



# **PRACTICAS ECOLOGICAS PARA UNA AGRICULTURA DE CALIDAD**

**ACTAS DEL I CONGRESO DE LA SOCIEDAD  
ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLOGICA  
S.E.A.E.**

**Toledo, 28-29 de Septiembre de 1994**





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.

# PRÓLOGO

Es para mí y para la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Comunidad de Castilla-La Mancha a la que represento, una gran satisfacción presentar los trabajos que se recogen en este volumen sobre “Prácticas ecológicas para una agricultura de calidad”, fruto del I Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE), que supone abrir una puerta nueva a la agricultura de calidad.

El término Agricultura Ecológica no debería haber existido nunca por la justa razón de que la Agricultura, como “arte de cultivar la tierra”, implica en sí misma el concepto de ecología o “ciencia que estudia las relaciones entre los seres vivos”, puesto que en realidad una de las relaciones más nobles entre el ser humano y la Naturaleza consiste en procurarse el alimento.

En la últimas décadas, una gran parte de las prácticas agrícolas se han intensificado, principalmente por la necesidad de producir alimentos ante el gran desarrollo demográfico, pero también por la influencia de la gran explosión de desarrollo industrial, convirtiéndose en una actividad que, a veces, ha olvidado el coste medioambiental de sus prácticas.

El ser humano, por suerte, es cada vez más consciente de su fragilidad ante los procesos por él mismo creados, y su deber es tratar de restaurar el equilibrio que tantos años de evolución han puesto a su disposición para que su vida sobre el planeta sea una realidad.

En este sentido es en el que abrimos esta puerta a la Agricultura Ecológica, desde una Región Europea envidiable por su biodiversidad y por sus bajos niveles de contaminación, con unas condiciones climáticas extremas que han fraguado en nuestros hombres y mujeres un saber respetar su entorno.

Es esta región precisamente, la que tiene más fácil la conversión hacia una agricultura ecológica, porque nos hemos alejado muy poco de la Naturaleza. Los productos de nuestra agricultura extensiva en cereal, viñedo, olivar, etc, pueden competir por su calidad y por la ausencia de residuos, con una sensible ventaja sobre otras regiones europeas, hecho que debemos valorar y saber aprovechar.

Por todo ello estamos convencidos de que una Agricultura de calidad pasa por unas técnicas de cultivo respetuosas con el ambiente, el cual tenemos que conservar y legar a las nuevas generaciones y si es posible, mejorarlo. ¡Ahí está el reto! Por todo ello, animamos a la Sociedad Española de Agricultura Ecológica para que perdure en su noble propósito para hacer que la agricultura sea también ecológica.

**Fernando López Carrasco**  
Consejero de Agricultura y Medio Ambiente  
de Castilla-La Mancha

# PREFACIO

Observar los efectos positivos y negativos de las prácticas agrícolas actuales, que sustituyeron a las utilizadas durante miles de años, ha permitido que se hayan buscado y como consecuencia desarrollado, nuevas formas de actuación, deducidas de ideas, planteamientos y consideraciones más globales.

Generalmente se considera a Liebig como el precursor de la agricultura actual, pero con ello sólo se tienen en cuenta algunos de los aspectos que él planteó.

Las ideas de Liebig se han aplicado en enfoques limitados a planteamientos de rentabilidad económica y no a consideraciones de perdurabilidad de los ecosistemas o calidad de los cultivos (basta recordar cómo algunos productos sintetizados con fines militares durante las grandes guerras, fueron posteriormente utilizados en agricultura como fertilizantes o plaguicidas buscando nuevos “mercados”. Debemos retomar ideas como las del manejo de la materia orgánica, rotaciones o aportaciones minerales que él también defendió junto a la “ley del mínimo”.

Al actuar sobre la Naturaleza hay que tener en cuenta varios aspectos. En primer lugar que ésta no se comporta siguiendo únicamente las leyes de lo mineral, de lo inerte. En segundo lugar que es importante lo cuantitativo y lo cualitativo puesto que la Naturaleza se nos manifiesta “artísticamente” y en tercer lugar que nosotros, al lado del suelo, los microorganismos, las plantas, los animales, la luz, el agua y el aire, somos también Naturaleza.

Desde la agricultura ecológica se busca tener en cuenta estos hechos y la Sociedad Española de Agricultura Ecológica ha pretendido con la organización del I Congreso, cuyas ponencias y comunicaciones se recogen en esta publicación, contribuir a establecer un nuevo marco en que se presenten y difundan estos nuevos planteamientos.

Finalmente, quisiéramos agradecer la colaboración de las autoridades de Castilla-La Mancha y la de todos los que han participado con su experiencia, buen hacer, dedicación e ilusión no sólo al desarrollo del Congreso, sino a que esta publicación se haya realizado con una gran calidad de presentación. En este último aspecto hay que destacar, además del esfuerzo de los que han remitido sus ponencias y comunicaciones, el de D. Antonio Bello, coordinador de la Comisión científica, D. Ramón Meco, coordinador general y D. Alvaro Altés, que ha revisado y fotocompuesto la obra.

Madrid, 24 de abril de 1995

**Asunción Molina Casino**  
Presidenta de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica

## COMITÉ DE HONOR

**Su Majestad la Reina de España**

**Excmo. Sr. Consejero de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla-La Mancha**

**Ilmo. Sr. Alcalde de Toledo**

**Ilmo. Sr. Director General de Cooperativismo y Desarrollo Agrario**

**Ilmo. Sr. Delegado Provincial de Agricultura y Medio Ambiente de Toledo**

**Sr. Presidente de la Caja de Castilla-La Mancha**

## COMISIÓN CIENTÍFICA

**Antonio Bello.** *CSIC Madrid*

**Angel M<sup>º</sup> Gainza.** *ITGC Navarra*

**Juan Isart.** *CSIC Barcelona*

**Juana Labrador.** *SIA Badajoz*

**Ramón Meco.** *SIA Toledo*

**Jesús Pérez.** *ETSIA Madrid*

**Eduardo Sevilla.** *ETSIAM Córdoba*

**Javier Tello.** *INSPV Madrid*

**Esperanza Torija.** *Facultad de Farmacia de Madrid*

## COMITÉ ORGANIZADOR

**Asunción Molina.** *Presidenta SEAE, ETSI Agrónomos de Madrid*

**Antonio Bello.** *Vicepresidente SEAE, Centro de Ciencias Medio Ambientales*

**Ramón Meco.** *Coordinador. Vocal SEAE, SIA Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla-La Mancha*

**Carmelo García.** *Coordinador. SIA Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla-La Mancha*

**Alberto García.** *Tesorero SEAE*

**Soledad Garrido.** *Secretaria SEAE, Agrotest SA*

**Juana Labrador.** *Vocal SEAE, SIA Badajoz*

**Angel M<sup>º</sup> Legasa.** *Vocal SEAE, Asociación Biolur, Navarra*

**Carlos Nogueroles.** *Vocal SEAE, Consejería de Agricultura de Canarias*

**Pablo Bieza.** *SIA Consejería de Agricultura y M. Ambiente de Castilla-La Mancha*

**José Dorado.** *SIA Consejería de Agricultura y M. Ambiente de Castilla-La Mancha*

**Carlos Lacasta.** *Centro de Ciencias Medio Ambientales. CSIC Madrid*

Edición literaria y fotocomposición:

**Alvaro Altés.** *Secretario de la Asociación de Agricultura Biodinámica de España*

# Ecología de los sistemas agrarios

**Francisco Díaz Pineda**

*Departamento Interuniversitario de Ecología, Universidades Complutense y Autónoma. 28040 Madrid*

## INTRODUCCIÓN

Una ponencia inaugural de un congreso de agricultura que lleva el título de “Prácticas ecológicas para una agricultura de calidad” se presta a muy variados puntos de vista. Todos ellos pueden centrarse en la estructura y el funcionamiento de los agroecosistemas y su relación con el mundo exterior. Si el congreso está organizado por la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, la introducción invita a adoptar un claro sesgo: la visión de la naturaleza inspirada en la conservación de sus recursos. La conservación tiene un serio fundamento ético (Lusigy, Robertson, 1981; Pineda, 1991), como también lo tiene la explotación de la Naturaleza llevada a cabo con planteamientos menos productivistas que los que suele aportar la moderna tecnología. Sin renunciar a ella, la agricultura ecológica parte de la decidida consideración de las tramas de relaciones naturales y de la premisa de conservar en el tiempo los sistemas productivos, tanto por razones de supervivencia humana como de respeto a la naturaleza.

Tiene lugar el congreso en un momento en que las actividades agrarias tradicionales sufren un notable menosprecio por parte de la propia población rural, cada vez más encandilada por los logros del “desarrollo” (Vidal, 1993) y por parte de gestores que, siendo capaces de afrontar el problema de la degradación de aquellas actividades, están realmente mal identificados con el campo. Por su parte, muchos políticos están orgullosos de la disminución de la población rural española (Tabla 1), lo que consideran un claro síntoma de desarrollo económico, siguiendo una concepción muy al uso de esta idea. Por otro lado, la agricultura tradicional ha sido reconocida por muchos expertos porque ha sido capaz de preservar hasta hoy valores ambientales de indudable valor, como el paisaje rural, la diversidad biológica y los procesos ecológicos que los mantienen (Baldock *et al.*, 1993; Bernáldez, 1991; Bischoff y Jongman, 1993).

Ocurre también que últimamente algunos medios de comunicación se han ocupado mucho de comentar las posibilidades turísticas del mundo rural, la moda de “la ecología” y la vida sana. Es cierto que el interés por el paisaje y la naturaleza ha contribuido a una mayor conciencia del problema del campo y que el turismo tiene

Tabla 1. Evolución reciente del papel económico reconocido a la agricultura española en relación con el producto interior bruto y el tamaño de la población activa (MAPA, 1993). Los números indicados son porcentajes.

	1984	1986	1988	1990	1992
Producto interior bruto	6,5	5,7	5,3	4,5	3,7
Población activa	15,5	13,7	12,5	10,5	8,6

interesantes perspectivas económicas. Pero el tratamiento del tema se ha hecho frecuentemente con poco acierto, ha sido mal entendido en ciertas esferas de la propaganda para el consumo y se ha comunicado a la sociedad con una evidente frivolidad.

De todas formas, una mirada detallada al campo permite apreciar fácilmente las potencialidades que las modernas tecnologías podrían encontrar en él si, junto a los objetivos de productividad, consideraran también, sin prepotencias ni presunciones, la conservación del patrimonio que representan el paisaje y el capital cultural acumulado durante milenios. Ello permitiría afrontar los objetivos de la Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza, propiciada en 1980 por las organizaciones WWF, UICN y PNUMA: el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y los sistemas sustentadores de la vida; la protección de la diversidad biológica y la utilización sostenible de las especies y los ecosistemas (WWF, UICN, PNUMA, 1980).

### Los sistemas agrarios

Constituyen conjuntos ecológicos que contienen estructuras simplificadas por los seres humanos. Estos han dado constantemente ventaja al crecimiento de los componentes biológicos de más alta tasa de renovación y utilidad directa. La tasa de renovación (*turnover*,  $r$ ) es la relación entre la producción,  $P$ , y la biomasa mantenida,  $B$ . Como la primera expresa a su vez la variación de la segunda con el tiempo,  $P = B/t$ , la tasa se expresa como el inverso del tiempo,  $t$ , de manera que  $r = P/B = 1/t$ , siendo este tiempo el necesario para renovar toda la biomasa presente en el lugar.

Excepto en las situaciones en que la producción es muy alta, como ocurre en muchos bosques tropicales, la gran cantidad de biomasa acumulada en un bosque proporciona una tasa de renovación muy baja, permaneciendo la materia en él durante mucho tiempo (madera, vegetación leñosa). Por el contrario, un pasto tiene una tasa de renovación muy alta. El bosque generalmente produce menos que el

*El diario El País publicaba un reportaje de Vidal (1993) sobre la Comarca de Esgueva, Burgos, donde presentaba crudamente la realidad cotidiana de los agricultores de la comarca, su abandono y desilusión ante la pérdida de capacidad económica. Esta circunstancia ocurre en un mercado internacional dominado por poderosas compañías, competidoras de una agricultura tradicional en decadencia. Entre otras cosas, el reportaje resaltaba el comentario de Manuel Fernández, agricultor de Villovela de Esgueva, que decía:*

***“... El mayor disgusto que podrían darme mis hijos es que quisieran trabajar las tierras...”***

pasto. Esto constituye una manera sencilla de identificar, mediante conceptos propios de la ecología, a los sistemas agrarios, explotados por el ser humano, y permite diferenciarlos de los sistemas montaraces, o silvestres, poco o nada explotados.

