Una característica propia del parásito. Si la infertilidad depende, efectivamente, de las características genéticas del parásito, sería difícil utilizar, pues la reinfestación con parásitos con un porcentaje normal de infertilidad elevaría la población y haría necesario el tratamiento con acaricidas, favoreciendo a las varroas de fertilidad superior, que con el tiempo recuperarían la población, desplazando a la línea de alta infertilidad, salvo que la causa que propició el incremento de la infertilidad siga actuando y favoreciendo este carácter.
- Algún factor de tipo ambiental, por ejemplo un factor climático, alimentario, etc. Los cambios estacionales en la infertilidad de las hembras parásitas han sido referidos con anterioridad (Marcangeli *et al.*, 1992). En este caso, el apicultor sólo podría beneficiarse en contadas ocasiones, siendo difícil poder reproducir la situación de forma generalizada.
- Alguna característica de la colonia. Fuchs (1994) encontró que las diferencias reproductivas del parásito varroa se debieron de forma menor a la procedencia de la cría de abejas, y principalmente al estado de la varroa que penetró en la celdilla para reproducirse, especificando que este estado se encontraba influido por la colonia de la que procedía el parásito. En este caso, podría incluso explicarse las diferencias temporales mencionadas con anterioridad, si tenemos en cuenta que una reina se fecunda con varios zánganos, apareciendo diferencias en la descendencia de obreras según la procedencia parental en ese momento.

La posibilidad de que la falta de éxito reproductivo dependa de algún carácter de transmisión genética de las abejas, sería de gran utilidad en la selección de abejas tolerantes (Ritter, 1990), y especialmente en la mejora de nuestra raza, permitiendo disminuir la dependencia de los acaricidas y estimulando su empleo en producción, evitando que sea desplazada por estirpes de otras razas forásneas seleccionadas en este mismo sentido.

En cualquier caso, antes de considerar la posibilidad de una mejora genética, son necesarios nuevos ensayos para verificar la persistencia o no de las altas tasas de no reproducción registradas en algunas colonias, y en caso positivo, qué proporción del carácter puede transmitirse genéticamente (heredabilidad del carácter).



CONCLUSIONES

- El porcentaje medio de falta de éxito reproductivo del parásito varroa encontrado en nuestro trabajo está en consonancia con los valores aportados por otros autores en Europa.
- No obstante, los valores individuales de las diferentes colmenas mostraron una gran variabilidad: entre el 0,00% y el 90,00%.
- No existió correlación entre el porcentaje de parasitación y el porcentaje de no reproducción.
- Los altos porcentajes de parasitación mostrados por las colonias con mayor tasa de no reproducción nos hace pensar que esto último pueda deberse a causas no permanentes.
- Son necesarias más investigaciones para conocer las posibilidades reales que la falta de éxito reproductivo puede tener en futuros planes de mejora de nuestras abejas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin la financiación del Instituto Nacional de Investigación (INIA) a través del proyecto PD96-001: "Detección de colonias con resistencia natural a la varroosis en colmenares en producción".

REFERENCIAS

- Büchler, R. 1994. Varroa tolerance in honey bees occurrence, characters and breeding. *Bee World*, **75**: 54-70
- Faucon, J. P., Drajnudel, P. y Fleche, C. 1995. Mise en évidence d'une diminution de l'efficacité de l'Apistan® utilisé contre la varroase de l'abeille (*Apis mellifera*). *Apidologie*, **26**: 291-296.
- Fuchs, S. 1994. Non-reproducing *Varroa jacobsoni* Oud. in honey bee worker cells - status of mites or effect of brood cells?. *Experimental & Applied Acarology*, **18**: 309-317.
- Ifantidis, M. D. 1983. Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* in worker and drone honeybee brood cells. *Journal of Apicultural Research*, **22**: 200-206.
- Koeniger, N., Koeniger, G. y Wijayagunasekara, N. H. P. 1981. Observations on *Varroa jacobsoni* adaptation to its original lodger *Apis cerana* in Sri Lanka. *Apidologie*, **12**: 37-40.
- Lodesani, M., Colombo, M. y Spreafico, M. 1995. Ineffectiveness of Apistan® treatment against the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in several districts of Lombardy (Italy). *Apidologie*, **26**: 67-72.
- Lodesani, M., Pellacani, A., Bergomi, S., Carpana, E., Rabitti, T. y Lasangi, P. 1992. Residue determination for some products used against Varroa infestation in bees. *Apidologie*, **23**: 257-272.
- Marcangeli, J. A., Eguaras, M. J. y Fernandez, N. A. 1992. Reproduction of *Varroa jacobsoni* (Acari: Mesostigmata: Varroidae) in temperate climates of Argentina. *Apidologie*, **23**: 57-60.
- Martin, S. J. 1994. Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in worker brood of the honeybee *Apis mellifera* L under natural conditions. *Experimental & Applied Acarology*, **18**: 87-100.
- Peng, Y. S., Fang, Y., Xu, S. y Ye, L. 1987. The resistance mechanism of the Asian honey bee, *Apis cerana* Fabr., to an ectoparasitic mite, *Varroa jacobsoni* Oudemans. *Journal of Invertebrate Pathology*, **49**: 54-60.
- Rehm, S. M. y Ritter, W. 1989. Sequence of the sexes in the offspring of *Varroa jacobsoni* and the resulting consequences for the calculation of the developmental period. *Apidologie*, **20**: 339-343.
- Ritter, W. 1990. Development of the Varroa mite populations in treated and untreated colonies in Tunisia. *Apidologie*, **21**: 368-370.
- Ritter, W. y Jong, D. 1984. Reproduction of *Varroa jacobsoni* Oud. In Europe, the Middle East and tropical South America. *Sonderdruck aus Bd. 98. H. 1*, S:55-57.
- Ruttner, F. y Marx, G. 1984. Beobachtungen über eine mögliche Anpassung von *Varroa jacobsoni* und *Apis mellifera* L. in Uruguay. *Apidologie*, **15** (1): 43-62.
- Serrano, I. 1987. Caracterización enzimática y morfológica de poblaciones de *Apis mellifera iberica* del sur de España. Serv. Public. Universidad de Córdoba 255-259.
- StatSoft. 1995. *Statistica for window*. Compute program manual, Release 6.0 Edition. StatSoft, Inc.
- Velis, G., Eguaras, M., Oppedisano, M. y Fernández, N. 1993. Disminuzione della popolazione de *Varroa jacobsoni* Oud. In alveari Trattati con diversi acaricidi. *Apicoltura Moderna*, **84**: 193-198.

El comportamiento higiénico en la selección de abejas (*Apis mellifera* L.) tolerantes al parásito *Varroa jacobsoni* Oud

J. M. Flores, J. A. Ruiz, J. M. Ruz, F. Puerta y F. Campano.

Centro Andaluz de Apicultura Ecológica (C.A.A.P.E.) Campus Universitario de Rabanales. Ctra. NIV, km 396.A 14071 CORDOBA (ESPAÑA).

RESUMEN

El comportamiento higiénico de la abeja de la miel *Apis mellifera* L es apuntado como uno de los caracteres más interesantes para la selección de abejas tolerantes a enfermedades, que permitan reducir o eliminar el empleo de tratamientos químicos. Una de estas enfermedades es provocada por el ácaro *Varroa jacobsoni* Oud. Este reciente parásito de nuestra abeja proviene de otra abeja asiática (*Apis cerana* Fabr.), en la que existe un equilibrio entre parásito y hospedador. Una de las bases de este equilibrio es la capacidad de *A. cerana* de detectar y retirar al parásito que se encuentra reproduciéndose dentro de las celdillas operculadas de obreras. Este mecanismo también ha sido mencionado en algunas ocasiones en *A. mellifera*. En nuestro trabajo hemos inoculado artificialmente distinto número de parásitos dentro de celdillas de obreras de *A. mellifera*, comprobando una doble respuesta higiénica por parte de las abejas: bien retirando la cría de las abejas y los parásitos, o retirando parásitos y permitiendo que continúe el desarrollo de la cría. También hemos comprobado como un mayor número de parásitos en las celdillas provoca una mayor respuesta por parte de las abejas. A tenor de los resultados nos planteamos la hipótesis de que celdillas con mayor número de parásitos son más fáciles de detectar por abejas muy limpiadoras, esto podría significar que los parásitos con más descendencia pueden ser más fácilmente detectados y eliminados. Por ello, la selección de abejas muy limpiadoras podría tener como consecuencia la selección paralela de parásitos menos prolíficos.

INTRODUCCION

El comportamiento higiénico de la abeja de la miel *Apis mellifera* L. es apuntado como uno de los caracteres más interesantes para la selección de abejas tolerantes a enfermedades, especialmente aquellas que afectan a la cría. La detección y retirada con rapidez de la cría enferma, corta el ciclo del agente y reduce, de esta forma, sus posibilidades de extensión (Gilliam *et al.*, 1988, Rothenbuhler, 1964, Boecking y Ritter, 1993).

Una de estas enfermedades es provocada por el ácaro *Varroa jacobsoni* Oud. Este reciente parásito de nuestra abeja proviene de otra abeja asiática: *Apis cerana* Fabr., en la que existe un equilibrio entre parásito y hospedador (Büchler, 1994). Esto no ocurre así en *A. mellifera*, la abeja empleada por los apicultores occidentales, en la que provoca grandes pérdidas (Büchler, 1994). En España varroa es detectada en 1985, a partir de este momento se extiende con rapidez, hasta convertirse en el principal problema patológico de la apicultura (Cañas, 1986). Ante esta situación se generalizan los tratamientos con productos químicos de síntesis, que debido a su mal empleo y abuso acaban por producir problemas de resistencias por parte del parásito y residuos en los productos de la colmena (Faucon *et al.*, 1995, Lodesani *et al.*, 1992, Lodesani *et al.*, 1995, Velis *et al.*, 1993).

A varroa la podemos encontrar en dos situaciones diferentes: alimentándose sobre las abejas adultas en lo que se conoce como periodo forético, o bien dentro de las celdillas de cría operculadas, único lugar donde se reproduce. Varroa puede producir varios descendientes en cada ciclo reproductivo (Büchler, 1994, Ifantidis, 1983, Martin, 1994).

Una de las bases del equilibrio que existe entre varroa y *A. cerana* se debe a la capacidad de ésta de detectar y retirar los parásito que se encuentran reproduciéndose dentro de las celdillas operculadas de obreras, permitiendo únicamente su reproducción en la cría de zángano, lo que hace que la presencia del ácaro no llegue a suponer un auténtico riesgo para la supervivencia de la colonia de abejas (Büchler, 1994, Peng *et al.*, 1987, Rath y Drescher, 1990). Este mecanismo de defensa también ha sido mencionado en algunas ocasiones en *A. mellifera* (Boecking y Drescher, 1991, Boecking y Ritter, 1993). Esclarecer los mecanismos y detectar colmenas con alto comportamiento higiénico frente a este parásito puede suponer una valiosa herramienta para la consecución de abejas tolerantes que permitan reducir o incluso eliminar el uso de tratamientos químicos de síntesis.

En este trabajo hemos pretendido iniciar el estudio de este comportamiento en colonias de *A. m. iberica*, la abeja habitualmente empleada por nuestros apicultores, con vista a futuros planes de selección de abejas tolerantes al parásito que permitan reducir o eliminar el uso de productos químicos de síntesis.

MATERIAL Y METODOS

Los ensayos se desarrollaron entre mayo y junio de 1998. Un total de 8 controles fueron realizados empleando 4 colonias de abejas de *A. m. iberica* albergadas en cajas Perfección de 10 cuadros. Al menos 9 cuadros se encontraban cubiertos por abejas adultas, y la cría se encontraba presente en un mínimo de 5 cuadros. Las colmenas se encontraban situadas en el colmenar experimental del CAAPE, donde permanecieron no tratadas desde el otoño anterior, presentando un nivel de parasitación mínimo bajo inspección visual.

Los parásitos usados en los ensayos procedían de una colmena donadora fuertemente infestada. Eran extraídos a partir de celdillas operculadas. En todos los casos fueron varroas adultas.

En los ensayos se empleó cría de obreras con 7 días de periodo posoperculado. Esta edad fue determinada marcando en una lámina de transparencia el momento de la operculación, permitiendo un margen máximo de 24 horas. En cada control, la cría con edad adecuada era homogéneamente asignada a 6 grupos diferentes, de tal manera que en cada control los grupos estaban formados por 8 ó 10 individuos. Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

- Grupo 1 Apertura del borde del opérculo empleando un bisturí, introducción de una varroa y resellado mecánico.
- Grupo 2 Apertura del borde del opérculo empleando un bisturí, introducción de dos varroas y resellado mecánico.
- Grupo 3 Apertura del borde del opérculo empleando un bisturí, introducción de tres varroas y resellado mecánico.
- Grupo 4 Apertura del borde del opérculo empleando un bisturí y resellado mecánico, no se introdujo ningún parásito.
- Grupo 5 Muerte de la cría atravesándola a través del opérculo con un alfiler entomológico.
- Grupo 6 Grupo testigo sin ningún tipo de manipulación.

Una vez realizadas las operaciones anteriores la cría era devuelta a la colmena, donde permanecía 24 horas, tras lo cual era nuevamente recuperada y registrados los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSION

Dos mecanismos de respuesta diferentes fueron registrados: la retirada de la cría y la retirada de los parásitos. Siempre que fue retirada la cría de celdillas en las que se introdujeron varroas también fueron retiradas éstas, por el contrario, con frecuencia eran retirados los parásitos mientras que la cría permanecía, esto quiere decir que las abejas eran capaces de detectar los ácaros dentro de las celdillas operculadas, bien retirar o permitir la salida de los parásitos, y reopercular las celdillas, tal como ha sido descrito en *A. cerana* (Peng *et al.*, 1987, Rath y Drescher, 1990).

El porcentaje medio de celdillas en las que las abejas retiraron la cría fue del $1,56 \pm 4,42$, $8,13 \pm 7,41$ y $21,56 \pm 23,34$ para los grupos en los que se inocularon 1, 2 y 3 varroas respectivamente. En el grupo 4º, en el que fueron abiertos y resellados los opérculos sin introducir parásitos, el porcentaje medio de cría retirada fue del $1,56 \pm 4,42$, mientras que este ascendió al $100,00 \pm 0,00$ en el grupo en que la cría fue muerta mediante punción. Finalmente, el grupo 6º, en el que no se realizó ningún tipo de manipulación, toda la cría fue respetada.

En los datos anteriores podemos observar como la manipulación de las celdillas (abrir el opérculo y su posterior resellado) prácticamente no influyó en el desencadenamiento de respuesta de retirada de cría. Algo parecido ocurrió en las celdillas en que un único parásito fue inoculado. Por el contrario, cuando dos y tres parásitos fueron inoculados la respuesta se elevó considerablemente. Esto estaría en acuerdo por lo expresado por Boecking y Drescher (1991) y Spivak (1996), en los que el número de parásitos que invaden una celdilla puede influir de forma importante en este comportamiento.

Por otra parte, en el grupo 5º, la total retirada de la cría muerta indica que las abejas fueron capaces de detectarla. La cría pinchada es una de las técnicas habitualmente empleadas para la selección de abejas limpiadoras, su inclusión en nuestras investigaciones tiene como fin enfrentarla a una situación real de infestación de celdillas por varroas. Los resultados muestran como, en las condiciones ensayadas, todas las colmenas respon-

dieron de igual forma frente a la cría pinchada muerta, mientras que la respuesta fue diferente cuando cada colmena se enfrentó a la cría parasitada (ver tabla D).

El grupo 6° fue el testigo de que ninguna situación extraña (enfermedades, falta de nutrientes, etc) influyó en el comportamiento de las abejas durante el periodo en que se realizaron los ensayos.

Por otra parte, el porcentaje medio de celdillas en las que fueron retiradas varroas y permaneció la cría fue del $16,69 \pm 21,73$, $43,13 \pm 34,40$ y $61,56 \pm 34,56$ para los grupos 1°, 2° y 3° respectivamente. En esta ocasión también podemos apreciar un claro incremento de la respuesta de las abejas a medida que aumenta el número de parásitos introducidos en las celdillas. Este comportamiento es sin duda el más interesante, pues permite la eliminación de los parásitos sin que ello suponga la pérdida de la cría en desarrollo.

Aunque en los grupos 4° y 6° no fueron inoculados parásitos, fue realizada una inspección final de los mismos. Tan sólo en una ocasión fue localizada varroa que de forma natural invadió la celdilla, este dato confirma la baja parasitación registrada en la inspección visual inicial de las colmenas. Esta baja parasitación evitó que la invasión natural de celdillas pudiera alterar los resultados.

La retirada de varroas en celdillas de obreras es considerada como una de las bases del equilibrio entre el parásito y *A. cerana* (Bückler, 1994, Pen *et al.*, 1987, Rath y Drescher, 1990, Rosenkranz *et al.*, 1993). Este comportamiento ha sido también descrito por algunos autores en *A. mellifera* (Bückler, 1994, Boecking *et al.*, 1993). Y ahora podemos comprobar como se encuentra también presente en las abejas estudiadas. Además, la evidencia de que esta respuesta es superior cuanto mayor número de parásitos se encuentren en la celdilla, nos lleva a plantearnos la siguiente hipótesis:

- Los parásitos con mayor descendencia serán más fácilmente detectados y eliminados por las abejas que presenten en alto grado el carácter estudiado, mientras que aquellos con menor descendencia serán más difícilmente detectados y por lo tanto eliminados. Por ello, la selección de abejas muy limpiadoras llevaría aparejada la de parásitos poco prolíferos, con lo que se conseguiría un doble efecto beneficioso en la lucha contra varroa.

La confirmación de los resultados, así como de la hipótesis planteada son necesarios antes de incluir este carácter en un plan de mejora de nuestras abejas. Pero a la luz de los resultados obtenidos somos optimistas en que esta pueda ser una de las formas de lucha más interesante contra varroa. Probablemente, esto nos permitirá reducir o incluso eliminar la dependencia que existe de los productos químicos de síntesis y evitar los problemas de resistencia y residuos de los mismos.

CONCLUSIONES

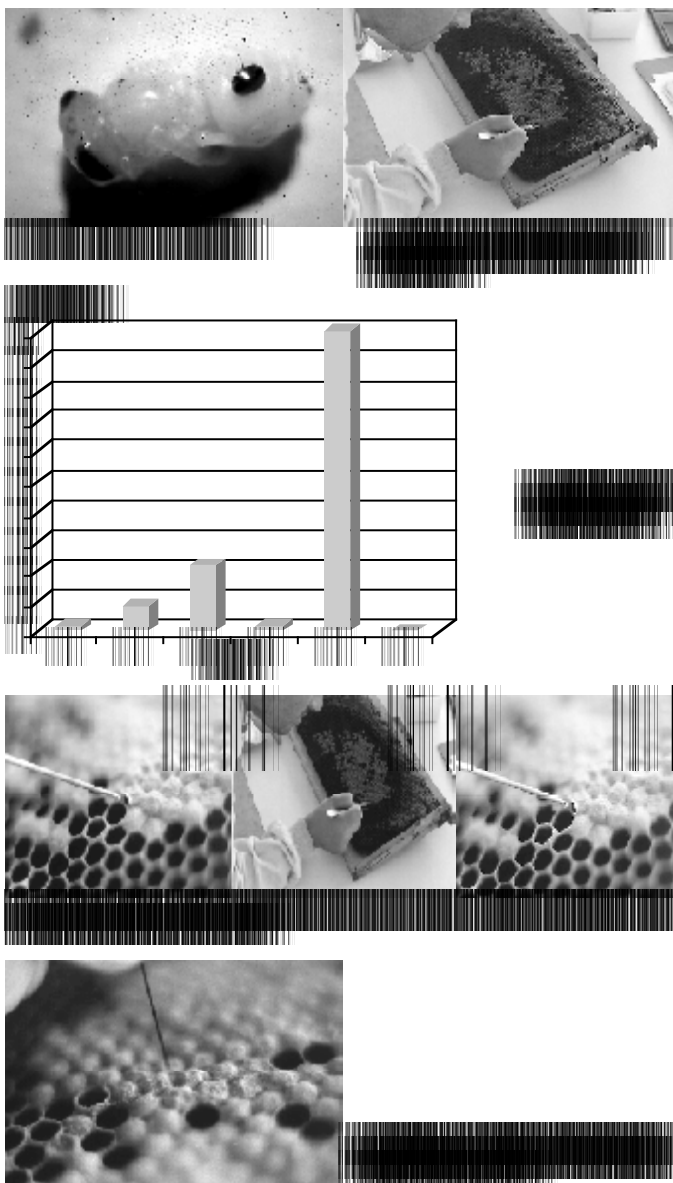
La capacidad de las abejas de retirar las varroas que parasitan celdillas de obreras con cría puede ser un importante carácter para conseguir abejas tolerantes al parásito.

Este comportamiento se encuentra presente en las abejas en las que se han realizado los ensayos.

El comportamiento se ha expresado de dos formas por parte de las abejas: detectando y retirando tanto las varroas como la cría de las celdillas parasitadas, o bien, retirando únicamente los parásitos y permitiendo que continúe el desarrollo de la cría.

La respuesta higiénica de las abejas es superior a medida que aumenta el número de parásitos introducidos en las celdillas.

La selección de abejas muy limpiadoras llevaría aparejada la de parásitos poco prolíferos, con lo que se conseguiría un doble efecto beneficioso en la lucha contra varroa.



REFERENCIAS

- Boecking, O. y Drescher, W. 1991. Response of *Apis mellifera* L. Colonies to brood infested with *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie*, **22** (3): 237-241.
- Boecking, O., Rath, W. y Drescher, W. 1993. Grooming and removal behaviour - Strategies of *Apis mellifera* and *Apis cerana* bees against *Varroa jacobsoni*. *American*

- Bee Journal*, **133**: 117-119.
- Boecking, O. y Ritter, W. 1993. Grooming and removal behaviour of *Apis mellifera* intermissa in Tunisia against *Varroa jacobsoni*. *Journal of Apicultural Research*, **32 (3/4)**: 127-134.
- Büchler, R. 1994. Varroa tolerance in honey bees occurrence, characters and breeding. *Bee World*, **75 (2)**: 54-70.
- Cañas, S. 1986. La varroasis se extiende por España. *Vida Apícola*, **20**: 12-21.
- Faucon, J. P., Drajnudel, P. y Fleche, C. 1995. Mise en évidence d'une diminution de l'efficacité de l'Apistan® utilisé contre la varroase de l'abeille (*Apis mellifera*). *Apidologie*, **26**: 291-296.
- Gilliam, M., Taber, S., Lorenz, B.J. y Prest, D.B. 1988. Factors affecting development of chalkbrood disease in colonies of honey bees, *Apis mellifera*, fed pollen contaminated with *Ascosphaera apis*. *Journal of invertebrate Pathology*, **52**: 314-325.
- Ifantidis, M.D. 1983. Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* in worker and drone honeybee brood cells. *Journal of Apicultural Research*, **22 (3)**: 200-206.
- Lodesani, M., Colombo, M., Spreafico, M. 1995. Ineffectiveness of Apistan® treatment against the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in several districts of Lombardy (Italy). *Apidologie*, **26**: 67-72.
- Lodesani, M., Pellacani, A., Bergomi, S., Carpana, E., Rabitti, T., Lasangi, P. 1992. Residue determination for some products used against Varroa infestation in bees. *Apidologie*, **23**: 257-272.
- Martin, S. J. 1994. Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in worker brood of the honeybee *Apis mellifera* L. under natural conditions. *Exp & Appl Acarol*, **18**: 87-100.
- Peng, Y. S., Fang, Y., Xu, S. y Ye, L. 1987. The resistance mechanism of the Asian honey bee, *Apis cerana* Fabr., to an ectoparasitic mite, *Varroa jacobsoni* Oudemans. *Journal of Invertebrate Pathology*, **49**: 54-60.
- Rath, W. y Drescher, W. 1990. Response of *Apis cerana* Fabr. Colonies towards brood infested with *Varroa jacobsoni* Oud. And infestation rate of colonies in Thailand. *Apidologie*, **21 (4)**: 311-321.
- Rosenkranz, P., Tewarson, N. C., Singh, A. y Engels, W. 1993. Differential hygienic behaviour towards Varroa jacobsoni in capped worker brood of *Apis cerana* depends on alien scent adhering to the mites. *Journal of Apicultural Research*, **32 (2)**: 89-93.
- Rothenbuhler, W. C. 1964. Behaviour genetics of nest cleaning in honey bees. IV. Responses of F1 and backcross generations to disease-killed brood. *American Zoologist*, **4**: 11-123.
- Spivak, M. 1996. Honey bee hygienic behaviour and defense against *Varroa jacobsoni*. *Apidologie*, **27**: 245-260.
- Velis, G., Eguaras, M., Oppedisano, M. y Fernández, N. 1993. Disminuzione della popolazione de *Varroa jacobsoni* Oud. In alveari Trattati con diversi acaricidi. *Apicoltore Moderno*, **84**: 193-198.

El timol como tratamiento natural de elección contra *Varroa jacobsoni* Oud

J. A. Ruiz, J. M. Flores, J. M. Ruz, F. Puerta y F. Campano.

Centro Andaluz de Apicultura Ecológica (CAAPE) Campus Universitario de Rabanales.
Ctra. N- IV, Km 396.A. 14071- Córdoba (ESPAÑA)

ABSTRACT

Varroosis, a disease caused by the acarine *Varroa jacobsoni* Oud., affects to *Apis mellifera* L. A lot of sintetic acaricides have been employed through domestic preparations. These treatments contribute to the appearance of resistance by varroa and contamination of hive products. At the present, varroosis is the first obstacle to the development of ecological beekeeping in the Spain.

During the last three years, CAAPE (Centro Andaluz de Apicultura Ecológica) has been tested acid formic, rotenone and thymol as treatmens in experimental and commercial apiaries. According to these studies, thymol can be a good substance to trait Andalusian commercial apiaries because it has a greater and more regular efficacy than acid formic and rotenone. Furthemore, to incite the action of this acaricide, it's necessary a contact between bee and powdered thymol. At last, it has been comparated various used manners of thymol: powdered, dissolved in ethyl alcohol or olive oil, as a constituent part of thyme essential oil and of the commercial preparation Api Life Var^R.

RESUMEN

La varroosis o varroatosis es una parasitosis causada por *Varroa jacobsoni* Oud. que afecta a *Apis mellifera* L. Contra ella se vienen usando de manera sistemática gran cantidad de acaricidas de síntesis que se administran normalmente de modo artesanal y que están contribuyendo a la aparición de resistencias por parte del ácaro y de residuos en los productos de las colmenas. Actualmente, esta parasitosis es el principal inconveniente para el desarrollo de la apicultura ecológica.

Durante los últimos tres años, el CAAPE (Centro Andaluz de Apicultura Ecológica)

ha realizado numerosos ensayos con ácido fórmico, rotenona y timol tanto en su colmenar experimental como en colmenares comerciales de diversos apicultores. Como resultado de estos ensayos hay que concluir que el timol sería el producto de elección para colmenares profesionales de Andalucía, pues presenta en todos los casos una eficacia más alta y regular que el ácido fórmico y la rotenona. Se ha estudiado la forma de actuación del timol y se ha evidenciado la necesidad de que exista un contacto entre éste y la abeja para que tenga lugar su acción acaricida sobre la varroa. Por último, se resaltan con datos de eficacia las distintas posibilidades de uso del timol: en polvo, en disolución con alcohol o aceite de oliva, como parte integrante del aceite esencial de tomillo y como preparado comercial con el nombre de Api Life Var.

INTRODUCCION

La varroosis o varroatosis es una parasitosis causada por *Varroa jacobsoni* Oud. que afecta a *Apis mellifera* L. Contra ella se vienen usando de manera sistemática gran cantidad de acaricidas de síntesis que se administran normalmente de modo artesanal y que están contribuyendo a la aparición de resistencias por parte del ácaro (Colombo, 1994) y de residuos en los productos de las colmenas (Fernández y García, 1993). Actualmente, esta parasitosis es el principal inconveniente para el desarrollo de la apicultura ecológica.

A continuación presentamos un resumen de los ensayos más importantes con los resultados más concluyentes realizados por el CAAPE durante los últimos tres años, así como un apunte de los desafíos y las perspectivas de futuro que nos aguardan en esta línea de trabajo.

Como anticipo podemos decir que durante este tiempo hemos realizado más experimentación que investigación, pues el problema nos urgía a encontrar un remedio lo más rápidamente posible, por lo que ensayamos los productos y sustancias que daban buenos resultados en otros países del centro y norte de Europa, para observar si esos tratamientos eran igualmente eficaces en las condiciones de Andalucía.

Además, tenemos que destacar el hecho de que esta línea de trabajo coincide con el inicio de una estrecha colaboración con el sector en Andalucía, una investigación participativa que marcará decididamente la realización y el desarrollo de la misma. A este respecto hay que señalar que además de un producto natural que tenga una alta eficiencia, que no deje residuos y sea barato, los apicultores profesionales de Andalucía necesitan un tratamiento cuya administración sea suficientemente sencillo como para poder aplicarlo al gran número de colmenas que manejan.

MATERIAL Y METODOS

Años 1995-1997

Sustancias ensayadas

Nos decidimos por el ácido fórmico y el timol porque eran las sustancias más estudiadas dentro del grupo de los ácidos orgánicos y de los aceites esenciales respectivamente (Rademacher, 1995, Colin 1990, Chiesa, 1991). En cuanto a la rotenona, lo hicimos porque es un tratamiento autorizado en la agricultura ecológica (CRAE, 1990) y algunos apicultores habían empezado a utilizarlo.

Ensayamos estos tres productos bajo multitud de variantes: formas de presentación distinta, formas de administración que variaron la naturaleza y dimensiones de la super-

ficie de evaporación, dosis y concentraciones diferentes, épocas y temperaturas diversas (Tabla 1 y Figura 1).

SUST. ACTIVA	FORMA ADMINISTRACIÓN	DOSIS	Tº MEDIA (Max y min)	EFICACIA (Otras referencias)
AC. FORMICO	Placa petri	20ml al 85%	24 y 2,5°C	42% (-)
AC. FORMICO	Tubo	25ml al 85%	36 y 9°C	46% (12%)
AC. FORMICO	Cartón	14,2g anhídrico	36 y 9°C	61% (39%)
AC. FORMICO	Disco 14mm	60ml al 85%	36 y 9°C	57% (46%)
ROTENONA	Entre cuadros	1g/c.abejas	24 y 2,5°C	51% (-)
ROTENONA	Placa petri	10g al 50% azúcar	28 y 11°C	30% (-)
ROTENONA	Tablillas	24% i.a.	36 y 9°C	64% (23 y 84%)
TIMOL	Marcos	1g/c.abejas	28 y 11°C	94% (88%)
TIMOL	Placa petri	10g	28 y 11°C	96% (82%)
TIMOL	Tablillas	15g/20cc alcohol	28 y 11°C	95% (96%)

Tabla 1. Datos de los principales tratamientos alternativos realizados en el CAAPE entre 1995 y 1997.

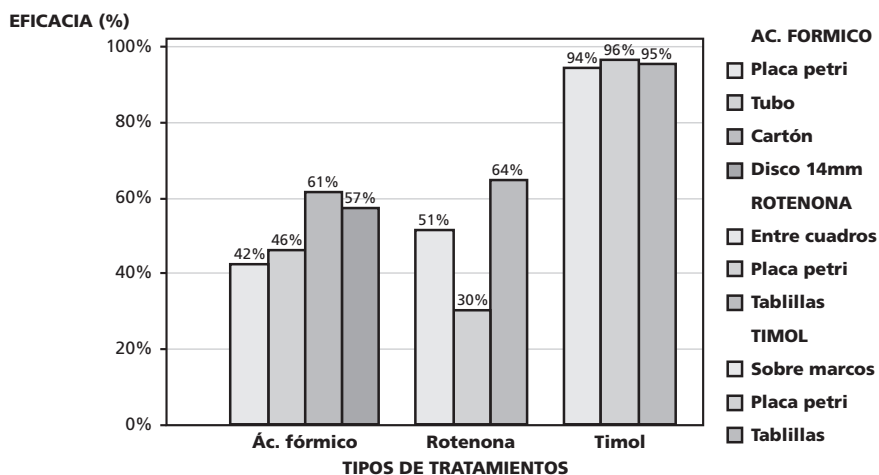


Figura 1. Resumen de tratamientos alternativos con ác. fórmico, rotenona y timol.

Tipos de ensayos

Se plantearon tres tipos de ensayos fruto de la finalidad de esta línea de trabajo:

1.- En el laboratorio, hemos estudiado las curvas de evaporación de las distintas sustancias. Además hemos testado por primera vez extractos de diferentes plantas medicinales en la lucha contra la varroa.

2.- En el colmenar experimental, hemos ensayado aquellas dosis y formas de administración que creíamos más adecuadas, prestando principal atención a su eficacia y cómo afectan a la evolución normal de la colmena, para seleccionar las mejores.

3.- En los colmenares profesionales, hemos intentando comprobar que efectivamente algunos de los tratamientos seleccionados podrían ser útiles a los apicultores.

Colmenas

Las colmenas empleadas fueron modificadas con fondos con trampillas cazavarroa (Boecking y Ritter, 1993). Se dejaban algunas sin tratar como testigos, para controlar la

caída natural. Las colmenas se revisaban anotando su estado antes y después del tratamiento, e incluso se pesaban y se calculaba la evaporación o gasto diario de los productos.

Calendario

El calendario consistió en dos o tres tratamientos con el producto natural con un intervalo de ocho o doce días entre ellos y a continuación dos o tres tratamientos con el producto químico de control con intervalo de ocho días hasta que la varroa dejaba de caer. Este producto de control ha sido en unos casos el clorfenvinfós y el fluvalinato en otros.

Año 98

Durante este año hemos realizado un ensayo con 20 colmenas en nuestro colmenar experimental dando distintos tratamientos en los que el timol era la sustancia principal.

Dos de las colmenas sirvieron de testigo, a otras dos se le dieron tres tratamientos con 15 g de azúcar en polvo entre los marcos de los cuadros con intervalo de 8 días, cuatro colmenas fueron tratadas en tres ocasiones con 10 g de timol en polvo con un intervalo de 8 días, otras cuatro con el producto Apilife-var de acuerdo a las indicaciones del fabricante, cuatro con dos tratamientos de 20 g de timol disueltos en 34 ml aceite de oliva y la disolución impregnando una esponja de vermiculita de 8 x 5 x 1 cm con un intervalo de 12 días y cuatro colmenas con 2 tratamientos de 20 ml de aceite esencial impregnando también esponja de vermiculita.

Posteriormente, para el control de la eficacia se dieron tres tratamientos con fluvalinato como sustancia activa, consistente en una tablilla de chopo de 20 x 2 x 0,2 cm que se mantenía sumergida 24 horas en una solución de Klartan al 5% con un intervalo de 8 días.

El ensayo fue realizado entre el 19 de mayo y el 7 de julio con temperaturas del ambiente que oscilaron entre los 15 y 36°C, como medias de las mínimas y máximas respectivamente.

Al inicio y al final de los distintos tratamientos revisaron y pesaron las colmenas para ver en qué grado se afectaba cada colmena con el tratamiento que recibía. En la pesada de las colmenas se tuvo en cuenta el peso vivo, es decir, el de las abejas, la cera y la miel con los cuadros que las contienen, sin incluir el peso de las cajas.

RESULTADOS

Años 1995-1997

1.- Eficacia.

De las tres sustancias, el timol presenta una mayor y más regular eficacia, siempre superior a un 80% como mínimo. En cuanto al ácido fórmico y a la rotenona, tienen una eficacia media e irregular, entre 40 y 65% aproximadamente (Figura 1).

2.- Calendario.

Los mejores resultados los hemos obtenido en la primavera temprana (marzo) con

una temperatura ambiental entre 10 y 25°C.

3.- Efecto sobre las abejas.

A través de las colmenas testigo hemos podido observar que muchos de los efectos achacados a los tratamientos, como es la orfandad o renovación de reinas, ocurrían de forma natural. Lo que sí es cierto es que el polvo parece producir una cierta merma de abejas adultas y cría.

4.- Residuos en miel.

Se están analizando los residuos de los tratamientos efectuados con timol. Estamos seguros que no serán niveles peligrosos desde el punto de vista toxicológico porque la OMS no ha puesto un límite de tolerancia a esta sustancia. En cuanto a que su sabor aparezca en miel, ésto sólo ocurriría si se hace de una forma o en una época inadecuada.

5.- Otras consideraciones.

Según nuestros ensayos en estufa (Figura 2) y en colmenas (Figura 3) para que el timol consiga una alta eficacia (Figura 4) es necesario el contacto y roce con las abejas.

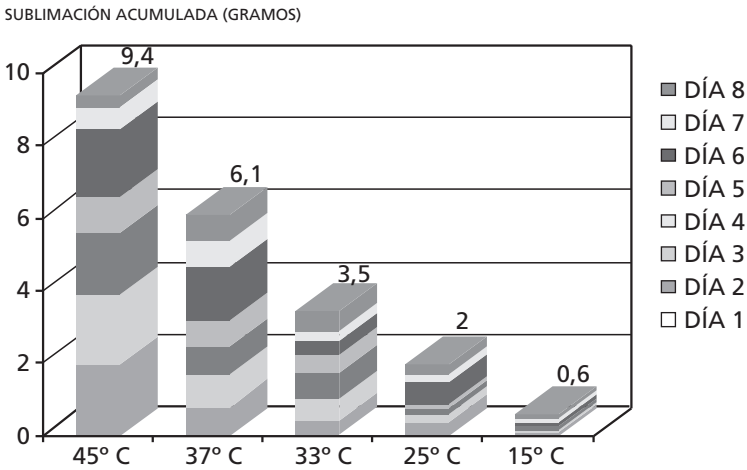


Figura 2. Sublimación en estufa del timol en polvo en placas de petri.

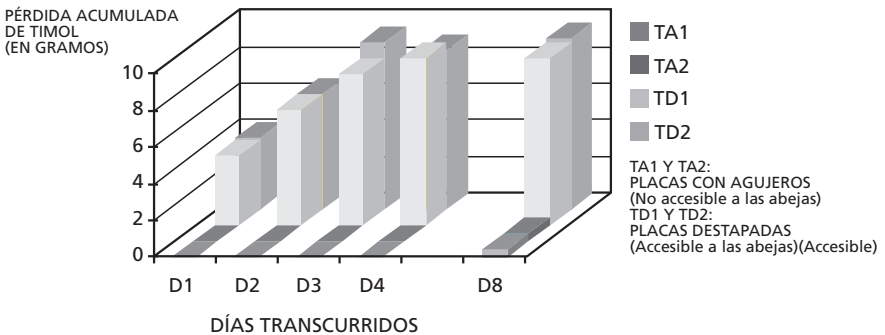


Figura 3. Gasto de timol en placas petri con agujeros y destapadas (ensayo en colmena).

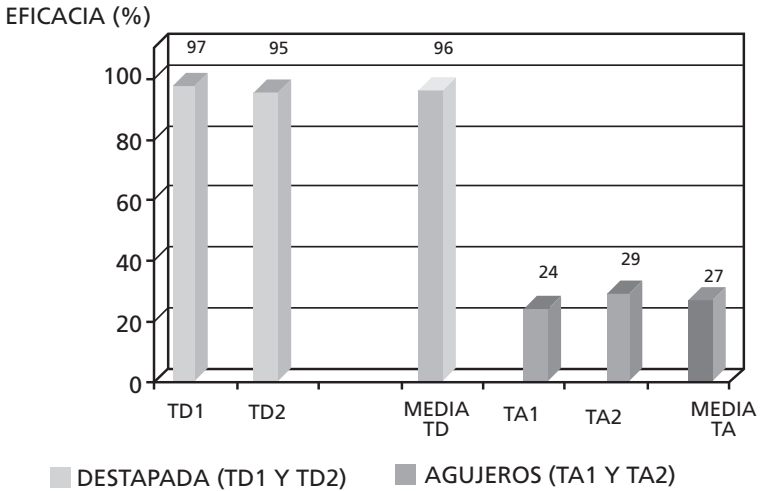


Figura 4. Eficacia del timol en polvo, en placa de petri destapada y con agujeros en el tratamiento contra la varroosis.

Año 98

El resultado más destacado de este ensayo es que los tratamientos con Apilifevar y aceite de oliva tienen una eficacia muy elevada, 96 y 92% respectivamente, similar a la de timol en polvo (97%), pero con la ventaja de que la ganancia de peso de las colmenas tratadas con Apilife-var y aceite de oliva, 18 y 7%, es superior a la de las colmenas tratadas con timol en polvo (-1%), que pierden peso, en comparación de las colmenas testigo que ganan un 34% (figura 5). Este porcentaje, 34%, corresponde a 4,4 kg de peso vivo.

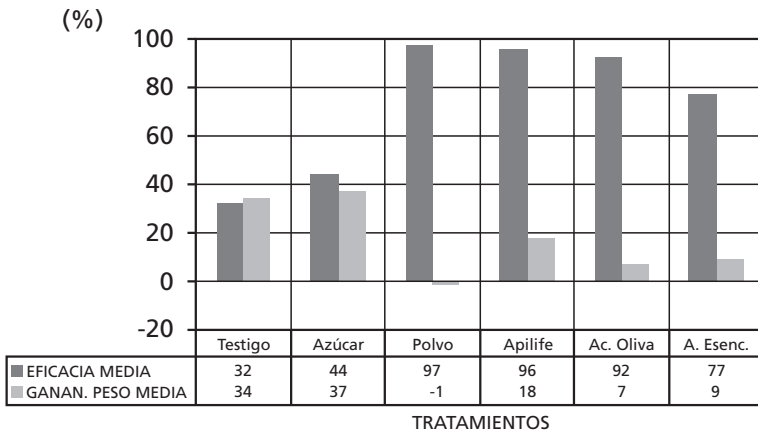


Figura 5. Eficacia y ganancia de peso medias de las colmenas tratadas con diferentes preparados a base de timol.

DISCUSION

Años 1995-1997

La eficacia del timol en polvo administrado directamente o en placas de petri sobre los marcos coincide con el obtenido por otros autores como Chiesa (1991) e Higes y

Llorente (1996) y por nosotros mismos en diferentes ensayos (Flores *et al.*, 1997).

Con estos resultados se podría controlar la varroosis. No obstante, el problema de la merma de la población de abejas adultas y de cría, sugiere la conveniencia de ensayar otras formas de administración donde el timol permanezca activo durante un periodo más largo y no se emplee en polvo. El polvo tiene un efecto insecticida al introducirse por los espiráculos respiratorios de las abejas y por estimular asimismo el comportamiento de limpieza. Si, como en el caso del timol, el polvo tiene un olor atractivo se agudizan estas acciones.

El ácido fórmico y la rotenona por su parte, pueden servir como productos alternativos en infestaciones no muy severas para no crear resistencias. Se puede mejorar su eficacia siempre que se aumente el número de los tratamientos, se ralentice su actuación mediante algún método o el número de colmenas sea lo suficientemente pequeño como para permitir una mayor manipulación y así obtener mayores eficacias como ocurren en algunos países de Europa (Rademacher, 1995, Thomas, 1997).

La eficacia de estos productos depende mucho de la época, el lugar y las condiciones de la parasitación, por lo que se ve necesario una investigación regionalizada.

Se da por hecho que el timol actúa por sublimación. No conocemos ningún autor que destaque el hecho de la necesidad de un contacto físico con el polvo para que tenga lugar una alta eficacia. Sin embargo, coincidimos con Chiesa (1991), en varios ensayos cuyos resultados no incluimos en el presente artículo, que al realizar tratamientos con mezclas de timol con azúcar la eficacia que obtenemos es mayor a la que correspondería a la sustancia activa de timol que la mezcla contiene.

Año 98

Imdorf *et al.* 1995 obtienen una eficacia del 93,7% con Apilife-var en un periodo de 4 semanas, eficacia similar a la obtenida por nosotros (96%) en 24 días. Sin embargo, otros autores como Muttinelli *et al.* (1996) obtienen eficacias menores, entre el 51,5 y 68,7%, con este mismo producto.

En cuanto a la ganancia en peso con Apilife-var respecto al timol en polvo podemos decir que ésta se produce porque la muerte de abejas adultas y cría frena el desarrollo general que en las colmenas se producen en los meses de mayo y junio en la campaña cordobesa.

No tenemos constancia de que autor alguno haya ensayado el timol en aceite de oliva.

CONCLUSIONES

- 1.- El timol es la sustancia que ha dado mejores resultados con eficacias más elevadas y regulares. El ácido fórmico y la rotenona pueden servir en otras circunstancias y no se descartan del todo.
- 2.- De acuerdo a nuestros ensayos de laboratorio y de campo, la manera de actuación del timol requiere del contacto con las abejas para alcanzar su elevada eficacia.
- 3.- Los tratamientos con Apilife-var y la disolución de timol en aceite de oliva a razón de 1 g por 1,7 ml impregnando esponjas de vermiculita han sido muy eficaces y han permitido la ganancia de peso de las colonias.
- 4.- Se ve necesaria una investigación participativa, regionalizada, coordinada y permanente.

AGRADECIMIENTOS

Las investigaciones aquí reseñadas están financiadas por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía a través del proyecto "Control de la varroasis en los colmenares andaluces: continuación de la evaluación de tratamientos no quimioterápicos" y de la creación del grupo mixto «Control sanitario en apicultura mediante vías alternativas a la utilización de productos químicos de síntesis».

REFERENCIAS

- Boecking, O. y Ritter, W. 1993. Grooming and removal behaviour of *Apis mellifera* intermissa in Tunisia against *Varroa jacobsoni*. *Journal of Apicultural Research*, **32**: 127-134.
- Colin, M. E. 1990. Essential oils of Labiatae for controlling honey bee varroosis. *J. Appl. Ent.*, **110**: 19-25.
- Colombo, M., Lodesani, M. y Spreafico, M. 1994. Resistencia de la varroa al flualinato. *Vida Apícola*, **64**: 42-47.
- Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica. 1990. Reglamento y Normas Técnicas de la Agricultura Ecológica.
- Chiesa, F. 1991. Effective control of varroosis using powdered thymol. *Apidologie*, **22**: 135-145.
- Fernández, M. I. y García, M. A. 1993. Determinación de plaguicidas en miel. *Vida Apícola*, **57**: 48-53.
- Flores, J. M., Ruiz, J. A., Ruz, J. M., Puerta, F. y Campano, F. 1997. Control de varroosis. Investigaciones sobre tratamientos alternativos en el sur de España. *Vida Apícola*, **84**: 45-49.
- Higes, M. y Llorente, J. 1996. Ensayo de la eficacia del timol en el control de la varroosis de *Apis mellifera* en colmenas en producción. *Actas del II Congreso de la SEAE: Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural. Navarra*. (pp 205-210).
- Imdorf, A., Bogdanov, S., Kilchenmann, V. y Maquelin, C. 1995b. Apilife Var: a new varroacide with thymol as the main ingredient. *Bee World*, **76**: 77-83.
- Muttinelli, F., Cremasco, S., Irsara, A., Baggio, A., Nanetti, A. y Massi, S. 1996. Organic acids and Api Life VAR in the control of varroosis in Italy. *Apicoltura moderna*, **87**: 99-104.
- Rademacher, E., Polaczek, B. y Schrickler, B. 1995. Acido fórmico: una nueva forma de aplicación del producto en las colmenas. *Vida Apícola*, **70**: 17-20.
- Thomas, H.-U. 1997. Practical aspects of alternative varroa control methods. En *¡Varroa! fight the mite*. (Munn P., Jones R., eds.). Cardiff, UK; International Bee Research Association (1997) 22-30 ISBN 0-86098-224-6.

Eficacia de plantas medicinales contra *Varroa jacobsoni* Oud. en laboratorio

J. A. Ruiz, J. M. Flores, J. M. Ruz, F. Puerta y F. Campano.
Centro Andaluz de Apicultura Ecológica (CAAPE). Ctra. N-IV, km 396.A. 14071-
Córdoba (España).

ABSTRACT

Thymol looks at the main ecological treatment against *V. jacobsoni* Oud. in the next years. To prevent appearance of resistance to this substance, as in the case of sintetic acaricides, we have began to test medical plants which according to bibliography, have anthelmintic, insecticidal, antiscabious and acaricide effects.

In a special recipient, simillar a modified glass, where bees with varroa put inside, it has been tested *Knautia arvensis*, *Tanacetum vulgare*, *Ruta graveolens* y *Urtica dioica* as alcoholic extracts and as essential oils. Essential oils, on account of slow evaporation, have proved more advantageous because of their longer acaricide effects during a period. *Ruta graveolens* is the plant with greatest efficacy.

RESUMEN

El timol se perfila como principal ama ecológica contra la varroosis en el curso de los próximos años. Con vistas a prevenir la posibilidad de que aparezca cualquier tipo de resistencia a esta sustancia tal y como ha ocurrido con los acaricidas de síntesis, se ha empezado a trabajar con algunas de las numerosas plantas medicinales que, según la bibliografía, tienen efectos acaricidas, antisárnicos, insecticidas o antihelmínticos.

En un recipiente especial que consiste básicamente en un vaso modificado en el que se introducen abejas con varroas se han ensayado escabiosa (*Knautia arvensis*), tanaceto (*Tanacetum vulgare*), ruda (*Ruta graveolens*) y ortiga (*Urtica dioica*) tanto en tintura alcohólica como en aceite esencial. El aceite esencial, debido a su más lenta evaporación, ha resultado más conveniente porque prolonga su poder acaricida en el tiempo. La ruda, por su parte, es la planta que ha tenido una mayor eficacia.

INTRODUCCION

El objetivo de esta línea de trabajo es evaluar la potencial utilización de sustancias naturales en la lucha contra la varroosis a largo plazo, pudiendo ofrecer así un abanico de posibilidades mayor al hoy existente y evitar de esta manera una eventual resistencia a productos naturales, que como el timol, se empiezan a usar con cierta eficacia (Imdorf,1995, Higes, 1996, Flores, 1997).

Por ello, tan importante como las plantas en sí es encontrar el dispositivo y método de testaje adecuado que permita ensayar en el laboratorio, de modo fiable y fácil, gran número de sustancias en poco tiempo.

MATERIAL Y METODOS

El testaje de las sustancias naturales se ha realizado en recipientes de observación (Koeniger y Fuchs, 1989), que consisten en un vaso modificado de plástico transparente con una capacidad de 330 ml (Fotografía 1). Este recipiente se coloca de modo invertido con diez abejas en su interior, cada una de ellas con un ácaro por lo menos, sobre una malla que impide que se escapen las abejas, pero que permite la caída de la varroa sobre una cartulina impregnada en vaselina.

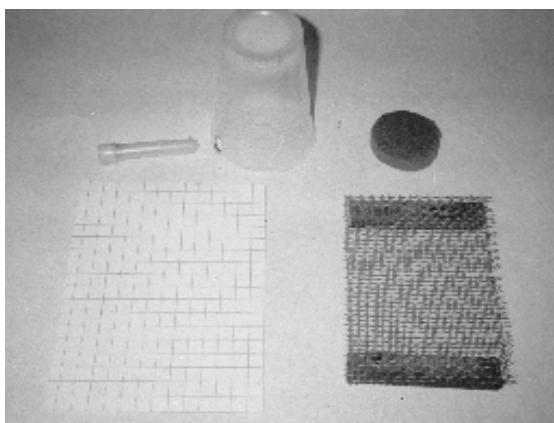


Foto 1. Recipiente usado inicialmente para los ensayos de plantas medicinales en laboratorio.

La alimentación de las abejas, para que sobrevivan el máximo tiempo posible, en un principio la realizamos con un tubo alimentador colocado en la parte inferior del vaso. La sustancia a ensayar se vierte primero y se deja evaporar después en una esponja de vermiculita pegada al fondo del vaso.

Se hacen revisiones periódicas cada 12 - 24 horas durante varios días para observar la evolución de la caída de las varroas y al finalizar se contabilizan las abejas y los ácaros muertos totales.

Durante los ensayos se trabaja en cámara isoterma a una temperatura de 30 °C, entre 50-70% de humedad relativa.

Las plantas que pueden ser objeto de estudio, según la bibliografía consultada (Fernández-Pola, 1992, Cánovas Fernández, 1993, Font Quer, 1993), son numerosas (Tabla 1).

Nosotros hemos empezado estudiando las siguientes (Fotografía 3):

- Escabiosa: *Knautia arvensis* (E)
- Tanaceto: *Tanacetum vulgare* (T)
- Ruda: *Ruta graveolens* (R)
- Ortiga: *Urtica dioica* (O)



Foto 3. Ensayo de Escabiosa (*Knautia arvensis*), Tanaceto (*Tanacetum vulgare*) y Ruda (*Ruta graveolens*) en el laboratorio.

• ANTISARNICAS
• Belesa (<i>Phumbago europaea</i>)
• Escrofularia canina (<i>Scrofularia canina</i>)
• Escabiosa (<i>Knautiarvensis</i>) (*)
• Olivarda (<i>Inula viscosa</i>)
• ACARICIDAS
• Cola de caballo (<i>Equisetum arvense</i>)
• Ortiga (<i>Urtica dioica</i> o <i>urens</i>) (*)
• Piretro (<i>Chrysanthemum cinariaefolium</i>)
• INSECTICIDAS
• Hierbapiojera (<i>Delphinium staphisagria</i>)
• Piretro o pelitre
• ANTIHELMINTICAS
• Ruda (<i>Ruta graveolens</i>) (*)
• Tanaceto (<i>Tanacetum vulgare</i>) (*)

(*) Plantas ensayadas en el CAAPE.

Tabla 1.- Plantas medicinales.

Estas sustancias se han ensayando tanto en Tintura madre en solución hidroalcohólica como en Aceite esencial de una sola cepa de la especie en cuestión, comparando efectos, eficacia y tiempo de evaporación. Cada sustancia se ha probado a diferentes dosis (0,1, 0,25, 0,5 y 1 ml) y el número de ensayos ha variado entre tres y cinco según los casos.

RESULTADOS

En cuanto al dispositivo y método de testaje podemos decir que:

- a) Para darle más estabilidad al vaso y que las abejas no escapen fácilmente conviene que el borde del vaso encaje ajustadamente a su alrededor en un marco de madera (Fotografía 2).

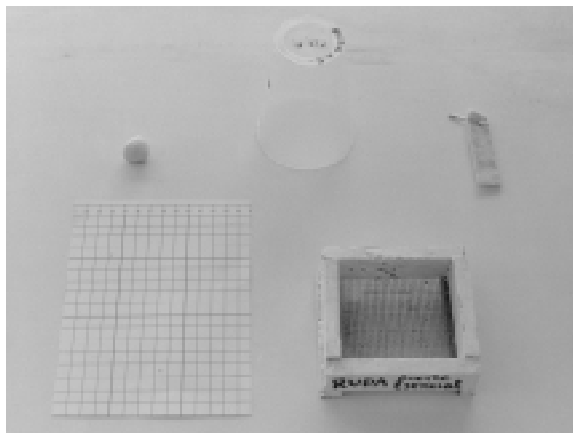


Foto 2. Dispositivo final mejorado: soporte de madera, bolitas de candi y gamuza absorbente.

- b) Las esponjas en algunos casos eran roídas por las abejas con lo que caían a la base del recipiente. Ante esto, hemos optado por usar tiras de gamuza absorbente que se introducen por una ranura superior y que no requieren pegamento ni ninguna otra sustancia extraña (Fotografía 2).
- c) Hemos observado que los recipientes que cuentan con tubos alimentadores alargan considerablemente la vida de las abejas en comparación con aquellos recipientes donde no se administra alimento alguno. De esta manera, al vivir las abejas más se da oportunidad de que el producto actúe también durante más tiempo. Sin embargo, los tubos alimentadores con jarabe a base de miel y agua se vuelcan con mucha facilidad e impregnan y manchan a las abejas ocasionando pérdidas. Como consecuencia de esto hemos empezado a usar candi (mezcla de miel y azúcar en estado sólido), que no tiene estos inconvenientes (Fotografía 2).
- d) En los recipientes testigo usados hemos podido comprobar que la varroa caía de manera natural en la misma cantidad que en algunos de los recipientes que contenían las sustancias naturales cualesquiera que fueran sus dosis. Esto lo hemos achacado a que a la hora de seleccionar y aislar las abejas hemos tenido que anestesiarlas con CO_2 varias veces para comprobar que efectivamente eran portadoras de alguna varroa, con lo que éstas también se veían afectadas. Para aliviar este problema hemos diseñado un sistema mediante medias elásticas que tapan la boca del vaso. La media en cuestión tiene una abertura que queda al descubierto cuando se estira un poco y por ella se introducen las abejas parasitadas con pinzas. Así evitamos que las abejas puedan escapar hasta la llegada al laboratorio donde esta media elástica se retira al tiempo que se encaja el vaso sobre un soporte de madera que lleva incorporada la malla de alambre.
- e) Como consecuencia de la anterior modificación hemos podido comprobar que son necesarias colmenas donde el grado de parasitación sea muy elevado para no tardar excesivo tiempo en preparar los ensayos. Se ha tenido que suspender algún ensayo cuando se ha realizado con elevadas temperaturas y se ha tardado demasiado en recolectar las abejas, porque al llegar al laboratorio numerosas varroas ya se habían desprendido.

- f) Es importante también que las varroas estén fijadas sobre las abejas, principalmente en la parte ventral entre los segmentos abdominales, para que no caigan por cualquier roce e introduzcan datos erróneos.
- g) Hemos comprobado que la luminosidad ocasiona una gran agitación de las abejas en los recipientes, lo cual no es conveniente.

Respecto a los resultados propiamente dichos tenemos que señalar que:

- 1) Tal y como muestra la Figura 1, 0,5 ml de Aceite Esencial de Ruda es el preparado que tiene una mayor eficacia (100%), seguido de 0,5 ml de Tintura de Ruda y, por último, 0,25 ml de Tintura de Escabiosa. Sin embargo, la mortalidad de las abejas antes de las 24 horas es del 100% con el Aceite Esencial de Ruda.

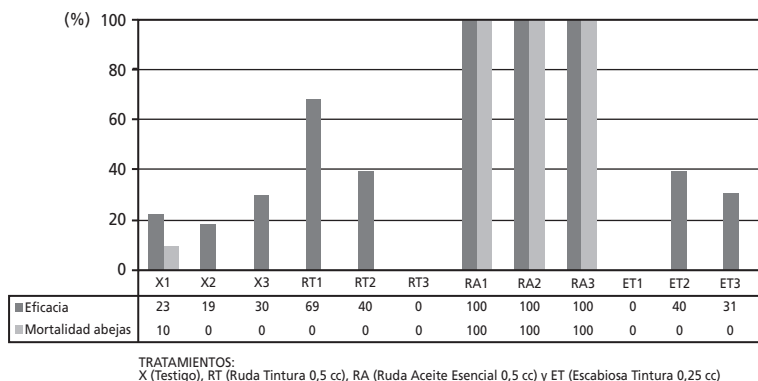


Figura 1. Ensayo de plantas medicinales contra *Varroa jacobsoni* Oud. en laboratorio.

- 2) En la Figura 2, se aprecia como disminuyendo la dosis del Aceite Esencial de Ruda a 0,1 ml la eficacia permanece en el 100% y sin embargo la mortalidad desciende hasta valores comprendidos entre el 10 y 40%. En esta figura se aprecia también como 0,1 ml de Aceite Esencial de Ortiga presenta también una eficacia alta con baja mortalidad de abejas.

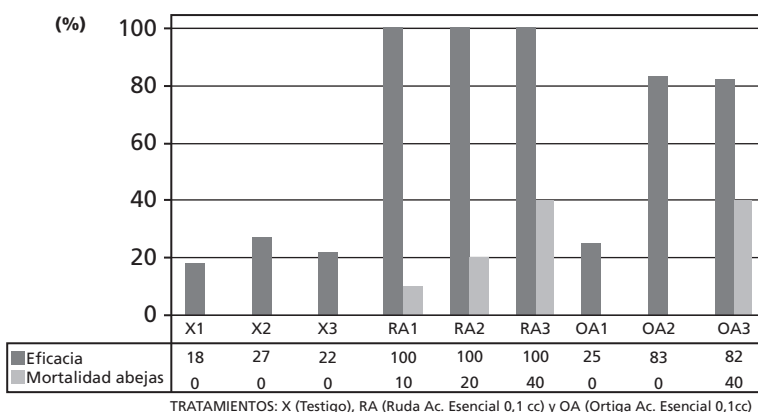


Figura 2. Ensayo de plantas medicinales contra *Varroa jacobsoni* Oud. en laboratorio.

- 3) Mediante pesadas periódicas hemos podido comprobar que la Tintura se evapora en menos de 24 horas, mientras que el Aceite Esencial tarda más tiempo. No todos los aceites son igualmente volátiles: el de Ruda, por ejemplo, es más volátil que el de Ortiga.

CONCLUSIONES

1. El dispositivo de testaje original se ha mejorado usando un soporte de madera donde el vaso queda encajado, bolitas de candi, tiras de gamuza absorbente, seleccionando las abejas sin anestesia, con varroas fijadas en la parte ventral de los segmentos abdominales.
2. Una temperatura ambiente no elevada (20- 25°C) y un periodo de selección de abejas corto (5- 10') son importantes para preparar este ensayo. Una oscuridad total es también necesaria en la habitación o cámara donde se realiza.
3. El tiempo de observación de la muerte de las varroas es suficiente con 24 horas para la Tintura y 48 horas para el Aceite Esencial.
4. La planta más eficaz ha sido la Ruda bajo la forma de Aceite Esencial, seguida de la Ortiga y Escabiosa.
5. En el caso de la Ruda la dosis de 0,1 ml tuvo una eficacia del 100%, con una baja mortalidad de abejas (10-40%).
6. El Aceite Esencial es más eficaz que la Tintura porque, además de su diferente composición, el aceite se evapora más lentamente, lo que permite una acción más prolongada.
7. No es posible descartar ninguna planta sin probar todas y cada una de sus formas de presentación (pulverizado con lactosa, tintura alcohólica, aceite esencial,...)

AGRADECIMIENTOS

Las investigaciones aquí reseñadas están financiadas por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía a través del proyecto "Control de la varroasis en los colmenares andaluces: continuación de la evaluación de tratamientos no quimioterápicos" y de la creación del grupo mixto «Control sanitario en apicultura mediante vías alternativas a la utilización de productos químicos de síntesis».

A Don Mariano Rosa, por su constante, desinteresada y fructífera colaboración (Fotografía 4).

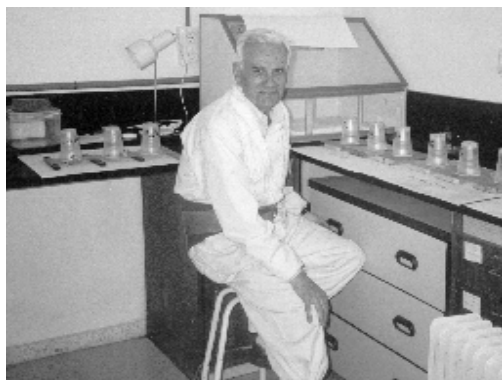


Foto 4. Don Mariano Rosa, químico colaborador del CAAPE.

REFERENCIAS

Cánovas Fernández, A. 1993. En *Tratado de Agricultura Ecológica*. Instituto de Estudios Almerienses ed.; Almería. ISBN: 84-8108-021-7.

- Fernández-Pola Cuesta, J. 1992. En *Recetario de plantas medicinales*. Omega S.A. ed.; Barcelona.
- Flores, J. M., Ruiz, J. A., Ruz, J. M., Puerta, F. y Campano, F. 1997. Control de varroosis. Investigaciones sobre tratamientos alternativos en el sur de España. *Vida Apícola*, **84**: 45-49.
- Font Quer, P. 1993. En *Plantas medicinales*. El Dioscórides renovado. Labor S.A. ed.; Barcelona. ISBN: 84-335-0084-8.
- Higes, M. y Llorente, J. 1996. Ensayo de la eficacia del timol en el control de la varroosis de *Apis mellifera* en colmenas en producción. En *Actas del II Congreso de la SEAE. Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural*. Navarra. (pp 205-210).
- Imdorf, A., Bogdanov, S., Kilchenmann, V. y Maquelin, C. 1995. Apilife Var: a new varroacide with thymol as the main ingredient. *Bee World*, **76**: 77-83.
- Koeniger, N. y Fuchs, S. 1989. Once años de varroosis: experiencias, retrospectivas y perspectivas. *Vida Apícola*, **34**: 65-72.

Resultados obtenidos de la utilización de la técnica de inseminación artificial de reinas en el sur de España

J. M. Ruz, J. M. Flores, J. A. Ruiz, F. Puerta y F. Campano.

Centro Andaluz de Apicultura Ecológica. Campus Agroalimentario de Rabanales. Ctra. N-IV, Km. 396.A. 14071. Córdoba

Desde 1995, la técnica de Inseminación Artificial de abejas reinas se está desarrollando con resultados satisfactorios en el Centro Andaluz de Apicultura Ecológica. Se ha logrado formar un grupo de colmenas con reinas procedentes todas ellas de líneas de abejas que previamente han sido testadas en nuestro colmenar experimental. Los criterios seguidos hasta el momento para la selección de éstas colmenas se basan fundamentalmente en su capacidad de tolerar al ácaro *Varroa jacobsoni* Oud., parásito que provoca la enfermedad conocida como Varroasis, extendida por toda España, y que es la causante de las mayores pérdidas económicas en apicultura. Con ello pretendemos lograr una reducción (incluso desaparición) en el empleo de acaricidas que actualmente son utilizados por los apicultores. El uso indiscriminado y sin control de estos productos acarrea la presencia de residuos en la miel y la aparición de poblaciones de ácaros resistentes.

La técnica de inseminación artificial permite un control de los acoplamientos, y por tanto un mejor seguimiento de los caracteres susceptibles de ser seleccionados.

Estos pueden ser diferenciados en tres grandes grupos:

- productivos (kilos de miel, polen, etc.)
- de comportamiento (agresividad, baja tendencia a la enjambrazón, etc.)
- resistencia y/o tolerancia a enfermedades (varroasis, ascosferiosis, etc.)

Para poder desarrollar esta técnica se requiere:

- Métodos de selección de colmenas. Hasta el momento nuestro trabajo se basa

fundamentalmente en localizar colmenas que presenten características de resistencia al ácaro varroa.

- Programa de cría de reinas.

Instalaciones y equipo

- Colmenar experimental. Nuestro Centro cuenta con un número de colmenas que oscila entre 120-150, dependiendo de la época. Su proximidad al laboratorio permite un control minucioso y permanente de estas, además de un traslado rápido, tanto de realeras como de los zánganos. No debemos olvidar que el enfriamiento de los individuos reduce la viabilidad de estos, y por tanto el éxito de nuestro trabajo.
- Laboratorio y sala de inseminación.
- Aparato de inseminación y fuente de luz fría. Existen distintos tipos de inseminadores, aunque el que nosotros utilizamos es el modelo Schley. Este dispone de un receptáculo para la reina conectado a una fuente de CO_2 , una microjeringa, donde se encuentra el esperma para la inseminación, y dos columnas que soportan cada uno de los ganchos, ventral y dorsal (con un pequeño orificio para introducir el aguijón de la reina), que permiten el acceso al oviducto. La fuente de luz fría impide que las sensibles estructuras de la reina se resequen durante los minutos que dura el proceso de inseminación.



Foto 1. Colmenar experimental.



Foto 2. Laboratorio

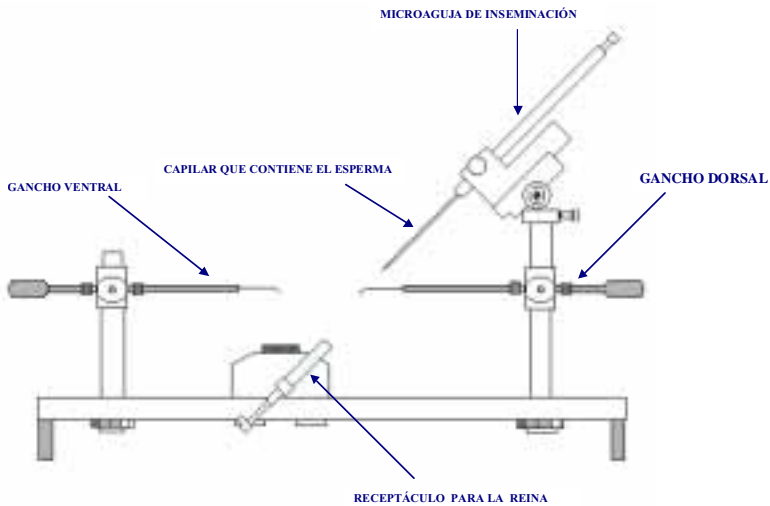


Figura 1. Aparato de inseminación artificial.



Foto 3. Inseminando.

Las colmenas seleccionadas por las características mencionadas anteriormente son mantenidas durante el invierno bajo un control estricto de alimentación y sanidad. Se integran en un programa de cría de reinas, y a su vez son manejadas para conseguir adelantar la cría de zánganos.

Debemos sincronizar la cría de reinas y el nacimiento de los zánganos, ya que el momento de madurez fisiológica varía dependiendo del sexo.

De una parte, la edad adecuada para la fecundación de la reina oscila entre los 6 y 10 días. Sin embargo, los zánganos requieren un periodo de madurez sexual más prolongado. Oscila entre los 16 y 22 días. Los zánganos más jóvenes aún no poseen esperma lo suficientemente maduro como para ser viables, mientras que en los más viejos la capacidad de movimiento de este está muy limitada, pudiendo provocar obstrucciones en el aparato genital de la reina, infecciones secundarias, y finalmente la su muerte.

Las reinas vírgenes son mantenidas en núcleos baby hasta el momento de la insemi-

nación. En la piquera se debe colocar un excluidor de reinas que impida que éstas realicen los vuelos de fecundación natural. En estos núcleos se coloca alimento sólido en forma de candi (mezcla de azúcar glasé y miel), y un número aproximado de 300 abejas jóvenes (nodrizas) para un mejor cuidado de la reina virgen. Un día antes de la inseminación se les aplica un tratamiento de CO₂ que acelera el momento de la puesta de huevos.

Las colmenas empleadas para la cría de zánganos necesitan de un manejo especial durante el invierno. Son tratadas contra varroa, ya que esta se desarrolla con mayor incidencia en las celdillas de estos individuos, siendo inviables para la extracción de esperma los zánganos que han sido parasitados. Las reservas de alimento son cuidadas, fundamentalmente las de polen. En el inicio de primavera se estimula la colmena con jarabe de miel, para que ésta adelante la cría de zánganos, cosa que hace normalmente en momentos de máxima presencia de alimento. En éstas colmenas se coloca un excluidor de piquera, que impide la entrada de zánganos procedentes de otras colmenas, así como la salida de los individuos seleccionados, controlando de esta forma el origen genético de los mismos.

La jornada de inseminación comienza con la extracción de esperma de un número variable de zánganos. Se requieren aproximadamente entre 8 y 14 zánganos para conseguir la dosis de esperma necesaria ($\approx 8\mu\text{l}$). En el eyaculado podemos diferenciar dos porciones, una mucosa, de aspecto blanco nacarado, y otra espermática, de color crema. Debemos evitar recoger la fracción mucosa, ya que esta se reseca a temperatura ambiente, pudiendo obstruir la punta del capilar, o incluso el canal del oviducto, en caso de que se llegara a introducir en la reina inseminada, con la consecuente pérdida de ésta.



Foto 4. Núcleos de fecundación.

El diluyente que empleamos para la conservación del esperma es similar al utilizado para la inseminación de verraco y se trata de una solución a base de citrato, conocido bajo el nombre de “Kiew” o “Varohm”. Con este diluyente se puede conservar sin ningún problema el esperma absorbido en la microjeringa varias horas, o incluso hasta el día siguiente, si por ejemplo debe interrumpirse bruscamente el trabajo de inseminación.

Es en este momento cuando se retiran las reinas a inseminar (normalmente en grupos de 2) de los núcleos baby, y son trasladadas al laboratorio. Se introducen en el receptáculo para la reina que posee el aparato de inseminación. Se someten a un 2º tratamiento de CO₂, cuya funcionalidad en este caso es la de mantener inmóvil a la reina durante el transcurso de la inseminación, evitando así movimientos indeseables que dificulten su manipulación. Utilizando los ganchos dorsal y ventral, separamos los dos últimos segmentos abdominales llegando a la bolsa copuladora, y tenemos acceso al

orífico del oviducto, a través del cual introducimos el extremo de la microjeringa. Aplicamos la dosis de espermatozoides, comprobando que no existe reflujo del contenido seminal, lo que nos indicaría que el proceso no ha sido adecuado. Más tarde se retira la reina, y procedemos a su marcaje, lo que se realiza con pequeñas placas identificativas, con un número y color específico, acorde con un código internacional de colores.