De acuerdo con estos conceptos, podrían diferenciarse distintos sistemas agrarios: forestales explotados, pastorales y agrícolas. Los primeros son sistemas ecológicos –ecosistemas– complejos en la organización vertical y horizontal de la biomasa y de los factores abióticos. La biomasa es muy abundante –árboles, matorrales, arbustos, plantas herbáceas–, como también la necromasa, apreciable en pie o caída en el suelo, la materia orgánica edáfica y, dependiendo del clima, la cantidad de humus. El bosque tiene muy baja tasa de renovación, aunque puede elevarse un poco con la explotación, y la diversidad biológica que mantiene puede alcanzar valores medios o relativamente altos.

Los sistemas pastorales son ecosistemas de apariencia sencilla, que requieren una observación detallada para apreciar también una compleja organización horizontal y vertical de su escasa biomasa y los factores ambientales (Castro, 1988; Montalvo, 1992; Montserrat, 1964). Esta biomasa es el alimento –“pasto”– de una abundante biomasa de herbívoros, que mantienen una tasa de renovación elevada en la vegetación que constituye ese pasto. La diversidad vegetal en general muy alta (Montalvo, 1992; Pineda, 1991; Pineda *et al.*, 19981) en comparación con el bosque.

Los cultivos son ecosistemas extraordinariamente controlados “desde fuera”, si fuera posible definir adecuadamente los “límites” espaciales de un ecosistema. Son conjuntos sencillos, de organización uniforme de la biomasa y los factores físicos. La biomasa, sobre todo en los cultivos herbáceos y madereros, suele ser abundante sólo en momentos próximos a la recolección de la cosecha. La tasa de renovación es altísima en el primero de estos cultivos y relativamente baja en los segundos. La



diversidad de las comunidades biológicas –diversidad *alfa*– vale generalmente cero y la diversidad de estas comunidades en el espacio –diversidad *beta*– puede tomar desde valores bajos (cultivos extensivos) a otros relativamente altos (mosaicos rurales).

### **Imitaciones y modificaciones de procesos naturales**

La alta renovación de los sistemas explotados es un indicador de su simplificación funcional, principalmente a consecuencia de la actividad humana –un caso extremo lo constituyen los cultivos microbianos continuos–. No obstante, esta situación es también frecuente en condiciones naturales. Las praderas, estepas y sabanas constituyen sistemas semejantes. El océano es muy parecido a ellos y juega exageradamente a traspasar gran cantidad de energía alimentaria desde el fitoplancton, cuya biomasa total es escasa y su tasa de renovación muy alta, hacia el conjunto de los animales, que representan una biomasa mucho mayor que la de aquél, pero de menor tasa de renovación. Distintos subsistemas naturales espacialmente segregados, como el bosque y el prado vecino, o integrados uno en el otro, como el zooplancton y el fitoplancton, pueden explotarse uno a otro de forma “asimétrica” (Margalef, 1974), existiendo un flujo neto de materia y energía en el sentido del subsistema explotado al explotador.

Desde muy antiguo las civilizaciones humanas han reconocido que la productividad vegetal y de los herbívoros es alta en los sistemas naturales de alta renovación, de manera que progresivamente han ido imitando a la Naturaleza, evolucionando desde la recolección, el carroñeo, la caza y el pastoreo a sistemas agrícolas, de mayor control. Cuando estas civilizaciones han habitado los bosques, han practicado la caza y la recolección, y mediante procedimientos de roza, tumba y quema todavía vigentes en algunas selvas, han creado sistemas agrícolas itinerantes. La itinerancia ha permitido aprovechar puntualmente y de forma intensiva el espacio y permitir su recuperación tras el abandono.

### ***El compromiso aumento de la producción/mantenimiento de la capacidad productiva***

La producción primaria del planeta permite apreciar el carácter poco productivista que tiene la vida. La insolación del planeta aporta  $177.239 \times 10^{12}$  W. La producción vegetal anual es de  $122,5 \times 10^{12}$  W, equivalente a una cantidad inferior al 0,07% de la energía recibida. Claro está que el calentamiento del aire y del agua y la evaporación de ésta constituyen la clave de la dinámica atmosférica, la variación del clima y las corrientes oceánicas. Estos fenómenos tienen su origen en aquella insolación, constituyen los procesos naturales esenciales del planeta y permiten entender la Naturaleza tal como hoy lo hacemos. Pero llama la atención que el destino

biológico de aquella energía sea realmente pequeño. De esta producción vegetal, la alimentación humana consumiría tan sólo una cantidad del orden de  $0,66 \times 10^{12}$  W, es decir 3.000 kcal/día para 5.000 millones de habitantes, equivalentes a  $15 \times 10^{15}$  cal x g. Esto representa sólo el 0,54 % de la producción primaria del planeta, una cantidad en principio muy por debajo de la posibilidad de su sobreexplotación.

Al contrario que la mayor parte de la biosfera, la población humana se comporta de una forma altamente productivista. No obstante, sólo el 12% de su consumo energético es alimentario. El resto representa la energía “exosomática” o cultural de la población humana. Se extrae principalmente del carbón, gas y petróleo, el capital energético acumulado por antiguos ecosistemas que no fueron explotados. En la actualidad, una cuarta parte de la población humana usa todavía leña como única fuente de calor (Turner *et al.*, 1990).

Los sistemas agrarios constituyen por tanto una desviación de la tendencia natural del planeta. Esta desviación es conseguida por la población humana para lograr aumentar la producción de alimentos y materiales por unidad de biomasa mantenida. Si la explotación –la simplificación– a que se someten estos sistemas es inferior a su capacidad de renovación, el sistema puede mantenerse indefinidamente. Si, por el contrario, se trata de aumentar al límite la relación P/B, el excesivo flujo energético “quemaría” al sistema, la biomasa llegaría a alcanzar un valor muy bajo y el sistema colapsaría. Es fácil entender que no pueden consumirse las hojas de una planta a una velocidad mayor que a la que ésta las produce.

Optimizar la explotación creando sistemas agrarios perdurables es pues, probablemente, el logro más importante de la humanidad. Con ello ha aumentado su población, su propia biomasa y las de algunas especies, razas, variedades y formas de plantas y animales domesticados, en detrimento de muchas otras menos aprovechables. Podría decirse que éste constituye prácticamente el único objetivo de la moderna agricultura industrial, o “química”, a juzgar por los resultados de su aplicación. Durante muchos siglos han predominado sin embargo, junto a éste, otros importantes objetivos en las técnicas agrarias. Como se verá luego, esta optimización no constituye el único fundamento de la consecución de un sistema agrario *sostenible*.

Existen buenos ejemplos de sistemas mantenidos permanentemente mediante la optimización de la explotación: sistemas forestales madereros y de producción múltiple; bosques aclarados o “huecos”, que conservan una población arbórea dispersa y pastos relativamente productivos, como el caso de la dehesa ibérica; cultivos leñosos, productores de frutos, resinas, etc., y herbáceos, cuya cosecha se recolecta totalmente dejando el suelo con poca materia orgánica en su superficie, que se repone periódicamente con estiércol. La sobreexplotación de un pasto conduce a un descenso de su productividad y del número de especies de plantas presentes –sólo resisten las de mayor tasa de renovación–. El abandono también baja su producción y la riqueza de especies, esta vez por embastecimiento –predominio de plantas

fibrosas que compiten con ventaja por la luz, y aumento de la necromasa edáfica (Montalvo, 1992; Montserrat, 1964)–. La actividad tradicional ha conducido a muchos pastizales mediterráneos a su aprovechamiento mediante una carga ganadera óptima, que ha mantenido al pastizal rico en especies palatables y una producción máxima perdurable.

### *Conservación de las tramas ecológicas*

La optimización de la producción de acuerdo con las reglas descritas en la teoría ecológica no constituye un objetivo único, aunque básico, en las actividades agrarias. Estas actividades eliminan sistemáticamente numerosos componentes de los ecosistemas, de manera que la madurez propia de los sistemas no explotados –acúmulos de biomasa y materia orgánica, retención de agua, numerosas interacciones entre animales, plantas y medio físico– no se aprecia con el desarrollo estas actividades (Tabla 2) (Cox, Atkins, 1979). No obstante pueden quedar representados ciertos componentes de aquella madurez que, esencialmente, tienden a hacer compatible el compromiso entre el aumento de la producción y el mantenimiento de la capacidad para seguir produciendo (Gómez-Sal, 1988). Entre éstos existen al menos dos componentes fundamentales del “capital” ecológico a los que prestaremos breve atención: la estructura edáfica esencial y la heterogeneidad espacial conseguida mediante el manejo (Tabla 3). La conservación de estos componentes resulta de gran importancia en todo sistema agrario sostenible.

Tabla 2. Características del flujo energético exportado (prácticamente nulo en el bosque; 5% de producción de carne y leche en un pasto; 30% en un cultivo herbáceo) y reciclado de la materia de acuerdo con las pérdidas registradas por exportación. Según Cox y Atkins (1979), modificado.

	Bosque	Pasto	Cultivo
Aporte de necromasa	99 % de la producción	60 % de la producción	60% de la producción
Exportación de materia	Muy pequeña	Alrededor del 15% como producción bruta animal (5 % neta y 10 % respiración); 25 % en aporte de excrementos	30 % (cosecha); 10 % en respiración de herbívoros no cosechables (plagas, etc.)
Actividad descomponedora edáfica	Grande, casi todo es reciclado	Media o alta según el clima	Relativamente baja

Tabla 3. Caracterización de diferentes tipos de agricultura de acuerdo con un conjunto de descriptores sintéticos. Según Pérez Sarmentero *et al.* (1992), modificado.

Agricultura industrial o química	Agricultura tradicional	Agricultura ecológica
- Poco interés por la retención del <i>capital</i> ecológico: humus, agua, diversidad biológica alfa y beta.	- Imitación de los sistemas naturales dentro de un programa de <i>explotación</i> . Gran interés por la retención del capital ecológico: humus, agua, diversidad biológica alfa y beta.	- Imitación de los sistemas naturales dentro de un programa de <i>explotación</i> . Gran interés por la retención del <i>capital</i> ecológico: humus, agua, diversidad biológica alfa y beta.
- <i>Uniformidad</i> espacial.	- <i>Heterogeneidad</i> espacial.	- <i>Heterogeneidad</i> espacial.
- Intensas <i>entradas</i> de materia y energía de "fuera" del sistema.	- Bajas o muy bajas <i>entradas</i> de materia y energía de "fuera" del sistema.	- Evitación de <i>entradas</i> de abonos químicos (sí orgánicos y minerales triturados sin transformar), plaguicidas, reguladores del crecimiento, etc.
- Básicamente controlada por políticas y presiones monetaristas diversas.	- Predominio del uso de un sistema cerrado. Frecuente economía de subsistencia.	- Predominio del uso de un sistema cerrado. Competencia con la agricultura industrial.
- El <i>suelo</i> es básicamente un soporte para el cultivo.	- El <i>suelo</i> tiene carácter de capital difícilmente renovable.	- El <i>suelo</i> tiene carácter de capital difícilmente renovable.
- Cultura industrial. La idea de progreso es considerada sinónimo de "desarrollo económico".	- Cultura rural.	- Está patente el componente ético y espiritual (agricultura biodinámica) en el mantenimiento de un sistema revitalizado bajo la perspectiva de un gran respeto por los componentes naturales y por los factores físicos de acción local y global (cósmicos).

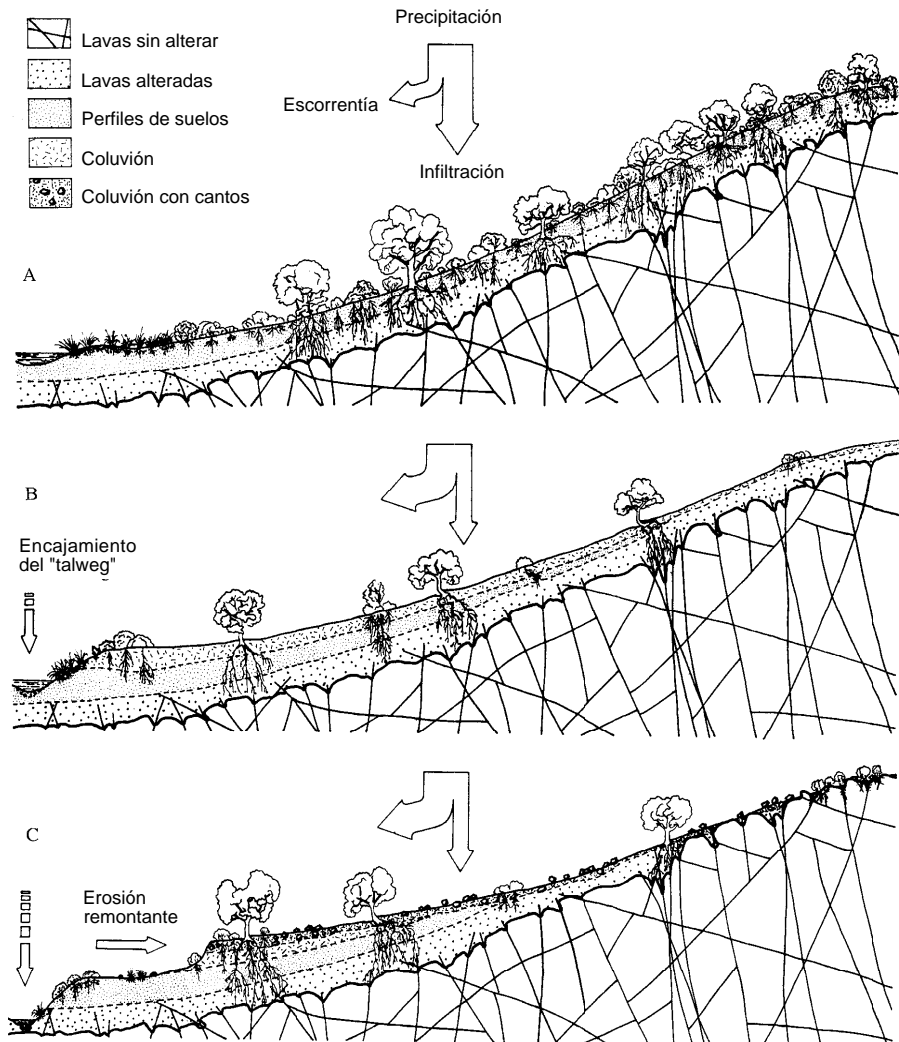


Figura 1. Esquema de la evolución probable seguida por una ladera sobre rocas consolidadas (lavas). El relieve antiguo (arriba) presentaba un cierto equilibrio bio-geo-edáfico y el humus permitía la estabilidad ante la erosión. El dibujo de en medio y el inferior representan sucesivas fases en las que la actividad humana debió favorecer la arroyada y propiciar la erosión. Las flechas indican la eficacia sucesiva de la escurrentía superficial y la infiltración del agua de precipitación (según Pou, 1979).

- *Humus y funcionalidad del suelo*

El humus procede de una oxidación lenta de la materia orgánica aportada a la tierra como necromasa. Constituye una matriz que da cohesión a las partículas de tierra y permite configurar grumos o agregados edáficos. Estos agregados actúan como pequeñas esponjas que retienen el agua, favorecen la actividad microbiana y palián la capacidad erosiva de la lluvia y el viento. La pérdida de humus en cultivos y pastizales, sobre todo en terrenos en pendiente, constituye una grave deseconomía para estos sistemas. Sin humus, el agua de lluvia actúa arrollando los materiales del sustrato y desaparece la circulación hídrica subsuperficial. La erosión termina con el suelo y la pérdida de sustrato puede llegar a alcanzar toneladas por hectárea (Figura 1) (Instituto Geográfico Nacional, 1991; Pou, 1979).

Desde el punto de vista de la producción agraria, las pérdidas de nutrientes que esto acarrea pueden ser muy importantes. Por ejemplo, se han descrito pérdidas de nutrientes en aguas de escorrentía que llegan a ser exponenciales con respecto al volumen de agua exportada—este comportamiento tiende a ser lineal en ausencia de erosión— y se han medido lavados de fósforo en terrenos agrícolas que llegan fácilmente a representar pérdidas de 0,5 kg/ha al año y de nitrógeno de 25 kg/ha al año. Esto ocurre en territorios donde los sistemas forestales vecinos pierden de forma natural cantidades de sólo 0,05 y 2 kg respectivamente (Ratsep *et al.*, 1994).

La turbiedad de las aguas de los ríos, la incapacidad de las cuencas para paliar avenidas y evitar inundaciones y la menor capacidad de recarga de acuíferos por falta de infiltración, guardan estrecha relación con unas prácticas agrarias poco cuidadosas con el suelo. En contraste con ellas, las técnicas propias de actividades agrarias tradicionales mantienen eficazmente los nutrientes, contribuyen a mantener ralentizado el ciclo hidrológico y el ahorro de agua (Peters, 1994). Estas técnicas constituyen un reto sistemáticamente no afrontado por las actividades agrarias consideradas más modernas, basadas en el uso masivo de fertilizantes y el empleo de maquinaria. La racionalidad invita a considerar a las tradiciones como una fuente de inspiración.

La reposición de nutrientes mediante la fertilización química ha sido uno de los pilares de la revolución verde, que sucedió en particular a la Segunda Guerra Mundial, pero se ha tendido a considerar al suelo como un simple soporte para el cultivo. El agotamiento de éste resulta ser una fuente de inflación y de disminución del rendimiento energético. Sobre todo debe insistirse en que tal agotamiento es una simple consecuencia del desarrollo de la falsa economía del abuso de los fertilizantes químicos. Los costes asociados a la alteración del ciclo del agua constituyen además, cada vez más insistentemente, una carga que terminará siendo insostenible.

En los trópicos, la ausencia de humus y la gran escasez de nutrientes en el suelo ponen continuamente en evidencia el fracaso económico y ambiental que supone la eliminación de bosques y la entelequia de su aprovechamiento como pastizales.

El humus constituye pues un patrimonio importante. Su conservación permite

mantener relativamente cerrado el ciclo de los nutrientes en los sistemas agrarios. Esta práctica es común en muchos sistemas tradicionales. Ocurre tanto en la selvicultura mediterránea, muy diversificada en su producción y actualmente amenazada por la producción maderera, como en los sistemas de dehesa, capaces de mantener relativamente cerrados los ciclos locales y los asociados al sistema ladera-vaguada gracias al movimiento del ganado a lo largo del año (Casado *et al.*, 1985; Gómez-Sal, Rodríguez, De Miguel, 1992), así como en los sistemas agrícolas rotativos tradicionales, conservadores de la heterogeneidad del espacio mediante la protección de setos, árboles viejos, pequeños bosquetes, vegetación de galerías, etc.

• *Diversidad biológica y heterogeneidad espacial*

La diversidad biológica ha sido también eficazmente conservada en los sistemas agrarios tradicionales (Bernáldez, 1991; Pineda, 1992; Pineda *et al.*, 1981). Entre otros factores de tipo histórico y biogeográfico que pueden determinar el máximo valor de la diversidad de un lugar, ésta parece controlada por el flujo de energía que atraviesa el ecosistema –la intensidad de la explotación (Montalvo, 1992)– y por la propia complejidad espacial. El flujo de energía condiciona valores de diversidad muy bajos cuando es muy elevada la velocidad a que se somete la tasa de renovación, es decir, cuando es alta la aceleración del ciclo de la materia; o valores medios si, por el contrario, la exportación de energía es nula –sistemas silvestres–. Una explotación intermedia permite alcanzar valores de diversidad muy altos. Uno de los valores de diversidad vegetal más altos de los registrados en el mundo (6,2 bits), semejante al máximo encontrado en bosques tropicales, se encuentra precisamente en los sistemas adeshados ibéricos (Pineda *et al.*, 1981). Se trata de un tipo de uso agrario integrado, desarrollado en áreas marginales, incapaz de competir en producción con territorios de tierras ricas, pero productor de artículos de gran calidad, interés y alto precio, además del gran valor del paisaje que mantiene. Su promoción es un reto para la administración y para las iniciativas privadas.

La diversidad también depende de la heterogeneidad (Noss, 1983; Pickett, White, 1985; Shugart, 1984). Aunque se ha dado una explicación mecanicista a este fenómeno –un número grande de microhábitats permitiría reunir un mayor número de especies: las propias de cada uno de ellos– es probable que la diversidad mantenida tenga mucho más que ver con la posibilidad de establecer flujos horizontales de energía a través de las fronteras entre las teselas del mosaico espacial resultante. Estos flujos pueden ser más intensos cuando las teselas en contacto tienen grados de madurez ecológica muy diferentes, como un bosque y un prado, entre los cuales la asimetría de la frontera es muy alta. El Departamento Interuniversitario de Ecología de Madrid desarrolla una línea de investigación al respecto (Pineda *et al.*, 1994; Pineda *et al.*, 1981; Rescia *et al.*, 1994a y 1994b). Merece la pena insistir en el hecho de que muchos paisajes rurales tradicionales se basan en el mantenimiento de mosaicos y estructuras reticulares, cuyo interés se mencionó más arriba, que tienen

también el valor de conservar la diversidad biológica. Desgraciadamente, el paisaje tiende a ser drásticamente transformado mediante las nuevas prácticas agrarias (Rescia *et al.*, 1994a y 1994b), pretendidamente más productivas, pero menos rentables ambientalmente.

Campos-Palacín (1993) comenta sobre el valor de este tipo de recursos: ...”La teoría económica carece de una respuesta satisfactoria al problema de la utilización racional de los recursos agotables. Un bien renovable como los árboles de crecimiento lento no es objeto de amortización en el cálculo del coste de producción. Existe una manifiesta divergencia entre el interés económico de la gestión empresarial a corto y medio plazo y el interés general por la conservación de los recursos naturales implicados en los sistemas agro-silvo-pastorales mediterráneos...”.

La agricultura ecológica constituye hoy una interesante opción para el desarrollo sostenible del campo. En sus diferentes manifestaciones alternativas a la agricultura industrial –agricultura biológica u orgánica, biodinámica, etc.– parte de considerar a la agricultura industrial como algo mal justificado ecológica y económicamente y muy condicionado por objetivos monetaristas. La agricultura ecológica no renuncia expresamente a la tecnología, pero se opone a unas injustificadas inversiones en fertilizantes químicos, plaguicidas y reguladores del crecimiento. Esta oposición se basa en razonamientos de base ética, en el rendimiento económico y en la responsabilidad ambiental. Sus productos, considerados poco o nada contaminados, representan una importante contribución a la salud humana, de manera que el reconocimiento de que está siendo objeto por parte de la población y el precio que alcanzan sus productos constituyen una fundada esperanza para la conservación del mundo rural. Esto hace a la agricultura con base ecológica una actividad especialmente interesante desde el punto de vista de la conservación de la naturaleza.

## BIBLIOGRAFÍA

- Baldock, D., G. Beaufoy, G. Bennet, J. Clark (1993) *Nature conservation and new directions in the common agricultural policy*. Institute for European Environmental Policy; Arnhem.
- Bernáldez, F.G. (1991) Diversidad biológica, gestión de ecosistemas y nuevas políticas agrarias. *Diversidad Biológica/Biological Diversity* (F.D. Pineda, M.A. Casado, J.M. de Miguel, J. Montalvo) pp. 23-32. SCOPE-Fundación Areces - Adena/WWF; Madrid.
- Bischoff, N.T., R.H.G. Jongman (1993) *Development of Rural Areas in Europe: The Claim for Nature*. Netherlands Scientific Council for Government Policy; La Haya.
- Campos-Palacín, P. (1993) *Sistemas agrarios. Una ciencia de los Recursos Naturales*. (J.Naredo, F. Parra) pp. 281-304. Siglo XXI; Madrid.
- Casado, M.A., J.M. de Miguel, A. Sterling, B. Peco, E.F. Galiano, F.D. Pineda (1985) Production and spatial structure of Mediterranean pastures in different stages of succession. *Vegetatio*, 64: 75-86.
- Castro, I. (1988) *Variación anual de la microestructura de un pastizal mediterráneo en tres*