Las reinas son devueltas de nuevo a sus núcleos de origen, y se dejan sin ninguna manipulación durante los siguientes 8 días. Se realiza posteriormente un control de cada núcleo, verificando la presencia de la reina inseminada, y se comprueba si ha comenzado la puesta. En caso de que se haya iniciado se esperará el tiempo suficiente para que comprobar que se trata de puesta de obrera (procedente de huevos fecundados). Es en este momento cuando podemos decir que se ha realizado correctamente todo el proceso.

Las reinas así obtenidas se integran en distintos grupos de control, en función de su línea de procedencia.

REFERENCIAS

- Laidlaw, Jr. H. H. 1979. *Contemporary Queen Rearing*. Ed. A Dadant Publication.
- Mesquida, J. 1981. *Elements of genetics with special reference to the Bee*. Office Pour l'Information et la Documentation en Apiculture (O.P.I.D.A.)
- Rinderer, T. E. 1986. *Bee genetics and breeding*. Academic Press, Inc.
- Ruttner, F. 1988. *Breeding Techniques and Selection for Breeding of the Honeybee*. An Introduction to the Rearing of Queens, the Conduct of Selection Procedures and the Operation of Mating Stations. Ed. BIBBA.
- Ruttner, F. 1974. *Inseminación artificial de las reinas*. APIMONDIA.
- Schley, P. 1983. *Praktische Anleitung zur instrumentellen Besamung von Bienenköniginnen*. W.S.E. Selbstverlag.
- Schley, P. 1990. *Einführung in die instrumentelle Besamung von Bienenköniginnen*. Gieben.

Utilización de la rotenona en el control de la varroosis de *Apis mellifera*

M. Higes, J. Llorente, A. Sanz, J. L. Pérez y M. Suárez.

Centro Apícola Regional. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. S. I. A. Camino San Martín s/n. 19180 Marchamalo. Guadalajara. España.

RESUMEN

Determinamos la eficacia acaricida de la rotenona en el control de la varroosis de la abeja melífera entre los meses de octubre y diciembre, periodo en el que se realizan mayoritariamente los tratamientos acaricidas contra esta parasitosis.

Trabajamos sobre un total de 30 colonias de abejas homogéneas ubicadas en un colmenar en producción en la zona centro de España (Guadalajara). Un grupo de 25 colonias recibió el tratamiento acaricida a base de rotenona, manteniéndose las restantes como testigo. Cuarenta gramos del producto Agri 2003® (rotenona al 1%), fueron distribuidos homogéneamente en el interior de la colmenas que albergaban las colonias de abejas, repitiendo la aplicación un total de cuatro veces, con una semana de intervalo entre cada una. Paralelamente se tomaron muestras de miel para comprobar la presencia de residuos de esta molécula.

La eficacia media obtenida, superior al 95%, puede considerarse suficiente como para mantener controlada la parasitación. La ausencia de residuos de rotenona en la miel analizada confirma la posibilidad de poder utilizar esta molécula para el control de la varroosis en colmenares acogidos a "apicultura ecológica".

INTRODUCCIÓN

La varroosis es la principal enfermedad parasitaria de las abejas melíferas cuyo agente etiológico es el ácaro *Varroa jacobsoni*. En nuestro país, supone un problema sanitario de primer orden, que limita de manera importante la viabilidad de las colonias de abejas melíferas así como su producción, si no se realizan tratamientos acaricidas sistemáticos a lo largo del año.

Las primeras medidas de lucha contra el ácaro *Varroa jacobsoni* se basaron en el uso de diferentes moléculas acaricidas, incluidos productos organofosforados, con los que se consiguió mantener controlada la parasitación.

En una fase posterior, se fueron desarrollando nuevos métodos de control basados en diferentes moléculas químicas o técnicas de manejo apícola que permitieran limitar la utilización de las tradicionales moléculas acaricidas, cuyo uso sistemático puede determinar la aparición de residuos en los productos de la colmena (Kraus, 1995), e incluso la selección de poblaciones del ácaro resistentes a las mismas (Milani, 1995, Trouiller, 1996, Higes *et al.*, 1998).

Con el reciente desarrollo de la apicultura ecológica, se ha potenciado la búsqueda de alternativas válidas a los tratamientos acaricidas tradicionales. Estos han de ser válidos para el apicultor, tanto desde el punto de vista práctico como económico, en el control de la varroosis, preconizándose el uso de ácidos orgánicos (Rosenkranz, 1993, Kraus and Berg, 1994, Imndorf *et al.*, 1997, Higes *et al.*, 1998), aceites esenciales (Chiesa, 1991, Higes *et al.*, 1997) y rotenona.

La rotenona es un alcaloide obtenido de la raíz de la planta *Derris elliptica*, originaria de Asia, en la que se encuentra junto con otros 13 ésteres derivados. Resulta sensible a la luz y el calor, desactivándose en pocos días cuando es expuesta a la luz directa del sol durante el verano. La rotenona resulta tóxica para los peces, por lo que ha sido usada tradicionalmente por diversas tribus indígenas para paralizarles y posteriormente proceder a su pesca y consumo. En el caso de los mamíferos, la toxicidad varía según la especie y método de administración, siendo muy rara en el hombre, aunque puede presentar efectos locales como conjuntivitis, dermatitis, faringitis y rinitis (lo que aconseja precaución en su manipulación), estando cifrada la dosis tóxica para un hombre de 70 kg, en más de 100 g de rotenona pura vía alimentaria, siendo menos tóxica por vía respiratoria.

Su mecanismo de acción se basa en la inhibición de la oxidación del NADH_2 y posterior bloqueo de la conducción nerviosa, lo que permite su uso tópico en la lucha contra diferentes ácaros ectoparásitos.

Teniendo presentes estas características, la rotenona se presenta como un acaricida válido para el control de la varroosis de la abeja melífera, siendo satisfactorios los primeros resultados obtenidos por nuestro grupo en este sentido (Higes, 1997). En nuestro trabajo hemos querido verificar su eficacia frente a este *Varroa jacobsoni* y los posibles residuos que de la misma pueden aparecer en la miel tras la realización del correspondiente tratamiento en colmenares en producción.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo fue realizado en uno de los Colmenares Experimentales pertenecientes al Centro Apícola Regional entre los meses de octubre y diciembre de 1997. Este colmenar está situado geográficamente en la zona centro de España (Cendejas de la Torre.

Guadalajara. España) a una altitud media de 970 metros y con un tipo climático continental (Elías y Ruiz, 1977) siendo las labiadas (*Lavandula latifolia*, *Thymus vulgaris*, etc.) la flora de mayor interés apícola, que determinan normalmente la realización de una única cata de miel en septiembre (tardío).

Trabajamos con un total de 30 colmenas Langstroth, con el fondo adaptado para permitir la recogida de los ácaros muertos durante el ensayo y evitar su retirada por las abejas. Todas fueron pobladas por colonias de *Apis mellifera* homogéneas con reinas de la misma edad y parasitadas de manera natural por *Varroa jacobsoni*.

Para valorar el vigor de las colonias y su posible influencia en la eficacia del tratamiento acaricida aplicado, hemos utilizado el índice descrito por Bounías *et al.* (1994), en el que se relaciona mediante un cociente, el número de cuadros de la colmena que presentan cría y el número total de cuadros ocupados por abejas y reservas, siendo mayor el vigor cuanto más nos aproximamos al valor 1.

Las colmenas fueron divididas aleatoriamente en dos grupos. El grupo R, con un total de 25 colmenas recibió el tratamiento acaricida. El grupo T de 5 colmenas permaneciendo como testigo.

Para la realización del tratamiento utilizamos el producto comercial Agri 2003® (rotenona 1%) que fue aplicado a razón de 40 g por colmena, distribuido homogéneamente en los espacios entrecuadros de la cámara de cría ocupados por abejas. Se aplicaron cuatro tratamientos con intervalo de una semana (días 0, 7, 14 y 28 del ensayo). Durante este periodo, se realizaron controles de caídas de ácaros semanalmente, tanto en las colmenas del grupo tratado como en las del grupo testigo. A los siete días de realizar el cuarto tratamiento (día 35 del ensayo), se procedió a la realización de un tratamiento control con amitraz (Apivar®) durante 5 semanas (hasta el día 70 del ensayo), seguido de dos tratamientos con coumaphos (Perizín®) con una semana de intervalo (días 71 y 78 del ensayo), con el fin de recuperar las Varroas aún presentes en los diferentes individuos de la colonia de abejas.

En cada una de las colmenas se obtuvieron muestras de miel de los cuadros con reservas de la cámara de cría antes de la aplicación del primer tratamiento (muestra control), así como a las 24 horas y 7 días de realización de cada uno de los tratamientos, con lo que se obtuvieron 9 muestras de miel por colmena en las cuatro semanas que duró el tratamiento con rotenona. Estas muestras eran obtenidas mediante espátula estéril, una vez eliminada la cera de los opérculos y almacenada en anaclines estériles a -20°C hasta su análisis. El método analítico aplicado fue el puesto a punto por Bernal *et al.* (1998, comunicación personal).

La eficacia del tratamiento a base de rotenona, así como el porcentaje de muerte fisiológica se calculó según la siguiente fórmula:

$$E = \frac{Vcs}{Vcs+Vfc} \times 160$$

Donde: E= eficacia.

Vcs= Varroas recogidas en controles semanales.

Vfc= Varroas recogidas en control con flouvalinato y coumaphos.

Todas las colonias fueron revisadas al finalizar los tratamientos para comprobar su viabilidad.

En el análisis estadístico de los resultados utilizamos los test no paramétricos, para un nivel de significación $\alpha=0,05$ de Spearman y de Wilcoxon-Man-Whitney (en este caso, los valores $p\leq 0,05$ se consideran estadísticamente significativos).

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra la caída media semanal de ácaros debida al tratamiento con rotenona y la muerte fisiológica de los mismos en las colmenas testigo, así como los porcentajes relativos de mortalidad respecto al total de ácaros abatidos.

Grupo	1ª semana		2ª semana		3ª semana		4ª semana	
R	1259	28%	2240	50%	869	19%	122	3%
T	7	32%	5	23%	5	23%	4	22%

Tabla 1. Caída media semanal de ácaros en las colmenas tratadas (grupo R) y testigos (grupo T).

En la Tabla 2, encontramos los valores medios de los diferentes parámetros estudiados en cada grupo de colmenas, la eficacia media del tratamiento y el porcentaje de muerte fisiológica durante el periodo en el que se desarrolló el ensayo.

	IBo	Varros totales en controles semanales	Varros totales amitraz y coumaphos	Eficacia(%)
Grupo R				
Media	0,3	1122	58	95,1
Rango	0,2-0,5	328-6422	11-110	92,7-99,7
Grupo T				Muerte fisiológica (%)
Media	0,23	21	571	3
Rango	0,13-0,3	4-47	161-1359	1-7

Tabla 2. Valores medios de los diferentes parámetros estudiados (Ibo=índice de Bounias).

En el grupo R el 78% de los ácaros muere tras los dos primeros tratamientos, porcentaje que alcanza el 97% tras la aplicación de los tres primeros tratamientos.

La eficacia media del tratamiento aplicado (grupo R) fue del 95,1% (S.d. 2,76), frente a una mortalidad fisiológica en el grupo T del 3% (S.d. 1,25), existiendo diferencias estadísticamente significativas entre ambos valores ($p<0,05$), lo que pone en evidencia la acción acaricida de la rotenona.

En el grupo R, no existe correlación significativa entre las eficacias obtenidas en cada una de las colmenas tratadas y el vigor de la colonia ($r_s = 0,5<1$), ni entre eficacia y población total de ácaros ($r_s = 0,8<1$).

En ninguna de las muestras analizadas se encontraron residuos de rotenona (límite de detección del método: 0,015 ppm. Límite de cuantificación del método: 0,075 ppm).

Tras la aplicación de los tratamientos todas las colmenas permanecían viables, siguiendo una evolución normal en los meses posteriores.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente trabajo vienen a confirmar las altas eficacias acaricidas obtenidas mediante el uso de rotenona en el control de la varroosis, por nuestro equipo. La eficacia media del 95% es similar a la obtenida con otros acaricidas de liberación lenta (Apistan® materia activa fluvalinato, Apivar® materia activa amitraz) en idénticas condiciones de desarrollo de las colonias. Por otra parte, esta eficacia media puede considerarse suficiente para asegurar un correcto control de esta parasitosis (Colin y Faucon, 1984).

Como en el caso de otros productos de aplicación puntual (ácidos orgánicos) la eficacia acaricida en una colmena se ve directamente influida por la homogeneidad con la que el operador distribuya el producto sobre las abejas, ya que ni la presencia de cría en este periodo de tiempo (lugar donde la hembra de *Varroa* realiza la oviposición, completando su ciclo biológico) ni la parasitación total influyen directamente. Sin embargo, el método de aplicación expuesto resulta de una gran facilidad para el apicultor, no siendo necesarios más de 30 segundos para completar el tratamiento en una colmena, lo que permite el tratamiento de colmenares de tamaño medio (unas 100 colmenas) en un tiempo razonable.

Otro dato a tener en cuenta es la ausencia de residuos de rotenona en la miel de la cámara de cría, lo que unido a su buena eficacia acaricida lo convertirían en un tratamiento recomendable durante la otoñada.

El único inconveniente que podríamos resaltar es que en el caso de colmenares en los que se detecten poblaciones del ácaro resistentes al fluvalinato, podrían producirse resistencias cruzadas con la rotenona, extremo que debe de ser confirmado mediante los correspondientes análisis laboratoriales.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del I.N.I.A. y de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (proyectos nº SC97/035 y 126/PA29).

REFERENCIAS

- Colin, M. E. y Faucon, J.P. 1984. El tratamiento de la varroosis con aerosol caliente. *Vida Apícola*, **12**: 29-31.
- Chiesa, F. 1991. Effective control of varroosis using powdered thymol. *Apidologie*, **22**: 135-145.
- Elías, F. y Ruiz, B. 1977. *Agroclimatología en España*. Publicaciones I.N.I.A., cuaderno nº 7:382.
- Higes, M., Suárez, M. y Llorente, J. 1997. *Researchs and reviews in parasitology*.
- Higes, M., Llorente, J., Sanz, A., Meana, A. y Calonge, R. 1998. *Varroa*. Sensibilidad al fluvalinato. *Vida Apícola*, **89**: 41-45.
- Higes, M., Sanz, A. y Llorente, J. 1998. Influencia del método de aplicación en la eficacia acaricida del ácido oxálico frente a *Varroa jacobsoni* Oud. *Medicina Veterinaria* (en prensa).
- Imdorf, A., Charriere, J. D. y Bachofen, B. 1997. Control de la efectividad de los métodos de lucha contra *Varroa jacobsoni* por el ácido oxálico. *Apiacta*, **32**: 89-91.
- Kraus, B. y Berg, S. 1994. Effect of lactic acid treatment during winter in temperate climate upon *Varroa jacobsoni* Oud. and the bee colony. *Experimental and Applied Acarology*, **18**: 459-468.

- Kraus, W. 1995. The use of varroacides and their influence on the quality of bee products. *American Bee Journal*, **12**: 817-821.
- Milani, N. 1995. The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to pyrethroids: a laboratory assay. *Apidologie*, **26**: 415-429.
- Rosenkranz, P. 1993. Varroatose-Bekämpfung mit Ameisensäure im Erlanger Magazin. *Wirkung auf Bienen-und Brutmilben*, **48**: 4-8.
- Trouiller, J. 1996. Resistance de varroa au fluvalinate: les faits. *La santé de l'abeille*, **153**: 110-117.

Eficacia acaricida del ácido láctico frente a *Varroa jacobsoni*

M. Higes, J. Llorente y A. Sanz.

Centro Apícola Regional. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. S.I.A. Camino San Martín s/n. 19180 Marchamalo. Guadalajara. España.

RESUMEN

Evaluamos la eficacia acaricida del ácido láctico en el control de la varroosis de la abeja melífera, durante el otoño, mediante la aplicación del mismo por gota gruesa, método que facilita al apicultor la realización del tratamiento.

Para ello, seleccionamos 25 colonias de abejas homogéneas que fueron ubicadas en el Colmenar Experimental del C.A.R. Se dividieron aleatoriamente en dos grupos, recibiendo uno el tratamiento (20 colonias de abejas) y manteniéndose el otro (5 colonias de abejas) como testigo. El tratamiento consistió en la aplicación de una dilución de ácido láctico al 15% en agua destilada azucarada, mediante un dosificador, a razón de 8cc por espacio entrecuadros de la cámara de cría poblado por abejas. Este tratamiento se repitió cuatro veces con una semana de intervalo.

La eficacia obtenida fue baja (26%), inferior a la conseguida cuando se aplica el ácido por nebulización e inferior a la presentada por otros ácidos orgánicos aplicados por el mismo método. Este resultado muestra la necesidad de seguir trabajando en la línea de facilitar la aplicación de los ácidos orgánicos a la vez que se mantiene una eficacia acaricida suficiente para controlar las poblaciones del ácaro a niveles compatibles con el desarrollo de las colonias de abejas.

INTRODUCCION

La varroosis es una enfermedad parasitaria de las abejas melíferas cuyo agente etiológico es el ácaro *Varroa jacobsoni*, endémica en el sudeste asiático y cuyo hospedador originario es *Apis cerana*. En la actualidad, se encuentra distribuida en todo el mundo y solo Australia e Irlanda se mantienen libres de esta parasitación. En nuestro país, supone un problema sanitario de primer orden, que limita de manera importante la viabilidad de las colonias de abejas melíferas si no se realiza un correcto control acaricida.

Las primeras medidas de lucha contra el *Varroa jacobsoni* se basaron en el uso de diferentes moléculas acaricidas, incluidos productos organofosforados y piretroides, con las que se consiguió mantener la parasitosis controlada de una manera simple y eficaz, aunque con el riesgo de contaminar los diferentes productos de la colmena (Wallner, 1990), dado el carácter lipofílico de alguno de ellos (Bogdanov y Kilchenman, 1993, Kraus, 1995). Por otra parte, el uso sistemático de estas moléculas puede determinar la aparición de poblaciones del ácaro resistentes a las mismas, sobre todo cuando no se respeta la posología de una manera estricta. Este fenómeno ha sido descrito recientemente en Italia (Milani, 1995), Francia (Trouiller, 1996) y España (Higes *et al.*, 1998) para el fluvalinato, acaricida utilizado mayoritariamente por los apicultores durante la última década.

El desarrollo de métodos alternativos de control de la varroosis, surge como respuesta a esta doble preocupación, por una parte, disminuir la posible presencia de residuos de sustancias quimioterápicas o de sus metabolitos en los productos de la colmena (miel, cera, polen, propóleos, etc.) y por otra parte, dotar al apicultor de una serie de productos o técnicas de manejo que permitan limitar o prescindir del uso acaricidas "de síntesis", limitando el riesgo de aparición de resistencias a los mismos por parte del ácaro *Varroa*.

En este sentido, algunos ácidos orgánicos, presentes de manera natural en múltiples alimentos, han demostrado una interesante acción acaricida frente a *Varroa*, destacando el ácido fórmico (Rosenkranz, 1993), el ácido oxálico (Imndorf *et al.*, 1997, Higes *et al.*, 1998) y el ácido láctico (Kraus and Berg, 1994, Higes *et al.*, 1994).

El ácido láctico fue descubierto en 1780, en un análisis rutinario realizado en leche. Desde entonces, se ha venido usando tanto en la industria alimentaria como química y farmacéutica dadas sus propiedades (carácter ácido, poder conservante, etc.). Se encuentra de manera natural en una gran variedad de alimentos, entre los que se encuentra la miel, en donde puede aparecer en concentraciones entre 40 y 400 ppm dependiendo de su origen floral. A estas propiedades, hemos de sumarle un bajo poder residual (Stoya *et al.*, 1987) cuando se aplica como tratamiento acaricida en las colmenas.

Sin embargo, el mayor inconveniente que limita el uso de los ácidos orgánicos en general y del ácido láctico en particular, en el control de la varroosis es el método de aplicación tradicionalmente utilizado (nebulización de los cuadros poblados por abejas), el cual requiere un gran número de manipulaciones en la colmena, dificultando el tratamiento de grandes colmenares.

En nuestro trabajo, hemos querido comprobar la eficacia del ácido láctico aplicado en forma de gota gruesa, mediante un sencillo método de aplicación.

MATERIAL Y METODOS

El ensayo fue realizado en el Colmenar Experimental perteneciente al Centro Apícola Regional (Marchamalo. Guadalajara. España) entre los meses de octubre y diciembre de 1997. Esta localidad está situada geográficamente en la zona centro de España a una altitud media de 680 metros y con un tipo climático mediterráneo templado (Elías y Ruiz, 1977) siendo las especies cultivadas (girasol, maíz) y cierta labiadas (*Lavandula latifolia*, *Thymus vulgaris*, etc.) las de mayor interés apícola, lo que determina normalmente la realización de una única cata de miel en septiembre (tardío).

Trabajamos con un total de 25 colmenas Langstroth, con el fondo adaptado para permitir la recogida de los ácaros muertos durante el ensayo y evitar su retirada por las

abejas. Todas fueron pobladas por colonias de *Apis mellifera* homogéneas con reinas de la misma edad y parasitadas de manera natural por *Varroa jacobsoni*.

Para valorar el vigor de las colonias y su posible influencia en la eficacia del tratamiento acaricida aplicado, hemos utilizado el índice descrito por Bounias *et al.* (1994), en el que se relaciona mediante un cociente, el número de cuadros de la colmena que presentan cría y el número total de cuadros ocupados por abejas y reservas, siendo mayor el vigor cuanto más nos aproximamos al valor 1.

Las colmenas fueron divididas aleatoriamente en dos grupos. El grupo A, con un total de 20 colmenas recibió el tratamiento acaricida. El grupo B de 5 colmenas permaneciendo como testigo.

El ácido láctico (Panreac, nº 131034) fue aplicado, diluido al 15% en agua destilada estéril atemperada a 35 °C con un 20% de azúcar, a razón de 8 ml de la dilución en cada espacio intercuadros de la cámara de cría ocupados por abejas, en forma de gota gruesa (total 60-80 cc por colmena) distribuidos homogéneamente mediante un dosificador. Se aplicaron cuatro tratamientos con intervalo de una semana (días 0, 7, 14 y 28 del ensayo). Durante este periodo, se realizaron controles de caídas de ácaros semanalmente, tanto en las colmenas del grupo tratado como en las del grupo testigo. A los siete días de realizar el cuarto tratamiento (día 35 del ensayo), se procedió a la realización de un tratamiento control con amitraz (Apivar®) durante 5 semanas (hasta el día 70 del ensayo), seguido de dos tratamientos con coumaphos (Perizín®) con una semana de intervalo (días 71 y 78 del ensayo), con el fin de recuperar las Varroas aun presentes en los diferentes individuos de la colonia de abejas.

La eficacia del tratamiento a base de ácido láctico, así como el porcentaje de muerte fisiológica se calculó según la siguiente fórmula:

$$E = \frac{Vcs}{Vcs+Vfc} \times 100$$

Donde: E= eficacia

Vcs= Varroas recogidas en controles semanales.

Vfc= Varroas recogidas en control con fluvalinato y coumaphos.

Todas las colonias fueron revisadas al finalizar los tratamientos para comprobar su viabilidad.

En el análisis estadístico de los resultados utilizamos los test no paramétricos, para un nivel de significación $\alpha=0,05$ de Spearman y de Wilcoxon-Man-Whitney (en este caso, los valores $p \leq 0,05$ se considera estadísticamente significativos).

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra la caída media semanal de ácaros debida al tratamiento con ácido láctico y la muerte fisiológica de los mismos en las colmenas testigo, así como los porcentajes relativos de mortalidad respecto al total de ácaros abatidos.

Grupo	1ª semana		2ª semana		3ª semana		4ª semana	
A	52	8%	231	36%	81	12%	279	44%
B	7	32%	5	23%	5	23%	4	22%

Tabla 1. Caída media semanal de ácaros en las colmenas tratadas (grupo A) y testigos (grupo B).

	IBo	Varroas totales en controles semanales	Varroas totales amitraz y coumaphos	Eficacia (%)
Grupo A				
Media	0,23	644	1812	26
Rango	0,14-0,3	204-1671	932-3042	12-53
Grupo B				
Media	0,23	21	571	Muerte fisiológica (%) 3
Rango	0,13-0,3	4-47	161-1359	1-7

Tabla 2. Valores medios de los diferentes parámetros estudiados (Ibo=índice de Bounias).

En la Tabla 2, encontramos los valores medios de los diferentes parámetros estudiados en cada grupo de colmenas, la eficacia media del tratamiento y el porcentaje de muerte fisiológica durante el periodo en el que se desarrollo en ensayo.

En el grupo A, solo el 44% de los ácaros muere tras los dos primeros tratamientos, porcentaje similar al obtenido con el cuarto tratamiento.

La eficacia media del tratamiento aplicado (grupo A) fue del 26 % (S.d. 16,75), frente a una mortalidad fisiológica en el grupo B del 3 % (S.d. 1,25), existiendo diferencias estadísticamente significativas entre ambos valores ($p < 0,05$), lo que pone en evidencia la acción acaricida del ácido láctico.

En el grupo A, no existe correlación significativa entre las eficacias obtenidas en cada una de las colmenas tratadas y el vigor de la colonia ($r_s = 0,05 < 0,9$), ni entre eficacia y población total de ácaros ($r_s = 0,6 < 0,9$).

Tras la aplicación de los tratamientos todas las colmenas permanecían viables, siguiendo una evolución normal en los meses posteriores.

DISCUSION

La eficacia acaricida del ácido láctico aplicado mediante nebulización en las colmenas ha sido demostrada por diferentes autores, fundamentalmente cuando la presencia de cría es escasa (Campero, 1990, Kraus y Berg, 1994, Brodsgaard *et al.*, 1997, Higes *et al.*, 1997), dado que el ácaro adulto completa su ciclo biológico en el interior de las celdas de cría operculadas, donde no tienen acceso las sustancias acaricidas. Sin embargo, este método de aplicación resulta muy trabajoso para el apicultor, al ser necesario extraer uno a uno todos los cuadros de la cámara de cría. Por ello, dos operarios experimentados precisan al menos de 5 minutos para completar la aplicación de la dilución en cada colmena de una forma correcta y homogénea, lo que resulta inviable en el caso de grandes colmenares (Higes, 1996), no estando exento de riesgos por el elevado número de manipulaciones que se deben de realizar (perdidas de reinas, enfriamiento de la cámara de cría al ser el momento óptimo de aplicación el final del otoño o principio del invierno, etc.).

En nuestro trabajo, hemos intentado simplificar el método de tratamiento utilizando un dosificador que permite la aplicación de la dilución en forma de gota gruesa en los entrecuadros de la cámara de cría poblados de abejas. Con este método, un operario puede realizar el tratamiento de una colmena en unos 30 segundos, lo que supone un sustancial ahorro de tiempo, a la vez que desaparecen los riesgos de manejo que entraña el tratamiento por nebulización. Sin embargo, la eficacia obtenida por este método de aplicación es claramente inferior a la conseguida por nuestro equipo mediante la aplicación del ácido por nebulización (Higes *et al.*, 1994, Llorente *et al.*, 1996), en similares condiciones de ensayo. En el primer caso la eficacia media conseguida fue del 26 %, frente al 75-80 % que se puede conseguir en el caso de aplicar el producto por nebulización,

situación similar a la observada en el caso de los tratamientos realizados con ácido oxálico bajo estas dos diferentes formas de aplicación (Higes *et al.*, 1998), si bien, la eficacia mostrada por el ácido láctico fue en todos los casos inferior a la obtenida en los tratamientos con ácido oxálico.

El análisis estadístico de los resultados demuestra que la presencia de cría, vigor de la colonia o la parasitación total, no son factores que expliquen las diferencias de eficacia obtenidas en cada una de las colmenas del grupo A. Estas se deberían a la diferente homogeneidad conseguida a la hora de distribuir la dilución del ácido en el interior de la colmena, lo que a su vez explicaría la mayor eficacia que se obtiene en el tratamiento por nebulización (Higes *et al.*, 1998) y que la mayor caída de ácaros durante el ensayo se registre en la cuarta semana, una vez que existe una "mayor cantidad de ácido" en el interior de la colmena, capaz de llegar un mayor número de individuos, siendo escasa esta en las dos primeras semanas.

A la vista de estos resultados, consideramos que la eficacia obtenida mediante la aplicación de ácido láctico en gota gruesa no resulta suficiente para controlar la parasitación por *Varroa jacobsoni*. Por ello, es necesario seguir investigando en nuevos métodos de aplicación que resulten de una fácil ejecución para el apicultor, a la vez que aseguren una homogénea distribución del producto en el interior de la colmena asegurando de esta manera una elevada eficacia acaricida.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del I.N.I.A. y de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (proyectos nº SC97/035 y 126/PA29).

REFERENCIAS

- Bogdanov, S. y Kilchenman, V. 1993. Akarizide in Schwiezer Mittelwaden-erste Ergebnisse. Schweiz. *Bieneztg*, **116**: 559-560.
- Brodsgaard, J., Hansen, H. y Hansen, W. 1997. Efectos del ácido láctico utilizado como único método de lucha contra el ácaro varroa durante cuatro años sucesivos en colonias de abejas melíferas sin pollo. *Apiacta*, **32**: 81-88.
- Campero, M. 1990. Telaino trappola e ácido lático così combatto contro la Varroa. *Apitalia*, **29**: 521-522.
- Elias, F. y Ruiz, B. 1977. *Agroclimatología en España*. Publicaciones I.N.I.A., cuaderno nº 7: 382.
- Higes, M. 1996. Tratamientos alternativos en la lucha contra la Varroa. En: *Actas de la XV Feria Apícola Regional de Castilla-La Mancha*. Pastrata. Edita: Diputación Provincial de Guadalajara. 43-52.
- Higes, M., Suarez, M. y Llorente, J. 1994. Ensayo sobre la eficacia del ácido láctico en el control de la varroosis en ausencia de cría. En: *Actas del I Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Toledo. 70-75.
- Higes, M., Suarez, M. y Llorente, J. 1997. Método integral para el control de la varroosis de la abeja melífera (*Apis mellifera*): cría dirigida de zanganos y ácido láctico. *Medicina Veterinaria*, **7-8**: 415-419.
- Higes, M., Llorente, J., Sanz, A., Meana, A. y Calonge, R. 1998. Varroa. Sensibilidad al fluvalinato. *Vida Apícola*, **89**: 41-45.
- Higes, M., Sanz, A. y Llorente, J. 1998. Influencia del método de aplicación en la eficacia acaricida del ácido oxálico frente a *Varroa jacobsoni* Oud. *Medicina Veterinaria* (en prensa).
- Imdorf, A., Charrière, J.D. y Bachofen, B. 1997. Control de la efectividad de los méto-

- dos de lucha contra *Varroa jacobsoni* por el ácido oxálico. *Apiacta*, **32**: 89-91.
- Kraus, B. y Berg, S. 1994. Effect of lactic acid treatment during winter in temperate climate upon *Varroa jacobsoni* Oud. and the bee colony. *Experimental and Applied Acarology*, **18**: 459-468.
- Kraus, W. 1995. The use of varroacides and their influence on the quality of bee products. *American Bee Journal*, **12**: 817-821.
- Llorente, J., Higes, M. y Suarez, M. 1996. *Investigaciones sobre procedimientos de lucha con productos naturales y métodos biotécnicos, contra Varroa jacobsoni Oud.* Servicio de Investigación y Experimentación Agraria. Area de Producción Animal. Edita: Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. 93 pp.
- Milani, N. 1995. The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to pyrethroids: a laboratory assay. *Apidologie*, **26**: 415-429.
- Rosenkranz, P. 1993. Varroatose-Bekämpfung mit Ameisensäure im Erlanger Magazin. *Wirkung auf Bienen-und Brutmilben*, **48**: 4-8.
- Stoya, W., Wachendorfer, Y., Kary, Y., Siebentritt E. y Kaiser, E. 1987. Milchsäure als Therapeutikum gegen Varroa-tose und ihre Auswirkungen auf den Honig. *Dtsch. Lebensm.*, **83**: 283-286.
- Trouiller, J. 1996. Résistance de varroa au fluvalinate: les faits. *La santé de l'abeille*, **153**: 110-117.
- Wallner, K. 1990. Varroamittel-Gefahr für den Honig?. *Deutsches Imker Journal*, **1**: 467-469.

La reconversión a la agricultura ecológica

R. López Séiquer.

C/ Almirante Malaspina, 2-3º-C. 30007-Murcia.

RESUMEN

Se analiza el proceso de la reconversión a la agricultura ecológica atendiendo a su significado y a la normativa que es de aplicación según las disposiciones del Reglamento (CEE) 2092/91 del Consejo de 24 de junio de 1991 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. Se señalan los aspectos técnicos esenciales en los que hay que incidir para llevar a cabo el proceso de la reconversión, tal como se indica en el Reglamento 2092/91, o sea la fertilidad del suelo y su actividad biológica. Se señalan los aspectos fundamentales que hay que tener en cuenta para llevar a cabo de forma satisfactoria el proceso de la reconversión. Finalmente se exponen una serie de consideraciones para establecer los plazos de reconversión a la luz del Reglamento 2092/91 considerando la importancia que tiene la aplicación de unos criterios comunes en las distintas Comunidades Autónomas, sobre todo al existir intercambios comerciales de los productos elaborados y sin elaborar sometidos a diferentes autoridades de control.

INTRODUCCIÓN

Cuando decimos «reconversión» estamos pensando en una «vuelta a». Así, una finca que se cultiva con productos agroquímicos en la actualidad y que anteriormente a la aparición de estos productos, se cultivaba a base de estiércol y con rotaciones, la reconversión a la agricultura ecológica consistiría básicamente en «volver a hacer» las prácticas que se realizaban anteriormente. Se trata de «volver a convertir» una parcela en lo que había sido anteriormente, o sea en «reconvertirla». Si, por el contrario, nos encontramos con una tierra que no se hubiese cultivado anteriormente, como es el caso de una finca que se haya abancalado en terrazas, o bien si se trata de una finca abandonada durante muchos años, parece que sería más indicado emplear el término «conversión» en

lugar de «reconversión», es decir, se trata de convertir una parcela en algo nuevo que no se había practicado anteriormente.

En cualquier caso, debemos tener en cuenta la normativa existente en cuanto al etiquetado de los productos que proceden de las fincas en reconversión. En este sentido se deben respetar unos plazos antes de que se puedan emplear los términos ecológicos o similares. Estos plazos quedan definidos en el Anexo I, punto 1, del Reglamento (CEE) 2092/91, en lo sucesivo Reglamento, considerándose de agricultura ecológica los productos que proceden de siembras realizadas a los dos años del inicio a la agricultura ecológica, para el caso de cultivos anuales y hortícolas, y a partir de tres años para los frutales y demás plantas vivaces.

El proceso de la reconversión es de una gran complejidad y afecta a todos los fenómenos relacionados con la agricultura ecológica. Así, si quisiéramos hacer un estudio completo sobre la reconversión, deberíamos analizar una gran cantidad de apartados, tales como:

- Fertilidad del suelo
- Actividad biológica del suelo
- Rotaciones
- Producción paralela» con productos de «agricultura ecológica» y otros «convencionales»
- Producción paralela» con productos en «reconversión» y en «agricultura ecológica» dentro de la explotación
- Etiquetado de los productos en reconversión
- Productos en reconversión para la alimentación en ganadería ecológica
- Reconversión de la ganadería ecológica
- Etc.

No pretendemos y no es objeto de esta exposición, tratar de una forma completa y exhaustiva todo el fenómeno de la reconversión a la agricultura ecológica. Se tratan algunos aspectos que hemos considerado fundamentales en este proceso y que vienen contemplados en el Reglamento, tales como la actividad biológica de los suelos y su fertilidad, así como los plazos de reconversión indicados en dicho Reglamento.

FERTILIDAD DEL SUELO

El Reglamento indica los principios agrícolas que deben tener en cuenta los agricultores que practican este tipo de agricultura, destacando de entre ellos la fertilidad del suelo y su actividad biológica. Así el Reglamento indica en su Anexo I, punto 2:

«Tanto la fertilidad como la actividad biológica del suelo deberán ser mantenidos o incrementados en los casos apropiados mediante:

- a) el cultivo de leguminosas, abono verde o plantas de enraizamiento profundo, con arreglo a un programa de rotación plurianual adecuado, y/o*
- b) la incorporación al terreno de abonos orgánicos obtenidos de residuos procedentes de explotaciones cuya producción se atenga a las normas del presente Reglamento...»*

Así, pues, el cultivo de leguminosas, abonado en verde, rotaciones y abonados orgánicos, debemos considerarlas como prácticas necesarias, y preceptivas según el citado Reglamento, para el mantenimiento o incremento de la fertilidad y actividad biológica del suelo.

Podemos considerar dos tipos de fertilidad:

- Fertilidad química, que relaciona el crecimiento de las plantas con la disponibilidad de nutrientes en el suelo y que está relacionada directamente con la capacidad de intercambio catiónico del complejo arcillo-húmico y la
- Fertilidad física, que estudia los aspectos físicos del suelo y su relación con el desarrollo de las raíces de las plantas.

En realidad las plantas dependen del conjunto de los aspectos físicos, químicos y biológicos del suelo, íntimamente relacionados entre sí, y del exterior.

Es evidente que los aspectos físicos del suelo, como: textura, estructura, porosidad y estabilidad de los agregados, influyen en el desarrollo de las raíces y por tanto en su fertilidad.

La compactación de los suelos puede llevar a éstos a una aireación insuficiente y ser factor limitante. Este extremo se pone de manifiesto cuando las plantas responden favorablemente al riego con agua a la que previamente se le inyecta oxígeno.

Las raíces necesitan para su desarrollo aire y agua y no debemos olvidar que los aspectos físicos del suelo, como la compactación, están directamente relacionados con su fertilidad.

Las plantas de «enraizamiento profundo» indicadas en el Reglamento pueden ayudar a mejorar la estructura de los suelos. En este sentido, el cultivo de alfalfa durante unos tres años podría ser una técnica interesante a utilizar en algunos casos en las parcelas que se vayan a reconvertir a la agricultura ecológica, consiguiendo mejorar la estructura del suelo al tiempo que enriquecemos el mismo en nitrógeno.

La incorporación al suelo de materia orgánica estable o humus constituye uno de los pilares básicos de la agricultura ecológica.

El proceso por el que la materia orgánica fresca se convierte en materia orgánica estable o humificación es un proceso muy complejo en el que intervienen infinidad de organismos.

La fase de fermentación del estiércol depende, fundamentalmente de: condiciones ambientales, naturaleza de los materiales originales y proporción de orina y se considera terminada, en general, cuando la temperatura interna iguala a la externa.

Hay que tener en cuenta que para la formación de humus es indispensable la celulosa y/o lignina que se encuentra en los restos vegetales.

Las deyecciones animales pueden acelerar el proceso de compostaje pero no son indispensables. Se puede obtener compost o humus con restos vegetales exclusivamente.

Cuando se aporta estiércol al terreno que se ha formado sin cama de paja de cereal u otros restos vegetales, se aportan a los cultivos elementos asimilables pero apenas se eleva el complejo arcillo-húmico de los suelos.

El compost fabricado a base de paja de cereal (celulosa) se mineraliza con mayor facilidad que el obtenido a base de restos leñosos (lignina); ejemplo: estiércol formado a partir de tojo u otros arbustos, más o menos leñosos.

Es conveniente la aplicación al terreno de materia orgánica estable mediante estiércol o restos vegetales sometidos previamente a un proceso de compostaje. Se deben evitar, en lo posible, los aportes al terreno de estiércol fresco que aumentan el contenido de nitritos y nitratos en las plantas con efectos perjudiciales para la salud de los consumidores, favoreciendo, además, el desarrollo de plagas y enfermedades en los cultivos.

El Reglamento indica las rotaciones en su Anexo I como una práctica a realizar cuando se cultivan leguminosas y abonos verdes para mantener o incrementar la fertilidad y la actividad biológica de los suelos. Además, el Reglamento indica las rotaciones como un medio de lucha para el control de parásitos y enfermedades. Se ha comprobado que la rotación de cultivos ha resultado ser uno de los procedimientos más eficaces empleados en el control de nemátodos del suelo, comparado con otros tipos de lucha: esterilización, nematicidas químicos, etc.

Las principales razones de desechar el monocultivo en favor de las rotaciones son:

- Absorción selectiva de determinados elementos nutritivos
- Agotamiento de los horizontes del suelo en un espesor determinado
- Proliferación de malas hierbas
- Multiplicación de parásitos y enfermedades específicas.

Por el contrario, para el establecimiento de una rotación se deben tener en cuenta algunas normas elementales como:

- Cultivos con sistemas radiculares distintos
- Cultivos con aprovechamiento de partes comestibles distintas: hoja, raíz, tallo y fruto.
- Cultivos de familias distintas: solanáceas, compuestas, etc.
- Cultivos con necesidades distintas de nutrientes: alternando cultivos muy exigentes con otros menos exigentes.
- Introducir una leguminosa en la rotación, al menos una vez cada dos años.

Se trata, pues, de conseguir suelos fértiles y encaminar la fertilización a conseguir este objetivo. No se trata de fertilizar las plantas, sino de fertilizar al suelo y los microorganismos del mismo.

La capacidad de intercambio catiónico de los suelos depende de las cargas negativas de las arcillas y de la materia orgánica. Los cationes como el Mg, Ca, Fe y Al, principalmente, unen las arcillas y la materia orgánica, constituyendo el complejo arcillo-húmico de los suelos.

El objetivo para conseguir un suelo fértil se centrará, pues, en elevar la fracción arcillo-húmica de los suelos y mejorar las condiciones físicas de los mismos.

ACTIVIDAD BIOLÓGICA DEL SUELO

En el suelo existen infinidad de organismos vivos, ya sean animales o plantas. Sus tamaños van desde los pequeños roedores hasta los organismos microscópicos unicelulares. Los organismos del suelo dependen de las condiciones del mismo, si bien a su vez son causa de sus modificaciones. Interesa conocer el conjunto de organismos que viven en un ecosistema, qué interacciones existen entre ellos y qué repercusiones tiene todo ello para el propio sistema. Dada la dificultad de identificar todos los organismos que habitan en el suelo, es frecuente recurrir al estudio de su actividad global, midiendo, por ejemplo, la producción de CO₂, incluyendo todos los procesos metabólicos que

producen CO₂, ya sean raíces o microorganismos. La actividad biológica resulta fundamental para el comportamiento de los suelos y de la materia orgánica, afectando directamente en el ciclo de los distintos elementos. Así, los organismos del suelo realizan múltiples funciones, siendo las fundamentales que nos interesa resaltar aquí, las de humificación, por las que la materia orgánica fresca se convierte en humus, o materia orgánica estable, y las de mineralización, por las que los compuestos orgánicos pasan a formas inorgánicas asimilables por las plantas.

Además, los microorganismos del suelo intervienen activamente en procesos tan importantes como:

- Formación de suelo
- Fijación de Nitrógeno atmosférico (bacterias azotobacter)
- Micorrización o simbiosis entre raíz y micorrizas, de efectos muy beneficiosos en la asimilación de algunos nutrientes, como el fósforo, por las plantas.
- Intervienen en el ciclo del C, N, P, Fe, Mn, entre otros.

Es de destacar que la aplicación de herbicidas puede destruir gran cantidad de microorganismos que intervienen activamente en los procesos de humificación. Así se explica que restos de paja de cereales queden durante largo tiempo sin degradarse en suelos a los que anteriormente habían recibido tratamientos con herbicidas.

De igual forma, la aplicación continuada de insecticidas y fungicidas puede dar lugar a la desaparición de lombrices de tierra y otros organismos beneficiosos como los hongos humificadores.

Los microorganismos del suelo ejercen un papel fundamental en el control de patógenos. Así, se comprueba que tras haber sometido un suelo a esterilización, los cultivos posteriores son más sensibles al ataque de nemátodos.

Los abonos verdes son fundamentales en la actividad biológica del suelo, considerándose fertilizantes de los microorganismos del suelo que «se alimentan» de la materia orgánica fresca y la transforman en materia orgánica estable o humus en los procesos de humificación.

Si se emplea como abono verde alguna leguminosa, se enriquece, además, el suelo en nitrógeno. Los abonos verdes aumentan, además, el contenido en humus del suelo cuando se descomponen los restos vegetales sobre el mismo.

Los abonos verdes aceleran los procesos de mineralización, mediante los cuales pasan a formas asimilables por las plantas los nutrientes contenidos en la materia orgánica estable de los suelos.

Los abonos verdes mejoran las propiedades físicas de los suelos, aumentando, pues, su fertilidad. Actúan como bomba de nutrientes, poniendo en superficie, al ser enterrados superficialmente, elementos del subsuelo, como fósforo y potasio, en formas asimilables para los cultivos posteriores. Ej: girasol.

Las plantas más usadas como abono verde son:

- Leguminosas. Ej: trébol, veza. Aportan al suelo unas 50-60 unidades de nitrógeno por hectárea.
- Gramíneas: Se suelen asociar a las leguminosas. Ej: veza-avena
- Crucíferas: Tienen la ventaja de aportar gran cantidad de materia orgánica fresca en poco tiempo, de uno a dos meses. Ej: mostaza blanca, nabo forrajero, rábano forrajero, etc.

El procedimiento para aprovechar mejor los efectos beneficiosos de abono verde es el siguiente:

- a) siega y triturado del cultivo, dejando en el terreno los restos del mismo, facilitando así su prehumificación.
- b) enteramiento en el terreno de los restos vegetales mediante labores superficiales, facilitando así una aireación suficiente para su descomposición.

Así pues, la actividad biológica de los suelos, junto con su fertilidad, debe considerarse como uno de los aspectos esenciales en la agricultura ecológica.

RECOMENDACIONES A TENER EN CUENTA PARA REALIZAR EL PROCESO DE RECONVERSIÓN

Durante la reconversión hemos de tener en cuenta que nuestro objetivo principal será, pues, el de aumentar la fertilidad y la actividad biológica de los suelos. Para esto debemos realizar las prácticas indicadas en el Anexo I del Reglamento, o sea, fundamentalmente:

- Abonados orgánicos
- Cultivo de leguminosas
- Rotaciones y
- Abonado verde

En primer lugar es necesario conocer el estado actual de la parcela a reconvertir: análisis de fertilidad, nivel de materia orgánica, proporción de arcilla, estructura, residuos, etc. Dependiendo de la situación inicial deberemos incidir en algunos aspectos más que en otros, pero, en general será interesante incidir en los siguientes aspectos:

- Aplicación de abonados orgánicos bien compostados
- Cultivo de alfalfa, sobre todo en suelos apelmazados y pobres en materia orgánica, con el fin de mejorar la estructura, al tiempo que enriquecemos el suelo en Nitrógeno. En algunas explotaciones es interesante dejar siempre una parte de la misma para cultivar alfalfa y mantener este cultivo durante unos tres años; a continuación sembrar alfalfa en otra parte de la explotación y así sucesivamente hasta cubrir toda la explotación. De esta forma conseguiremos mejorar la estructura de la explotación de forma progresiva a lo largo de varios años.
- En plantaciones frutales evitar el monocultivo en grandes extensiones, siendo preferible las asociaciones de frutales de distinta^s especies cada 2 ó 4 líneas.
- Por último, en las plantaciones frutales se debe tener en cuenta *«la selección de especies y variedades adecuadas»* indicadas en el Anexo I punto 3 del Reglamento como medida para luchar contra los parásitos y enfermedades. A veces, en plantaciones frutales ya implantadas antes del inicio a la agricultura ecológica, no es posible la práctica de la agricultura ecológica por no haber empleado la especie y variedad adecuada.

PERÍODO DE RECONVERSIÓN SEGÚN EL REGLAMENTO (CEE) 2092/91

El Reglamento desarrolla una normativa a tener en cuenta en el etiquetado y comercialización de los productos procedentes de la agricultura o ganadería ecológicas en cuanto al empleo de los términos ecológico, biológico u orgánico según cada Estado miembro. No obstante, en el Reglamento se distinguen dos períodos a tener en cuenta dentro de la fase de reconversión y previos a la utilización del término ecológico. Estos

períodos se indican en el art. 5.5, en los puntos 1 y 4 del Anexo I y en el apartado A.9 del Anexo III y son los siguientes:

- Período 1º. En este período los productos deben destinarse al mercado convencional, no permitiéndose en el etiquetado ni en la publicidad ninguna indicación referente a la agricultura ecológica ni a la reconversión a la agricultura ecológica. Se le conoce como «año cero», «primer año de prácticas a la agricultura ecológica», «primer año de cultivo ecológico», «primer año de reconversión», «conversión 1» (término más usado en Francia), etc. Hasta que no finaliza este período no se pueden hacer indicaciones, en el etiquetado, a la reconversión: Se puede hacer referencia a la conversión en el etiquetado de estos productos siempre que *«se haya respetado un período de conversión de al menos 12 meses antes de la cosecha»*, tal como indica el art. 5. 4 b) del Reglamento. Se trata, pues, de un período de un año de duración como mínimo. Veamos con algunos ejemplos típicos algunas consideraciones a tener en cuenta para la determinación de este período.
- En el caso de una parcela que se encuentre con pradera natural destinada a pasto del ganado durante varios años, podríamos considerar que ya ha realizado este primer período. Efectivamente, por un lado nos encontramos con que no ha habido aplicación de agroquímicos y por otro, las deyecciones del ganado que se realizan sobre la parcela constituyen un modo de fertilización orgánica indicada en el Anexo I del Reglamento, siempre que el ganado cumpliera con las condiciones de ganadería extensiva indicadas en el mismo. Por todo ello podríamos encontrarlos ante un caso en el que se viene practicando agricultura ecológica durante varios años y considerar que ya ha finalizado este primer período.
- Si, por el contrario, nos encontramos con una parcela que ha sido recientemente abancalada y estamos con tierras nuevas de cultivo o bien si estuviésemos ante una tierra abandonada, es evidente que en estos casos no ha habido ninguna «práctica ecológica» indicada en el Reglamento, como es la aplicación de abonos orgánicos, cultivo de leguminosas o abono verde. En este caso, lo correcto sería establecer un *«período de conversión de al menos 12 meses antes de la cosecha»* tal como indica el art.5.4 b) del Reglamento, o sea, podríamos establecer un período de 12 meses desde el inicio de las prácticas ecológicas.
- En las parcelas contaminadas con plaguicidas de gran persistencia, como los organoclorados, entendemos que este período podría ser superior a los 12 meses, siempre que apareciesen residuos tóxicos en las parcelas y en las cosechas aún después de 12 meses de prácticas ecológicas. En estos casos las parcelas podrían encontrarse en este período mientras se detectasen residuos de pesticidas en las parcelas.
- Período 2º. En este período se permiten indicaciones en el etiquetado sobre la reconversión a la agricultura ecológica. Se inicia una vez transcurrido el período anterior. En este período los productos vegetales no transformados como las frutas y hortalizas o vegetales transformados de un solo ingrediente como el vino o el aceite, se pueden etiquetar como de «reconversión». En el etiquetado debe aparecer la frase: *«Producido en conversión hacia la agricultura ecológica»*. Se trata de un período en el que los productos cosechados tienen algunas limitaciones en el etiquetado. En los productos elaborados de más de un ingrediente no se permiten indicaciones de «reconversión» cuando se emplean estos productos. Al terminar este período los productos pueden etiquetarse con las indicaciones de ecológico o similares. El inicio de este período es cuando termina el período anterior, que en circunstancias normales es de un año. Finaliza cuando han transcurrido al menos dos años antes de la siembra, o en el caso de los cultivos vivaces distintos de las prade-

ras, al menos tres años antes de la primera cosecha, desde el inicio a la agricultura ecológica. Así, pues, los productos cosechados, cuya siembra se realice dos años después del inicio a la agricultura ecológica se considerarán «ecológicos» para las hortalizas y cultivos anuales. Para los frutales y cultivos vivaces serán «ecológicos» las productos cosechados después de tres años del inicio a la agricultura ecológica.

CONSIDERACIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS PLAZOS DE RECONVERSIÓN

Vemos, pues, que en circunstancias normales, la reconversión, en términos legales, finaliza cuando transcurren dos años antes de la siembra, para los cultivos anuales y hortalizas, y tres años antes de la cosecha para los frutales y demás cultivos vivaces, contados a partir del inicio a la agricultura ecológica. No obstante, estos plazos no son rigurosamente exactos, ya que, el Reglamento indica que *«El organismo de control podrá, con el consentimiento de la autoridad competente, decidir que dicho período, en ciertos casos, se prorrogue o reduzca habida cuenta de la utilización anterior de las parcelas»*.

Entendemos que no todas las parcelas que se inician a la agricultura ecológica se encuentran en las mismas condiciones, encontrándose a veces en condiciones muy distintas. Así, por ejemplo, es evidente que no se encuentra en la misma situación de partida una parcela que haya estado sometida a una fertilización química abundante y a tratamientos plaguicidas con productos de gran persistencia que otra que no hubiese recibido tratamientos con agroquímicos y que a su vez hubiese recibido un adecuado abonado orgánico. En el primer caso estaríamos ante una parcela, en general, con escasa actividad biológica y fertilidad frente a un suelo fértil y con buena actividad biológica en el segundo caso.

Por otro lado, la contaminación de los suelos por la aplicación de agroquímicos depende tanto del tipo de producto utilizado como de las características del suelo. Los plaguicidas organoclorados tienen una persistencia mucho mayor que los organofosforados. Así mientras la persistencia de un organoclorado es, por término medio, de 2 a 5 años, la de un fosforado es de 1 a 12 semanas. En cuanto al suelo, los suelos arcillosos y con alto contenido en materia orgánica confieren una mayor persistencia a los agroquímicos debido a los procesos de adsorción, frente a los suelos francos o arenosos. También hay que tener en cuenta que la inactivación de un producto por degradación no asegura su mineralización, y puede ocurrir que sus metabolitos sean igual o más tóxicos que el producto original, tal como ocurre con el aldrín al degradarse en dieldrín.

En cualquier caso, entendemos que las discrepancias en los plazos de reconversión radican en el establecimiento de la fecha de inicio a la agricultura ecológica por el organismo o autoridad de control. El inicio a la agricultura ecológica puede considerarse de distintas maneras. Así, podría ser: la fecha de solicitud del agricultor; la fecha de la primera visita de inspección por parte de la autoridad de control; la fecha de inicio de prácticas ecológicas, entendiendo como tales los principios enumerados en el Anexo I del Reglamento, o sea, aplicación de abonos orgánicos o verdes; etc.

Por último, debemos tener en cuenta que el Reglamento no permite la «producción paralela» con productos «ecológicos» y otros que no lo son cuando se trata de la misma especie y variedad dentro de una comarca. En los frutales si se permite la «producción paralela», siempre que las últimas parcelas de la explotación se inicien a la agricultura ecológica en un plazo máximo de cinco años. Estas indicaciones vienen recogidas en el Anexo III. A 9 del Reglamento.

Sería interesante la aplicación de unos criterios comunes en todas las Comunidades Autónomas, tanto para establecer la fecha de inicio a la agricultura ecológica como para

la reducción o prórroga del período de reconversión prevista en el Reglamento. De otra forma, se puede dar lugar a situaciones de desigualdad entre las distintas Comunidades Autónomas en la aplicación del reglamento comunitario.

CONCLUSIONES

- Desde el punto de vista agronómico, la reconversión debe basarse en el incremento de la actividad biológica del suelo y de su fertilidad, realizando para ello abonados orgánicos o verdes, fundamentalmente.
- El proceso de reconversión, entendido como un proceso de mejora permanente, no debe considerarse que ha finalizado nunca, intentando en la medida de lo posible, que las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo se mejoren progresivamente a lo largo de los años.
- La reconversión debe entenderse como un proceso que se realiza para que una determinada parcela sea apta para la agricultura ecológica. En algunos casos esto no es posible, como, por ejemplo, en plantaciones frutales ya establecidas con sistemas de plantación realizados con marcos, densidades, especies o variedades inadecuadas para la práctica de la agricultura ecológica.
- Sería interesante que los organismos o autoridades de control estableciesen unos criterios comunes en la aplicación del Reglamento para determinar los plazos de reconversión considerando los aspectos fundamentales del proceso, como son: inicio a la agricultura ecológica, reconversión en tierras nuevas o abandonadas, reconversión en praderas naturales, casos de reducción del período de reconversión, prórroga de período de reconversión en suelos contaminados, etc.
- En la mayoría de los casos, entendemos que los plazos de reconversión no deben de reducirse, ya que, siendo un proceso fundamental en la agricultura ecológica, es necesario que el agricultor lo realice de forma serena y adecuada, evitando fracasos al realizar el proceso de forma precipitada.

REFERENCIAS

- Cánovas, A., Hilgers, M., Jiménez, R., Mendizábal, M. y Sánchez, F. 1993. *Tratado de agricultura ecológica*. Instituto de Estudios Almerienses (ed.). Diputación de Almería, Almería. 190 pp.
- Labrador, J. 1996. *La materia orgánica en los agrosistemas*. Ediciones Mundi-Prensa; Madrid. 174 pp.
- Porta, J., López Acevedo, M. y Roquero, C. 1994. *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa; Madrid. 857 pp.
- Reglamento (CEE) 2092/91, del Consejo, de 24 de junio de 1991 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios.
- Urbano, P. y Moro, R. 1992. *Sistemas agrícolas con rotaciones y alternativas de cultivos*. Ediciones Mundi-Prensa; Madrid. 134 pp.

Viabilidad y determinación del periodo de transformación a la agricultura ecológica. Aplicación en dos comarcas del País Valenciano: Canal de Navarrés y Ribera Alta

J. Roselló*, **C. Añó****, **C. Antolín**** y **E. Mateu*****

**Estación Experimental Agraria de Carcaixent. 46740 Carcaixent (Valencia)*

***Centro de Investigaciones sobre Desertificación -CIDE-. 46470 Albal (Valencia)*

****Departamento de Análisis Económico. Universitat de València. 46022 (Valencia)*

ABSTRACT

In the organic farming it is necessary to know the best length of time to make the transformation from the conventional farming and biophysics, social and economic viability. In some of the towns of “La Canal de Navarrés” and “La Ribera Alta” the economic and social structure is studied and, through a selection of physical and chemical parameters of the soil and the environment, the potential of environment is evaluated, recording the results at scale 1:50.000. The quality of farming is established by polls in the area. The polls analyse how much the inputs are used, the potential danger and the conservation practices, establishing an index that shows the period of physical adaptation to the organic farming. This index, together with the economic, social and biophysics factors make a difference between the territory into different units, useful to regional land use planning.

RESUMEN

En agricultura ecológica se plantea la necesidad de conocer el tiempo aconsejable para realizar la reconversión desde la agricultura convencional y su viabilidad biofísica y socioeconómica. En municipios de La Canal de Navarrés y La Ribera Alta se estudia la

estructura económica y social comarcal, y se valora, mediante la selección de parámetros físicos y químicos del suelo y del entorno, el potencial del medio natural, expresando sus resultados cartográficamente a escala 1:50.000. A través de encuestas realizadas en las áreas cultivadas de la zona de estudio se establece la calidad de las prácticas agrícolas. En las encuestas se analiza la intensidad de uso de los insumos, su peligrosidad potencial y las prácticas de conservación, elaborándose un índice que indica el periodo de adecuación física a la agricultura ecológica de una zona concreta. Este índice, combinado con los factores económicos, sociales y biofísicos discriminan el territorio en diferentes unidades, válidas para la planificación comarcal de usos del suelo.

INTRODUCCIÓN

El incremento continuo de superficies dedicadas a la agricultura ecológica (AE) durante los últimos años, así como la aceleración previsible de este proceso y las ventajas que supone desde el punto de vista ambiental, aconsejan estudiar su incidencia con vistas a su integración en la planificación de usos del territorio. Por este motivo resulta de especial interés enmarcar dichas transformaciones tanto en el contexto socioeconómico de las zonas a implantarla como establecer las características medioambientales propias de las mismas.

La conversión a la agricultura ecológica es un proceso que implica cambios a distintos niveles. Cambios personales por lo que supone de responsabilidad en el trabajo, aprendizaje de conocimientos de cultura agraria, decisiones familiares y actitud personal. Modificaciones como empresa, adaptando los recursos y las inversiones del proyecto a realizar a las posibilidades reales, conociendo el mercado en el que se va a cambiar, comprar y vender para asegurar la viabilidad económica de la actividad. Transformaciones agronómicas, sustituyendo las técnicas convencionales por aquellas que estimulan la actividad del suelo, depurando y descontaminando los efectos de la sobreutilización de productos químicos, hasta alcanzar un equilibrio estable en el tiempo; y, cada uno de estos aspectos, conlleva un tiempo diferente de adaptación. Dado que el cambio se ha de producir a través de un proceso de reconversión que la normativa reguladora de la AE cifra en un tiempo variable, en función de la situación inicial, creemos que el estudio de estas situaciones iniciales nos indicará las posibilidades de transformación en una escala temporal.

Centrándonos en el tiempo agronómico de la reconversión, éste será el necesario para invertir el sentido de las prácticas agrícolas convencionales, que implican un aporte continuo de insumos industriales para sostener la producción, por aquellas prácticas que potencien la fertilidad natural del suelo y su capacidad para alimentar las plantas, alcanzando un equilibrio estable en el que se obtienen cosechas adecuadas sin comprometer los recursos.

Este tiempo agronómico puede establecerse en función de las prácticas agrícolas que se han efectuado, que, de acuerdo a su peligrosidad e intensidad, afectan al potencial de utilización del suelo, así como de la aplicación o no de medidas conservativas de la fertilidad.

Para alcanzar los objetivos de este trabajo se ha estudiado, de forma general, el marco socioeconómico en las comarcas de La Canal de Navarrés y la Ribera Alta. Se han establecido, a escala 1:50.000, las características del medio edáfico y de su entorno a través de la aplicación de un método de capacidad de uso del suelo. Por último, se ha determinado la calidad de las prácticas agrícolas mediante encuestas que indican el tipo de cultivo, medidas de conservación y el consumo de productos de síntesis, generando un índice que especifica el periodo de reconversión desde la agricultura convencional a la agricultura ecológica.

A su vez, nuestro estudio trata de aportar datos para una definición de un modelo de desarrollo rural para los países mediterráneos. Los municipios de las dos comarcas, más algunos otros de una comarca limítrofe (La Costera), corresponden a la Asociación del Macizo del Caroig, que disfruta de un Plan Leader II. La Unión Europea (UE), mediante los planes Leader, promueve el desarrollo rural de aquellas comarcas europeas que han sufrido en los últimos años un grave deterioro económico y social, acompañado de la despoblación y degradación de sus territorios. La UE considera que uno de los instrumentos para frenar este proceso es la implantación de la agricultura ecológica. La integración de los factores biofísicos, sociales y económicos con el tiempo agronómico de transformación de la agricultura convencional a la ecológica permite establecer la viabilidad de realizarla y la oportunidad del cambio, aportando información útil para una adecuada planificación territorial.

MATERIAL Y MÉTODOS

El marco socioeconómico se ha definido, en forma general, por la evolución de la población, cultivos más importantes, grado de cualificación del agricultor, y presencia o no del sector industrial y de servicios.

Para establecer el potencial de utilización del suelo hemos empleado la cartografía de unidades ambientales, capacidad de uso, erosión actual y riesgo potencial de erosión de la Comunidad Valenciana a escala 1:50.000, realizada por Antolín y colaboradores para la Subsecretaría de Urbanismo y Ordenación Territorial de la Consellería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Generalitat Valenciana.

La metodología de capacidad de uso de Sánchez *et al.* (1984), adaptada por Antolín y Añó (1998), contempla cinco clases decrecientes de capacidad (Tabla 1), valorándose las subclases y unidades de capacidad en función de los rangos obtenidos en los factores limitantes considerados: erosión, pendiente, espesor efectivo del suelo, afloramientos rocosos, pedregosidad superficial, salinidad, características físicas y químicas e hidromorfía, quedando cada unidad ambiental tipificada por su clase, subclase y unidad correspondiente.

Propiedades	Clases				
	A	B	C	D	E
Erosión (e)	<7 tm/ha/año	7-15 tm/ha/año	15-40 tm/ha/año	40-100 tm/ha/año	>100 tm/ha/año
Pendiente (p)	<8 %	8-15 %	15-25 %	25-45 %	>45 %
Espesor (x)	>80 cm	40-80 cm	30-40 cm	10-30 cm, variable	<10 cm, variable
Afloramientos (r)	<2 %	2-10 %	10-25 %	25-50 %	>50 %
Pedregosidad (g)	<20 %	20-40 %	40-80 %	80-100 %	Pavimento pedregoso
Salinidad (s)	<2 dS/m	2-4 dS/m	4-8 dS/m	8-16 dS/m	>16 dS/m
Características físicas (f)	Equilibradas	Poco equilibradas	Inadecuadas	Desfavorables	Muy desfavorables
Características químicas (q)	Favorables	Poco favorables	Inadecuadas	Desfavorables	Muy desfavorables
Hidromorfía (h)	Ausencia	Pequeña	Moderada	Grave	Muy grave

Tabla 1. Caracterización Clases de Capacidad de Uso (Antolín y Añó, 1998).

La aplicación de este método de evaluación aporta información sobre las caracterís-

ticas que el suelo ofrece de forma natural y las limitaciones que restringen su utilización, valorando la aptitud del suelo para acoger usos agrarios descritos en términos muy generales. El método de Sánchez *et al.* (1984) actualmente constituye, entre todos los sistemas categóricos de evaluación de suelos elaborados en España, la aportación metodológica mejor diseñada en función de las características ambientales mediterráneas (Añó *et al.*, 1997).

La calidad de las prácticas agrícolas se establece mediante el análisis de 198 encuestas contestadas por los agricultores de las comarcas de la Canal de Navarrés y la Ribera Alta, realizadas por colaboradores (*) de los municipios estudiados y diseñada y analizada en la Estación Experimental Agraria de Carcaixent. En el cuestionario, que era anónimo, además de información sobre tipos y cantidades de insumos aplicados en los cultivos (abonos y pesticidas, valorando dosis y peligrosidad), y si se efectuaban o no prácticas conservativas (tipos de labores y frecuencia, pendiente de la parcela, estado de los márgenes, cubierta vegetal, triturado de restos de poda, aporte de materia orgánica), se ha recogido información socioeconómica como dedicación a la agricultura, nivel de capacitación agraria, nivel de mecanización, etc. La puntuación de las encuestas (Tabla 2) y la escala de valoraciones (Tabla 3) se exponen a continuación.

Técnica	Descripción	Puntuación parcial	Puntuación total
Tipo de cultivo	Secano (1)	1-3	
	Regadío extensivo (2)		
	Regadío intensivo (3)		
Prácticas agrícolas	Tipos Superficiales (1) Profundidad media(2) Rotovator (3)	1-3	9-27
	Labores al suelo	1-3	
	Frecuencia Baja (1) Media (2) Alta (3)		
	Pendiente <8% (1) 8-15% (2) 15-25% (3)		
	Prácticas conservativas	1-3	
	Fertilizantes	Diversas (1) Algunas (2) Ninguna (3)	
Productos de síntesis	Dosis Baja (1) Media (2) Alta (3)	1-3	
	Peligrosidad Poco solubles (1) Solubilidad media (2) Muy solubles (3)	1-3	
	Dosis Baja (1) Media (2) Alta (3)	1-3	
	Pesticidas	Peligrosidad Escasa (1) Mediana (2) Alta (3)	

Tabla 2. Puntuación de las encuestas

Puntuación	Periodo de reconversión con inspección normativa y aplicación de técnicas de AE
9-11	Inmediata o está cumpliendo actualmente las normas de agricultura ecológica
12-14	Rápida. Los cambios a introducir son escasos
15-17	A corto plazo. Uno o dos ciclos de cultivo
18-20	A medio plazo. Dos o tres ciclos de cultivo
21-23	A largo plazo. Más de tres ciclos de cultivo
24-27	Con dificultades. Es necesario introducir un gran número de modificaciones agronómicas

Tabla 3. Escala de valoraciones.

RESULTADOS

La comarca de La Canal de Navarrés está situada en la mitad suroriental del macizo del Caroig, amplia plataforma cuadrangular de 40 km de lado que constituye una unidad física de transición entre las sierras Ibérico-Valencianas y las cordilleras Bético-Levántinas. Tanto la Canal como el pequeño valle de Enguera, son dos estrechos corredores que confluyen en el término municipal de Anna. La unidad hidrogeológica del Caroig posee reservas cuantiosas de agua subterránea de gran calidad, cuya preservación de acciones contaminantes debe ser un objetivo prioritario (Sanchís, 1991).

Los pueblos de La Canal han sufrido durante este siglo un proceso de despoblación continuado, únicamente detenido en la década actual. La primera disminución se inició en 1920, y tuvo causas agrícolas y también industriales. Durante los años 40 y 50 la población se mantuvo en la comarca debido a los problemas de aprovisionamiento de alimentos en las ciudades. Pero a partir de la década de los 60 se produce un abandono del campo motivado por el señuelo de la actividad industrial española y europea. Casi a punto de finalizar nuestro siglo, su número de habitantes no ha experimentado ningún aumento durante el mismo, lo que contrasta fuertemente con las comarcas vecinas del litoral.

En La Canal nuestro estudio se ha centrado en tres pueblos que definen distintas situaciones. El primero es Millares, situado al norte de la comarca, presenta un término municipal tremendamente accidentado. El número de habitantes (hb) ha disminuido considerablemente durante este siglo, pasando de 2.323 hb en la década de 1920 a 724 hb en 1995. Esta despoblación está agravada por el envejecimiento de su población, proceso difícil de frenar, que conlleva graves repercusiones en la actividad económica.

La evaluación de la capacidad de uso muestra el predominio de unidades con muy baja -clase E- y baja -clase D- capacidad con limitaciones provocadas por pendientes acentuadas, reducido espesor efectivo del suelo, elevado porcentaje de afloramientos rocosos o altas tasas de pérdida de suelo: Epr, Dpx, Dxr o Dep son las unidades de capacidad más habituales. La evaluación refleja la vocación forestal del suelo, salvo el área ribereña de los alrededores del pueblo y pequeños enclaves, no representados a la escala del trabajo, con moderada capacidad de uso (clase C), cuyos factores limitantes son de menor intensidad provocados por el espesor efectivo del edafosistema y la presencia de piedras (C_{xg}). En conjunto, solamente el 10% de la superficie de Millares tiene un uso agrícola. En secano predomina el olivo, seguido, en regresión, por el algarrobo, mientras el regadío se compone de pequeñas huertas tradicionales con muy escasa superficie.

La AE está implantada en Millares ya que la mayoría de los encuestados son productores ecológicos, agrupados en la Cooperativa de Millares, y cuentan con un técnico cualificado que aconseja las prácticas adecuadas. El 27% de los encuestados son agricultores a título principal, el 17% poseen maquinaria propia, el 33% han realizado algún curso de agricultura y únicamente el 2% ha realizado algún curso específico de manipulador de plaguicidas. Las características del término, con unidades de escaso valor agronómico dedicadas al olivar y pequeñas huertas periurbanas, muestran un uso muy bajo de pesticidas y fertilizantes; es frecuente el abancalamiento, conservado en relativo buen estado y con vegetación (90%); no es frecuente el abonado verde ni el triturado de los restos de poda, pero se aporta mucha materia orgánica (80%) producto de las numerosas granjas de conejos asentadas en el municipio. Las puntuaciones de las encuestas nos dan valores muy bajos, indicando que ya están en AE o que sería rápido el periodo de reconversión (Anexo 1).

El segundo pueblo motivo de estudio es Anna. Su término municipal presenta un relieve llano apto para la agricultura, y la abundancia de agua le permite tener idéntica superficie de regadío que de secano. En este último predomina mayoritariamente el olivo; mientras que en el regadío son las hortalizas y los frutales, destacando la fuerte presencia de cítricos. El municipio cuenta también con industria y buenas comunicaciones, que le favorecen el acceso a los mercados. La población de Anna ha crecido a lo largo de nuestro siglo, con 2.300 hb en 1910, 2.426 hb en 1960 y 2.683 hb en 1995. Esto no es consecuencia únicamente de su actividad agraria, también participan la industria y los servicios. Nos encontramos pues, ante una población activa diversificada y con un cierto grado de cualificación.

La capacidad de uso de Anna es, mayoritariamente, elevada (clase B) o moderada (clase C), con ciertas limitaciones de espesor que pueden influir en el desarrollo radicular de algunas especies, un porcentaje de pedregosidad entre 40 y 80% y unas características físicas y químicas del suelo poco adecuadas. Así, las unidades de capacidad de uso más frecuentes son Bxg, Cxg o Bfq. Los alledaños montañosos del municipio presentan baja capacidad (clase D) debido a pendientes acentuadas y graves problemas erosivos (Dep).