- estadios sucesionales*. Tesis Doctoral. Univ. Autónoma; Madrid.
- Cox, E., L. Atkins (1979) *Agricultural Ecology*. Freeman & Co.; San Francisco.
- Gómez-Sal, A. (1988) Ecosistemas rurales. *Elementos básicos para la educación ambiental*. (J.R. Martínez-Rodríguez) pp. 51-77. Publ. del Aula de Ecología. Ayuntamiento de Madrid; Madrid.
- Gómez-Sal, A., M.A. Rodríguez, J.M. de Miguel (1992) Matter transfer and land use by cattle in a dehesa ecosystem of central Spain. *Quercus ilex L. Ecosystems: Function, Dynamics and Management*. (F. Romane, J.A. Terradas) pp. 345-354. Kluwer; Dordrecht.
- González-Bernáldez, F. (1976) Problemas ecológicos de la conservación del medio ambiente. *Rev. Univ. Complutense* 25: 165-173.
- Instituto Geográfico Nacional. (1991) Problemas Medioambientales. *Atlas Nacional de España*, X (39) Lám. 4-5. Ministerio de Obras Públicas y Transportes; Madrid.
- Lusigy, W., J. Robertson (1981) La conservación de la naturaleza. *El Correo de la UNESCO*, abril de 1981: 28-34.
- Margalef, R. (1970) Explotación y gestión en ecología. *Pirineos*, 98: 103-121.
- Margalef, R. (1974) *Ecología*. Omega; Barcelona.
- Montalvo, J. (1992) *Estructura y función de pastizales mediterráneos*. Tesis Doctoral. Univ. Complutense; Madrid.
- Montserrat, P. (1964). *Ecología del pasto*. Publ. Centro Pirenaico Biol. Exp.; Jaca.
- Noss, R.F. (1983) A regional landscape approach to maintain diversity. *BioScience*, 33: 700-706.
- Pérez Sarmentero, J., A. Molina, R. Colmenares, J.A. Jiménez (1992) La agricultura ecológica: una alternativa con futuro. *Agricultura*, 717: 294-301.
- Peters, N. E. (1994) Hydrologic Processes. *Biogeochemistry of Small Catchments*. (B. Moldan, J. Cèrny) pp. 207-228. Wiley & Sons; Londres.
- Pickett, S.T.A., P.S. White (1985) Patch dynamics: a synthesis. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics* (S.T.A. Pickett, P.S. White) pp. 371-386. Academic Press; Orlando, Florida.
- Pineda, F.D. (1989) *Ecología, I. Ambiente físico y organismos vivos*. Síntesis; Madrid.
- Pineda, F.D. (1991) Conservación de la naturaleza y diversidad biológica. *Panda* (Adena-WWF) 36: 19-26.
- Pineda, F.D. (1992) Conservation of the biological diversity and traditional systems of land use on the Mediterranean. *Ethnobotanical Congress'92. Symposium 6. Abstract*, 6: 1-3.
- Pineda, F.D., M.A. Casado, J.M. de Miguel, J. Montalvo (eds.) *Diversidad Biológica/Biological Diversity*. SCOPE-Fundación Areces - Adena/WWF; Madrid.
- Pineda, F.D., V.K. Brown, M.A. Casado, J. Montalvo, J.M. De Miguel, C. Blassi (1994) Biological diversity: its conservation and indicator value of global change. A new WWF Project in the Mediterranean Basin. En *Workshop on Global Change and Mediterranean Ecosystems*, 21 pp. Valencia.
- Pineda, F.D., J.P. Nicolás, M. Ruiz, B. Peco, F.G. Bernáldez (1981) Succession, diversité et amplitude de niche. *Vegetatio*, 47: 267-277.
- Pou, A. (1979) *Geomorfología y distribución de la vegetación*. Tesis doctoral. Univ. Autónoma; Madrid.
- Ratsep, R. (1994) Agricultural Impacts in the Northern temperate zone. *Biogeochemistry of Small Catchments* (B. Moldan, J. Cèrny) pp. 361-382. Wiley & Sons; London.
- Rescia, A., M.F., Schmitz, P. Martín de Agar, C.L. de Pablo, F.D. Pineda (1994) Adscribing

- plant diversity values to historical changes in landscape boundaries: a methodological approach. Proc. *IALE European Congress Agricultural Landscapes in Europe, Rennes. Landscape Ecology* (En prensa).
- Rescia, A., M.F. Schmitz, P. Martín de Agar, C.L. de Pablo, J.A. Atauri, F.D. Pineda (1994) Influences of the spatial complexity and land management on woody plant diversity. An experience in the Basque Country (Spain). *J.Veg. Sci.*, 5: 505-516.
- Shugart, H.H. (1984) *A theory of forest dynamics: the ecological implications of forest succession models*. Springer Verlag; Nueva York.
- Turner, B.L., C. William, W.K. Clark, J.F. Richards, W.B. Meyer (eds.). (1990) *The Earth as Transformed by Human Action*. Cambridge Univ. Press; Cambridge.
- Vidal, J. (1993) Cogidos por el cuello. *El País*, Domingo 28-2-93: 1-3.
- WWF, UICN, PNUMA (1980) *Estrategia Mundial para la Conservación*. WWF, UICN, PNUMA; Gland.

# **Algunas consideraciones sobre la mejora productiva de pastos permanentes en ambiente mediterráneo mediante la aplicación de los preparados biodinámicos**

**R. Colmenares\*, J.M. de Miguel\*\***

*\*Centro de Investigación Fernando González Bernáldez, c/ San Sebastián 71, 28791 Soto del Real (Madrid). \*\* Departamento Interuniversitario de Ecología, Facultad de Biología, Avda. de la Complutense s/n, 28040 Madrid.*

## **RESUMEN**

Se evalúa el efecto de la aplicación de los preparados biodinámicos en la mejora productiva de los pastos permanentes del gradiente altitudinal del noroeste de Madrid. El experimento se localizó en parcelas de 50 m<sup>2</sup>, dispuestas en cuadrado latino, en tres fincas situadas a 750, 1.050 y 1.460 m de altitud. Siguiendo las recomendaciones del método biodinámico, se aplicaron los preparados del compost reunidos en forma de preparado de Maria Thun, y los preparados de campo de boñiga y de sílice. Aproximadamente cada mes se tomaron medidas de la biomasa del pasto, protegido por jaulas de exclusión móviles. Se presentan los resultados de dos años de experimento, considerando la producción total acumulada durante estos dos años y su aumento en g/m<sup>2</sup> y mes. Los resultados muestran un efecto apreciable estadísticamente, con un comportamiento diferente en cada finca, con una clara mejora en las dos fincas de altitud inferior y disminución en la de mayor altitud. En general, los resultados obtenidos corroboran los datos existentes en la bibliografía sobre el efecto que estos preparados provocan en las plantas, en el sentido de “despertarlas” al ambiente, lo que favorece su crecimiento de forma más equilibrada y, a menudo, un aumento de la producción.

## **INTRODUCCIÓN**

El estudio se enmarca en el contexto de buscar una manera de potenciar el desarrollo rural en el entorno de las áreas naturales protegidas, a través de la modern-

ización de los usos agrarios tradicionales locales, por medio de técnicas de agricultura ecológica (AE). Esto permite la producción de alimentos de alta calidad nutritiva sin deterioro de los recursos naturales locales: el paisaje, la flora y la fauna silvestres. La capacidad de la AE de alcanzar esos objetivos se ha puesto de manifiesto en la bibliografía existente sobre el tema, especialmente en la revisión realizada recientemente por Mansvelt y Mulder (1993).

Los resultados presentados aquí corresponden a los dos primeros años de investigación y forman parte de un estudio más amplio en el que se analizan también los efectos sobre distintas características del suelo y la calidad de los pastos, tanto en lo que se refiere a su composición florística como nutritiva.

El Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, de unas 47.000 ha, ocupa las laderas de la Sierra de Guadarrama desde los 600 a los 2.300 m de altitud, al noroeste de la ciudad de Madrid. Se creó para proteger dos núcleos de gran interés naturalista por su buena conservación y abundancia de especies silvestres: el monte de El Pardo y las cumbres de la Cuerda Larga. Ambos núcleos quedan conectados por un amplio pasillo ocupado por paisajes seminaturales bien conservados por los usos tradicionales agrosilvopastorales. Aproximadamente el 50 % de la superficie actual del Parque se clasifica como Parque comarcal agropecuario, donde se fomenta el desarrollo de los usos agrarios tradicionales extensivos, que permiten la conservación de los paisajes actuales junto con la flora y la fauna silvestres que se quieren proteger.

En este área, la mayor producción final agraria, tanto en volumen como en valor, viene de la ganadería, y la producción láctea dobla la de carne. Los pastizales permanentes, bien representados en la zona, están retrocediendo en favor de los matorrales y el espesamiento de los encinares, debido al abandono progresivo de los usos tradicionales que promovían su aprovechamiento, mantenimiento y mejora (De Lucio *et al.*, 1992). Este abandono lleva aparejada una dependencia mayor de la importación de alimentos desde otras regiones para la alimentación del ganado.

La mejora de los pastos permanentes se ha basado tradicionalmente sobre todo en la eliminación del matorral por diferentes medios, el abonado y siembra de determinadas especies, y el manejo según distintos sistemas de pastoreo y carga ganadera (De Blas, 1983). Dentro de los sistemas de la AE, la agricultura biodinámica propone añadir a lo mencionado, la aplicación de unos preparados característicos hechos con sustancias vegetales, animales y minerales, siguiendo determinados ritmos naturales. Su aplicación en muy pequeñas cantidades en los abonos o sobre los cultivos, pastos o frutales, mejora considerablemente sus rendimientos, tanto en producción como en calidad nutritiva (Schilthuis, 1994). En los experimentos realizados con animales alimentados con esos cultivos tratados con los preparados, aquellos mejoran su fertilidad y salud (Staiger, 1988). Su uso también ha mostrado beneficios para la fertilidad del suelo (Petersson y Wistinghausen, 1979). Por tanto existen razones agronómicas y ecológicas para recomendar su uso.

Tabla 1. Perspectivas de las agriculturas biodinámica (fuente: elaboración propia a partir de Koepf, 1989) y tradicional (fuente: elaboración propia a partir de Barrios *et al.*, 1992) sobre el crecimiento vegetal

<b>Percepción de la agricultura biodinámica: el crecimiento vegetal sometido a influencias opuestas</b>		
Influencias	Terrestres	Cósmicas
Factores ambientales	Agua, humus, nitrógeno	Luz, calor
Desarrollo de la planta	* Maduración tardía * Favorece procesos vegetativos * Retarda la metamorfosis foliar	* Maduración temprana * Favorece procesos reproductivos * Favorece la metamorfosis foliar
Cambia localmente debido a	* Contenido en el suelo de arcilla, humus, calcio, nitrógeno, nutrientes y agua (CIC) * Precipitación y temperatura (evaporación)	* Sol, latitud geográfica, altitud, topografía, macroclima, contenido en sílice del suelo
Efecto normal	Elevada producción y contenido en cenizas y proteína	Mejora la maduración, sabor, calidad de la semilla y conservación
Exceso	Exuberancia, aumenta la sensibilidad a plagas y enfermedades, baja capacidad de conservación	Baja productividad, sabores fuertes o amargos, textura fibrosa o leñosa, pilosidad
Preparados de campo	500 (boñiga)	501 (sílice)

<b>Percepción tradicional en la Sierra de Madrid del crecimiento de los pastos</b>		
Polaridad	Abundancia	Calidad
Situación topográfica	Bajos o “baenes”	Altos o “cerrillos”
Crecimiento	Tardío	Temprano
Características	Flojos, bastos, con más agua	Sanos, finos, de más calidad y alimento
Expresiones locales	* A tripa entera el ganao pesa menos y las carnes son más ordinarias * El ganao echa tripa y no hace sebo	* A media tripa los animales están gordos y con carnes blancas y finas

Se han encontrado similitudes importantes en la concepción del crecimiento de las plantas entre la agricultura biodinámica y la agricultura tradicional de los habitantes locales (Tabla 1). Relacionar los procesos del crecimiento de las plantas y sus cualidades, con características ambientales polares (u opuestas) y globales, permite una aproximación más intuitiva al manejo de los pastos (Koeopf, 1989).

En la bibliografía consultada no se ha encontrado experimento alguno sobre el efecto de estos preparados en los pastos permanentes, aunque existen algunas recomendaciones generales para su uso en este tipo de pastos en diversos manuales de agricultura biodinámica (Sattler y Wistinghausen, 1992). Además se quería ver el efecto de estos preparados sin el uso de abono, puesto que no es posible abonar en las grandes fincas extensivas donde se cría el ganado de carne en nuestra zona de estudio. En la bibliografía sólo encontramos las experiencias de Podolinsky (1985), asesor biodinámico en Australia, donde tienen el mismo problema. Según este especialista, los resultados obtenidos se observan sobre todo y en primer lugar en la salud del ganado que se alimenta de estos pastos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se escogieron tres fincas ganaderas representativas de los usos y el gradiente altitudinal de la zona, a 750, 1.050 y 1.460 m de altitud. Todas las fincas están sobre sustrato granítico (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción esquemática de las características de las tres fincas de estudio

Características de las fincas	Colmenar (750 m)	Hoyo (1.050 m)	Canencia (1.460 m)
Temperatura	+++	++	+
Precipitación	+	++	+++
Anual-perenne	+++	++	+
Estrategias vitales	r	r/K	K
Uso	Vacuno de leche Todo el año	Vacuno de carne Pastos de invierno	Vacuno de carne Pastos de verano

En cada finca, en una posición alta de ladera con poca pendiente, se instalaron cuatro parcelas en cuadrado latino, de 50 m<sup>2</sup> (5 x 10), separadas por 1,5 m de pasillo. Dos parcelas servían de control y en las otras dos se aplicaron los preparados biodinámicos. Se instaló una jaula metálica móvil de 1,25 m x 1,00 m x 0,60 m.

Se han utilizado los preparados biodinámicos de Maria Thun y los dos preparados de campo 500 (boñiga) y 501 (sílice) según la composición, preparación y apli-

cación descrita por Sattler y Wistinghausen (1992). En nuestro estudio se emplearon 3 g de preparado M. Thun en un litro de agua para los 100 m<sup>2</sup> de cada finca, 5 g de preparado 500 y 0,1 g de preparado 501. El número de aplicaciones y el momento de su aplicación se decidió siguiendo las recomendaciones del método y según las condiciones ambientales de cada finca, en cada temporada de crecimiento.