El término de Anna combina secano y regadío; el 55% de los encuestados son agricultores a título principal con un buen nivel de formación en cursos de agricultura convencional (50%). El uso de pesticidas y fertilizantes es alto así como la propiedad de maquinaria y equipos de tratamiento (65%); las pendientes de las parcelas no son excesivas y están en buen estado, el 25% mantienen vegetación en los márgenes. No son frecuentes ni los abonados verdes ni el picado de los restos de poda (2%), es frecuente la aplicación de materia orgánica (60%) sobre todo al regadío y las hortalizas. El intervalo de puntuaciones de las encuestas es amplio, por tanto el periodo de transformación dependerá de las circunstancias de cada parcela. Entre los encuestados existen parcelas ecológicas desde hace años, lo que demuestra su viabilidad (Anexo 1).

Enguera, tercer municipio estudiado en La Canal de Navarrés, ostenta la capitalidad comarcal. En su núcleo urbano se concentra la mayor parte de la población, industrias y servicios. Posee un gran término municipal (242 km²) del cual sólo el 20% tiene un uso agrícola. El resto tiene una marcada vocación forestal; aunque, por desgracia, los bosques han quedado destruidos por los últimos incendios. En el secano, que comprende la mayor parte de la superficie cultivada, predomina el olivo con una presencia escasa de algarrobos y almendros. La superficie regada, concentrada en la zona lindante con Anna, está dedicada a las hortalizas y frutales, con predominio de los cítricos. La población ha sufrido un vertiginoso descenso en los últimos años. En 1950 era de 6.000 hb, en 1970 de 5.000 hb y en 1991 había

descendido a 4.750 hb, aunque parece que esta tendencia puede cambiar de signo (en 1995 el número de habitantes había ascendido a 5.057); de todos modos esta disminución ha conllevado la desaparición de los núcleos rurales asentados en su municipio.

La mayoría del término municipal presenta una baja (clase D) y muy baja (clase E) capacidad de uso provocados por la erosión, la pendiente, el espesor efectivo del suelo, los afloramientos rocosos o la pedregosidad. Las unidades de capacidad más frecuente son Exr, Dxr, Dpr, Dep y Dxx. En la zona próxima a Anna la capacidad de uso es elevada (clase B) o moderada (clase C) con ligeras limitaciones ocasionados por el espesor efectivo del suelo, la pedregosidad o las características físicas y químicas del medio edáfico. En estos casos las unidades de capacidad son Bxx, Cxx o Bfq.

Enguera presenta una agricultura diversificada en cultivos, encontrando zonas de secano, de regadío extensivo y de regadío intensivo (localizado). El 33% de los encuestados son agricultores a título principal, con un nivel de formación medio en cursos de agricultura (33%) y en cursos de manipuladores de plaguicidas (25%), y el 60% son propietarios de maquinaria. El consumo de fertilizantes y pesticidas es elevado, incluso cultivos de secano como el olivar recibe cantidades importantes de insumos (se aplica bastante herbicida). El abancalamiento es frecuente sobre pendientes moderadas con poca vegetación en los márgenes (40%); se siembra poco abono verde y no se trituran los restos de la poda; la aplicación de materia orgánica no es muy frecuente (45%). Las puntuaciones de las encuestas son altas, por tanto el periodo de transformación será de medio a largo plazo en función de los cultivos y prácticas específicas (Anexo 1).

La Vall de Carcer, perteneciente a la Ribera Alta, está localizada en un valle aluvial del Júcar, a la salida del río del macizo del Caroig. La zona dispone de agua, clima y suelos de calidad que le permite desarrollar una agricultura de gran competitividad. En el sector predominan los cítricos, que adquieren la característica de monocultivo. No se registra ninguna actividad industrial y su cercanía a los núcleos importantes de La Ribera Alta posibilita una actividad agraria a tiempo parcial. La población de La Vall de Carcer ha tenido una distinta evolución a lo largo de este siglo. Durante su primera mitad casi se duplicó, pasando de 5.675 hb en 1900 a 10.041 hb en 1960. Sin embargo en su segunda mitad la población ha ido decreciendo hasta llegar a 8.225 hb en 1990.

Los dos municipios encuestados, Antella y Alcántera del Xúquer, situados cada uno en márgenes opuestas del río Júcar, tienen características idénticas (monocultivo de cítricos) aunque condicionamientos físicos y económicos diferentes. Antella posee en su término municipal tierras asoladas por los incendios de los últimos años que, si previamente son reforestadas, pueden ser utilizadas para aprovechamiento forestal. Por su parte Alcántera no dispone de superficie para extender el cultivo, al ocupar los cítricos el total de su territorio. Desde el punto de vista demográfico Antella ha registrado en los últimos treinta años un importante descenso de población: en 1960 tenía 2.175 hb mientras que en 1995 sólo lo habitaban 1.603. Por el contrario los habitantes de Alcántera eran 1.211 en 1960, ascendiendo a 1.484 hb en 1995.

En Alcántera la capacidad de uso del suelo es elevada (clase B), predominando unidades con leves limitaciones en las propiedades físicas y químicas del suelo o con un porcentaje de pedregosidad superficial inferior al 40%: Bfq, Bgf.

La superficie agrícola de Alcántera es totalmente de regadío, con monocultivo

de cítricos. Entre los encuestados hay muy pocos agricultores a título principal (5%), el nivel de formación agraria es mediano-alto (55% en cursos de agricultura y 25% en cursos de manipulador de plaguicidas); el consumo de pesticidas y herbicidas es el más elevado de los municipios encuestados. Las parcelas tienen poca pendiente y ligeros abancalamientos; comienza a utilizarse el triturado de la poda de cítricos (25%) y se aplica materia orgánica, alrededor del 30%, sobre todo al riego en forma de ácidos húmicos. La puntuación de las encuestas aporta los valores más altos, por tanto el periodo de reconversión a la AE es el más largo o presenta más dificultades agronómicas que en otros municipios (Anexo 1).

En las zonas montañosas de Antella la capacidad de uso es baja (clase D) o muy baja (clase E) debido a graves limitaciones provocadas por pendientes acentuadas, somero espesor efectivo del suelo, elevadas tasas de pérdida del mismo por erosión o, incluso, presencia de suelos en fase lítica. Ejemplos de esta situación son unidades clasificadas como Dep o Epx. En las zonas más llanas el espesor del suelo, aunque es mayor, puede condicionar el desarrollo radicular de determinados cultivos, apareciendo unidades con moderada capacidad de uso (Cxx). Por el contrario, en el sur del municipio el medio edáfico tiene elevada capacidad de uso (clase B) con leves limitaciones por la pedregosidad y las características físicas del suelo: Bgf.

Las tierras cultivadas de Antella son mayoritariamente de regadío con monocultivo de cítricos. El 15% de los encuestados son agricultores a título principal, el nivel de formación agraria es mediano-alto (55% cursos de agricultura, 25% cursos de manipuladores de plaguicidas) y el uso de pesticidas y fertilizantes es muy elevado. Aparecen más parcelas abancaladas sobre pendientes moderadas y pocas mantienen vegetación en los márgenes (5%); se aporta más materia orgánica (80%), también, por regla general, en forma de ácidos húmicos al riego. Las puntuaciones de las encuestas son altas pero menos que en Alcántera. La presencia, aunque minoritaria, de AE en el municipio demuestra la viabilidad de la misma (Anexo 1).

CONCLUSIONES

El estudio de la viabilidad y del periodo de transformación a la agricultura ecológica necesita de la confluencia de los análisis físicos, agronómicos y económico-sociales. En esta comunicación pretendemos avanzar en el establecimiento de un modelo que permita la interrelación entre ellos, con el fin de obtener un método válido para la planificación territorial y el desarrollo rural. Las dificultades provienen, sin duda, de la novedad y complejidad del enfoque así como de los inconvenientes de integrar los distintos niveles de análisis, quedando abierto a próximas investigaciones la integración de estos factores a escalas más detalladas (explotación agraria).

Para los municipios representativos de las comarcas estudiadas hemos establecido las siguientes conclusiones provisionales. En Millares la promoción de la agricultura ecológica debe centrarse en la producción de aceite ecológico de calidad, puesto que existe ya una almazara dedicada a dicha actividad. También en el cultivo de hortalizas y verduras ecológicas en las pequeñas huertas, las cuales podían proveer a los establecimientos de turismo rural, añadiendo un aliciente más a esta actividad. No creemos que pueda realizarse una agricultura ecológica dirigida a los mercados de las ciudades, dado que la producción potencial es muy pequeña. La vocación del suelo es forestal y los esfuerzos deberían dirigirse primero a su restauración y después a su aprovechamiento. Ello facilitaría a medio plazo la promoción del turismo de interior, y ligado a él la agricultura ecológica tendría su justificación económica.

En Anna la agricultura ecológica puede desarrollarse bien ya que cuenta con los condicionantes idóneos: suelos y superficie adecuadas, abundancia de agua, entramado industrial y buenas comunicaciones con los mercados potenciales. Por el contrario, este nivel medio de desarrollo implica la existencia de contaminación en los recursos naturales.

La extensión del término municipal de Enguera y la diversidad de usos y cultivos que se desarrollan en su interior, aconsejan la introducción de la agricultura ecológica, que, en combinación con una restauración forestal adecuada y el fomento del turismo rural, activarían el crecimiento del municipio. Sin embargo para conseguir este fin es imprescindible una acción institucional que potencie la restauración forestal, que evite el deterioro de los recursos naturales y que dote a Enguera de una eficaz red de comunicaciones.

Las características físicas y económicas de Alcántera y parte del término municipal de Antella las hacen aptas para el cultivo ecológico, pero el grado de contaminación de sus recursos naturales y la competencia de los cítricos hacen problemática su implantación.

En las mismas unidades ambientales coexisten cultivos y prácticas diferentes, con distinta valoración de su calidad. En líneas generales, en las explotaciones agrícolas convencionales predomina la modificación del medio natural mediante transformaciones físicas y elevados insumos. Sin embargo los agricultores ecológicos de la zona muestran como es posible adaptar los cultivos a los condicionantes físicos mediante las técnicas adecuadas, la mejor solución para asegurar la sostenibilidad del sistema agrario.

REFERENCIAS

- Antolín, C. y Añó, C. 1998. Capacidad de uso de los suelos de la Comunidad Valenciana. En: *El suelo como recurso natural en la Comunidad Valenciana*. Colección Territori 8, Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports, Generalitat Valenciana; Valencia. (pp. 111-131).
- Añó, C., Sánchez, J. y Antolín, C. 1997. Análisis y valoración de los sistemas de evaluación de suelos en España. Evolución, tendencias actuales y perspectivas futuras. *Estudios Geográficos*, **228**: 331-353.
- Piqueras, J. (Dir) 1993. *Geografía de les comarques valencianes*. Foro; Valencia. (pp. 44-67, 149-153, 237-253).
- Sánchez, J., Rubio, J. L., Martínez, V. y Antolín, C. 1984. Metodología de Capacidad de Uso de los suelos para la cuenca mediterránea. *I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo*, 937-948.
- Sanchís, E. J. 1991. *Estudio de la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas de la provincia de Valencia. Origen, balance y evolución espacial y temporal*. Conselleria d'Administració Pública. Alzira. 332 pp.

(*)Relación de encuestadores:

- Anna: Salvador Ases Martínez.
- Alcántera: José Vte. Verdeguez Ramón.
- Antella: Francisco Alberto Martínez Peris.
- Enguera: Alejandro Tortosa Aparicio.
- Millares: Fidel Expósito Lluc.

ANEXO 1
RESUMEN DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS EN LA ZONA

TERMINO	Nº ENCUES.	SECANO	REGADIO	A.T.P.	CURS AGR.	CURS PEST.	F.DOSIS(1)	
Alántera	20	0	20	1	11	4	0/0/20/	
Anna	42	9	33	24	29	7	5/2/1/6/	
Millares	52	50	2	14	18	1	48/4/0/	
Antella	27	1	26	4	14	7	2/2/23/	
Enguera	57	40	17	19	21	14	1/29/27/	
TERMINO	F.PELIG.(2)	P.DOSIS(3)	P.PELIG.(4)	HERBICIDA	MAQ.PROP.	EQUIP.TRA.	Nº TRAB.(5)	ANA.SUELO
Alántera	0/1/19/	00/20/	01/19/	18	6	5	0/15/7/0/0	3
Anna	3/14/25/	4/29/9	4/6/32/	31	25	32	0/17/25/0/0	13
Millares	50/50/	45/5/22/	50/2/0/	0	9	2	0/1/38/103	0
Antella	2/6/19/	3/1/23/	4/1/22/	22	11	4	6/16/3/2/0	5
Enguera	1/40/16/	1/05/51/	1/28/28/	34	38	39	11/0/0/15/31	3
TERMINO	ABANC.	PENDIEN.(6)	ESTADO.(7)	VEGETA.(8)	ABO.VER.(9)	RES.POD.(10)	MATORG(11)	PUNTIUACION(12)
Alántera	20	200/0/	200/0/	10/10/	2/20/	6/16/	6/16/	00/0/2/16/2/
Anna	42	40/2/0/	42/0/0/	83/4/	3/39/	2/40/	26/1/6/	0/5/6/18/13/0/
Millares	45	45/7/0/	50/2/0/	48/4/	1/52/	0/52/	42/1/0/	28/2/12/10/0/
Antella	22	13/12/2/	24/3/0/	1/26/	4/23/	6/21/	23/4/	2/1/17/16/0/
Enguera	57	233/4/0/	57/0/0/	21/36/	1/50/	1/50/	24/33/	00/10/34/130/

1 baja/media/alta
2 poco solubles/solubilidad media/muy solubles
3 baja/media/alta
4 escasa/mediana/alta
5 sin labores/una/dos/tres/más de tres
6 escasa/media/importante

7 bueno/regular/malo
8 sí/no
9 sí/no
10 sí/no
11 sí/no
12 9-11/12-14/15-17/18-20/21-23/24-27

El fomento de la agricultura ecológica por el programa agroambiental español (2078/92/CEE): perspectivas y realidades

J. Aguirre*, **C. García Alarcón**, **J. E. Malo***, **J. J. Oñate****, **C. Cummins***, **F. Suárez*** y **B. Peco***.

**Dpto. Interuniversitario de Ecología. Universidad Autónoma de Madrid. 28049 Madrid.*

*** Dep. de Medio Ambiente. Universidad Europea de Madrid (CEES). Villaviciosa de Odón, 28670 Madrid.*

ABSTRACT

This paper evaluates and compares the area, number of producers and funding covered by the organic farming support scheme under Regulation 2078/92/EEC in the context of (a) government forecasts for the 1994/98 five-year period, (b) the trends in the programme and (c) the dimension of the sector. We conclude that i) the programme is achieving a high degree of acceptance by producers, although the small size of many farms and the diversity of conditions under which it is applied in each Autonomous Region has prevented 37% of the potential area from being subsidised, ii) payments made over the last three years have almost reached the amount forecast for the entire five-year period, as the Government underestimated the number of farmers and, to a larger extent, the farm area to be covered, III) the three year delay in the introduction of application of the Spanish Agri-Environmental Programme, linked to lack of co-ordination between the national and regional governments and budgetary restrictions, has prevented a considerable amount of EU scheme money from being paid out, and iv) the Programme is helping to capitalise the sector. Given the positive response by the organic farming industry, it seems logical to expect the Programme to be extended and provided with more funds.

RESUMEN

Se evalúan y comparan el número de productores, la superficie y el montante económico de las ayudas para la Agricultura Ecológica establecidas bajo el Reglamento 2078/92/CEE considerando (a) las previsiones de la administración para el quinquenio 1994/98, (b) el desarrollo del Programa y (c) la dimensión del sector. Se concluye que i) el programa está obteniendo un alto índice de adscripción entre los productores aunque el pequeño tamaño de muchas explotaciones y las diversas condiciones de aplicación en cada CCAA, motivan que un 37% de la superficie potencial no es subvencionada, II) las cantidades pagadas en los tres últimos años son similares a las previstas para todo el quinquenio, ya que la administración subestimó la inscripción de productores y, en mayor medida, la superficie acogida, III) los tres años de retraso en la aplicación del Programa Agroambiental español, relacionable con la descoordinación administrativa

Estado-CCAA y con limitaciones presupuestarias, ha originado que no se cobrara una considerable cantidad de dinero procedente de Europa, IV) el Programa está ayudando a capitalizar el sector, y ante la respuesta de éste, parece lógico prorrogarlo y dotarlo de más fondos económicos.

INTRODUCCIÓN

En el marco de la reforma de la Política Agraria Común, el Reglamento 2078/92/CEE, del Consejo, de 30 de junio, sobre métodos de producción agraria compatibles con las exigencias de la protección del medio ambiente y la conservación del espacio natural (CEE, 1992), establece un régimen de ayudas de carácter horizontal, destinado, entre otros fines, a fomentar la Agricultura Ecológica (AE.).

Pueden ser beneficiarios los titulares de las explotaciones agrarias que se comprometen a asumir el cultivo ecológico según se especifica en el Real Decreto 51/95 y, en su caso, cumpliendo con las estipulaciones de la diversa legislación autonómica. La pérdida de renta ocasionada por la conversión es compensada con una ayuda de cuantía variable. La financiación del Programa en las regiones Objetivo 1, corre a cargo del FEOGA-G en un 75%, del Estado en un 12,5%, y de las administraciones autonómicas en otro 12,5%, reduciéndose la aportación comunitaria a un 50% en las regiones Objetivo 2 y 5b (CEE, 1992).

El seguimiento y evaluación de estos Programas no sólo presenta interés para la Comisión Europea, por ser la entidad financiadora, y para las administraciones estatales como subsidiarias de aquélla; sino también para el propio sector, muy poco desarrollado en comparación con otros países europeos, ya que representa una nueva fuente de ayudas económicas, que puede estimular su crecimiento sin precedentes. Por ello, es importante abordar análisis detallados de lo acontecido a lo largo del periodo de aplicación del Programa, desde su génesis hasta su finalización.

Existe información diversa sobre la puesta en práctica del Reglamento 2078 en los diferentes Estados miembros de la Unión Europea (Buller *et al.*, en prensa; Comisión Europea, 1997a). También se dispone de datos más precisos acerca de las previsiones y alcance teóricos en el momento de su aprobación, así como de los resultados de la aplicación de algunos programas concretos en el estado español (Viladomíu y Rosell, 1996; Suárez *et al.*, 1997; Peco *et al.*, en prensa). Por otro lado, están sentadas las bases sobre las que se estructurarán e instrumentarán las ayudas que recibirá el sector de la AE. en un futuro muy cercano (Comisión Europea, 1997b). No obstante, en nuestro conocimiento, son inexistentes los estudios rigurosos acerca de la puesta en práctica y resultados del Programa de fomento de la AE. en nuestro país, que sirvieran para evaluar los éxitos y fracasos cosechados en los aspectos social, agrícola, económico y administrativo.

El presente trabajo es una contribución para cubrir esta laguna. Las limitaciones en cuanto a disponibilidad de datos no permiten por el momento más que abordar aspectos generales de ámbito estatal, sin poder entrar en el nivel regional ni en el tratamiento de aspectos más concretos. Para ello, se comparan el número de productores, la superficie y el montante económico de las ayudas considerando (a) las previsiones de la administración para el quinquenio 1994/98, (b) el desarrollo del Programa y (c) la dimensión del sector.

MATERIAL Y MÉTODOS

El análisis de resultados del Programa de AE. que se presenta tiene su base en las previsiones de la administración para el quinquenio 1994/98 (MAPA, 1994), en los resul-

tados del desarrollo del Programa (MAPA 1997a, 1998), y en los datos oficiales sobre AE. (MAPA 1993, 1995, 1996, 1997b). Sobre esta base y con la intención de homogeneizar los datos en aras de su comparabilidad, se han realizado diversos cálculos y asunciones que pasamos a detallar.

El período de estudio comprende cinco años, lapso de tiempo coincidente con la duración de los contratos a los que se comprometen los agricultores beneficiarios. La administración realizó unas previsiones sobre un período de siete años (1994/2000), desglosando las cantidades anuales a pagar excepto para los últimos tres, que compartían una única cantidad. Se ha supuesto que este importe trianual se reparta equitativamente en cada año y así se ha calculado la cifra a pagar prevista para el año 1998 (véase Tabla B del anexo).

De igual forma, se han detallado anualmente los pagos del programa (Tabla C del anexo). Se han adscrito los datos de beneficiarios y de superficies al año contable, para evitar que en el año "n" existan cifras de explotaciones y superficies cuyos pagos constan en el año "n + 1". La falta de datos parciales se ha solventado interpolando y, ya que el ejercicio de 1998 está inconcluso, para este año se ha supuesto que la demanda se ha estabilizado y que no se han incorporado nuevos agricultores ni hectáreas al Programa.

La información general sobre la estructura del sector aparece en la Tabla A del anexo. A ella se han añadido también los pagos potenciales que podría recibir el sector en el caso de que todas las hectáreas se acogieran. Para calcular estos pagos potenciales se han realizado una serie de asunciones que se detallan a continuación.

Sobre la base de los años para los que la información es más completa (1996 y 1997) se han agrupado los cultivos según los tipos subvencionados (véase García Alarcón y Aguirre, 1998) y se les ha aplicado el importe medio que les corresponde dependiendo de su afiliación administrativa. Ante la carencia de información sobre beneficiarios calificados como Agricultor a Título Principal, superficies primadas según tramos y evolución del porcentaje de la prima aplicado conforme al año de contratación, se ha llegado al compromiso de aplicar una reducción del 40 % al pago potencial, como si todas las explotaciones estuvieran inscritas en el Consejo Regulador de AE. autonómico que les corresponda, con la anterioridad estipulada a la firma del contrato.

Con todo ello, se ha calculado la prima media que potencialmente recibiría una hectárea subvencionada, que se ha aplicado a los años 1996 y 1997 (Tabla A del anexo). A pesar de que intuitivamente parecería lógico aplicar este valor a las superficies datadas para años anteriores con el objeto de calcular el importe anual que recibiría el sector, la existencia de explotaciones con superficies de cultivos primables inferiores a las requeridas, el indeterminado número de ellas en período de reconversión, y la propia dinámica de aceptación de todo nuevo programa (Oñate y Álvarez, 1997; Rosell y Viladomíu, 1997), hacen poco recomendable su aplicación directa. Es por ello que se ha calculado la prima media por hectárea para los años con datos sobre los pagos (1996 y 1997) y se ha aplicado a la superficie total declarada como ecológica en años anteriores (Tabla A del anexo).

Dado que el porcentaje de la parte total aportado por el FEOGA-G es distinto según esté calificada la zona como objetivo 1 ó 2 y 5b, y las superficies susceptibles de ser subvencionadas se reparten por ambos tipos, a partir de los datos de los años 1996 y 1997 se ha calculado el 71 % como porcentaje medio aportado por el FEOGA-G para el conjunto total de superficies declaradas como AE. (véase Tabla D del anexo).

Las cantidades monetarias han sido calculadas en pesetas constantes de enero de 1998, con el objeto de hacerlas comparables, teniendo en cuenta la inflación (Allué, 1997; Carrasco, 1998).

RESULTADOS

El sector ha evolucionado a lo largo del período de estudio de forma sigmoïdal. Las previsiones de la administración auguraban una respuesta lineal por parte de los productores de AE. Sin embargo, la incorporación de los productores al Programa ha ido aumentando exponencialmente (Figura 1) hasta alcanzar el 85 % del sector. Esto representa un 17,65 % más de productores inscritos que los que en un principio había previsto la administración para toda la duración del Programa (Tabla 1).

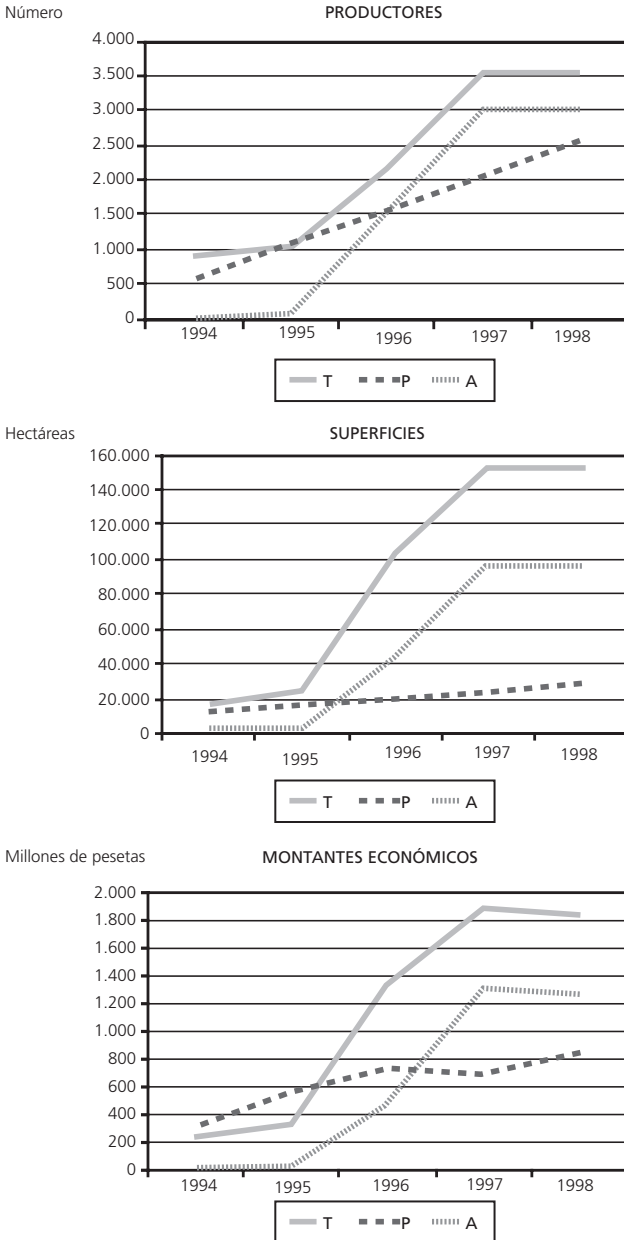


Figura 1. Evolución a lo largo del período de estudio de Productores, Superficies y Montantes Económicos. P: previsto por la administración; A: adscrito al programa; T: totales existentes o calculados en el caso del dinero.

Las hectáreas declaradas como ecológicas han aumentado fuertemente durante el período de estudio, hecho éste que no había sido previsto por la administración ya que infravaloró la superficie que potencialmente se acogería (Figura 1). Siguiendo la misma dinámica que los productores, la superficie inscrita ha ido aumentando hasta alcanzar la cifra final del 63,78 %, lo que supone un 244,85 % más que la prevista por la administración (Tabla 1).

		1994	1995	1996	1997	1998	TOTAL
Productores	P vs T	60,51	100,77	71,73	58,14	72,32	72,32
	A vs T	0,00	0,00	71,31	85,05	85,08	85,08
	A vs P	0,00	0,00	99,42	146,29	117,65	117,65
Superficie	P vs T	67,41	65,34	19,15	15,78	18,49	18,49
	A vs T	0,00	0,00	41,66	63,78	63,78	63,78
	A vs P	0,00	0,00	217,56	404,24	344,85	344,85
Montante económico	P vs T	120,93	172,84	54,16	36,94	45,77	52,43
	A vs T	0,00	0,00	34,16	69,78	69,78	54,30
	A vs P	0,00	0,00	63,07	188,92	152,48	103,57

Tabla 1. Relaciones porcentuales para cada combinación comparativa. P: previsto por la administración; A: adscrito al programa; T: totales existentes o calculados en el caso del dinero. (Fuente: elaboración propia).

Y por último, en cuanto al tema económico, la administración supera en un 21 y un 73 % los pagos previstos durante los primeros años del período de estudio frente a los potenciales que hemos calculado, para, a continuación, rondar el valor medio del teórico calculado. Se termina el período completo pagando un 52,43 % (Figura 1 y Tabla 1). Al igual que en los casos anteriores, el dinero pagado frente al total calculado va aumentando hasta alcanzar el 54,3 % de lo que podría recibir el sector, lo que representa un 3,6 % más de lo que en un principio se había previsto.

DISCUSIÓN

Del examen de los resultados presentados se vislumbra en primera instancia la falta de experiencia de la administración española en este tipo de Programas; la capacidad de acogida que podría ofrecer el sector resultó infravalorada y, en mayor medida aún, la superficie potencialmente subvencionable. La falta de experiencia previa en Programas similares en nuestro país podría explicar en cierta forma esta errónea previsión.

El reparto de las competencias sobre agricultura entre las diferentes Comunidades Autónomas motiva cierta descoordinación en la aplicación de las condiciones para la obtención de los mismos objetivos (García Alarcón y Aguirre, 1998). Por ende, la dinámica del sector en cada una evoluciona acorde con sus características físicas y culturales, y así las Direcciones regionales de agricultura organizan sus servicios de acuerdo con la estructura del sector en su ámbito de competencia. Estas circunstancias se suman para explicar la timidez de las previsiones frente a los resultados obtenidos y más aún, frente a lo que potencialmente podría haber alcanzado el sector.

A pesar de que las previsiones muestran cifras a la baja en los productores y en las superficies, la administración ha reaccionado con agilidad, y en los tres años de aplicación del Programa analizados está pagando la misma cantidad económica. Se está subvencionando a más productores y más superficie que la prevista y se está haciendo durante tres años y no cinco como se pensaba en un principio. Lo que significa que, aún con errores de previsión, el ajuste económico ha sido correcto y el sector no sólo no ha perdido ingresos, sino que incluso, los ha aumentado.

Dadas las características especiales de los cultivos de AE. sorprende observar que un alto porcentaje de superficie (37%) queda fuera del Programa. No se dispone de datos para profundizar sobre este asunto pero tanto tamaños de explotación inferiores a los requeridos, como las diferentes condiciones de aplicación de los compromisos en cada Comunidad Autónoma, podrían ser razones que expliquen esta circunstancia.

Se puede afirmar que el Programa está teniendo un elevado éxito en el sector. Por un lado, destaca el alto porcentaje de productores adscritos frente los totales (85%), y por otro, las superficies inscritas (63,78 % de la total), muy superiores a las previsiones. Por ello, parece lógico impulsar este tipo de Programas en un futuro mejorando las carencias observadas. Pero la organización administrativa necesaria para su financiación dota a cada Comunidad Autónoma de una relevancia tal, que en el caso de aparecer limitaciones presupuestarias regionales, se impone un tope al volumen económico a desembolsar y por tanto, a la cantidad de beneficiarios y superficies subvencionadas. Esta problemática está sujeta a las particulares condiciones en las relaciones administración central-autonómica, condiciones que se estipulan en los convenios de colaboración correspondientes (véase Santamaría, 1998). No podemos pasar la oportunidad de expresar que de las manifiestas deficiencias en estos convenios de colaboración fluyen muchos de los problemas en el suministro de datos, lo que supone una menor disponibilidad de los mismos a escala nacional. Esto redundará en un incremento de las dificultades para elaborar trabajos y estudios de seguimiento de Programas como el aquí analizado.

Y por último, el retraso en la puesta en marcha del Programa Agroambiental español ha supuesto, según nuestros cálculos, una pérdida importante de ingresos para el sector (Tabla D del anexo). La cifra calculada asciende a la cantidad de 535,25 millones de pesetas, de los cuales, algo más de 400 millones hubiesen llegado de dinero europeo. Si bien estas cifras no han supuesto una pérdida irreparable para el sector, los posibles beneficiarios de estas ayudas hubieran podido afrontar en mejores condiciones aquellos duros años de sequía.

CONCLUSIONES

El análisis abordado permite extraer las siguientes conclusiones:

- El Programa de AE. está obteniendo un alto índice de aceptación entre los productores aunque el pequeño tamaño de muchas explotaciones y las diversas condiciones de aplicación en cada Comunidad Autónoma, motivan que un 37 % de la superficie no sea subvencionada.
- Las cantidades pagadas en los tres últimos años son similares a las previstas para todo el quinquenio 1994-98, ya que la administración subestimó la inscripción de productores y, en mayor medida, la superficie acogida.
- Los tres años de retraso en la aplicación del Programa Agroambiental español, relacionable tanto con la descoordinación administrativa Estado-CCAA como con las limitaciones presupuestarias, ha originado que no se cobrara una considerable cantidad de dinero procedente de Europa.
- El Programa está ayudando a capitalizar el sector, y ante la respuesta de éste, parece lógico prorrogarlo y dotarlo de más fondos económicos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se engloba en el Proyecto UE DG VI (FAIR CT95-274), *“Implementation and Effectiveness of Agri-environmental Schemes established under Regulation 2078/92”*. Las opiniones expresadas en este trabajo no reflejan necesariamente el parecer, ni anticipan la futura política, de la Comisión en esta área.

REFERENCIAS

- Allué Téllez, R. 1997 Evolución del índice de precios al consumo e inflación en la Unión Europea durante el período 1985/1996. *Estudios de Construcción, Transportes y Comunicaciones*, **76**: 95-115.
- Buller, H., Wilson, G. y Höll, A. En prensa. Implementation and effectiveness of agri-

- environmental schemes established under regulation 2078/92. London: Avebury Publishers.
- Carrasco García, N. 1998. La inflación de la economía española: análisis de 1997 y perspectivas para 1998. *Boletín Económico del ICE*, **2567**: 19-25.
- CEE. 1992. Reglamento (CEE) N° 2078/92 del Consejo de 30 de junio de 1992 sobre métodos de producción agraria compatibles con las exigencias de la protección del medio ambiente y la conservación del espacio natural. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas del 30/07/92*, **1**: 215785-215790.
- Comisión de las Comunidades Europeas. 1997a. Report from the commission to the Council and the European Parliament on the application of Council Regulation (ECC-2078/92) on agricultural production Methods compatible with the requirements of the protection of the environment and the maintenance of the countryside. COM (97) 20 final. Documents. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg.
- Comisión de las Comunidades Europeas. 1997b. Agenda 2000, por una unión más fuerte y más amplia. COM (97) 2000 final, vol. 1. 90 pp. Bruselas.
- García Alarcón, C. y Aguirre, J. 1998. "Ayudas de la PAC para el fomento de la agricultura ecológica". *Savia, revista de agricultura ecológica*, **5**: 27-30.
- MAPA. 1993. Estadísticas sobre Agricultura Ecológica. Subdirección General de Denominaciones de Calidad. Dirección General de Política Alimentaria e Industrias Agrarias y Alimentarias. Secretaría General de Agricultura y Alimentación. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- MAPA. 1994. Programas de ayudas para fomentar métodos de producción agraria compatibles con las exigencias de protección y la conservación del espacio natural. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- MAPA. 1995. Estadísticas sobre Agricultura Ecológica. Subdirección General de Denominaciones de Calidad. Dirección General de Política Alimentaria e Industrias Agrarias y Alimentarias. Secretaría General de Agricultura y Alimentación. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- MAPA. 1996. Estadísticas sobre Agricultura Ecológica. Subdirección General de Denominaciones de Calidad. Dirección General de Política Alimentaria e Industrias Agrarias y Alimentarias. Secretaría General de Agricultura y Alimentación. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- MAPA. 1997a. Análisis de Resultados. Ejercicio 1996. Subdirección General de Diversificación de Actividades y Fomento Asociativo. Dirección General de Desarrollo Rural. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- MAPA. 1997b. Estadísticas sobre Agricultura Ecológica. Subdirección General de Denominaciones de Calidad. Dirección General de Política Alimentaria e Industrias Agrarias y Alimentarias. Secretaría General de Agricultura y Alimentación. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- MAPA. 1998. Análisis de Resultados. Ejercicio 1997. Subdirección General de Diversificación de Actividades y Fomento Asociativo. Dirección General de Desarrollo Rural. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. (En preparación).
- Oñate, J.J. y Álvarez, P. 1997. El programa de Estepas Cerealistas en Castilla y León. *Revista Española de Economía Agraria*, **179 (1)**: 297-330.
- Peco, B., Suárez, F., Oñate, J. J., Malo, J. E. y Aguirre, J. En prensa. Ambitions and facts the first steps of agro-environmental regulations in Spain. In: Buller, H., Wilson G., Höll, A. (Eds): *Implementation and effectiveness of agri-environmental schemes established under regulation 2078/92*. London: Avebury Publishers.
- Rosell, J. y Viladomíu, L. 1997. El Programa de Compensación de Rentas por reducción de regadíos en la Mancha Occidental y Campo de Montiel. *Revista Española de Economía Agraria*, **179 (1)**: 231-350.
- Santamaría Arinas, R.J. 1998. Ayudas públicas para el fomento de la agricultura ecológica: la nueva regulación comunitaria. *Actas del II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE), Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural*. Pamplona-Iruña, 1996. 321-330 pp.
- Suárez, F., Oñate, J. J., Malo, J. E. y Peco, B. 1997. Las políticas agroambientales y de conservación de la naturaleza en España. *Revista Española de Economía Agraria*, **179 (1)**: 267-296.
- Viladomíu, L. y Rosell, J. 1996. Medio ambiente y PAC. Una primera aproximación a los programas agroambientales españoles. *ICE*, **484**: 49-57.