Aproximadamente cada mes, con cuadrados metálicos de 20 x 20 cm, cortamos a tijera la biomasa del pasto de cuatro cuadrados dentro de la jaula y otros tantos fuera, en cada parcela experimental. Se movió la jaula metálica cada dos meses para no interferir sobre el crecimiento del pasto. Los análisis estadísticos de los datos se realizaron con el paquete estadístico Statview de Macintosh.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Meteorología.** Durante los dos años del experimento, la meteorología de la zona no fue homogénea. El invierno y la primavera de 1992 fueron secos y llovió tarde en primavera. El otoño-invierno de 1992-93 fue más húmedo. La primavera de 1993 fue también húmeda, llovió mucho al principio. Finalmente, el otoño-invierno de 1993-94 también fue lluvioso. Dentro de este comportamiento general, debemos tener en cuenta que a medida que ascendemos en altitud disminuye la temperatura media ligeramente y se eleva considerablemente la precipitación, como hemos indicado antes (Tabla 2 y Figura 1).

**Producción total acumulada.** Para calcular la producción total de la biomasa aérea del pasto durante un periodo de tiempo concreto se ha utilizado el método de sumar los aumentos positivos habidos durante ese periodo de tiempo (Sign *et al.*, 1975). Al calcular de este modo la producción total del pasto durante los dos años del estudio, se encontró que a partir de la primavera de 1993, las parcelas con preparados en la finca a 750 m, tomaban clara ventaja sobre las de control (Figura 1). En la finca a 1.050 m, se vio que prácticamente desde el inicio del experimento, las parcelas con preparados tomaban clara ventaja sobre las de control, tendencia que se vio interferida por un encharcamiento accidental de la zona experimental, que afectó más a las parcelas de control, pero volviéndose a recuperar esa tendencia posteriormente (Figura 2). A 1.460 m, sin embargo, se puede ver que las parcelas con preparados muestran una ligera ventaja sobre las de control, hasta que al principio de la primavera de 1993, pierden producción claramente frente a las de control (Figura 2). Florin (1993) cita como tendencia general en los resultados de las investigaciones con preparados el hecho de que en tierras arenosas suelen aumentar los rendimientos y en las turbosas, con gran contenido en materia orgánica, como es el caso de la finca a 1.460 m, los disminuyen. Esto es debido a su carácter regulador del crecimiento, que equilibra la producción con la calidad.

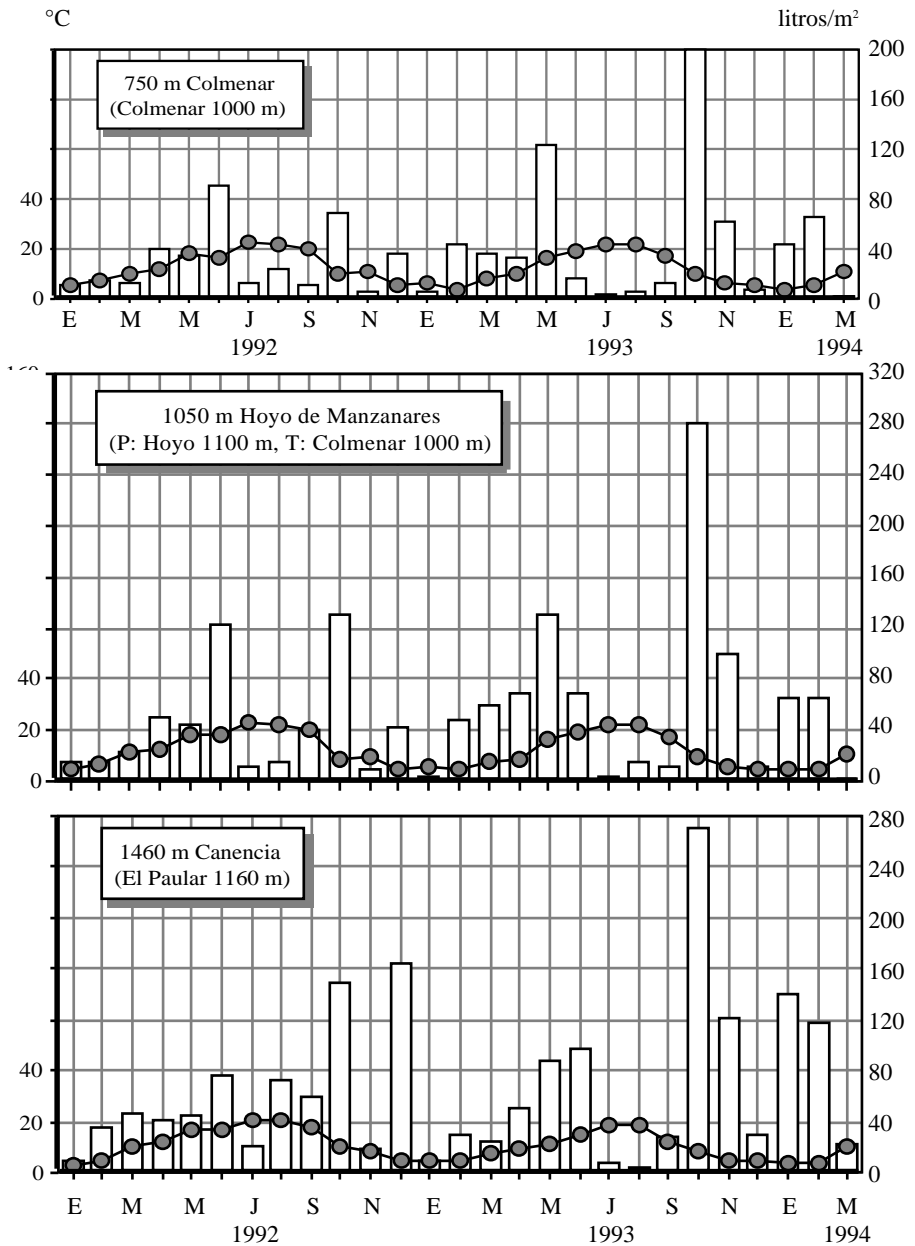


Figura 1. Diagramas mensuales de temperatura media y precipitación de las tres fincas de estudio



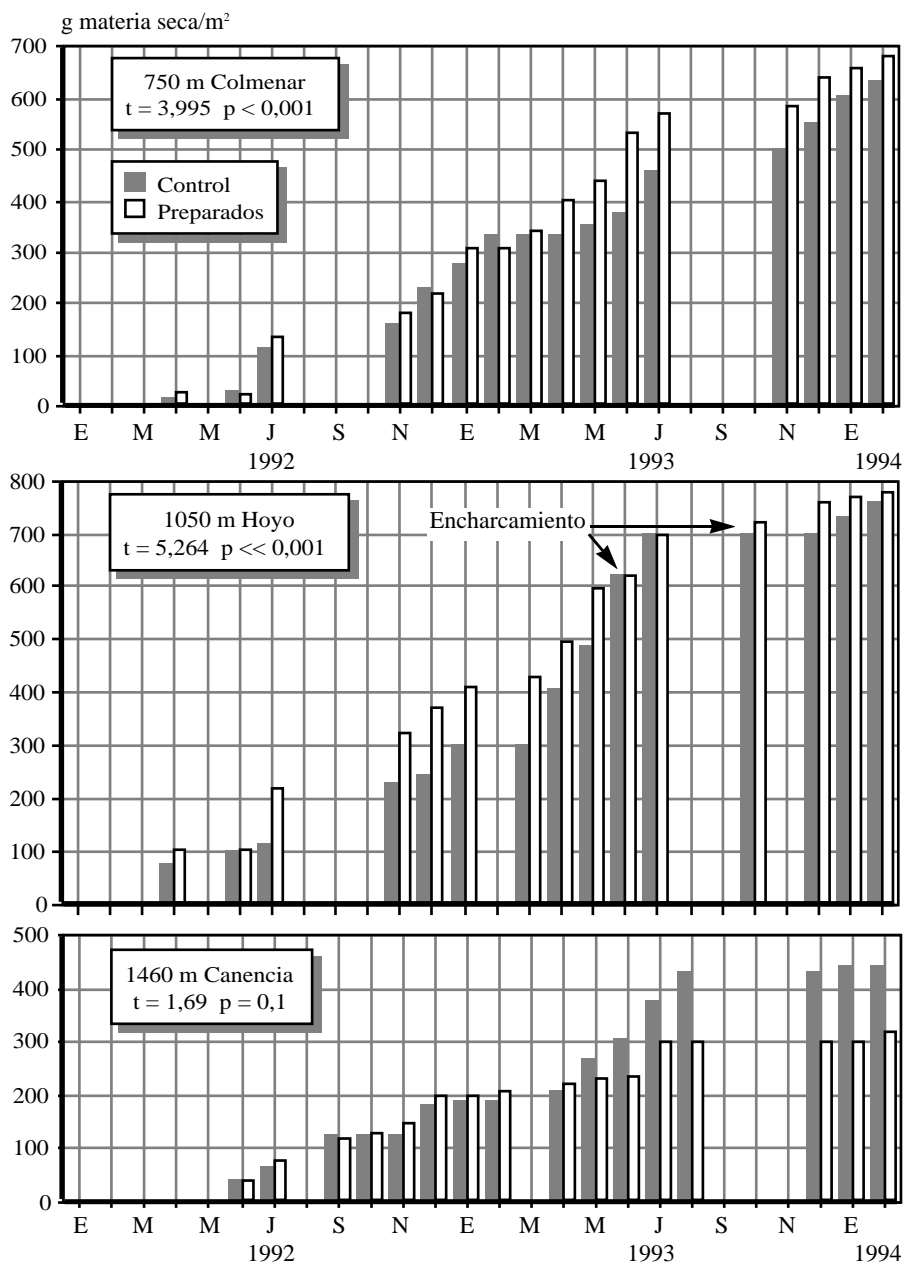


Figura 2. Producción total acumulada a lo largo de dos años de estudio en las tres fincas

En la situación a 1.050 m, la respuesta es más inmediata que a 750 m, lo que podría deberse a que las condiciones de aquella, más equilibradas, permiten un mayor aprovechamiento de la influencia de los preparados. En esta última, sólo hasta que se alcanza una humedad en el suelo adecuada (primavera de 1993) no puede responder bien a esa influencia. Koepf (1988) dice que en los experimentos con patatas realizados por Petersson (1977), la influencia del preparado 500 fue mayor en el año húmedo que en el seco. Esto, sin duda, debe de estar relacionado con la actividad biológica de la tierra, como apunta Maria Thun (1984).

**Aumento de biomasa mensual.** En el comportamiento productivo, mes a mes, de la biomasa de los pastos en las tres fincas, podemos apreciar ciertas regularidades en las parcelas con preparados (Figura 3). Los periodos de desarrollo se adelantan y a menudo se alargan respecto al control, lo cual es más claro en las fincas situadas a mayor altitud. Las fluctuaciones en los valores de biomasa son menores y el número de aumentos positivos es ligeramente superior en las tres fincas. Estos resultados corroboran el papel equilibrador de los preparados sobre el crecimiento de las plantas (Florin, 1993), así como prolongador del periodo de desarrollo -es una práctica habitual en la agricultura biodinámica, especialmente en horticultura, el uso del preparado 500 para evitar la subida a flor de las hortalizas de hoja como la lechuga, en épocas secas y calurosas (Sattler y Wistinghausen, 1992).

**Producción estacional del pasto.** Para conocer con mayor detalle el comportamiento productivo de las tres fincas, en condiciones ambientales distintas y a las que se aplicaron los preparados biodinámicos de forma diferente, se calculó el valor de la producción en las cuatro estaciones de producción que se observaron durante los dos años de estudio (Figura 4). En la finca a 750 m las parcelas con preparados mejoran considerablemente su producción primaveral pero disminuyen respecto al control en el crecimiento otoñal. En la finca a 1.050 m, si ignoramos el encharcamiento accidental, la mejora más pronunciada se produce durante el periodo primaveral como en la primera, pero esta vez sin descenso durante la otoñada. Por último, en la finca a 1.460 m no se aprecian mejoras importantes durante el primer año, pero a partir de la primavera del segundo año se produce un descenso acusado en las parcelas con preparados. Esto último podría deberse a que es entonces cuando los pastos -en circunstancias de mayor precipitación- se ven afectados por el fenómeno mencionado por Florin (1993), de que en suelos turbosos, con alto contenido de materia orgánica, los preparados frenan el crecimiento favoreciendo la calidad. También es posible que a este efecto se sumara la circunstancia de que se sobrepasaron las repeticiones de la aplicación del preparado 501, estructurante y favorecedor de la calidad, frente al preparado 500, favorecedor del crecimiento vegetativo (Figura 4).