ANEXO

Datos básicos a partir de los cuales se han llevado a cabo las comparaciones mostradas en el apartado de resultados. La confección de los datos se ha explicado en el apartado de material y métodos.

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	TOTAL
Productores	585	753	909	1.042	2.161	3.526	3.526	3.526
Superficie (miles de ha)	7,85	11,67	17,20	24,07	103,73	152,1	152,1	152,1
Subvención (millones Ptas.)	122,21	171,44	241,59	322,87	1.328,59	1.880,40	1827,41	5.600,89

(Fuente: elaboración propia a partir de MAPA 1993, 1995, 1996, 1997b).

Tabla A. Dimensión del sector productor de AE.

	1994	1995	1996	1997	1998	TOTAL
Productores	550	1.050	1.550	2.050	2.550	2.550
Superficie (miles de ha)	11,60	15,73	19,86	23,99	28,13	28,13
Subvención (millones Ptas.)	292,15	558,07	719,58	694,57	836,33	2.936,33

(Fuente: elaboración propia a partir de MAPA, 1994).

Tabla B. Previsiones realizadas por la administración española para el quinquenio 1994/98.

	1996	1997	1998	TOTAL
Productores	1.541	2.999	3.000	3.000
Superficie (miles de ha)	43,22	97,00	97,00	97,00
Subvención (millones Ptas.)	453,85	1.312,20	1.275,21	3.041,26

(Fuente: elaboración propia a partir de MAPA 1997a, 1998).

Tabla C. Pagos realizados por el Programa en los años 1996 y 1997; previsiones para el año en curso.

	FEOGA-G	Admón. Española	Total
Cantidad potencial a recibir por el sector al completo	3.976,63	1.624,26	5.600,89
Previsiones hechas por la administración	2.084,79	851,53	2.936,33
Pagos del Programa Agroambiental	2.159,29	881,93	3.041,26

Tabla D. Cantidades aportadas por la UE. (71 %) y por las Administraciones españolas (28 %) en el quinquenio 1994/98 a la AE. (millones de ptas.).

Formación de recursos humanos para el desarrollo rural sustentable

C. Valdivieso Rodríguez

*Director Unidad de Recursos Humanos. Centro de Educación y Tecnología – CET
(Chile).*

1. INTRODUCCION

El programa de formación, perfeccionamiento y capacitación masiva de recursos humanos para un desarrollo rural rentable y sustentable fue impulsado considerando: a) la pérdida de importancia que la temática del desarrollo rural ha tenido en la formación universitaria y b) el surgimiento de nuevos factores que fortalecen las posibilidades de desarrollo de los habitantes del medio rural (Yurjevic, 1998).

1.1. El desarrollo rural en la formación universitaria

- En general las universidades latinoamericanas se han sumado al clima de opinión desfavorable para el desarrollo rural (CLADES-FAO, 1992). Aunque las causas son de diversa naturaleza, en definitiva han significado que sus egresados tengan una visión deteriorada sobre la realidad rural. Esta actitud se ha visto reforzada por la difundida creencia que los pequeños productores responden sólo parcialmente a los procesos modernizadores. También ha facilitado dicha actitud la búsqueda por generar mercados de tierra que permitan la transferencia de los activos en manos de productores tradicionales a otros con mayor espíritu empresarial.
- La falta de integración del enfoque agroecológico en la formación de los futuros profesionales del agro de modo que puedan difundir las alternativas tecnológicas que efectivamente potencien los recursos campesinos existentes, que promueven la sustentabilidad predial y que empalman con el conocimiento tradicional, que aún permanece vigente.
- La ausencia del manejo de los temas institucionales relevantes para el desarrollo rural (eficiencia institucional, diseño de incentivos) en la formación de agrónomos, veterinarios y forestales así como en la de los trabajadores sociales, es un hecho que impide adecuar el contexto institucional para el fomento de estrategias de desarrollo consistentes.
- La carencia de docentes debidamente formados que puedan cubrir las materias diversas que son indispensables para plantarse el desarrollo de las áreas rurales. Así por ejemplo, existe una falta de formación en el campo del manejo de los recursos naturales y en el diseño de sistemas productivos sustentables.

1.2. Nuevas oportunidades de desarrollo para los habitantes del medio rural.

La segunda consideración que se tomó en cuenta para impulsar un programa de formación de recursos humanos se fundamenta en los avances logrados en el campo conceptual sobre el bienestar y las necesidades humanas, que pueden ser sintetizados en los siguientes puntos (Kamenetzky, 1992):

- El bienestar de la familia campesina y de cada uno de sus integrantes es la resultante del acceso que tengan a bienes y servicios económicos, ecológicos, sociales, públicos y humanos. Esta conceptualización ayuda a definir con mayor precisión los objetivos del desarrollo y a captar la imaginación de la gente para las estrategias que se elaboren.
- La lectura adecuada de las demandas por bienes y servicios del sector rural, permite construir una malla de políticas e incentivos necesarios para captar dichas oportunidades (Yurjevic, 1997).
- El aprendizaje sistemático de las experiencias de desarrollo, permite enriquecer el stock de conocimiento disponible así como el acervo de metodologías de intervención social.
- La creciente capacidad de trascender la visión reduccionista del desarrollo rural al desarrollo agropecuario, ha despertado el interés por identificar inversiones no agrícolas en el ámbito rural. Muchas de estas oportunidades tienen que ver con servicios ecológicos y turísticos.
- La necesidad de saber valorar y movilizar el capital social como factor productivo o de garantía para viabilizar posibilidades de negocios rentables (Serageldin *et al.*, 1994). Muchos de estos negocios encuentran en el capital social un recurso para disminuir sus altos costos de transacción, para superar la ausencia de derechos de propiedad debidamente legalizados, para responder a demandas cuyos volúmenes exigen agregar las ofertas de cada uno de los pequeños productores y para acceder al crédito formal sobre la base de garantías solidarias.

Lo indicado anteriormente se encuentra en la Figura 1.

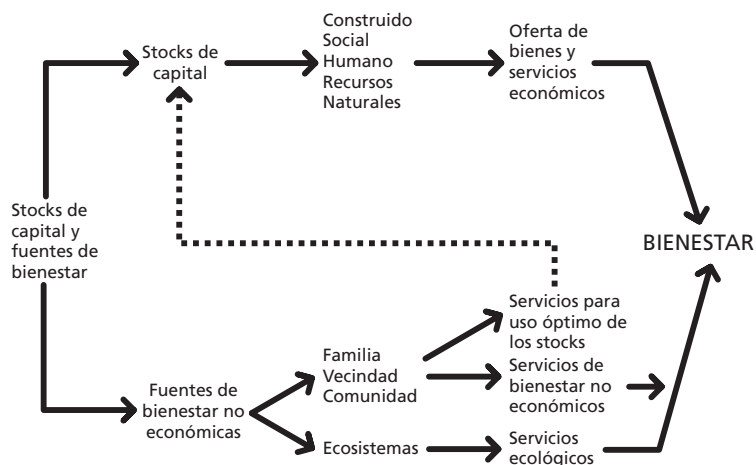


Figura 1. (Fuente: Yurjevic A. 1998)

2. CURSO PARA PROFESIONALES Y TÉCNICOS EN AGROECOLOGÍA Y DESARROLLO RURAL

Desde su creación en 1981 el Centro de Educación y Tecnología CET y a partir de 1989 con el apoyo del Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo, CLADES, realizó cursos de capacitación para profesionales y técnicos en distintos aspectos de la agricultura ecológica, desde suelos, agua, plagas hasta diagnósticos rurales rápidos. Para ello utilizó cursos presenciales de una o dos semanas en los cuales se formaron alrededor de 500 personas de diferentes países latinoamericanos.

Fue en 1996 que en Chile se diseñó un curso con el título de Desarrollo Rural Humano y Agroecológico basado en la experiencia exitosa de CLADES en el área andina con un curso similar de Agroecología y Desarrollo Rural dictado desde 1994 para Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia. El diseño de ambos cursos es a través de una formación tutorial a distancia equivalente a un diplomado de postgrado.

2.1 La Formación a Distancia

Las principales razones tomadas en cuenta para diseñar e implementar el curso bajo la modalidad tutorial a distancia se pueden resumir en las siguientes:

- La necesidad de masificación. La experiencia anterior basada en cursos presenciales indicaba la urgencia de ampliar la cobertura exigiendo soluciones más eficaces dada la demanda existente, agravada por el deterioro ambiental y el aumento de la pobreza rural. Por otra parte, la necesidad de crear una corriente de opinión capaz de revertir la situación actual en un corto plazo creando una masa crítica de profesionales formados en un marco teórico común, que compatibilice la creación de agentes económicos y actores sociales para un desarrollo rural que opta por la innovación de base agroecológica.
- Una segunda razón en la creación de un sistema tutorial a distancia tiene relación con la necesidad de reducir los costos unitarios de la formación y capacitación sin pérdida de la calidad de la instrucción. Consecuente con ello, esta modalidad permite difundir documentos e investigaciones de especialistas de muy buen nivel académico que de otro modo no podrían ser utilizados. La evaluación realizada permite afirmar que se ha validado la modalidad de formación a distancia como adecuada para la formación de profesionales los que sin hacer abandono de sus tareas habituales pueden enfrentar la tarea de la especialización a costos más bajos que los del sistema tradicional presencial.
- Una tercera razón tiene que ver con la articulación con las universidades e instituciones nacionales dedicadas al desarrollo rural y a la investigación agropecuaria. En el caso de las universidades, se trata de formar a sus docentes para que puedan desempeñarse como tutores. La formación de ellos se realiza mediante seminarios y conferencias electrónicas sobre temas específicos. Esto ha dado muy buenos resultados permitiendo que una institución pequeña con escaso personal pueda tener una influencia nacional llegando a espacios académicos.

La articulación con las instituciones dedicadas al desarrollo rural y a la investigación se ha visto reforzada mediante convenios y a través de la adquisición de cupos que las instituciones otorgan como becas a las cuales pueden concursar sus funcionarios. Tal es el caso del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) dependientes del ministerio de Agricultura y de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI).

2.2 Objetivos y contenidos del curso Desarrollo Rural Humano y Agroecológico

El objetivo del curso es formar profesionales en la especialidad de la agroecología y el desarrollo rural sustentable para lograr el aumento del ingreso, la seguridad alimentaria, el mejoramiento del hábitat campesino y el manejo de los recursos naturales sin deteriorar el medio ambiente, con una estrategia que asegure el bienestar de las generaciones futuras.

Propone un desarrollo basado en una opción tecnológica que optimice el uso de los recursos que poseen las familias campesinas, que les permita el acceso a un conocimiento moderno del cual se puedan apropiar para hacerlo evolucionar según sean sus necesidades, significa fomentar su capacidad innovadora base sobre la cual puedan construir su autoconfianza, voluntad de progreso e interés por ser un actor social.

El curso está dividido en tres módulos.

El primer Módulo tiene como objetivo introducir al participante en la comprensión del concepto de la Agroecología, sus fundamentos y su estado de avance al momento presente. De la misma manera, introduce la problemática del desarrollo y los aportes que hace la Agroecología con relación a él.

El módulo se encuentra organizado en tres unidades pedagógicas. La primera unidad, Agricultura y Desarrollo, mediante tres artículos aborda el tema de la producción agropecuaria y su rol en el proceso general de desarrollo y las limitaciones del enfoque tecnológico convencional.

La segunda unidad, Historia y Elementos para una Conceptualización de la Agroecología, está estructurada en cuatro artículos que resumen la evolución histórica del pensamiento agroecológico, se definen los agroecosistemas, se muestra el valor y aporte de la agricultura tradicional y finalmente, se analizan las relaciones entre agricultura y sociedad. Esta unidad tiene dos artículos de complemento y profundización sobre agroecología.

En la tercera unidad de este primer módulo, Fundamentos y Situación actual de la Agroecología, se encuentra un extracto de un informe del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos que muestra los resultados positivos de las prácticas agroecológicas y se tiene una síntesis de los indicadores de sostenibilidad de la Agroecología y su aporte al desarrollo rural en América Latina. También esta unidad cuenta con una lectura de profundización sobre las características ecológicas de América Latina.

El segundo Módulo está centrado en el Diseño y Manejo de Agroecosistemas. A partir de los principios fundamentales de la Agroecología se entregan los criterios necesarios para el manejo de los diversos elementos que componen un agroecosistema, la forma como se relacionan entre sí y la manera como se puede ordenar la transición de un sistema agrícola convencional a uno de tipo ecológico. Seis unidades pedagógicas lo constituyen.

La primera, Criterios para el Diseño de Agroecosistemas comprende dos artículos que abordan la identificación y clasificación de agroecosistemas sustentables y muestran la lógica campesina expresada en diseños que han respondido a sus necesidades en forma sostenida.

La Biología del suelo y su Fertilidad es el título de la segunda unidad. En ella se hace un análisis sobre la importancia de la vida del suelo con relación a la producción agroecológica y una presentación sobre la fertilidad del suelo y sus formas alternativas de fertilización.

La tercera unidad está orientada a analizar los Elementos de Manejo en la Producción Vegetal. Se aborda el Rol Ecológico de la Biodiversidad, los Sistemas de Policultivos, los Sistemas Agroforestales y la Rotación de Cultivos.

La cuarta unidad estudia el tema del control agroecológico de plagas y enfermedades. Se analiza el concepto de plaga y se demuestra que las prácticas de la agricultura convencional las favorecen, para luego entregar las bases técnicas para el manejo de insectos plagas y de las enfermedades de las plantas.

En la quinta y sexta unidad se aborda el rol de la producción animal en los agroecosistemas y en una visión de conjunto, se dan los criterios para hacer posible la transición de sistemas de producción convencional hacia agroecosistemas.

Como lecturas de profundización en este segundo módulo hay temas relacionados con la conservación de suelos, la cero labranza, la materia orgánica, planificación predial e investigación para el desarrollo de pequeñas fincas.

El tercer Módulo lleva por título Políticas y Estrategias para un Desarrollo Rural Humano y Agroecológico (DRHA) y lo conforman tres unidades.

La primera, Desarrollo Rural: Campesinado y Modernización, plantea fundamentalmente la situación y perspectivas del campesinado. En esta temática se analizan las posibilidades de un Desarrollo Rural Sostenible en América Latina y los aportes que la Agroecología puede hacer al respecto. Se plantea la posibilidad de una modernización democrática y por lo tanto incluyente de la agricultura en nuestro continente, se introduce el desarrollo sustentable a diversos niveles de la realidad entregando una mirada actualizada.

La segunda unidad aborda centralmente las estrategias y las políticas necesarias para lograr un Desarrollo Rural Humano y Agroecológico y se estudia el caso chileno de superación de la pobreza mediante la seguridad alimentaria.

En la tercera unidad, se analiza el desarrollo rural desde la base, la participación de la mujer, el desafío institucional como condición para implementarlo y los resultados obtenidos en diversas experiencias en Chile, Perú y Paraguay mediante el análisis de proyectos de DRHA.

Como lectura de profundización se presenta un marco conceptual para el análisis para la necesaria consideración de los grupos étnicos en el medio rural.

2.3 Metodología

A. Autoformación a distancia

El curso se realiza mediante la modalidad de autoformación a distancia sobre la base de textos de autoaprendizaje, evaluaciones formativas y trabajos grupales. De acuerdo al lugar de trabajo o domicilio los participantes se organizan en pequeños grupos que interactúan con su Tutor en cinco sesiones o clases presenciales.

La duración varía de acuerdo a la disponibilidad de tiempo de los estudiantes estimándose como promedio el equivalente a un año académico.

El principal medio pedagógico está constituido por una Guía Metodológica que el participante recibe en la primera reunión tutorial. Ella da respuesta a todas las preguntas

relacionadas con el desarrollo del curso, las actividades que debe realizar y los requisitos que debe cumplir tales como las evaluaciones y trabajos.

B. Los tutores

El curso ha contado con once tutores de los cuales tres son docentes universitarios y ocho profesionales del CET.

Para su selección se toma en cuenta la experiencia profesional que cada uno de ellos tiene sobre la temática y el conocimiento de la zona o región de procedencia de los postulantes al curso. Su formación específica se realiza mediante la información sobre la modalidad de autoformación a distancia y el manejo de los materiales que componen el curso. Lo anterior se complementa con reuniones evaluativas y visitas de apoyo realizadas durante el año.

Son los responsables de conducir las actividades colectivas de los grupos-curso, de aplicar y corregir las evaluaciones sumativas parciales y globales y los proyectos de investigación o de desarrollo.

Durante las sesiones presenciales los participantes tienen la oportunidad de aclarar dudas, socializar los aprendizajes con otros compañeros del curso, compartir experiencias. El énfasis de las sesiones tutoriales está en poner en común los trabajos de talleres realizados con anticipación en grupos más pequeños.

Las reuniones tutoriales están programadas con actividades que duran 8 horas. En estas oportunidades se aprovecha para visitar una experiencia agroecológica, proyectar un vídeo relativo al tema del módulo o invitar a un especialista o al autor de alguno de los artículos.

Las profesiones de los tutores son las siguientes:

- Ocho Ingenieros Agrónomos
- Un Médico Veterinario
- Un Sociólogo
- Un Antropólogo

C. Las evaluaciones

El sistema de evaluación se inicia en cada uno de los artículos mediante un control de lectura organizado como preguntas de autoevaluaciones que el participante debe responder en su Guía Metodológica.

Luego en el ámbito de cada Unidad, los participantes deben trabajar dos o tres temas mediante el sistema de talleres para lo cual se reúnen dos o tres según sea su afinidad, cercanía geográfica o relaciones laborales cada quince días durante dos horas.

Estos trabajos, que corresponden a nueve en total, son calificados por el Tutor y tiene una ponderación en la calificación final de un 20%

Al final de cada uno de los tres Módulos, el participante rinde pruebas parciales las que en total ponderan un 30% en la nota final.

Al término del curso, debe rendir una prueba global de síntesis que corresponde al 20% de la calificación.

Finalmente el Proyecto de Investigación o de Desarrollo es evaluado con una ponderación de 30%.

D. Elaboración de un proyecto

Uno de los requisitos para aprobar el curso se refiere a la presentación de un proyecto de desarrollo o de investigación agroecológica. Se trata de un trabajo individual o realizado en grupos pequeños orientado a la investigación de algún aspecto de la agroecología o un proyecto de desarrollo rural destinado a aplicar los conceptos y conocimientos recibidos en el curso y llevados a situaciones prácticas, en lo posible reales, que tengan que ver con el área de trabajo de los participantes.

Mediante estos proyectos se busca crear una instancia de desarrollo de la creatividad que responda a las motivaciones de los estudiantes y a los intereses institucionales a las que pertenecen y que al mismo tiempo permitan medir los conocimientos adquiridos con el curso.

La calificación de estos proyectos es realizada por el Tutor considerando entre otros variables la integración de los conocimientos obtenidos, la viabilidad, utilidad y costo, como también el aporte del proyecto en el ámbito social, económico y ambiental.

En Anexo, se incluye una lista parcial de las temáticas de estos proyectos agrupados según áreas de interés constituyendo hoy día un banco de ideas de proyectos que los exalumnos pueden solicitar a sus autores.

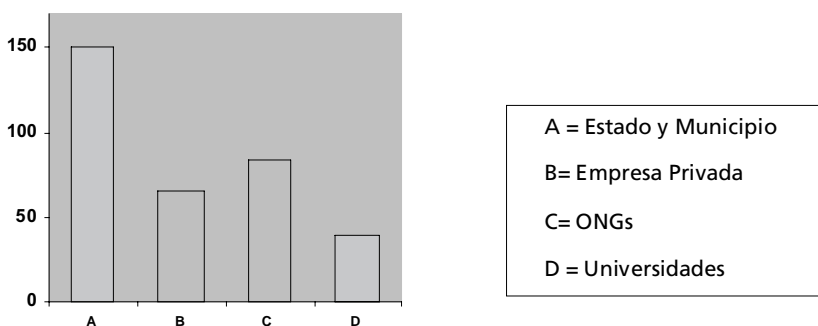
E. Certificación

La acreditación es otorgada por la Universidad Católica de Temuco, CLADES conjuntamente con CET.

3. LOS ALUMNOS PARTICIPANTES

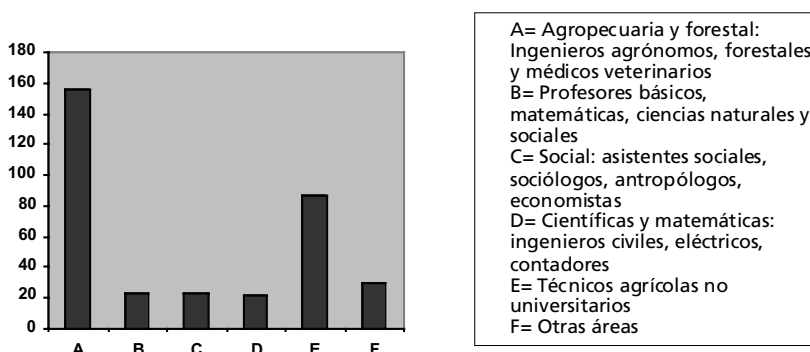
Durante los dos períodos que el curso se ha dictado han participado un total de 339 alumnos. En el Cuadro y Gráfico N° 1 se indica su procedencia laboral y en el Cuadro y Gráfico N° 2, las profesiones.

Lugar de trabajo	N° de alumnos
Estado y Municipios	150
Empresa privada	65
ONGs	84
Universidades	40
Totales	339



Cuadro y Gráfico N° 1. Procedencia laboral de los alumnos participantes

Area	Nº de alumnos
Ciencias agrarias	155
Profesores diversas especialidades	23
Profesionales del área social	23
Prof. área científica y matemática	22
Técnicos agrícolas	86
Otras	339



Cuadro y Gráfico N° 2 Profesiones de los alumnos participantes.

4. ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA

La experiencia chilena cuenta con dos procesos de evaluación complementarios.

El primero corresponde a un seguimiento mediante una encuesta a los egresados después de un año de haberse titulado.

Consultado sobre la utilidad del curso en su trabajo, el 95% de los egresados indicó que le ha sido útil, señalando las siguientes razones:

- Una mayor conciencia ecológica, la que se ha traducido en acciones concretas
- Un manejo de los conceptos sobre el desarrollo en forma más precisa lo que les ha permitido un diálogo con otros.
- Distinguir los elementos que deben estar presentes en el desarrollo sustentable.
- Haber podido comprobar que la pequeña agricultura es viable
- Han incorporado el DRHA al currículum de la carrera del técnico agrícola y las técnicas de agroforestería, las plantas medicinales y la agricultura orgánica (Valdivieso, 1998).

La segunda corresponde a la misión evaluadora externa que analizó el trabajo de Clades tomando en cuenta el impacto del curso en los países del área andina y Chile, que consideró:

“ los resultados del programa de formación de recursos humanos del CLADES son impresionantes. En todos los países los alumnos indican que los cursos han sido un vehículo pivotal para crear un conocimiento sólido sobre agroecología. Estos cursos han permitido formar redes internacionales, nacionales y locales de personas e instituciones que realizan trabajos similares, permitiendo así el intercambio de experiencias de campo y frecuentemente generar vertientes locales de reflexión agroecológica. Mediante su pro-

grama de formación de recursos humanos, CLADES contribuyó a echar las bases de un movimiento por la agroecología y el desarrollo rural sustentable". (Engel et al., 1998)

5. CONCLUSIONES

La formación de recursos humanos para la Agricultura y el Desarrollo Rural Sustentable a través de un sistema de autoformación a distancia muestra los siguientes aportes y debilidades.

Aportes:

- Captura la motivación de los alumnos y genera una voluntad por la práctica de la agricultura de base agroecológica.
- Ha creado una masa crítica de profesores en una importante cantidad de universidades latinoamericanas.
- Ha respondido con actividades formativas adecuadas a los diversos actores del desarrollo rural.
- Las actividades han contado con una certificación académica valorizada.
- Los cursos han sumado a las autoridades públicas del agro y contado con el respaldo universitario necesario.

Debilidades:

- La dificultad de movilizar recursos públicos hacia el programa.
- La resistencia que muestran las instituciones de investigación agropecuaria al desarrollo tecnológico de la agricultura sustentable de base agroecológica. Este hecho ha impedido alcanzar el nivel de consistencia tecnológico deseado, para cada una de las situaciones agroecológicas relevantes.
- La incorporación de cátedras de Agroecología y Desarrollo Rural sustentable es aún lento, lo que obliga a una sobre inversión en perfeccionamiento y postgrados.

REFERENCIAS

- CLADES-FAO. 1992. Incorporando la Agroecología en el Currículo Agronómico. En: *Agroecología y Desarrollo* N°2/3. CLADES.
- Engel, P., Ranaboldo, C. y Fugere, R. 1998. *Informe de Evaluación Externa CLADES*. Mimeo. CLADES.
- Kamenetzky, M. 1992. The Economics of the Satisfaction of Needs. In *Real Life Economics*. Routledge.
- Serageldin, I. y Steer, A. 1994. *Editores de Making Development Sustainable: from Concepts to Action*. The World Bank. Washington, D.C.
- Valdivieso, C. 1998. Informe de Actividades Unidad de Recursos Humanos, Mimeo CET
- Yurjevic, A. 1997. Políticas para una Desarrollo Rural Humano y Agroecológico. En: *Agroecología y Desarrollo* N° 11/12. CLADES
- Yurjevic, A. 1998. "Formación Masiva de Recursos Humanos para el Desarrollo Rural en América Latina" Documento presentado en la Conferencia Intergubernamental "El papel estratégico del sector rural en el desarrollo de América Latina". Cartagena, Colombia, Julio 1998.

Transmisión de conocimientos en la horticultura ecológica

A. Laajimi* y L. M. Albisu**

**Département d'Economie. Ecole Supérieure d'Agriculture de Mograne. 1121 Zaghouan. Tunisie.*

***Unidad de Economía Agraria. Servicio de Investigación Agroalimentaria. Diputación General de Aragón. Apdo. 727. 50080 Zaragoza. España.*

ABSTRACT

In this study it has been studied the behaviour of ecological horticultural farmers in six Comunidades Autónomas: País Vasco, Navarra, La Rioja, Aragón, Cataluña y País Valenciano. The survey was undertaken in 1996 and all horticultural farmers were interviewed besides a great number of conventional farmers. Results indicate that ecological horticultural farmers have the typical characteristics of innovators. They are younger farmers and with less experience than conventional farmers, but they have less property and a greater proportion of their properties are rented; in general, they have small farms. They express their concern about a lack of help through agricultural policies in order to help their productions. On the other hand, conventional farmers indicate a lack of information as the main constraint to become ecological horticultural farmers. In comparison with conventional farmers, the horticultural ecological production does not have the same degree of knowledge and fluid transmission of information related to productive techniques typical of ecological farming systems.

RESUMEN

En este trabajo se ha analizado el comportamiento de horticultores ecológicos de seis Comunidades Autónomas: País Vasco, Navarra, La Rioja, Aragón, Cataluña y País Valenciano. Las encuestas se realizaron en 1996 y se entrevistó a todos los horticultores ecológicos así como a un buen número de horticultores convencionales. A la vista de los

resultados se deduce que el colectivo de horticultores ecológicos tiene las características típicas de los innovadores. Son horticultores más jóvenes y con menos experiencia que los convencionales, pero con menos tierras y una mayor proporción de sus explotaciones en arrendamiento; en su globalidad son pequeñas explotaciones. Manifiestan además una falta de apoyo en la política agraria que favorezca sus producciones. Por otra parte, los agricultores convencionales señalan la falta de información como principal impedimento para su conversión hacia prácticas ecológicas. En comparación con la agricultura convencional, la producción de horticultura ecológica no parece gozar de la misma consideración tanto en lo que concierne al nivel de conocimiento como a la transmisión de la información concerniente a las técnicas de producción acordes con la agricultura ecológica.

INTRODUCCIÓN

Nadie pone en duda la bondad de los productos ecológicos y la Unión Europea ha puesto en práctica reglamentaciones en las cuales se definen las prácticas productivas necesarias para conseguir productos ecológicos. La concienciación de los consumidores va aumentando acerca de este tipo de productos y paulatinamente van alcanzando una mayor cuota de mercado, aunque todavía muy limitada. Parte de los productores, como componentes de la sociedad en la que vivimos, también sienten una mayor afinidad hacia este tipo de productos. Pero, lógicamente, buscan una rentabilidad a sus explotaciones y una adecuación a los nuevos métodos productivos que imponen los productos ecológicos, lo cual les convierte en innovadores.

Los agricultores, en general, tienen fama de ser personas muy aferradas a la tradición y no es fácil que adopten innovaciones. A pesar de ello, la creciente competencia les impulsa a tratar con nuevas técnicas y a buscar nuevas opciones. Los agricultores ecológicos son un grupo de profesionales que se distinguen del resto, pues han buscado caminos muy distintos a los que habitualmente estaban acostumbrados, y no se les puede encasillar en el grupo de los innovadores tradicionales. En estos últimos, la innovación es más lenta, ya que la adquisición de nuevos conceptos y técnicas tiene un desarrollo más pausado. Además, se encuentran ante la dificultad añadida de que también tienen que preocuparse de su comercialización, la mayoría de las veces fuera de España.

Los factores que explican la adopción y difusión de nuevas tecnologías han sido abordados, en anteriores estudios, por profesionales de distintas disciplinas, como agrónomos, economistas, sociólogos, antropólogos y otros especialistas en desarrollo rural. En general, se reconoce que existen numerosos factores de índole económico, social, cultural y ambiental que pueden afectar, en mayor o menor grado, el proceso de adopción y difusión de tecnologías, y, en particular, en el caso de la agricultura ecológica (Hamiti *et al.*, 1996).

METODOLOGÍA

Fuente de datos

A fin de estudiar los factores que influyen en la adopción de tecnologías en la agricultura sostenible se realizó una encuesta, en 1996, a horticultores (ecológicos y convencionales) en las regiones de Aragón, Navarra, La Rioja, Cataluña, País Vasco y País Valenciano. Los horticultores convencionales son los que siguen los métodos de producción tradicionales y los ecológicos son aquellos que cumplen con las normas que marcan los Comités de Agricultura Ecológica. Se optó por el subsector hortícola debido a las siguientes consideraciones:

- En el subsector hortícola se esperaba encontrar más adoptantes de tecnologías alternativas.
- Se necesitaba identificar grupos de técnicas de producción con una homogeneidad razonable para ayudar a la clasificación.
- En cuanto a la ubicación geográfica, la horticultura en estas regiones alcanza un nivel de desarrollo que puede representar la horticultura española, en general. La disponibilidad de agua, en dichas regiones, se considera como un factor positivo para la adopción de distintas tecnologías y prácticas agrícolas (sostenibles y convencionales).

La muestra consiste en 318 horticultores (110 horticultores ecológicos y 208 horticultores convencionales), repartidos entre las diferentes Autonomías. Se trató de entrevistar a todos los horticultores ecológicos de las zonas que se visitó y se repartieron las entrevistas de los horticultores convencionales en las mismas zonas en las que se entrevistaron los horticultores ecológicos. Los listados de horticultores ecológicos los proporcionaron los Comités de Agricultura Ecológica de las distintas Comunidades. Sin embargo, para conseguir listados de horticultores convencionales hubo que acudir a las cooperativas, como método más fiable.

Monetización de la decisión de adopción

Se trata de identificar los factores que influyen en el proceso de decisión del agricultor. El modelo utilizado en este caso es un modelo logit. Este tipo de modelo es frecuentemente utilizado en el caso de una variable dependiente cualitativa (Maddala, 1992). La especificación de la variable es la siguiente:

$$ADOP = \beta_0 + \beta_1 CUESTION + \beta_2 SOSTENER + \beta_3 SATIF + \beta_4 MGROU + \beta_5 INFCOM + \beta_6 INFAEA + \beta_7 GEXP + \beta_8 TOTVENT + u$$

donde:

ADOP:	Clase de agricultor (convencional = 0, ecológico = 1).
CUESTION (0-1):	Si existen algunas cuestiones medioambientales en el ámbito local, nacional o internacional importantes?
SOSTENER (0-1):	Si las técnicas actuales de agricultura convencional pueden sostener la productividad indefinidamente o no?
GEXP (0-1):	En términos medioambientales, la tendencia hacia grandes explotaciones es algo positiva o no?
SATIF (0-1):	Los métodos de agricultura ecológica pueden satisfacer o no las necesidades de la sociedad en cuanto a alimentos y fibras?
MGROUP (0-1):	Si el agricultor es miembro de alguna asociación o organización medioambiental.
INFAEA (0-1):	Las agencias de extensión agraria constituyen la fuente de información más importante para el agricultor.
INFCOM (0-1):	Los compradores/comerciantes constituyen la mayor fuente de información.
TOTVENT:	Ventas totales.
u:	Perturbación aleatoria.

RESULTADOS

Experiencia en la agricultura y en la explotación

A pesar de que el porcentaje más elevado corresponde al intervalo de más de 15

años, en cuanto a la experiencia en la agricultura de los agricultores ecológicos, sin embargo tienen menos experiencia que los agricultores convencionales. Cuando nos referimos a la experiencia en la propia explotación, los horticultores convencionales tienen más experiencia, mientras que los ecológicos, se reparten de forma mas o menos equilibrada entre los distintos intervalos. (Tabla 1)

Años	Experiencia en la agricultura				Experiencia en la explotación			
	H. ecológicos		H. convencionales		H. ecológicos		H. convencionales	
	N	%	N	%	N	%	N	%
< 5	21	19,1	9	4,3	32	29	16	7,7
5 - 10	20	18,2	18	8,7	27	24,5	24	11,5
10 - 15	25	22,7	21	10,1	26	23,6	26	12,5
> 15	44	40	160	79,6	25	22,7	142	68,27
Total	110	100	208	100	110	100	208	100

Tabla 1. Experiencia en la agricultura y en la explotación.

Asimismo, las medias de años trabajando en la agricultura son de 15,2 y de 28,8 para los ecológicos y los convencionales, respectivamente. De ahí que las medias de años trabajando en la misma explotación presenten una clara diferencia, 12,2 años para los ecológicos frente a 16,7 años para los convencionales. Este resultado hay que relacionarlo con la edad de los agricultores, ya que más del 70% de los ecológicos tienen menos de 45 años. En cambio, los agricultores convencionales, son en su mayoría mayores de 45 años.

Actividades de la explotación

	H. ecológicos		H. convencionales	
	N	%(Medio)	N	%(Medio)
C.H.E.	101	65,6	2	60
O.C.H.	12	27,4	200	53,8
C.n.H.E.	46	53,4	1	15
O.Cn.H.	20	42,9	160	59,3
P.G.E.	6	11,7	-	0
O.P.G.	11	24,1	10	40,9

N.B. Los porcentajes medios corresponden a la media de la proporción que representa cada actividad respecto al total de las actividades de la explotación.

C.H.E: Cultivos horticolas ecológicos; O.C.H: Otros cultivos horticolas; C.n.H.E: Cultivos horticolas no ecológicos; O.Cn.H: Otros cultivos no horticolas; P.G.E: Productos ganaderos ecológicos; O.P.G: Otros productos ganaderos.

Tabla 2. Importancia relativa de las actividades.

De la tabla 2 se desprende que para los dos grupos de horticultores, sus principales actividades corresponden a la producción hortícola, tanto ecológica como de otra naturaleza, aunque los productos no ecológicos tienen todavía su importancia. Sin embargo, para los productores convencionales, los cultivos horticolas tienen casi la misma importancia que la de otros cultivos no horticolas. Esto indica que la producción hortícola en la mayoría de los casos, no se practica como actividad exclusiva pero se realiza conjuntamente con otras actividades.

Actitudes hacia la agricultura ecológica

Las opiniones en cuanto al apoyo que presta la política actual al sector hortícola están divididas. Así, la mayoría de los agricultores ecológicos afirman que la horticultura convencional es la más beneficiada en este respecto, frente a la mayoría de los convencionales que afirman que la política actual es la misma (Tabla 3). Por consiguiente, se

pone de manifiesto que la atención que se presta a la agricultura ecológica está aún por consolidar, ya que se trata de un sector aún en desarrollo al igual que afirma Legasa (1992). Si bien en los últimos años parece haberse creado un contexto favorable a la agricultura ecológica, debido principalmente a los cambios y las adaptaciones que exige la PAC, así como la conciencia por parte de la sociedad sobre problemas medioambientales y sobre el futuro del mundo rural.

Nivel de apoyo	H. ecológicos		H. convencionales	
	N	%	N	%
Horticultura convencional	79	71,8	34	16,3
Horticultura ecológica	1	0,9	9	4,3
Es lo mismo	27	24,5	87	41,8
No sabe	3	2,7	78	37,5
Total	110	100	208	100

Tabla 3. Opiniones sobre el apoyo de la política actual respecto a la horticultura.

Con el objetivo de conocer la opinión del agricultor sobre la agricultura ecológica, se le preguntó al agricultor convencional si ha considerado en algún momento cambiar una parte o toda su producción hacia la agricultura ecológica. La respuesta positiva agrupa al 23,6% de los agricultores convencionales. Aunque este porcentaje no es muy elevado significa mucho para la expansión del potencial de la agricultura ecológica en España.

En cuanto a la identificación de los factores más importantes para cambiarse hacia la agricultura ecológica, las respuestas clasifican las creencias personales en la importancia de la protección del medio ambiente como el factor más importante, seguido de los precios de los productos y de la reducción de costes (Tabla 4). Este resultado coincide en cierto modo con resultados de varias investigaciones referentes al proceso de adopción-difusión de tecnologías sostenibles, que ponen énfasis en la demanda por parte del consumidor de los productos libres de residuos químicos, en el ahorro de los costes y en las actitudes personales hacia el medio ambiente.

Orden de importancia	1º factor		2º factor		3º factor	
	N	%	N	%	N	%
Precios de los productos	20	18,2	-	-	1	2,1
Reducción de costes	7	6,4	3	3,4	-	-
Reducción de riesgos	5	4,5	4	4,5	-	-
Mejora de la imagen de la explotación	1	0,9	7	8	-	-
Principios de medio ambiente	67	60,9	14	15,9	10	20,8
Salud de la familia / productor	5	4,5	44	50	7	14,6
Salud del consumidor	2	1,8	8	9,1	27	56,3
Convicción moral	1	0,9	-	-	-	-
Importancia de la agricultura ecológica	1	0,9	-	-	-	-
Comercialización	-	-	-	-	2	4,2
Ética / Educación	-	-	-	-	-	-
Otros	1	0,9	8	9,1	1	2,1
Total	110	100	88	100	48	100

N.B. Los porcentajes se han calculado sobre el total de respuestas en cada caso.

Tabla 4. Factores de cambio hacia la agricultura ecológica.

En cuanto a los factores que impiden al agricultor reconvertir o aumentar la proporción de su explotación dedicada a agricultura ecológica, los horticultores ecológicos encuestados ponen en primer orden la falta de mercados de salida para los productos ecológicos (28,2%), seguido de los costes de inversión (18,2%), en tercer lugar por la falta de consejos técnicos (10,9%) y en cuarto lugar la disponibilidad de inputs (10%), especialmente la mano de obra que necesita la agricultura ecológica, principalmente en la horticultura (Tabla 5).

	H. Ecológicos		H. Convencionales	
	N	%	N	%
Falta de consejos técnicos / experiencia	12	10,9	47	22,7
Mayores costes	3	2,7	14	6,8
Costes de inversión	20	18,2	6	2,9
Falta de mercados de salida	31	28,2	40	19,3
Disponibilidad de inputs	11	10	12	5,8
Precios de los productos	1	0,9	14	6,8
Rendimientos bajos	4	3,6	18	8,7
Características físicas de la explotación	9	8,2	6	2,9
Dificultades técnicas / contaminación ambiental	4	3,6	6	2,9
Falta de información	1	0,9	1	0,5
Falta de infraestructura	4	3,6	-	-
Falta de tiempo	2	1,8	1	0,5
Falta de ayudas	-	-	-	-
Apoyo de la administración	-	-	-	-
Falta de interés por la agricultura ecológica	-	-	2	1
Problemas fitosanitarios	-	-	6	2,9
Tiempo de reconversión	-	-	-	-
Otros	6	5,5	34	16,4

Tabla 5. Orden de importancia de los factores que impiden la reconversión hacia agricultura ecológica.

El colectivo convencional pone en primer orden de importancia el factor “Falta de consejos técnicos/experiencia” (22,7%), seguido por la falta de mercados de salida (19,3%). En efecto, los horticultores ecológicos parecen más experimentados en esta actividad, pues atribuyen más importancia a los costes de inversión que al conocimiento técnico. Estos resultados señalan también la ausencia de la ayuda y del apoyo que se ofrecen en este caso.

Es de destacar también, que el colectivo ecológico cita como primer factor, un aspecto relacionado con la comercialización, lo cual indica que una vez adoptada una tecnología, el agricultor tiende a evaluarla no sólo en el ámbito técnico sino también en el ámbito comercial, buscando así la rentabilidad de su tecnología.

Fuentes de información

Examinando los resultados a nivel de cada grupo, puede verse que las fuentes de información más importantes son diferentes para los dos colectivos de agricultores (Tabla 6). El conjunto ecológico piensa que las fuentes de información más importantes son “otros agricultores” (25,2%), compartida con la prensa y organismos asesores de agricultura ecológica (20,6 y 19,6%, respectivamente). Para el grupo de los convencionales, la fuente más importante la constituyen las agencias de extensión agraria (42,3%). Este resultado coincide con varios resultados de investigaciones realizadas en diferentes países, los cuales afirman que en los procesos de adopción-difusión de innovaciones en la agricultura convencional, la información se distribuye a través de los servicios gubernamentales, mientras que para la adopción-difusión de las tecnologías sostenibles, la información se consigue generalmente de otras fuentes. En este caso, es de interés designar programas educativos para alentar a los productores a adoptar tecnologías sostenibles (Laajimi y Albisu, 1997).

Fuente de información	Horticultores ecológicos		Horticultores convencionales	
	N	%	N	%
Prensa	22	20,6	43	20,7
T.V.	3	2,8	13	6,2
Radio	1	0,9	5	2,4
Agencias de extensión agraria	11	10,3	88	42,3
Compradores / Comerciantes	9	8,4	18	8,65
Asociaciones de productores	11	10,3	19	9,13
Otros agricultores	27	25,2	22	10,58
Organismos asesores de agr. Ecológica	21	19,6	-	-
Cursos de formación Técnica	-	-	-	-
Otros	2	1,9	-	-
Total	107	100	208	100

Tabla 6. Importancia de las distintas fuentes de información.

Resultados del modelo logit para la decisión de adopción

En los resultados que se recogen en la Tabla 7 se destaca que las variables SATIF y MGROUP, son las que más influyen en la decisión de adopción de la agricultura ecológica. Otros factores aumentan también la probabilidad de adopción: si el agricultor considera algunas cuestiones medioambientales, y piensa que la tendencia hacia grandes explotaciones no es buena en términos medioambientales.

Variable	Coficiente	Error estándar	z=b/e.s	Prob(Z = z)
CONSTANTE	-3,3618	0,8335	-4,033	
CUESTION	2,2654	0,6619	3,422	0,00006
SATIF	3,5241	0,6582	5,353	0,00000
SOSTENER	-1,7950	0,5180	-3,465	0,00053
MGROUP	2,6974	0,7399	3,646	0,00027
INFCOM	-1,3635	0,6593	-2,068	0,03866
INFAEA	-2,6768	0,5236	-5,112	0,00000
GEXP	0,8118	0,4764	1,704	0,08834
TOTVENT	-0,1013	0,0648	-1,561	0,11844
Logaritmo de la función de verosimilitud			-63,3260	
Logaritmo de la función de verosimilitud restringida			-152,1082	
			χ^2	177,5642
Nivel de significatividad			0,0000	
Porcentaje de clasificación correcta			88,3 %	

Tabla 7. Resultados del modelo logit de la decisión de adopción.

La variable relacionada con la existencia de algunas cuestiones medioambientales que preocupan al agricultor (CUESTION) tiene un efecto positivo sobre la probabilidad de adopción. No obstante las variables que describen la fuente de información para el agricultor, incluidas como variables independientes (INFCOM e INFAEA), tienen un efecto negativo sobre la probabilidad de adopción. En efecto, cuando la información procede de comerciantes, suele ser dirigida hacia métodos más productivistas. En el caso de las agencias de extensión agraria, la información está más relacionada con las prácticas convencionales.

Al igual que las fuentes de información, la actitud que considera que la agricultura convencional es capaz de sostener la productividad indefinidamente reduce la probabilidad de adopción, como lo denota la variable SOSTENER.

El efecto de la variable TOTVENT es el de reducir la probabilidad de adopción. Por una parte, los agricultores ecológicos constituyen un colectivo joven, que no buscan una mayor rentabilidad económica en los primeros años de adopción. Por otra parte, los agricultores ecológicos tienen pequeñas explotaciones, por lo que no pueden alcanzar niveles de ventas altos.

CONCLUSIONES Y ALGUNAS REFLEXIONES

En este estudio se deduce que el colectivo de agricultores que se han decidido por una horticultura ecológica tiene las características de los grupos innovadores. En este caso, son horticultores con menos experiencia que los convencionales, aunque tampoco se puede considerar que sean recién llegados, pues llevan bastantes años en la agricultura y en la explotación. Han hecho una clara apuesta por las producciones ecológicas, dedicando la mayor parte de su explotación en la que cumplen con las normas impues-

tas por el CRAE (Comités Reguladores de Agricultura Ecológica). Tienen una falta de apoyo en la política agraria actual para favorecer sus producciones y están sumamente concienciados, pues ponen sus creencias en lo que hacen por encima de los precios que reciben de los mercados y consideran que todavía hay un escaso reconocimiento por parte de los consumidores.

Hay que resaltar que los agricultores convencionales señalan la falta de información como principal impedimento para su conversión hacia prácticas ecológicas. Mientras que los ecológicos ponen su énfasis en la débil comercialización de los productos. Destacan que, por lo que respeta a sus fuentes de información, no provienen de fuentes oficiales.

De este estudio se extraen conocimientos que pueden tener una clara utilidad para las instituciones públicas encargadas de planificar y ejecutar la política agraria, en sus diferentes facetas.

Hay un consenso político de que la agricultura tiene que evolucionar hacia métodos de producción más sostenibles. La concienciación social de los consumidores va acrecentándose pero todavía es exigua, pues en los mercados no se recibe el merecido reconocimiento. Hay que hacer un notable esfuerzo para que los mercados reaccionen más favorablemente. Para ello es necesario hacer una política en la que la información sea el eje de la misma.

El colectivo de agricultores ecológicos analizados ofrece claras muestras de ser un grupo innovador con firmes creencias pero no claras compensaciones económicas. No se puede esperar que los horticultores convencionales, hasta que no encuentren firmes signos económicos de rentabilidad, transformen sus explotaciones hacia prácticas ecológicas.

El sector público ha tenido un papel relevante en la transferencia de tecnología relacionada con las prácticas tradicionales. No parece que merece la misma consideración por lo que se refiere al nivel del conocimiento y de transmisión de información de técnicas de producción más acordes con la agricultura ecológica. Hay todavía un gran camino a recorrer impulsando instituciones, reciclando técnicos y buscando los mejores métodos de comunicación.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo ha sido realizado en el marco de un proyecto de investigación « Adoption of Sustainable Agricultural technologies: Economic and non Economic effects » financiado por el ESCRC (Award number L 320253235) en colaboración con la Universidad de Manchester - Reino Unido.

REFERENCIAS

- Hamiti, T., Laajimi, A. y Albisu, L. M. 1996. *Adopción de tecnología en la agricultura sostenible*. Documento de Trabajo 96/5. Unidad de Economía Agraria. Servicio de Investigación Agroalimentaria. Diputación General de Aragón. 135 pp.
- Laajimi, A. y Albisu, L. M. 1997. Technology transfer to Spanish organic farmers: Institutional arrangements, socioeconomic issues and policy implications. *NENOF. An European Newsletter on Organic Farming*, 6, 2-4.
- Legasa, A. M. 1992. Una alternativa de calidad: agricultura y ganadería ecológicas. *Navarra Agraria*, **jul-agosto**: 5-13.
- Maddala, G. S. 1992. *Introduction to Econometrics*. Mc Millan.

Los programas educativos en el fomento de la agricultura ecológica

J. García Gómez.

Universidad de Valencia. Apartado Correos 22045. 46071 Valencia (España).

INTRODUCCIÓN

Parece necesario clarificar dos cuestiones que suelen constituir dos tópicos al tratar el tema de la educación. Uno que la educación es sólo para los más jóvenes y otro que todos los problemas sociales se pueden resolver desde los centros educativos.

Los medios de comunicación nos presentan cotidianamente problemas que afectan a nuestra sociedad tales como, acciones violentas de grupos extremistas, agresiones a mujeres, incremento de población afectada por el sida, deterioro del medio,... cuestiones que tiene su origen en la CRISIS DE VALORES en que nos vemos inmersos.

Ante esos problemas, de difícil solución, los medios de comunicación y los políticos nos tienen acostumbrados a plantear su solución por la vía educativa. Pero ello más parece un intento de evadir el problema que una verdadera convicción, ya que no se dota al sistema educativo de las medidas oportunas que promuevan su tratamiento efectivo. Parece como si el profesorado fuera un superhombre capaz de abordar la totalidad de los problemas que van apareciendo. El sistema educativo tiene una responsabilidad, que no debe eludir, y es preparar a los ciudadanos ante la sociedad de su momento. Pero, puesto que esta es cambiante, necesita actualizarse y ello requiere el apoyo institucional. Por otro lado las actuaciones para mejorar la sociedad no sólo deben partir de la educación, sino que deben contribuir el resto de los sectores sociales.

El ordenamiento educativo más reciente (LOGSE), recoge entre otros contenidos los referentes a la Educación Ambiental (EA) en la que puede tener cabida la Agricultura Ecológica.

Por otro lado, cuando se trata de educación, se tiende a pensar exclusivamente en niños y jóvenes y se suele creer en la necesidad de centrar las actuaciones en la enseñan-

za reglada impartidas en el sistema educativo (infantil, primaria y secundaria). Sin embargo, aun siendo importante este nivel de actuación, no debe olvidarse las posibilidades que tiene la educación de la población no incluida en los sistemas educativos. En este sentido, quedó patente, la importancia de la Educación Ambiental en el funcionamiento de la sociedad, ya en la Conferencia de Estocolmo (1972), que recoge entre sus conclusiones que *«Es indispensable una labor de educación en cuestiones ambientales, dirigida tanto a las generaciones de jóvenes como a los adultos»*.

Así pues la educación ambiental debe tener como destinatarios tanto a los jóvenes como a los adultos y debe abordarse tanto en la enseñanza reglada (Infantil, Primaria, Secundaria y Universitaria) como a la no formal.

EDUCACIÓN AMBIENTAL, AGRICULTURA ECOLÓGICA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Desde dos campos que pueden parecer poco próximo, la educación y la agricultura, se puede llegar al tan preconizado desarrollo sostenible. Para ello es necesario que la primera sea ambiental y la segunda ecológica. En este caso además juntas pueden producir un efecto sinérgico. Curiosamente, además coincide las letras capitales aunque invertidas en el orden (EA y AE)

Respecto a las cuestiones ambientales la conferencia de la Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en 1992 en Río, destacó entre sus conclusiones la importancia de los aspectos educativos. Así el principio 10 establece el derecho de las personas a participar en los procesos de adopción de decisiones, en los siguientes términos: *“El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda”*.

Es decir la Educación Ambiental (E.A.), adquiere, según los organismos internacionales, una importancia relevante como instrumento esencial para promover la participación del ciudadano en el desarrollo sostenible. Pero la participación en los procesos de adopción de decisiones pasa necesariamente por una capacitación previa, que supone la adquisición de unos conceptos mediante una información.

Tanto la educación formal como la no formal se consideran indispensables para la modificación de actitudes y la capacitación para evaluar y abordar los problemas del desarrollo sostenible. En este sentido, el documento mencionado, indica: *“La educación es igualmente fundamental para adquirir conciencia, valores y actitudes, técnicas y comportamiento ecológicos y éticos en consonancia con el desarrollo sostenible y que favorezcan la participación pública efectiva en el proceso de adopción de decisiones”*.

A nadie se le escapa la acción negativa que sobre el medio ha producido la agricultura, especialmente en las últimas décadas. El origen de ello es la necesidad de producir mas al menor coste posible, es decir la equiparación, en términos económicos, de la producción agrícola a la industrial.

La resolución de los problemas ambientales pasa por establecer un nuevo modelo político-económico. Según el Informe Brundtland, la búsqueda de un desarrollo sostenible requiere la introducción de un sistema económico que sea capaz de generar “conocimiento técnico de forma continua; un sistema social capaz de reducir las tensiones creadas por los desequilibrios del crecimiento actual; un sistema productivo que respete la obligación de preservar la base ecológica; un sistema de relaciones internacionales que aliente pautas de comercio y financiación equitativas y, por último, un sistema administrativo que sea flexible y capaz de autocorregirse”. Las tesis de desarrollo sostenible cuestiona el concepto de crecimiento entendido como crecimiento de la producción que

depende de una producción de energía y otros materiales naturales que hoy es insostenible, y que debería dar paso a una producción racional (sostenible). En resumen se plantea la necesidad de un desarrollo económico que sea compatible con los recursos disponibles (finitos, limitados y mal repartidos) y con la conservación del medio ambiente. Por ello es necesario: *evaluar los recursos disponibles (sobre todo los energéticos y de materias primas) para hacer previsiones de futuro. Y planificar un modelo de desarrollo compatible con la conservación de medio ambiente.*

Más recientemente y respecto a la producción, la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en 1992 en Río proclamó en el principio 8 que “Para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas, los Estados deberían reducir y eliminar los sistemas de producción y consumo insostenible y fomentar políticas demográficas apropiadas.” La AE cumple los requisitos preconizados por Naciones Unidas ya que, surge como una alternativa que busca el retornar al equilibrio entre la producción y la calidad ambiental. Por ello se puede decir que se trata de una agricultura sostenible. Es decir aquella que, según el Informe Brundtland, “satisface las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”

INCIDENCIA DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA AGRICULTURA ECOLÓGICA

Analizando la evolución de la AE, que se ha producido en los últimos años, se observa como a pesar de su interés, su crecimiento es lento y está alentado por personas entusiastas que pretenden contribuir desde su profesión a evitar los problemas ambientales. Pero si se quiere extender e incrementar el número de productores es necesario conseguir, al igual que en otras actividades, un equilibrio entre ecología y economía. Como dice Cadenas (1997).. “ningún agente económico (sea éste agricultor, ganadero, industrial o comerciante) abandonará su comportamiento rutinario si las recompensas e incentivos o los castigos y desincentivos, no son consecuentes con la finalidad de cambio de metas y objetivos.” Añadiendo después que “es necesario, por tanto, que las remuneraciones habidas por las ventas de productos agrarios, conseguidas mediante el seguimiento y práctica de una gestión de explotaciones amigables con el medio ambiente, sea compatible con un nivel de vida socialmente considerado como justo, tanto por la sociedad como por los propios agricultores y ganaderos.”

Los productos “ecológicos” tienen todavía una demanda muy restringida lo que conduce en cierto modo a su encarecimiento, lo que hace, a su vez, retraer a ciertos consumidores potenciales, y esta limitación en la demanda, que cuestiona la rentabilidad de estas explotaciones. Ante esta situación algunos abogan por la vía de la subvención para salir de esta espiral, pero como se cuestiona Cadenas (1997), “¿Se deben entonces subvencionar estos productos? Quizás sí, pero ¿por cuánto tiempo y en qué medida?. Es evidente, que tarde o temprano se despertarán presiones sociales dirigidas a reducir o eliminar el gasto estatal o público, inherente”. Pero la AE debería tener un tratamiento diferente al de cualquier producto que se rige por las leyes del funcionamiento del mercado, ya que por sus características, puede considerarse que contribuye al bien general de la sociedad al propiciar la mejora del medio ambiente que es patrimonio común de todos. La AE podría tener un tratamiento similar al Patrimonio Cultural o Natural para cuyo mantenimiento se establecen una serie de incentivos económicos. Pero como se pregunta el mismo autor antes mencionado en el mismo artículo “.. hasta qué nivel, en qué cuantía. Para qué fines o cosas están los ciudadanos deseosos de pagar, vía impuestos, tasas, etc., tales beneficios y servicios ambientales a los habitantes de las zonas rurales,..”. Será necesario que la ciudadanía se conciente de la importancia y repercusión que la AE tiene en la calidad de vida y de este modo sean partidarios de políticas incentivadoras de este tipo de agricultura.

Vemos pues la incidencia que puede tener las decisiones y posturas de la sociedad. Por un lado los consumidores deciden cuales son los productos que incorporan en su alimentación diaria y por otra como contribuyentes son o no partidarios de una política de apoyo a actividades sostenibles. Es por tanto fundamental en el desarrollo de la AE actuar sobre los consumidores y contribuyentes. La cuestión de ¿de qué manera?, la contestación desde nuestra visión no es otra que mediante la educación.

Como mantenía en otro de mis trabajos (García, 1997) *“ante la degradación del medio es posible actuar desde tres frentes: desde el tecnológico, el económico y el educativo. Las actuaciones técnicas pretenden que la explotación de los recursos naturales y la producción de bienes y servicios, se realicen de la manera menos impactantes. Incluye los condicionantes jurídicos para desarrollar la actividad humana, estableciendo las normativas legales que velan por su adecuado cumplimiento. Las medidas político/económicas son las que determinan la gestión de los recursos, priorizando aquellas inversiones según los condicionantes políticos de cada opción. Las medidas socio-educativas son las provenientes de la demanda social íntimamente relacionada con el nivel educativo y cultural.”*

Cada una de estas medidas están relacionadas y deben aplicarse conjuntamente si se quiere resolver los problemas ambientales. En el caso de la degradación ambiental producida por la actividad agrícola, deben desarrollarse técnicas que sean poco agresivas con el ambiente, como es el caso de las preconizadas por la AE. Pero estas deben ser apoyadas por las instituciones administrativas y políticas para que sean viables económicamente. Para que ello sea posible es necesario que exista una sociedad concienciada que demande los productos ecológicos y que exija a sus representantes políticos que priorice la AE. Vemos pues como el cambio de actitud de los ciudadanos, puede influir en la producción a través del consumo y del apoyo a las opciones políticas mas proclives a una producción agrícola sustentable. Para conseguir este cambio de la sociedad es necesario desarrollar programas de Educación Ambiental.

Esta relaciones entre el consumidor y la agricultura ecológica se puede resumir graficamente del modo siguiente (Figura 1).

LA EDUCACIÓN AMBIENTAL OBJETIVO DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA O VICE-VERSA

Ante la degradación del medio, la sociedad ha empezado a sensibilizarse. De ello se han percatado la actividad económica y ha lanzado campañas publicitarias para vender productos “verdes” o “ecológicos”, aplicando este calificativo indiscriminada y constantemente (coche ecológico, comida ecológica, lavavajillas ecológico, agricultura ecológica,...). Ello ha llevado en muchos casos a confusión y a considerar como sinónimos los términos de ecología y educación ambiental.

Mientras que la primera trata el estudio de las relaciones que existe entre los seres vivos y el ambiente que les rodea, la Educación Ambiental hace hincapié en la enseñanza de valores, que conduzca a una ética ambiental. Es una llamada a una nueva forma de analizar la realidad de una manera más global, una revisión más firme de la postura del hombre en relación a su entorno.

Sin embargo, lo más importante de esta concienciación son las consecuencias, desarrolladas en términos de actuación y de toma de decisiones. El entender que somos parte integrante del medio y que toda nuestra actividad diaria tiene una incidencia directa en las relaciones hombre-medio y hombre-hombre, ha de llevarnos a adquirir, y definir, una postura más responsable al respecto. Postura que pasa inexcusablemente por el plano de

la acción.” (García, 1997). Por ello aunque todos los objetivos de la EA son importantes (Toma de conciencia, Conocimiento, Actitudes, Aptitudes, Capacidad de evaluación y Participación) creemos que es necesario hacer hincapié en la participación, ya que es precisamente la acción la que marca la diferencia entre la E.A. y otras formas de educación. A través de ella se debe propiciar la realización de pequeñas acciones con las que todas las personas pueden contribuir a mejorar la calidad ambiental, con ello se puede conseguir un efecto multiplicador, de forma que muchas pequeñas acciones puedan producir grandes resultados.

Para poder implicar a la población en acciones para mejorar la calidad ambiental es necesario que sea consciente de sus posibilidades de participación. Existe una tendencia generalizada a pensar que los problemas ambientales lo son de las autoridades, y por lo tanto son ellas las que lo tienen que resolver, este pensamiento lleva a la inhibición del ciudadano. Para cambiar esta mentalidad es necesario que la sociedad se percate que es posible mejorar la calidad ambiental desde las acciones individuales y que la responsabilidad es compartida por todos, cada uno desde el puesto que desempeña en la sociedad. No se trata de diluir la responsabilidad sino de distribuirla proporcionalmente. Así los técnicos, administradores y políticos, por su situación social tienen mayor cuota de responsabilidad y por lo tanto deben hacer más por la mejora del ambiente que los simples consumidores.

Así pues para evitar o paliar la degradación ambiental producida por la actividad agrícola es necesario tomar medidas tanto en la producción como en la transformación, lo que es responsabilidad de los agricultores, técnicos y de la administración, pero los consumidores tienen posibilidades de contribuir orientando su consumo hacia productos que sean obtenidos sin deterioro grave del medio.

La producción agrícola intensiva requiere el uso de productos y prácticas que inciden sobre los problemas ambientales más acuciantes como la lluvia ácida, el cambio climático, la destrucción de la capa de ozono, y la contaminación del agua, el suelo y el aire. Mientras que la AE reduce o minimiza la repercusión sobre dichos problemas, aspecto que en muchas ocasiones desconoce el consumidor, de ahí la importancia que creemos tiene su educación.

Puede parecer exagerado o demagógico la incidencia que la decisión del consumidor, puede tener en la destrucción de los bosques por el efecto de la lluvia ácida o en la destrucción de la capa de ozono. Pero, ya en mi anterior trabajo, antes mencionado, (García, 1997) decía que “como dice el refrán valenciano “Tota pedra fa paret” (Toda piedra hace pared), por lo que la acción individual por sí sola puede tener poca relevancia, pero esta adquiere importancia al unirse a la del resto de consumidores.” Por ello una pequeña e insignificante aportación individual, que puede parecer poco importante, debe analizarse desde el contexto global, de manera que sumadas a las de nuestros vecinos den resultados tangibles. Así pues no sólo son necesarias las acciones individuales para defender el entorno, si no que son imprescindibles. Así, por ejemplo, no se puede plantear una recogida selectiva de residuos, sin la colaboración individual de los ciudadanos.

Así consumiendo productos cuyas materias primas se encuentran próximas geográficamente a los lugares de consumo, se utiliza menos combustibles fósiles en el transporte, lo que tiene un efecto favorable contra el cambio climático. Un ejemplo más concreto aplicado a nuestra zona sería el consumir productos de la Huerta de Valencia que se encuentra a las puertas de nuestra ciudad. Otra forma de disminuir la incidencia del consumo sobre el medio, puede ser abasteciéndonos de productos que se encuentren poco empaquetados ya que así se evita generar residuos y evitar el consumo superfluo de materias primas y energía.

Vemos pues la importancia que tienen los consumidores en la preservación de la calidad ambiental. Pero el consumidor ha de ser consciente de que la aplicación de algunas acciones suponen un coste, medido económicamente o en esfuerzo personal. Así en ocasiones cuesta mas un tipo de producto o supone un esfuerzo el deshacerse de ciertos bienes.

No se trata de tomar medidas maximalistas de volver a la época en que el hombre habitaba las cavernas, ni de perder las cotas alcanzadas en el bienestar social, sino de llegar a un **consumo responsable**, aplicando la conocida regla de las tres R: Reducir, Recuperar y Reciclar.

Además de las medidas técnicas y politico-económicas, la educación en valores ambientales es uno de los elementos necesarios para mejorar la calidad del medio. La educación puede ser el elemento vertebrador del desarrollo sostenible, aplicando el conocido principio de la Educación Ambiental de “pensar globalmente para actuar localmente”. Es necesario y posible contribuir desde la comunidad, en la medida de nuestras posibilidades, a la mejora del ambiente considerando el mismo en su totalidad, es decir, en sus aspectos naturales y creados por el hombre, tecnológicos y sociales (económico, político, técnico, histórico-cultural, moral y estético). Ello requiere realizar una labor educativa en *“un proceso continuo y permanente, comenzando por el preescolar y continuando a través de todas las fases de la enseñanza formal y no formal”* para *“Proporcionar a todas las personas la posibilidad de adquirir conocimientos, el sentido de los valores, las actitudes, el interés activo y las aptitudes necesarias para proteger y mejorar el medio ambiente.”* (Conferencia de Tbilisi).

Una Educación Ambiental que desarrolle actitudes y propicie la acción, puede conseguir que los consumidores acepten los productos obtenidos de la AE que son respetuosas con el medio y que rechacen las procedentes de la agricultura intensiva que producen alteraciones ambientales.

Cuando la comunidad este constituida por este tipo de consumidores, se incrementará la demanda de los productos ecológicos y se incrementará la superficie dedicada a la AE, mas responsable con la conservación de los recursos naturales, arbitrándose medidas económicas que den soporte a las nuevas exigencias del mercado.

Por ello consideramos que la educación ambiental de la comunidad puede ser una contribución decisiva en el desarrollo de la AE y por ende para la mejora del medio.

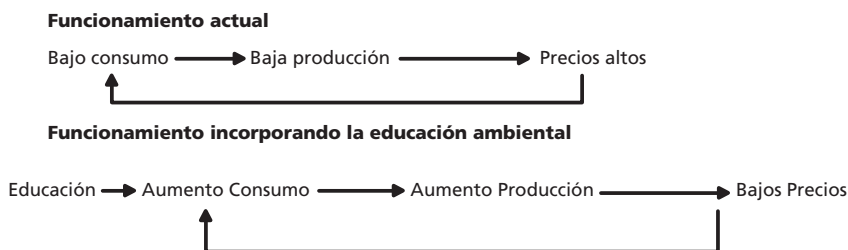


Figura 1. Relaciones entre el consumidor y la agricultura ecológica.

De ahí el enunciado del epígrafe presente ya que pensamos que si la educación ambiental es importante para la AE, esta debería plantearse entre sus objetivos, además de las mejoras técnicas y comerciales, el incidir sobre aquella. Pero por otro lado si la AE es uno de las actividades que propician el desarrollo sostenible esta debe formar parte de la educación de las personas.

LA AGRICULTURA ECOLÓGICA RECURSO EDUCATIVO

En educación ambiental se pretende que, a través del conocimiento de los problemas, se capacite para su resolución. Como ya hemos mencionado anteriormente, la AE propicia la conservación del medio ya que a través de sus prácticas minimiza el impacto ambiental. Por ello debe incrementarse este tipo de agricultura e ir desplazando a la intensiva. Pero también hemos destacado la importancia que el consumo tiene en ello, por lo que se debe abordar la educación ambiental.

La importancia de la AE en la educación ambiental formal ha sido reconocido en el sistema educativo, de manera que la Administración lo recoge en la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO). Efectivamente la Orden de la Consellería de Educación y Ciencia, que regula las materias optativas de ese nivel educativo, incluye a la Educación Ambiental y en el curriculum de esta materia propone entre otros proyectos mediambientales la puesta en marcha de un huerto escolar indicando textualmente que “A través de este proyecto el alumnado puede entrar en contacto con los principios y métodos de la **«agricultura ecológica»**, donde quedan excluidos los abonos de síntesis química industrial y los plaguicidas sintéticos por sus demostrados peligros ambientales”.

Así pues la AE tiene un papel fundamental en la educación del ciudadano, pero los implicados en esta actividad no debe mantenerse impasibles esperando que sea desde la Administración desde donde surjan las propuestas. Los expertos en AE deberían tomar iniciativas conducentes a desarrollar programas educativos para que los ciudadanos conocieran sus ventajas desde el punto de vista sanitario y ambiental. Estos programas podrían ser ofertados a los ayuntamientos en los que radica su actividad y en los centros educativos ubicados en los municipios.

Una buena iniciativa podría ser el facilitar a la población el acceso a instalaciones y explotaciones de AE, en las que se desarrolle un programa educativo dirigido a los distintos grupos sociales que pudieran acudir. Obviamente no se trata sólo de permitir el acceso sino de adecuar y mejorar las instalaciones para atender a los visitantes y aprovechar su estancia para mostrarles el interés de la AE y sus ventajas respecto al medio ambiente.

No es nada nuevo el ofertar a la población equipamientos en los que se facilita el contacto con el medio natural o rural. Algunas de ellas muestran incluso una huerta ecológica, pero existen pocas en las que se aborde la AE como una explotación alternativa con capacidad de producción. Este enfoque es novedoso y de gran importancia, ya que permite al ciudadano constatar una realidad que en ocasiones se plantea como utópica y sólo posible a nivel experimental.

Estas instalaciones deberían, además, tener un carácter demostrativos, es decir orientadas hacia el agricultor incrédulo, reticente a cambiar su forma de explotar la tierra. Desde la administración podría establecerse un servicio de información y divulgación de la oferta de las instalaciones, que pueden ser visitadas, con el fin de que los consumidores conocieran las ventajas de los cultivos ecológicos. Ello propiciaría la extensión de estos cultivos, lo que a final repercutiría en una mejora de la calidad ambiental que son objetivos comunes a alcanzar por la Educación Ambiental y la Agricultura Ecológica.

REFERENCIAS

- Armstrong, J. B. y Impara, J. C. 1991. The impact of a environmental education program on knowledge an attitude. *The Journal of environmental education*, 4 (22): 36-40.
- Cadenas, A. 1997. La agricultura sostenible: un futuro en armonía entre el campo y el

- medio ambiente. En *El campo y el medio ambiente un futuro en armonía*. Banco Central Hispano. Madrid.
- García, J. y Ferrandis, I. 1990. Revisión histórica del concepto de Educación Ambiental. Didáctica de las Ciencias Experimentales.
- García, J. 1997. La educación ambiental vertebradora del desarrollo sostenible. *II Congreso Internacional de Universidades para el desarrollo sostenible y el medio ambiente*. Granada (España).
- Generalidad Valenciana. Consellería de Educación y Ciencia. Orden de 9 de Marzo que regula las materias optativas de la ESO. DOGV. De 5-7-98. Valencia
- Gigliotti, L. M. 1992. Environmental attitudes: 20 years of change? *The Journal of environmental education*, **4 (24)**: 15-26.
- Giordan, A. et al. 1977. *Vers une éducation relative a l'environnement (projet pilote INRP-UNESCO-PNUE)*. Ministère de l'Environnement. Paris
- Giordan, A. et al. 1986. *L'éducation relative a l'environnement: principes d'enseignement et d'apprentissage*. UNESCO. Paris
- Novo, M. 1995. *La educación ambiental. Bases éticas, conceptuales y metodológicas*. Editorial Universitas, S.A. Madrid.
- UNESCO. 1977. *Tendencias de la Educación Ambiental*. UNESCO. París.
- UNESCO. 1980. *La Educación Ambiental. Las grandes orientaciones de la Conferencia de Tbilisi*. UNESCO. París.
- UNESCO. 1987. *Congreso Internacional sobre educación y formación relativas al medio ambiente* (Moscú) Doc. ED-87/Conf.402/1. UNESCO. París.
- UNESCO. 1993. *Educación Ambiental: principios de enseñanza y aprendizaje*. UNESCO.

La escola agrària de Manresa: formación de base en agricultura ecológica

J. Brustenga y X. Fontanet.

Escola Agrària Manresa. Departament d'Agricultura Ramaderia i Pesca, Generalitat de Catalunya. C/St. Joan d'en Coll, 9. 08240 Manresa

RESUMEN

La Escola Agrària de Manresa es un centro de capacitación agraria oficial, dependiente del Dpto. de Agricultura de la Generalitat de Catalunya, que tiene reconocidas las especialidades de Agricultura Ecológica y Energías Renovables.