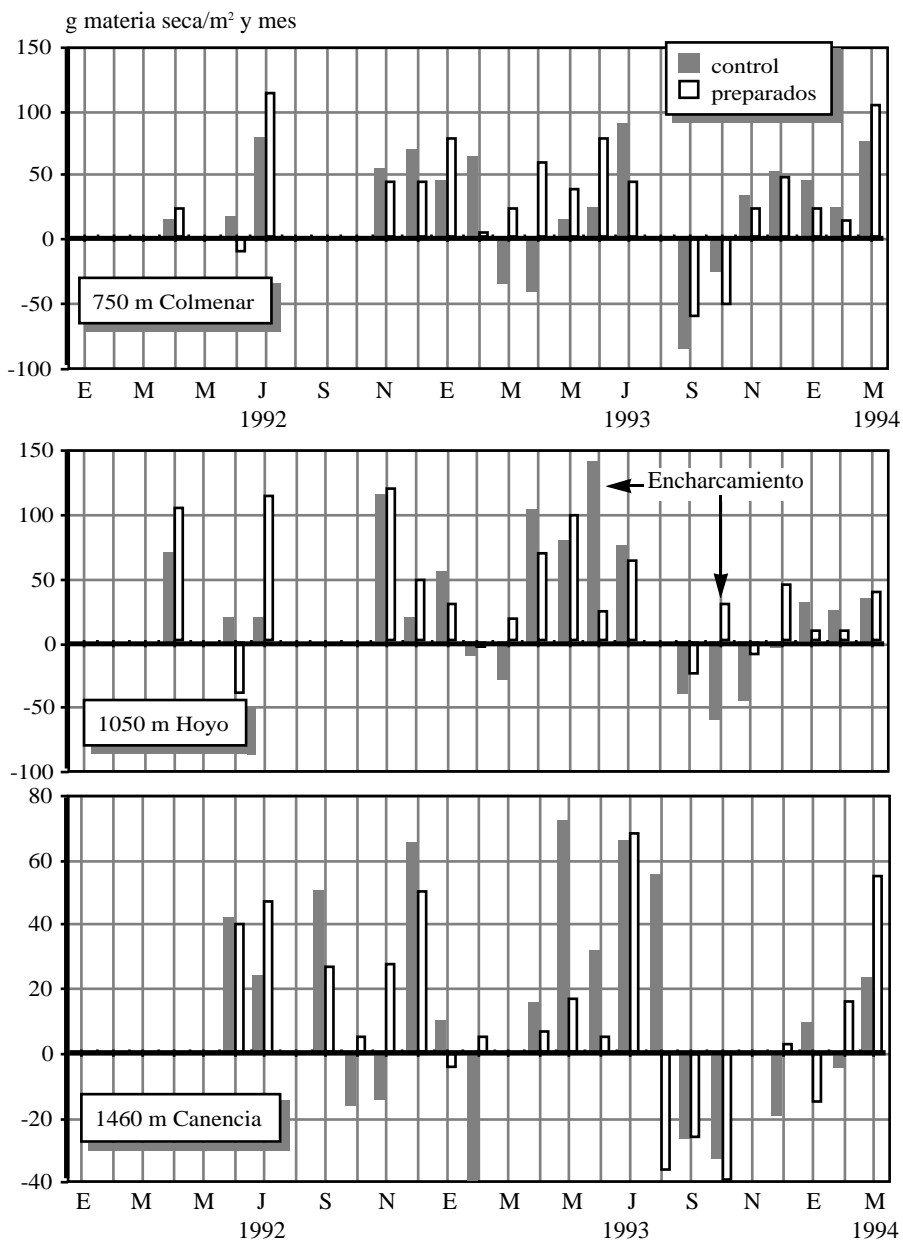


Figura 3. Valores de los aumentos mensuales de biomasa en las tres fincas de estudio

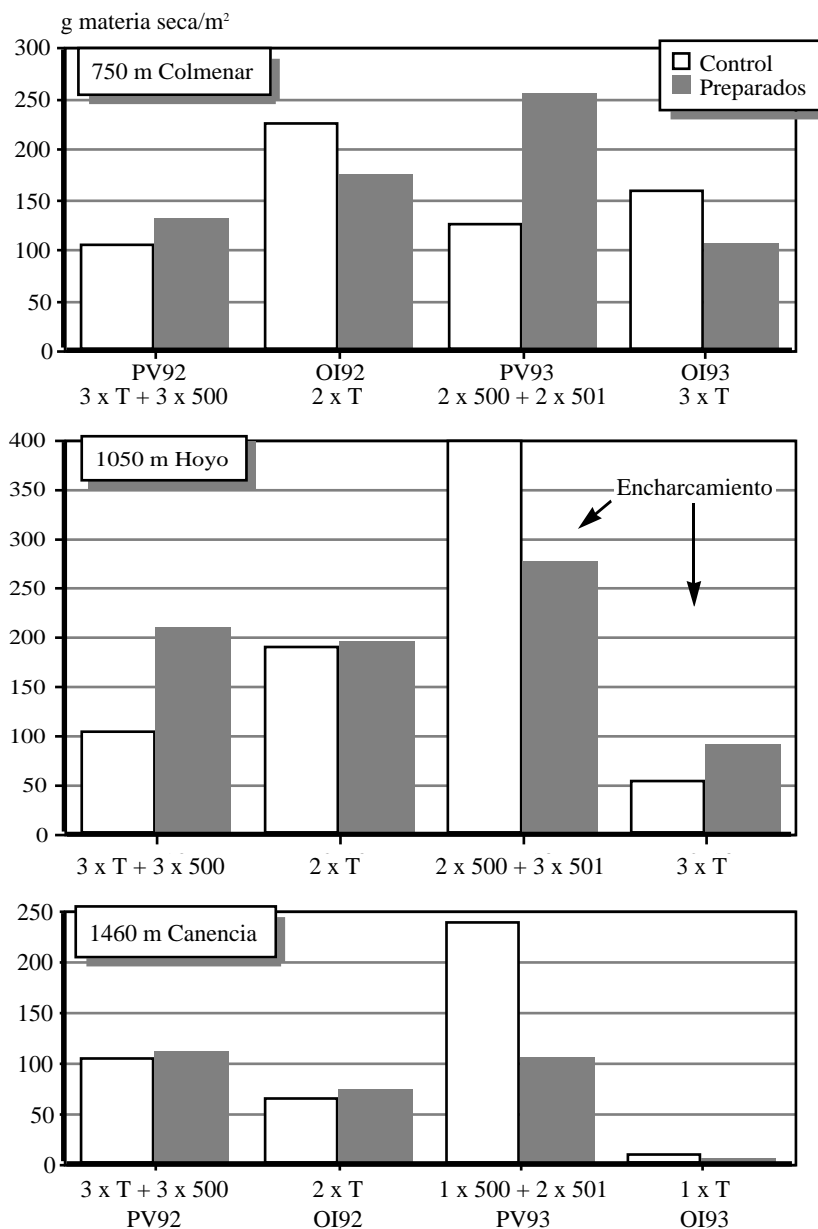


Figura 4. Producción estacional del pasto. Bajo cada par de estaciones (primavera-verano; otoño-invierno) figura el número de aplicaciones de preparados biodinámicos (T = M. Thun)

**Fluctuaciones en el crecimiento de los pastos.** Para comprobar hasta qué punto las fluctuaciones en las medidas de biomasa del pasto disminuían al aplicar los preparados, se calcularon las varianzas de los valores de aumento de biomasa mensuales y se compararon entre sí, control/preparados. Los resultados de la Tabla 3 muestran por una parte que las fluctuaciones del crecimiento son mayores en la finca a 1.050 m, con mejores condiciones de crecimiento, y menores a 1.460 m, donde predominan las plantas perennes. Por otra parte se observa también que al aplicar los preparados esas fluctuaciones son menores en todas las fincas, y la relación control/preparados aumenta con la altitud, es decir que la diferencia a favor de los preparados crece con la altitud. Esto podría interpretarse como que la aplicación de los preparados controla las fluctuaciones cada vez mejor, a medida que el sistema se hace más persistente, con más presencia de plantas perennes, y con menos fluctuaciones meteorológicas estacionales.

**Relación entre crecimiento y variables meteorológicas.** Finalmente, al estudiar hasta qué punto las fluctuaciones en las medidas de biomasa se ajustaban a los valores de la precipitación del mes anterior, y la temperatura del mismo mes, se observó que el crecimiento en la finca a 750 m parece estar más determinado por la precipitación que por la temperatura. Sin embargo, en las fincas de mayor altitud, la temperatura es mayor determinante que la precipitación. Parece que en la primera finca, la presencia de agua en el suelo sería más importante para el crecimiento, en una situación en la que la temperatura tiende a ser suficientemente alta. Por el contrario, en las otras dos fincas, serían las bajas temperaturas las que limitarían el crecimiento y no la humedad edáfica. En estas circunstancias, los preparados parecen favorecer el ajuste de las fluctuaciones del crecimiento del pasto a la precipitación y la temperatura en la finca a 750 m, pero no en las superiores. A 1.460 m, el ajuste disminuye claramente (Tabla 3).

Tabla 3. Fluctuaciones del crecimiento de los pastos y su relación con la temperatura y precipitación según la finca y el tratamiento

	Varianza	V.C/V.P	r, Inc/T	r, Inc/P	p=0,1
Colmenar C	2.164,8	1,16	0,059	0,183	0,389
Colmenar P	1.865,8	-	0,209	0,363	“
Hoyo C	3.266,9	1,41	0,291	0,07	“
Hoyo P	2.310	-	0,261	0,07	“
Canencia C	1.372,3	1,52	0,361	0,04	“
Canencia P	902	-	0,238	0,06	“

## CONCLUSIONES

El uso de los preparados biodinámicos, según las aplicaciones realizadas en las tres fincas de estudio, provocan cambios apreciables en el comportamiento productivo de los pastos, que son diferentes según las características de las fincas.

En las fincas de altitudes inferior y media, la aplicación de los preparados aumenta la producción claramente, con una respuesta más rápida en la última. En la superior, sin embargo, desciende a partir del segundo año.

En las fincas en las que aumenta la producción, la diferencia se produce principalmente durante el crecimiento primaveral.

En todas las fincas, la aplicación de los preparados adelanta los periodos de crecimiento, alargando los de primavera a costa de los de otoño.

En todas las fincas, la aplicación de los preparados amortigua las fluctuaciones de la biomasa, incrementando el número total de aumentos positivos.

En la finca de menor altitud, donde el crecimiento de los pastos parece estar más marcado por las variaciones en la precipitación que por las de la temperatura, al aplicar los preparados se produce una mejor respuesta del crecimiento de las plantas a esas variaciones que en el control. No ocurre lo mismo en las otras dos fincas, que parecen responder preferentemente a los cambios de temperatura.

En general, los resultados obtenidos hasta ahora parecen corroborar las afirmaciones existentes en la bibliografía respecto a la capacidad que tienen los preparados biodinámicos de “despertar” a las plantas a su entorno, hacerlas más presentes, actuando como un remedio universal, lo que favorece su crecimiento de forma más equilibrada y a menudo provocando un aumento de la producción.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barrios, J.C., M.T. Fuentes, J.P. Ruiz (1992) *El saber ecológico de los ganaderos de la sierra de Madrid*. Agencia de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid.
- De Blas, C. (1983) *Producción extensiva de vacuno*. Ediciones Mundi Prensa; Madrid.
- De Lucio, J.V., J. Gómez-Limón, L. Ramírez, J. García-Avilés, R. Colmenares (1992) *El estado de conocimiento del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares: Bases ecológicas para la conservación*. Serie Documentos nº 12. Centro de Investigación Fernando González Bernáldez; Soto del Real (Madrid).
- Florin, J.M. (1993) Les préparations Bio-Dynamiques: 70 années de recherche. *Biodynamis*, 2: 25-28.
- Koepf, H.H. (1988) *Bio-dynamics sprays*. Bio-Dynamic Farming and Gardening Association, Inc.; Kimberton (PA, EEUU).
- Koepf, H.H. (1989) *The biodynamic Farm*. Anthroposophic Press; Hudson (NY, EEUU).
- Mansvelt, J.D van, J.A. Mulder (1993) European features for sustainable development: a contribution to the dialogue. *Landscape and Urban Planning*, 27: 67-90.

- Petersson, B.D. (1977) Vergleichende Untersuchungen zum konventionellen und biologisch-dynamischen Pflanzenbau. *Lebendige Erde*, 5: 175-180.
- Petersson, B.D., E. von Wistinghausen (1979) *Effects of organic and inorganic fertilizers on soils and crops: results of a long term field experiment in Sweden*. Woods End Agricultural Institute.
- Podolinsky, A. (1985) *Biodynamic Agriculture: Introductory Lectures*. Vol. 1. Gavemer Publishing; Sydney.
- Sattler, F., E. von Wistinghausen (1992) *Bio-dynamic Farming Practice*. Bio-dynamic Agricultural Association; Stourbridge, Reino Unido.
- Schilthuis, W. (1994) *Biodynamic Agriculture*. Floris Books; Edinburgo.
- Singh, J.S., W.K. Lauenroth, R.K. Steinhorst (1975) Review and assessment of various techniques for estimating net aerial primary production in grassland from harvest data. *The Botanical Review*, 11: 181-232
- Staiger, D. (1988) Nutritional value of foods from conventional and biodynamic agriculture. *Ifoam bulletin for Organic Agriculture*, 4: 9-12.
- Thun, M. (1984) *Constelaciones y Agricultura Biológico-Dinámica*. Editorial Rudolf Steiner, Madrid.