Actualmente la Escola ofrece las siguientes titulaciones (curso 98-99):

- Formación Profesional Agraria de 1^{er} grado: *Auxiliar técnico en explotaciones agropecuarias* (último año).
- Ciclo Formativo de Grado Medio: *Técnico en explotaciones agrarias extensivas* (2000 horas).

En toda la enseñanza oficial del centro se introduce transversalmente un enfoque de agroambiental, a parte de unidades didácticas específicamente orientadas a la agricultura ecológica y las energías renovables.

En cuanto a la formación y reciclaje de adultos (formación no reglada), la Escola Agrària de Manresa esta al servicio del sector ofertando una media de 20 cursos anuales, que se reparten entre temáticas de agricultura ecológica, energías renovables, agroturismo, informática, gestión empresarial, etc. De todos ellos se recogen resúmenes y ponencias que se publican en forma de apuntes con el objetivo de crear una base de información duradera y transmisible de la que puedan obtener provecho el máximo de gente posible.

Además, la Escola dispone de una finca de 5 has, con vocación pedagógica, demostrativa y experimental, donde se realizan las prácticas de horticultura, fruticultura, cultivos extensivos, maquinaria y aplicaciones de las energías renovables.

INTRODUCCIÓN

- La Escola Agrària de Manresa (EAM) es una de las 13 escuelas de Dpto. de Agricultura (DARP) de la Generalitat de Catalunya que imparten Formación Profesional agrària i cursos de formación y reciclaje de adultos.
- En 1989 se asignó una especialidad a cada escuela y gracias al interés del profesorado se concedió a la EAM la especialidad de Agricultura Ecológica y Energías Renovables.
- Esta especialidad se aplica plenamente a través de programación de cursos de formación y reciclaje para adultos. Estos temas comparten oferta con cursos orientados al agroturismo, la gestión de la empresa agraria y las aplicaciones informáticas.
- La influencia de la producción ecológica y las energías renovables en la formación reglada (FP y CF) hay que observarla en simultaneidad con el mantenimiento de los programas oficiales mínimos y la compatibilidad con la demanda profesional de la zona, de forma que no se abordan directamente, sino como un enfoque agroecológico de lo que podríamos llamar “agricultura en mayúsculas”.

La oferta formativa programada para el curso 98-99 es la siguiente:

- Formación reglada (títulos oficiales) – pública y gratuita
- Formación Profesional Agraria de 1er grado (2º curso, último año). Título: *Auxiliar técnico en explotaciones agropecuarias* (último año).
- Ciclo Formativo de Grado Medio (1er curso de dos). Título: *Técnico en explotaciones agrarias extensivas* (2000 horas)
- Formación continua (certificados) – subencionada
- Curso de Capacitación Agrària -Garantía Social-: *Manejo y mantenimiento de explotaciones agropecuarias* (700h).
- 23 cursos de formación y reciclaje de adultos (de aprox. 30-60 horas)

5 cursos de producción agraria ecológica
3 cursos de energías renovables
2 cursos de empresa agraria
6 cursos de agroturismo
3 cursos de informática
4 cursos de otros temas

CUATRO DATOS DE LA ESCUELA

Instalaciones

- Piso-escuela de 400m²: 3 aulas, sala informática, laboratorio-cocina. biblioteca.
- Finca de prácticas y demostrativa: aprox. 5 has: Cultivos extensivos, frutales, huerta, invernadero, instalación fotovoltaica.

Personal

- 6 docentes, 1 auxiliar administrativa, 1-3 colaboradores.

Alumnos (media anual)

- 20-25 estudiantes de formación reglada
- 400-600 alumnos de cursos temáticos

Funcionamiento de los cursos de producción ecológica

- Grupos de 20-30 asistentes. Normalmente heterogéneos.
- Cada coordinador diseña un programa y busca profesores-ponentes especialistas que desarrollen los diferentes temas (agricultores, técnicos, etc.) o talleres.
- Las visitas técnicas son consideradas como un complemento de gran valor.
- Se prioriza la rotación de profesores y enfoques aplicados, así como el intercambio entre los asistentes.
- Se elabora una publicación a partir de apuntes de todas las ponencias del curso, revisados para ofrecer un documento coherente en sí mismo, con información adicional, traducciones, etc. Actualmente disponemos de unas 20, entre las elaboradas en catalán y castellano.

EL ENFOQUE AGROECOLÓGICO EN LA FORMACIÓN REGLADA

Hasta el momento, la presencia de la agricultura ecológica podía ser detectada por el alumno de FP en todas las prácticas de cultivo realizadas en la finca, en forma de un tema monográfico en segundo curso y en el ambiente de la escuela y los profesores. En el Ciclo Formativo se pretende un enfoque agroecológico permanente que influya ya en los niveles superiores de la programación.

A nivel de contenidos, siempre se ha pretendido mostrar todos los aspectos y manejos de la *producción agraria en general* dado la orientación profesional de programa, que quiere satisfacer:

- Las demandas del sector agrario local, inmerso en la producción convencional
- La necesidad de promover medidas de minimización del impacto ambiental
- Orientar el encaje de iniciativas de producción ecológica en este entorno socio-económico.

El Ciclo Formativo

La reforma de la FP ha resultado en la programación de los llamados Ciclos Formativos, que pretenden un trabajo mucho más procedimental y aplicado con el alumno, que rompa con el círculo vicioso en que cayó la Formación Profesional en todos los campos.

- Se calcula que aproximadamente el porcentaje de prácticas-procedimientos representará el 70% del tiempo lectivo.
- De las 2000 horas totales, 400 pertenecen a prácticas en una empresa (producción o servicios)

Entre los posibles ciclos formativos ofertables (por decreto del MEC), la Escola a optado por el de *Técnico en Explotaciones Agrarias Extensivas* por varios motivos:

- Presenta el temario objetivamente más polivalente (cultivos herbáceos, cultivos leñosos y ganadería)
- Bajo el paraguas del término “extensivo” entendido como gestión y no como tipos de cultivos (o cría) se pueden tratar la mayoría de los vegetales cultivables (y animales).
- Permite elaborar una programación mejor adaptada (y justificable) a este enfoque agroambiental.

El perfil del alumno que sale de la escuela debería ser simultáneamente el de:

- el operario polivalente, familiarizado con las operaciones de producción y con los

sistemas y equipos propios de una explotación agropecuaria.

- el pequeño empresario con iniciativa, capacitado para llevar la gestión económica y fiscal de la explotación.
- el individuo independiente y crítico, consciente de la necesidad de compatibilizar la producción agrícola y la sustentabilidad de los recursos mediambientales y socio-culturales.

Finalmente dos consideraciones

- Como cualquier grupo heterogéneo, el personal docente de la EAM presenta diferentes niveles de compromiso y convicción agroambiental, por lo que se requiere un debate y reelaboración continua de planteamientos y valores.
- A la vez, a nivel del sector y la sociedad, es necesario participar y fomentar la revisión continua de las estrategias para el avance hacia la sustentabilidad. Y los sistemas formativos deben tener suficiente flexibilidad para seguir esta evolución y para no degenerar en obsoletos sistemas doctrinales.

Contribución de las granjas escuela al conocimiento de la Agricultura Ecológica

J. Martí García.

Granja La Peira. Benifaió (Valencia)

INTRODUCCIÓN

La agricultura y la ganadería, ¿qué importancia tienen en nuestras vidas?

Es evidente que la agricultura y la ganadería nos proporcionan alimentos, los cuales son imprescindibles para nuestra supervivencia. Pero, ¿conocemos el proceso seguido por éstos desde su producción hasta el momento en que nos sirven de sustento? Es importante conocer este proceso porque la naturaleza no es una fuente inagotable de recursos, y nuestra ignorancia (voluntaria o involuntaria) puede provocar grandes perjuicios a nuestro planeta y, con ello, a la humanidad.

Existen dos formas de agricultura claramente diferenciadas: La *agricultura industrial* y la *agricultura biológica o sustentable*. La primera persigue fines exclusivamente monetarios: si la producción es la adecuada desde el punto de vista comercial no importan los medios utilizados para conseguirla, independientemente de los efectos sobre el entorno. La segunda es una agricultura que, a la vez que cubre nuestras necesidades básicas, intenta alterar la naturaleza lo mínimo posible: un gran respeto por nuestro entorno es imprescindible para mantener una buena calidad de vida y la buena “salud” del planeta Tierra, sin la cual nuestra existencia sería imposible.

En cuanto a la ganadería, no hay más que visitar una granja avícola para comprobar cual es la diferencia entre la vida de sus animales y la de las aves de corral: Las gallinas, por ejemplo, “viven” hacinadas en unos pocos metros cuadrados sin posibilidad de extender las alas, escarbar la tierra ni bañarse en ella, con la temperatura, la luz y el alimento calculados al milímetro, con los días de vida previamente fijados; se utilizan técnicas contra natura (mantenerlas tres días sin comer ni beber, por ejemplo) para provocar la puesta rápida de huevos...

¿De quién depende el hecho de utilizar uno u otro tipo de agricultura? Aunque se podría pensar en los agricultores como principales responsables puesto que son ellos los encargados de la producción, son los consumidores quienes tienen la última palabra; son ellos los que tienen que ser conscientes de los efectos tan negativos de una agricultura industrializada sobre sus vidas, y para ello es necesario que conozcan los procesos de producción. Sólo de esta forma la agricultura biológica podrá extenderse y, con ella, mejorar nuestra calidad de vida.

Agricultura industrial. Agricultura biológica y obstáculos para su desarrollo

En las últimas décadas, las políticas de desarrollo agrícola han potenciado las aportaciones o entradas externas como medio para aumentar la producción de alimentos, lo que ha producido un gran crecimiento en el consumo global de pesticidas, fertilizantes inorgánicos, piensos animales, tractores y otras maquinarias. Estas aportaciones externas, no obstante, han reemplazado los recursos y procesos naturales de control, haciéndolos más vulnerables. Los pesticidas han reemplazado a los medios biológicos, mecánicos y de cultivo para controlar las plagas, las malas hierbas y las enfermedades; los agricultores han sustituido el estiércol, el abono vegetal y las cosechas fijadoras de nitrógeno por fertilizantes inorgánicos; la especialización de la producción agrícola ha contribuido a esta situación. Los que antaño fueron valiosos productos interiores se han convertido hoy en productos de desecho. Esta agricultura predominante en la actualidad es lo que denominamos *agricultura industrial* o comercial.

Enfrentada a la agricultura comercial, como se ha dicho anteriormente, se encuentra la *agricultura biológica o sustentable*, cuyo principal objetivo es mejorar el uso que se hace de los recursos interiores, de los recursos naturales. Esto puede hacerse minimizando las aportaciones desde el exterior, regenerando los recursos interiores más rápidamente o combinaciones de ambos. La agricultura sostenible es, por lo tanto, un sistema de producción de alimentos que persigue los siguientes objetivos de forma sistemática:

- Una incorporación mayor de los procesos naturales, como el ciclo de los nutrientes, la fijación del nitrógeno y las relaciones plaga-depredador a los procesos de producción.
- Una reducción del uso de las aportaciones externas no renovables que más daño pueden causar al medio ambiente o a la salud de los agricultores y consumidores.
- Un acceso más equitativo a los recursos y oportunidades productivos y la transición a formas de agricultura más justas desde el punto de vista social.
- Un mayor uso productivo del potencial biológico y genético de las especies vegetales y animales (semillas y razas autóctonas).
- Un mayor uso productivo de los conocimientos y prácticas locales.
- Un incremento de la autosuficiencia de los agricultores y los pueblos rurales.
- Una mejora del equilibrio entre los patrones de pastoreo, la capacidad productiva y las limitaciones ambientales impuestas por el clima y el paisaje para garantizar *que los niveles* actuales de producción sean sustentables a largo plazo.
- Una producción rentable y eficiente que haga hincapié en la conservación del suelo, el agua, la energía y los recursos biológicos.

Cuando estos componentes se unen, la agricultura se transforma en agricultura biológica, y sus recursos se usan con más eficiencia. La agricultura sustentable, por lo tanto, aspira al uso integrado de una gran variedad de tecnologías de gestión de las plagas, los nutrientes, el suelo y el agua. Aspira a una mayor biodiversidad en el seno de las granjas, combinada con mayores vínculos y flujos entre ellas. Los productos secundarios o desechos de un componente se convierten en aportaciones a otro. Al ir reemplazando las aportaciones exteriores por los procesos naturales, el impacto sobre el medio ambiente disminuye.

A pesar de la viabilidad de la agricultura biológica, que beneficiaría a los agricultores, las comunidades rurales, el medio ambiente y la economía mundial, siguen existiendo muchos obstáculos. Los mercados y las políticas comerciales han tendido a reducir el precio de las mercancías, disminuyendo los beneficios de los agricultores y las economías. Las empresas agroquímicas, por su parte, intentarán proteger sus mercados de toda opción que implique una reducción en el uso de sus productos. La naturaleza burocrática de las grandes instituciones constituye una amenaza más. Les cuesta trabajar de un modo que conceda poder a las comunidades locales, ya que esto supone perder parte del suyo. De modo similar, la naturaleza conservadora de las universidades y las instituciones de enseñanza es un obstáculo para la aparición de nuevos profesionales orientados hacia la agricultura biológica. En su mayor parte, éstas se muestran reticentes o incapaces sin más de formar a profesionales de la agricultura capaces de trabajar con y para los agricultores. Por último, los propios agricultores se enfrentan a los costes que supone la transición a prácticas y tecnologías agrícolas sustentables y a su aprendizaje.

GRANJA Y PSEUDO-GRANJA

Teniendo en cuenta las características de la agricultura biológica y de la industrial enumeradas en el apartado anterior, es evidente la diferencia entre una granja propiamente dicha y una granja industrial o pseudo granja; en una granja es de capital importancia la biodiversidad, que no existe en las granjas industriales. Éstas últimas son fábricas de alimentos y de animales pues, ¿en qué se diferencia una fábrica de conservas de una fábrica de lechugas o de pollos? : Obviamente, en el producto que se fabrica pero no en el tratamiento que recibe dicho producto.

GRANJA-ESCUELA

¿Qué es una granja escuela?

Una granja escuela es aquella granja que combina las tareas de producción de alimentos con la enseñanza y difusión de las técnicas agropecuarias allí utilizadas. Es una escuela práctica ya que, aunque es muy importante poseer una sólida base conceptual, hay determinados aspectos que deben ser estudiados sobre el terreno; la experiencia en el aula de la naturaleza nos acerca a la realidad mucho más que todo lo que podemos leer en un libro.

Granjas- escuela actuales. Situación educativa

Existen en la Comunidad Valenciana alrededor de veinte granjas escuela, aunque muy pocas de ellas realizan las tareas propias de una granja. Son escuelas, o escuelas de prácticas, pero no granjas; son pequeños zoológicos o botánicos sin ningún tipo de base real agropecuaria.

Estas granjas escuela se hallan preparadas exclusivamente para la recepción de escolares, los cuales acuden masivamente para pasar, por regla general, de uno a tres días. Son escuelas o talleres al aire libre que, aunque cumplen cierta labor social, no sirven para ningún tipo de formación dirigida al consumo y producción de alimentos biológicos.

Relación de las escuelas primarias con las granjas escuela

De acuerdo con la experiencia vivida en nuestra granja, podemos afirmar que la actitud del profesorado no es la más adecuada para el aprovechamiento de la estancia en

la granja escuela. Los profesores, con contadas excepciones, permanecen al margen de las actividades programadas y se limitan a pasar el tiempo lo mejor que pueden sin preocuparse del aprendizaje de sus alumnos. Además, la mayoría decide visitar una granja distinta cada año: para ellos es una visita turística y una guardería para los niños.

Sería interesante que el profesorado cambiase esta actitud, que participase junto con sus alumnos de las experiencias en la granja; la motivación y, por lo tanto, el aprovechamiento de las clases por parte de los niños sería mucho mayor.

Otras tareas realizadas en las granjas escuela

Teniendo en cuenta que la base de la agricultura biológica es un profundo respeto por la naturaleza, en la granja La Peira realizamos actividades de reciclado de residuos orgánicos, tanto humanos como vegetales o animales: los residuos orgánicos humanos (restos de comida, por ejemplo) de la granja y del comedor del Colegio Público Trullás (recogidos gracias a la colaboración de sus trabajadores y alumnos) son utilizados para alimentar a las aves de la granja; los excrementos de los animales sirven directamente de abono para los campos; los restos vegetales (hierbas, ramas procedentes de la poda de los árboles...) sirven, inicialmente, de alimento a las cabras y ovejas y, cuando éstas han aprovechado sus hojas, se reincorporan al terreno de cultivo para que sirvan a su vez de abono.

Otra actividad importante realizada en la granja es la comercial: los productos propios se preparan y se venden a establecimientos y a las personas interesadas.

Importancia de las granjas escuela. Conciencia social. Reciclado de materiales

La labor realizada en una granja escuela no debe estar dirigida exclusivamente a niños sino a gente de todas las edades, puesto que el objetivo de estas granjas es dar a conocer la relación entre alimentación y agricultura. Son éstos dos conceptos que no se pueden separar pues, ¿cuál es el fin de la agricultura? : evidentemente, la alimentación de la humanidad.

Así pues, sería interesante que las granjas escuela encabezasen un movimiento de cambio hacia una alimentación más sana y más respetuosa con el entorno.

Otro tema de capital importancia que se debe tratar en las granjas escuela es el del reciclado de todo tipo de materiales. Anteriormente hemos abordado el reciclado de residuos orgánicos pero también es importante concienciar a la sociedad de la necesidad de reutilizar y reciclar las materias no orgánicas, como vidrio, plástico, papel..., con lo cual el impacto sobre nuestro entorno disminuye. Hemos de recordar que la Tierra no es una fuente inagotable de recursos ni un almacén de residuos con capacidad ilimitada, los cuales, además, son un foco de contaminación continuo.

Finalmente, para velar por el buen estado del entorno al que nos estamos refiriendo en todo el artículo, es imprescindible realizar un estudio de impacto ambiental, ya que la presencia masiva de alumnos en una granja alteraría su normal agroecosistema.

El huerto escolar como introducción a la agricultura biológica y enlace con la realidad

El huerto escolar propiamente dicho inicia al alumno en el conocimiento de las fuentes de su alimentación y, presentado como un proyecto escolar medioambiental, puede ser utilizado para introducir a los alumnos en un sinnúmero de actividades dirigidas al conocimiento y respeto de su entorno.

A pesar de todo, la experiencia en un huerto escolar no es comparable a la de una granja escuela, en la que se dan situaciones que nunca existirán en aquel ya que se trata de un huerto "ideal" en el que no se produce por necesidad y donde no existen los problemas habituales de una granja.

Sería interesante la presentación de un proyecto que combinase el huerto escolar con la granja escuela o la sustitución del huerto por la propia granja, en los casos en que la proximidad de la granja lo permitiese, lo cual permitiría a los alumnos vivir situaciones más reales y, al mismo tiempo, el aprovechamiento en la granja sería mayor, ya que actualmente el tiempo de estancia no es suficiente para una completa asimilación de las enseñanzas impartidas.

CONCLUSIONES

Hay que tomar conciencia de que la conservación y el respeto de la naturaleza son imprescindibles para nuestra vida, y creemos que las granjas escuela juegan un papel importante en el conocimiento de la agricultura biológica, la difusión de sus técnicas y en una mejor comprensión por parte de la sociedad de la relación existente entre alimentación y agricultura.

REFERENCIAS

- Bilbao*. 1991. II Jornadas de Educación Ambiental.
Colectivo de autores coordinado por Caride Giner, J. A. "Educación ambiental; realidades y perspectivas". Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Labrador Moreno, J. y Altieri, M. A.* Manejo y diseño de sistemas agrícolas sustentables". Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación .
- Masanobu Fukuoka.* "La senda natural del cultivo. Regreso al cultivo natural. Teoría y práctica de una filosofía verde".
- Mollison, B.* "Introducción a la permacultura".
- Programa Internacional de Educación Ambiental. UNESCO* (serie "educación ambiental").
- Revista "Integral"*
- Vicent, V. y Barrachina, J.* "Hort ecológic escolar".

Huertos y jardines escolares ecológicos: Experiencia en formación del profesorado de primaria y secundaria en La Ribera

P. Domínguez*, **S. Boronat****, **A. Domínguez*****, **J. Roselló***** y **J. Aguado***.

**ADAE-Ribera, Colom 67-3^a, 46.600-Alzira.*

***CEFIRE, Plaça de Casassús 4, 46.600-Alzira.*

****EEA, Partida del Barranquet, s/n, Carcaixent.*

RESUMEN

Para mejorar la formación de los profesores que ya están trabajando con el huerto y el jardín escolar y para animar a otros a introducir estos temas en su diseño curricular, con la colaboración de dos técnicos experimentados de la EEA de Carcaixent, realizamos durante el otoño del 97 un curso interniveles de 30 horas denominado «El huerto y el jardín escolar ecológicos». Participaron 22 educadores, de 5 municipios de la comarca, y la valoración final resultó muy positiva porque ampliaron conocimientos y experiencias, se reforzó la motivación y, finalmente, casi todos pusieron en práctica esta actividad en sus respectivos centros. El medio educativo suele ser bastante receptivo a estos temas, que también se incluyen en las actuales propuestas de la Educación Secundaria Obligatoria, concretamente en la asignatura optativa de Educación Ambiental.

CONTEXTO

La comarca valenciana de La Ribera Alta del Xúquer era hasta hace poco casi exclusivamente agrícola, ahora es mas bien industrial y de servicios pero este sector todavía conserva una fuerte influencia tanto a nivel económico como cultural. Sin embargo, la dureza del trabajo en el campo y lo mal remunerado que está, hacen que no tenga muy buena consideración ni siquiera entre los mismos agricultores; el planteamiento tradicional era «el que vale, a estudiar, y el que no, al campo», lo cual ha favorecido que no se mire demasiado la calidad de los cultivos ni los impactos ambientales de las técnicas utilizadas.

Respecto a los parques, jardines y zonas verdes, generalmente tenemos pocos y son pequeños. En nuestras ciudades realizan importantísimas funciones: oxigenar el aire, absorber el anhídrido carbónico, reducir la contaminación, cobijar vida, dar sombra y humedad, frenar el viento, facilitar el ocio sano, el esparcimiento y la relajación, suavizar

el entorno, mejorar la estética, etc.; pero tampoco se valoran y cuidan como debieran, ni se aprovechan todas sus posibilidades.

Por otro lado, la educación reglada en los niveles primario y secundario resulta todavía bastante teórica, un tanto alejada de la vida cotidiana y los intereses de los alumnos, por lo cual precisa de actividades prácticas adecuadas para enseñar y también motivar.

De manera que un par de educadores de Alzira, un botánico de Sueca y otro par de técnicos de la EEA (Estació Experimental Agrària) de Carcaixent, localidad vecina, que están realizando cursos de cualificación en agricultura ecológica, pensamos que resultaría interesante proponer al profesorado comarcal las posibilidades didácticas que ofrece tanto la jardinería como la agricultura ecológicas para motivar y enseñar a los alumnos.

Y aprovechando la experiencia positiva de otros grupos que ya llevan años compaginando educación y agricultura ecológica, por ejemplo en el C.P. Tirant Lo Blanc de Alzira, en el C.E.A. El Termet de Vila-Real, etc., propusimos un proyecto concreto al CEFIRE (Centre de Formació, Innovació i Recursos Educatius) y en octubre salió la convocatoria para un sencillo curso de 30 horas sobre «El huerto y el jardín escolar ecológicos», a realizar entre noviembre del 97 y enero del 98.

OBJETIVOS

- Introducir y ampliar conocimientos a los educadores sobre las técnicas ecológicas de plantar, cuidar y aprovechar la vegetación.
- Analizar las posibilidades didácticas del huerto y el jardín escolar ecológicos, como recursos para la educación ambiental.
- Animar y asesorar a los educadores para introducir la agricultura ecológica en los centros educativos mediante el huerto escolar.
- Animar y asesorar a los educadores para crear un jardín en el centro o reconvertir el existente con criterios ecológicos y didácticos.
- Divulgar la importancia de la agricultura y revalorizarla, como fuente de alimentos y salud que es.
- Introducir conceptos actuales tan importantes como la sostenibilidad y la biodiversidad.
- Fomentar hábitos y actitudes que contribuyan a la conservación y mejora del medio ambiente, así como de la salud.
- Valorar y poner en práctica la cooperación y el trabajo en común.
- Promover el uso racional de los recursos naturales y ahorrar también en los centros.

TEMARIO

Los temas a tratar estaban repartidos en sesiones presenciales de dos horas cada una, excepto la primera y la última que fueron simplemente de una hora y la XII que fue de cuatro, realizadas por las tardes después del horario escolar, excepto las visitas de campo VI y XII que se realizaron en sábado por la mañana. En definitiva fueron las siguientes sesiones y temas:

- I. Presentación: objetivos, temario, ponentes, proyectos, etc.
- II. Qué son la agricultura y la jardinería ecológicas?
- III. Las posibilidades didácticas del huerto y el jardín escolar
- IV. La vegetación autóctona principal de La Ribera
- V. Criterios básicos de jardinería ecológica

- VI. Itinerario botánico por el cercano paraje de La Murta
- VII. Proyecto de reconversión del jardín del propio centro
- VIII. Introducción al huerto escolar ecológico
- IX. Hortícolas principales de La Ribera
- X. Frutales principales de La Ribera
- XI. Planteamiento del huerto escolar ecológico
- XII. Visita a huerto escolar y campo de cultivo ecológico próximos
- XIII. Proyecto de huerto escolar ecológico en cada centro
- XIV. Exposición oral y corrección de los proyectos
- XV. Valoración final

Después se realizó también una ampliación monográfica, «Las imágenes del jardín», sobre las posibilidades que ofrecen los medios audiovisuales y el jardín como recursos didácticos, con una exposición fotográfica y video sobre el jardín del Instituto Rei En Jaume de Alzira.

PROYECTOS

Como el curso estaba planteado de forma activa y útil, se proponía a los asistentes la realización de sendos proyectos prácticos de aplicación, sencillos pero suficientes para servir de guía a quienes después pudieran aplicarlos en el propio centro.

El primero consistía en diseñar el nuevo jardín, si no lo había ya (en caso de no tener espacio ni suelo para él en el patio se planteaba hacer un vivero o plantar en macetas), y si ya existía, la reconversión del actual jardín escolar a ecológico y didáctico, para crear un minijardín botánico donde estuvieran representadas las principales especies de nuestra flora autóctona. Se hizo en la sesión VII, en grupos reducidos, trabajando en base a un plano del centro donde se señalaban los árboles y demás plantas existentes. Previamente se había realizado el itinerario botánico por La Murta, para tener como referencia fresca uno de los mejores jardines naturales que tenemos en la comarca.

El segundo proyecto era diseñar el huerto ecológico para el propio centro escolar, exponiéndolo y comentándolo posteriormente, en las sesiones XIII y XIV. Antes se hicieron también dos visitas, una al huerto y jardín ecológicos del CP Tirant Lo Blanc de Alzira y otra a la Estación Experimental Agraria de Carcaixent, para ver las parcelas ecológicas de cultivo e investigación.

Y al acabar el cursillo, para ponerlos en práctica disponían del asesoramiento directo de los ponentes, en especial de los dos técnicos.

PARTICIPANTES

Los profesores asistentes al curso fueron 22, de los municipios de Algemesí (10), Alzira (9), Carcaixent (1), Catadau (1) y Benifaió (1). Procedían de 4 centros educativos de Algemesí, 3 de Alzira, 1 de Carcaixent, 1 de Catadau y 1 de Benifaió. 1 era de una escuela infantil, 1 de un colegio de educación especial, 11 de educación primaria, 4 de secundaria y 5 titulados en paro.

Prácticamente en todos estos centros durante el curso escolar se puso en marcha algún proyecto, de jardín o huerto; había quienes ya lo tenían montado y sólo era cuestión de modificar un poco las técnicas para hacerlo ecológico, otros tuvieron que crearlo desde el principio, comenzando con plantas cómodas de cultivar y sin apenas problemas de plagas.

Las opiniones personales de quienes realizaron el curso fueron muy positivas, tanto por los temas tratados como por la experiencia obtenida. Hubo la sugerencia de dedicar algo más de tiempo a la excursión botánica por el ecosistema de La Murta.

Al acabar teníamos la intención de crear un grupo de trabajo permanente sobre esta temática, para realizar un seguimiento, intercambio y ampliación de las experiencias que se desarrollaban en los distintos centros pero, por exceso de tareas, finalmente no pudimos hacerlo.

CONCLUSIONES

El cursillo cubrió razonablemente bien los objetivos iniciales propuestos de formación, análisis, motivación, divulgación, proyectos, implantación, ... Cabría pues continuar con esta línea de trabajo, de manera que llegue al máximo de educadores y centros.

La simbiosis que puede establecerse entre la agricultura o la jardinería ecológicas y la educación reglada, en los niveles primario y secundario, puede resultar sumamente útil para ambos sectores. En la educación es capaz de motivar, enseñar y hacer disfrutar con actividades interesantes tanto a los alumnos como a los propios profesores implicados. Y respecto al sector agroecológico, al dar a conocer sus esfuerzos por producir o mantener los vegetales de forma respetuosa con el medio ambiente y la salud humana, lo dignifica, revaloriza y permite extenderlo en la medida que esta información entre en los hogares e incrementa la demanda de productos y técnicas ecológicas.

Así pues es una tarea prioritaria formar a los educadores en estas materias interdisciplinares, para que ellos luego las apliquen en su trabajo diario con los alumnos. Y esto puede hacerse por ejemplo organizando cursos como el aquí descrito, sencillos pero fructíferos, a través de los centros de formación del profesorado y con la colaboración de técnicos o agricultores ecológicos.

La iniciativa debería surgir de los propios centros comarcales de formación del profesorado, o de instancias superiores, máxime cuando la reforma educativa que está implantándose incluye una asignatura optativa que ofertan casi todos los centros de Secundaria, denominada Educación Medioambiental, que precisamente propone la realización de un huerto ecológico en el centro escolar como proyecto medioambiental práctico (DOGV 5/7/95, página 10.591). Por otro lado, la de Botánica Aplicada abre las puertas a realizar un jardín botánico escolar.

También podría salir del Comité de Agricultura Ecológica de la autonomía correspondiente quien, teniendo en cuenta las ventajas de que en los centros educativos se hable y enseñe sobre la producción ecológica, podría organizar actividades (encuentro, muestra, cursillo, ...) de cara a informar a los educadores y fomentar la creación de huertos escolares.

Sin embargo, suele ocurrir que las instituciones y sus órganos van con retraso respecto a las innovaciones sociales y no es probable que los comités ni los centros de formación organicen y oferten estos cursillos, a pesar de que existe la necesidad formal (por las nuevas asignaturas mencionadas) y una demanda de cierto sector del profesorado. Por tanto cuando haya un profesor interesado en el tema, seguramente tendrá que ser él mismo quien conecte con algún experto ecológico (técnico, agricultor o jardinero) y proponga el cursillo al centro de profesores más próximo, o lo organice por su cuenta. El poco presupuesto que se puede necesitar siempre podrá obtenerse de algún capítulo del presupuesto general del centro o mediante subvención de la Caja o del Ayuntamiento.

Finalmente cabe la posibilidad de ser autodidactas y aprovechar la bibliografía existente, aunque no es muy abundante, para comenzar por cuenta propia la aventura de crear el huerto escolar ecológico o reconvertir el jardín escolar. En este caso vale la pena asesorarse con alguien que tenga bastante experiencia, para no cometer demasiados errores y desmoralizarse.

Y siendo coherentes con esta línea educativa se ha de recomendar, respecto a los niveles posteriores (FP y Universidad), reconvertir las especialidades afines de Agrícolas, Jardinería, Agrónomos, etc. hacia las técnicas ecológicas. También cabría añadir alguna asignatura o temas específicos en Magisterio, Biología, ...

REFERENCIAS

- Albarracín, C., Correa, M. y Morales, M. J. 1997. Un bosque autóctono en el jardín del Instituto. *Quercus*, **131**: 35-37.
- Arias, G., Bueno, P., Catalá, F. J., García, F. J. y Suelves, V. *Jardín del Turia, parque urbano forestal*. Cuaderno-guía publicado por la Consellería de Agricultura Pesca y Alimentación y el Ayuntamiento de Valencia, 17 pp.
- Aubert, C. 1980. *El huerto ecológico*. Ed Integral.
- Cantero Gonzalbo, J. M. y Gutierrez Bastida, J. M. *Vamos a hacer un huerto, manual práctico para el huerto escolar ecológico*, Ed. QF, 139 pp.
- Casañs, J.V. y Silicluna, J.L. *Los árboles de Xirivella*. Cuaderno-guía editado por el Ayto. de Xirivella, 52 pp.
- Centre d'Educació Ambiental (CEA) El Termet, de Vila-Real; *L'hort ecològic escolar*, apunts.
- Consejo de las Comunidades Europeas. 1991. *Reglamento CEE n° 2092/91 sobre la producción agraria ecológica*, del 24 de junio del 91.
- DOGV. Diario Oficial de la Generalitat Valenciana (5/7/1995); *Educación medioambiental*.
- Labajos, L. 1995. El jardín mediterráneo. *Quercus* de agosto, 10-12.
- Ramón, C. *Guía del huerto escolar*. Ed. Popular, 254 pp.

COMITÉ DE HONOR

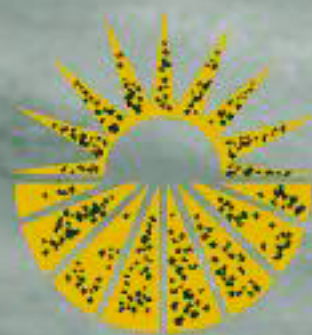
- Su Majestad La Reina Sofía.
- Honorable Consellera de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Ilmo. Sr. Presidente del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.
- Excmo. Sr. Presidente de la Diputación de Valencia.
- Excmo. Sra. Alcaldesa de Valencia.
- D. José Vicente Guillén. Director del Instituto de Calidad Agroalimentaria.
- D. Florentino Juste. Director del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias.
- D. Ramón Margalef. Profesor Emérito de la Universidad Autónoma de Barcelona.
- D. José M^a del Rivero. Profesor Emérito de la Universidad Politécnica de Valencia.
- D. Gonzalo Anaya. Profesor Emérito de la Universidad Estudi General de Valencia.

COMITÉ ORGANIZADOR

- Fernando Pomares. Vicepresidente S.E.A.E. (Coordinador)
- Ramón Meco. Presidente S.E.A.E.
- Remedios Albiach. I.V.I.A., Moncada (Valencia).
- Ignacio Amián. Vocal S.E.A.E.
- Carles García. Presidente C.A.E.-C.V., Valencia.
- Rosa García. A.D.A.E., Valencia.
- Juana Labrador. Vocal S.E.A.E.
- José Julián Llerena. Vocal S.E.A.E.
- Macarena Mata. Vocal S.E.A.E.
- María José Payá. Socio S.E.A.E.
- Juan Pont. C.R.I.E., Mas de Noguera (Castellón).
- José Luis Porcuna. Vocal S.E.A.E.
- Josep Roselló. Socio S.E.A.E.
- Dora Yuste. Vocal S.E.A.E.

COMITÉ CIENTIFICO

- Fernando Pomares. I.V.I.A., Moncada (Valencia).
- Alvaro Altés. Consejo Asesor Revista Savia.
- Eladio Arnalte. E.T.S.I.A. Universidad Politécnica de Valencia.
- Antonio Bello. C.S.I.C. Madrid.
- Fernando García Marí. E.T.S.I.A. Universidad Politécnica de Valencia.
- Roberto García Trujillo. E.T.S.I.A.M. Córdoba.
- Steve Gliessman. Universidad de California. Santa Cruz.
- Concha Jordá. E.T.S.I.A. Universidad Politécnica de Valencia.
- Juana Labrador. S.I.D.T. Badajoz.
- Joan Martínez Alier. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Clemente Mata. Fac. Veterinaria. Córdoba.
- José Manuel Naredo. Fundación Argentaria. Madrid.
- José Luis Porcuna. Sanidad Vegetal. Silla (Valencia).
- Javier Tello. Universidad de Almería.
- Jaime Vadell. Universidad de las Islas Baleares.



SEAE

**SOCIEDAD ESPAÑOLA DE
AGRICULTURA ECOLÓGICA**



**GENERALITAT
VALENCIANA**

**CONSELLERIA DE AGRICULTURA
ALIMENTACIÓN Y PESCA**