# Control de varroosis con la cría de zánganos dirigida

**J. Llorente, M. Suárez, M. Higes**

*Centro Regional Apícola de Castilla-La Mancha. 19180 Marchamalo  
(Guadalajara)*

## RESUMEN

La varroosis, que ha causado graves problemas a las abejas de la miel, está controlada pero no se puede erradicar, por lo que es necesario buscar alternativas al uso continuado de productos químicos con poder acaricida. El control consistente en la cría de zánganos de forma dirigida, para su retirada antes del nacimiento, está dando resultados esperanzadores que habrá que confirmar en los próximos años. Se muestra como una alternativa válida para el control de *Varroa jacobsoni* Oud. en el periodo de mielada.

## INTRODUCCIÓN

La varroosis es una parasitosis externa causada por el ácaro *Varroa jacobsoni*, descrito por Oudemans en 1904, que afecta a las abejas en todas sus fases de desarrollo. Es una de las enfermedades más graves del insecto y, si no se trata convenientemente, produce una gran mortandad en sus colonias.

La llegada a España del parásito en 1985, y su rápida y amplia difusión por todo el país causó innumerables problemas al ya depauperado sector apícola y sirvió para aumentar el interés por esta parasitosis en ciertos grupos de la comunidad científica.

Una de las principales medidas seguidas entonces fue la búsqueda y utilización sistemática de productos químicos con poder acaricida, con el fin de reducir la infestación y la gran mortandad que causaba entre las abejas. Las investigaciones realizadas con este propósito en los países centroeuropeos tienen una validez relativa para nosotros, pues sus colmenares, manejo y condiciones climáticas son muy diferentes de los nuestros.

Los investigadores del Centro Regional Apícola, parte de un grupo de trabajo en el que intervenían técnicos de varias Comunidades Autónomas, realizamos una serie de ensayos para contrastar la eficacia e inocuidad de un amplio abanico de produc-



tos químicos, cuyos resultados trasferimos a los apicultores por medio de publicaciones de diversa índole (Llorente *et al.*, 1993).

En la actualidad, la varroosis está controlada pero no erradicada, lo que plantea la búsqueda de alternativas a estos tratamientos masivos con productos químicos, y enfocar el problema hacia medidas de control biotécnico genético y biológico de la enfermedad, como única posibilidad para reducir, limitar y, por qué no, suprimir la administración de productos acaricidas en la colmena, que pueden dejar residuos, tanto en forma de su molécula activa como de sus metabolitos, en los productos apícolas, principalmente en la miel (Kulincevic *et al.*, 1991; Vaillant, 1992; Le Conte, 1992).

La progresiva sensibilización de la sociedad por las contaminaciones alimentarias y la demanda cada día más fuerte de productos naturales y ecológicos, justifica suficientemente la búsqueda de estas alternativas en los procedimientos de lucha contra *V. jacobsoni*. Dentro de estas alternativas se incluiría el sistema de cría de zánganos dirigida, como posible método de control de la varroosis, que tiene su base científica en la neta preferencia del parásito por realizar la oviposición en celdillas de zángano (Königer *et al.*, 1981) hasta tal punto que la cría de zánganos es ocho veces más parasitada que la cría de obrera (Fuchs, 1990).

## MATERIAL Y MÉTODO

Realizamos el ensayo en el término municipal de Marchamalo, provincia de Guadalajara, sobre cinco colmenas tipo Langstroth, modelo Perfección, todas ellas sin alza en el momento de iniciar el ensayo. La base de estas colmenas estaba sobredimensionada en relación con la cámara de cría, para que en la parte superior del mismo cupiera un doble fondo con una malla de 3 mm de luz para impedir el paso de las abejas, y en el espacio entre la malla y el fondo exterior una bandeja de poliéster, extraíble por la parte trasera de la base, en la que recoger los ácaros que se desprenden de las abejas por muerte fisiológica. También utilizamos dos cuadros con cera estampada de celdillas de zángano, de mayor tamaño, por colmena. Uno está de reserva y lo ponemos cuando extraemos de la colmena el otro.

El método ha consistido en la producción de zánganos de forma dirigida mediante el empleo de cuadros con cera estampada con celdillas de zángano, que actuaron a modo de trampa caza-varroas al ser eliminadas de la colmena cuantas veces ha sido posible después de su operculación por las abejas y antes del nacimiento de las crías.

Iniciamos el ensayo el 29 de abril de 1993 con la sustitución en cada colmena de uno de los cuadros de la cámara de cría por otro con cera estampada para producir zánganos, que se emplaza en el centro de la mencionada cámara.

Posteriormente realizamos revisiones periódicas con el fin de observar la presen-

cia de cría en el cuadro introducido, para determinar el día (D) que la reina inició la oviposición y fijar así la fecha de su extracción, que siempre fue el D+ 24.

Introducíamos un nuevo cuadro y congelábamos durante varios días el cuadro de cría de zánganos extraído. Una vez quedaba el cuadro limpio, después de su desoperculación y extracción de las crías de abejas y sus parásitos, lo conservábamos para la posterior reutilización.

Repetimos este ciclo de operaciones cuantas veces fue posible durante la época de cría de zánganos. Paralelamente complementamos el ensayo recogiendo periódicamente los siguientes datos:

- Una vez a la semana, a partir del día del inicio del ensayo, recuento de varroas caídas por muerte fisiológica. Seguimos una técnica nueva, puesta a punto en este Centro, utilizando un marcador electromagnético muy exacto (error  $\pm 0,08\%$ ).
- Mensualmente observación del interior de la colmena para comprobar:
  - la presencia o ausencia de ácaros sobre las abejas
  - la manifestación de signos patógenos característicos de esta parasitosis (malformaciones anatómicas en abejas, cría muerta, etc.)
  - el vigor de las colonias base del ensayo.
  - la presencia o ausencia de cría de zánganos en otros lugares de la colmena.
- Medición de las producciones de las colmenas objeto del ensayo.

## RESULTADOS

El número de veces que extrajimos el cuadro con celdillas especiales (de zángano) varía entre las colmenas base del ensayo, ya que el inicio de la oviposición de la reina en estos cuadros se realizó con ciertas diferencias (Tabla 1).

Tabla 1. Calendario de introducción y cambio (C) de cuadros en las colmenas

Colmena nº	Nº cambios	Introducc.	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
1	3	29 abr	8 jun	30 jun	27 jul	-	-
2	5	13 may	8 jun	30 jun	27 jul	17 ago	16 set
3	5	13 may	8 jun	30 jun	23 jul	17 jul	16 set
4	4	20 may	8 jun	30 jun	27 jul	19 jul	-
5	4	13 may	8 jun	30 jun	27 jul	10 set	-

Cuando el porcentaje de celdillas parasitadas es elevado por escasez de puesta, hay más infestación por celdilla que cuando los ácaros disponen de mayores posibil-

idades de reproducirse por abundante puesta. Existe pues una autoregulación en la multiplicación, debido a la existencia de un equilibrio entre parásito y huésped (Tablas 2 y 3). Los resultados muestran una relación directa entre la tasa de infestación de las celdillas de zángano y la “caída” de ácaros (muerte fisiológica).

Tabla 2. Tasa de infestación en los cuadros

Concepto	Controles						Media
	1	2	3	4	5	6	
<b>Colmena 1</b>							
Nº celdillas desoperculadas	76	214	30	14			83,5
% de celdillas parasitadas	100	100	100	100			100
Nº total de ácaros	401	1.835	352	232			705
Nº de ácaros por celdilla parasitada	5,3	8,6	11,7	16,6			10,5
<b>Colmena 2</b>							
Nº celdillas desoperculadas	801	613	1.581	1.627	470	997	1.014,8
% de celdillas parasitadas	61,5	59,0	28,0	25,0	34,0	9,0	36,1
Nº total de ácaros	1.217	936	712	487	356	130	639,7
Nº de ácaros por celdilla parasitada	1,5	1,5	0,5	0,3	0,8	0,1	0,8
<b>Colmena 3</b>							
Nº celdillas desoperculadas	707	1.024	661	1.033	1.001	37	743,8
% de celdillas parasitadas	61,0	49,0	31,0	28,0	24,0	32,0	37,5
Nº total de ácaros	1.011	989	319	433	614	14	563,3
Nº de ácaros por celdilla parasitada	1,4	1,0	0,5	0,4	0,6	0,4	0,7
<b>Colmena 4</b>							
Nº celdillas desoperculadas	1.053	650	736	893	306		727,6
% de celdillas parasitadas	71,0	58,0	62,0	45,0	95,0		66,2
Nº total de ácaros	1.751	684	1.032	921	1.527		1.183,0
Nº de ácaros por celdilla parasitada	1,7	1,1	1,4	1,0	5,0		2,0
<b>Colmena 5</b>							
Nº celdillas desoperculadas	963	1.154	1.534	1.026	329		1.001,2
% de celdillas parasitadas	57,0	49,0	26,0	24,0	33,0		37,8
Nº total de ácaros	1.306	1.331	493	383	273		757,2
Nº de ácaros por celdilla parasitada	1,4	1,2	0,3	0,4	0,8		0,8

Tabla 3. Controles de “caídas” de varroas (muerte fisiológica)

Colmena n°	“Caída” media	Producción
1	730,8	20,3
2	117,4	33,4
3	155,8	36,6
4	341,5	24,8
5	134,9	26,4

## DISCUSION

No son muchos los investigadores que han tratado de frenar al ácaro *V. jacobsoni* por medio de la cría de zánganos dirigida, debido fundamente a la gravedad del proceso parasitológico, que había que abordar de forma drástica para evitar muertes masivas en las colonias apícolas.

No obstante, el que muchos de los productos químicos sólo pueden utilizarse en ausencia de cría, ha hecho que empiecen a considerarse los métodos sin el empleo de sustancias químicas.

Coincidimos con Rosenkranz y Engels (1985) en que este método permite evitar, al menos durante dos años, una intervención más radical. Sin embargo estamos también de acuerdo con Marletto *et al.* (1990) en que el sistema, debido fundamentalmente al nivel de conocimientos de nuestros apicultores, no es una técnica que pueda asegurar a largo plazo la supervivencia de la colonia. Respecto al bloqueo de la puesta de la reina, que propone Goetz y Goetz (1985), y la retirada sistemática de toda la cría operculada, que propone Maul (1983), tiene la ventaja que no debilita a la colonia (Llorente, 1993).

## CONCLUSIONES

El sistema es válido, pues hemos mantenido las colonias de abejas base del ensayo, sin utilizar productos químicos durante todo el año, y obtenido una cosecha media, que no difiere de otras colmenas que han recibido otro tipo de tratamiento.

El sistema tiene algunas limitaciones: exige un mayor número de visitas al colmenar; el periodo de cría de zánganos en las colmenas es limitado y está condicionado por el clima y la flora (factores que no podemos controlar); y limita la capacidad de la cámara de cría, por la inutilización de un cuadro.

Sera necesario seguir investigando en este y otros métodos que durante la época de mielada consigan mantener la tasa de infestacion de ácaros a unos niveles acepta-

bles, para evitar posibles contaminaciones y obtener una adecuada cosecha que compense el trabajo del apicultor.

## BIBLIOGRAFÍA

- Fuchs, S. (1990) Preference for drone brood cells by *Varroa jacobsoni* Oud. in colonies of *Apis mellifera carnica*. *Apidologie*, 21: 193-199.
- Goetz, L., C.H. Goetz (1985) Varroase. Méthode. Le blocage de la ponte, un espoir. *Rev. Française d'Apiculture*, 437: 15-18.
- Königer, N., G. Königer, N.H.P. Wijayagunasekara (1981) Observations on *Varroa jacobsoni* adaptation to its original lodger *Apis cerana* in Sri Lanka. *Apidologie*, 12: 37-40.
- Kulincevic, J.M., T.E. Rinderer, V.J. Mladjan, S.M. Bucu (1991) Control of *Varroa jacobsoni* in honey-bee colonies in Yugoslavia by fumigation with low doses of Fluvalinate or Amitraz. *Apidologie*, 22: 147-153.
- Le Conte, Y. (1992) Perspectives de lutte contre la Varroase. *La Santé de l'Abeille*, 132: 261-270.
- Llorente, J. (1993) Estudios sobre el tratamiento y control químico de la infestación por *Varroa jacobsoni* Oud. en Castilla-La Mancha. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- Marletto, I., A. Manino, A. Patetta (1990) Evoluzione della Varroasi in alveari sottoposti a periodica a sportazione di covata maschile. *L'Apicoltore Moderno*, 81: 3-9.
- Maul, V. (1983) *Varroa* elimination by means of brood limitation to "trapping combs". *Apidologie*, 14: 260-261.
- Rosenkranz, P. (1985) Retrait régulier du couvain male: une méthode biologique efficace pour atténuer les dommages causés aux colonies par *Varroa*. *La Santé de l'Abeille*, 90: 274-276.
- Vaillant, J. (1992) Nouvelles données sur les mécanismes de résistance des parasites aux insecticides et acaricides. *La Santé de l'Abeille*, 132: 275-278.

# La miel, indicador ambiental

**M.C. Fernández Maeso, E. Subrá Muñoz de La Torre, A. Ortiz Valbuena**

*Centro Regional Apícola de Castilla-La Mancha. 19180 Marchamalo.  
(Guadalajara)*

## RESUMEN

El progresivo aumento de la contaminación supone un grave peligro que debe conocerse y detenerse. Los indicadores ambientales son una herramienta extremadamente útil. En este trabajo presentamos una breve revisión de los estudios realizados sobre la utilidad de la miel como indicador ambiental para detectar las contaminaciones por metales pesados, isótopos radiactivos y plaguicidas.

Los trabajos que estudian los metales pesados, pretenden conocer la contaminación de la miel con elementos como el plomo, cobre, cadmio, mercurio y plata, procedentes del tráfico rodado y zonas industriales, y la relación entre ellos. La mayoría de los estudios sobre la radiactividad se han desarrollado después del accidente de Chernobyl en 1986, y se basan en la detección de los isótopos de cesio 137 y 134, y potasio 40. Hemos encontrado muchos artículos que analizan los plaguicidas presentes en la miel para evaluar el riesgo que implica en la nutrición, determinando y cuantificando estos compuestos y sus metabolitos, pero pocos son los que emplean la miel como indicador.

Después de efectuar esta revisión, podemos concluir que la miel, además de la abeja y otros productos de la colmena, es un indicador ambiental válido, cumple con varios de los requisitos exigidos y presenta ventajas como el fácil manejo y obtención, bajo coste y muestreo selectivo limitado a un área de varios km<sup>2</sup>.

## INTRODUCCIÓN

La acumulación de residuos de plaguicidas y contaminantes en el ambiente (atmósfera, sedimentos, agua, seres vivos, alimentos, etc.), se ha puesto de manifiesto desde hace ya años. La incidencia de estos compuestos y elementos en los ecosistemas supone un riesgo que es necesario conocer y siempre que sea posible reducir.

Como es sabido, el eslabón que un organismo ocupa en la cadena trófica es muy

importante para definir su categoría como indicador biológico. Diversos autores han estudiado las características que ha de cumplir un organismo indicador. En el ámbito apícola Butler *et al.* (1971) definen siete puntos, de los cuales la colonia de abejas cumple los siguientes: cosmopolita y sedentario, abundante y fácil de muestrear, acumulador, permite la integración en el tiempo -generalmente meses- de los contaminantes, y por último, existe suficiente información sobre la biología de la colonia. En este sentido, la miel puede interpretarse como un "apéndice acumulador" que complementa la información obtenida de la colonia sin destruirla.

Las abejas exploran áreas de unos 30 km<sup>2</sup> para recolectar elementos vitales para el desarrollo de su colonia (agua, propóleos, polen, néctar y mielatos) y por consiguiente los productos de la colonia se pueden relacionar con la contaminación local. Por otra parte, la facilidad de transporte y manejo de la colmena, junto a un coste razonable, permiten utilizar estos productos como indicadores ambientales.

Existen cuatro vías de entrada de contaminantes en la colonia: el cuerpo y aparato bucal de la abeja; el néctar; la ventilación de la propia colmena; las prácticas del apicultor sanitarias, sus manipulaciones, materiales en contacto con la miel, etc. En este estudio hemos considerado únicamente los residuos de fármacos y revisado los estudios realizados en la miel como indicador ambiental de metales, radiactividad y residuos de plaguicidas y tratamientos farmacológicos.

### **Indicador de metales**

Entre los primeros trabajos encontrados que hacen mención al uso potencial de la miel como indicador de contaminación ambiental por metales o como indicador de prospecciones minerales, están los de Tatsumo *et al.* (1968), Petrov (1970) y Lasceve *et al.* (1974).

Tong *et al.* (1975) estudiaron en EEUU 47 elementos en 19 muestras de miel producidas en áreas de elevada contaminación (tráfico rodado y plantas industriales). Las muestras próximas a carreteras tenían elevada concentración en Al, Ba, Cd, Cu, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Si. El origen de muchos de estos elementos fue la emisión de los vehículos y una fábrica de cemento próxima al lugar de experimentación. Sin embargo, en dos muestras tomadas cerca de una mina de Zn, no encontraron elevados niveles de este elemento.

Posteriormente, en la República Federal Alemana se produjo una declaración acerca de la idoneidad de la miel en este ámbito, que pasó a formar parte del Banco de Especímenes Ambientales Environmental Specimen Banking Project (Kayser *et al.*, 1982).

Kulike y Voget (1983) estudiaron 2.600 colonias de abejas procedentes del medio urbano de Berlín Este. La concentración media de plomo en la miel fue de 0,18 ppm.

Kerkvliet (1983) realizó un estudio encargado por el gobierno holandés, cuyos resultados mostraron que el contenido en Pb y Cd variaba según la zona o región de producción y la fuente floral (néctar o mielato). En mieles holandesas, la media de los resultados obtenidos en 15 muestras de origen floral fue de Pb 0,31 y Cd 0,014 ppm, mientras que para las mieles de mielato fue Pb 0,89 ppm y Cd 0,018 ppm. En 13 mieles importadas de ocho países hallaron un media de 0,30 y 0,009 ppm de Pb y Cd respectivamente. Ninguna de las muestras analizadas se aproximó a valores que pudieran ser peligrosos para la salud humana. Este autor concluye que para detectar la posible contaminación en una miel sospechosa, ésta debe compararse con otra de la misma especie floral y desarrollada bajo condiciones similares.

Para juzgar la utilidad de la miel como indicador de metales pesados, Crane (1984) revisa los trabajos realizados.

Jones (1987) estudia el valor potencial de la miel como indicador de contaminación ambiental en diferentes puntos de Gran Bretaña, con 50 muestras de miel en las que se analizó el contenido en Ag, Cd, Pb y Cu. También analizó las tierras en que se hallaban las plantas pecoreadas por las abejas en la recolección del néctar. En el Pb sólo una de las muestras presentaba un nivel elevado, y procedía de zonas de tierra contaminada por este elemento. Las mieles procedentes de las inmediaciones de zonas urbanas e industriales de Birmingham y Liverpool contenían elevadas concentraciones de Ag, Cd y Pb. Pero las muestras que se esperaban influidas por la proximidad a vías de tráfico rodado intenso (suceptibles de elevada deposición atmosférica) no mostraron elevación en el contenido en Pb. Este autor concluye que en general no existe correlación entre el contenido de estos elementos en la tierra y la miel; que no se conoce con exactitud la forma en que la miel refleja la composición en elementos minerales de las plantas visitadas, de la tierra o de la deposición atmosférica; que la miel no es una de las herramientas más sensibles para evaluar la contaminación ambiental por metales pesados, debido a la baja concentración en que se hallan presentes en la miel y a la gran variabilidad ocasionada por factores como la fuente origen, la densidad floral, la época del año, las lluvias, etc.

Bogdanov *et al.* (1986) estudian el contenido en metales de mieles florales y de mielato procedentes de zonas suizas muy contaminadas (grandes ciudades, autopistas, áreas de incineración). En general, encuentran una relación positiva entre el Pb y el Cd de la miel y su concentración ambiental. También observaron que mientras la concentración de Pb aumentaba hasta duplicarse, la de Cd no variaba; la explicación hallada fue que este último llega a la planta a través de la tierra, mientras que el Pb lo hace a través del aire. Observan que las cantidades metales de las mieles de mielato respecto a las de origen floral es de dos a cuatro veces superior y que se debe a la mayor superficie de exposición. Como conclusión, estos autores consideran a la miel como buen indicador del Pb en áreas de varios km<sup>2</sup> de una región contaminada.

Krunic *et al.* (1989) realizaron un estudio comparativo sobre la contaminación



de la miel con arsénico procedente de los gases emitidos por una industria de la zona este de Serbia. Analizaron muestras de colmenas envenenadas procedentes de zonas cercanas a la fábrica y de otras zonas que no habían sufrido daños. Las mieles de las zonas contaminadas no presentaban un aumento elevado de arsénico, mientras que el polen y las abejas lo tenían en exceso. La explicación encontrada fue que la baja concentración de arsénico en la miel podía deberse a dos causas: a que la secreción del néctar por las plantas se realiza en un corto periodo, que no da tiempo a que se acumule la contaminación ambiental; y a que durante la transformación del néctar en miel las abejas retengan parte de las partículas contaminantes en su tracto intestinal, de forma que reducen la concentración de arsénico en la miel.

Serra (1989) explica que el gran contenido en Pb de algunas mieles de la provincia de Huelva, puede proceder de la contaminación ambiental del aire y del agua, especialmente si son zonas industriales petroquímicas.

Rowarth (1990) estudia el contenido en Pb de 59 mieles procedentes de Nueva Zelanda. Las muestras procedían de zonas próximas a diferentes localidades industriales. Las cantidades de Pb no sobrepasaron en ningún caso los límites admitidos en alimentación .

Accorti *et al.* (1990) estudiaron la utilidad de la miel como indicador de la contaminación por Pb debida al tráfico rodado. En 62 muestras de miel tomadas durante tres años, aparecieron diferencias según el origen: las mieles de mielato tenían más Pb que las de origen floral. Se atribuyó a que estas mieles tienen una mayor superficie de contacto con la atmósfera y un periodo de recolección más largo. Concluyen que la abeja es un excelente bioindicador (en su papel de colector) y bastante adecuado por el bajo coste que supone.

Schmutzler (1991) mediante un aumento controlado de Pb en la alimentación de las abejas, examina el contenido final en la miel, cera y abejas. Este elemento aumenta al aumentarse en la alimentación, pero no se reparte por igual en abejas, miel y cera, sino que en las abejas se encuentra la mayor concentración.

Fodor *et al.* (1993) tomaron mieles en dos áreas diferentes de Hungría, una procedente de las cercanías de Budapest, principal núcleo industrial del país, y otra de una zona agrícola y no contaminada. Estudiaron la concentración de Al, Ba, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Na, Mn, P, Zn, Pb y Cd. En casi todos los casos, las concentraciones de estos elementos en las muestras procedentes del área industrial, fueron superiores. El aumento se consideró significativo en casi todos los elementos medidos, e importante desde el punto de vista ambiental para el caso del Cd, Cu, Pb, Zn. Concluyen que la miel es un excelente indicador de la contaminación.

Cesco *et al.* (1994) realizan un estudio con el fin de ver la utilidad de la abeja como indicador de contaminación ambiental, determinando el contenido en Cd y Pb de los productos de doce colmenas situadas en zonas cercanas a carreteras con alta densidad de tráfico. Según los resultados obtenidos, el Pb se acumuló en mayor concentración en la jalea real y los propóleos, mientras que en el polen y la miel apare-

cen en menor concentración; el Cd se acumuló principalmente en la jalea real, mientras que en el resto de los productos aparece en una cantidad media.

En general podemos afirmar que existe unanimidad en considerar a la miel como un indicador más de la contaminación por metales pesados (Gajewska *et al.*, 1984; D'Ambrosio y Marchesini, 1982; Gulvas *et al.*, 1992).

### **Indicador de radiactividad**

Los isótopos radiactivos pueden llegar a la miel por tres rutas. Al igual que los cationes, se hunden en la tierra y las raíces los absorben, igual que las hojas de las plantas; pasan al floema y están a disposición de las abejas a través del néctar, el polen y los mielatos. Cuando son transportados por el aire, pueden depositarse sobre el néctar y los mielatos antes que sean recogidos por las abejas. Por último, pueden entrar directamente en la colmena.

Djuric *et al.* (1990) estudiaron en diferentes tipos de miel la presencia de los isótopos Cs-137, Cs-134, I-131, Ru-103 y Ru-106 antes y después del accidente en Chernobyl en 1986. Antes del accidente sólo aparecía radiactividad debida al Cs-137; inmediatamente después la concentración de los productos de la fisión aumentó considerablemente. En este trabajo evaluaron la utilidad de la miel como indicador, teniendo en cuenta estas observaciones.

Giovani *et al.* (1991) durante el periodo siguiente al accidente en Chernobyl, midieron la radiactividad mientras tomaban más de 100 muestras ambientales y de alimentos procedentes de 50 localidades del noreste de Italia. Los análisis revelaron la presencia de Cs-137 y Cs-134, y grandes diferencias entre las mieles según su origen floral, y dentro de las mieles de un mismo tipo floral, según el lugar de procedencia atribuyéndose a que la dispersión de las partículas no fue uniforme en toda la región. Los niveles encontrados no eran peligrosos, pero suficientes para ser medidos por espectrometría gamma. En conclusión, considerando la rapidez con que se efectúa la medida y la facilidad de toma de las muestras, la miel es un buen indicador de la contaminación radiactiva ambiental.

Bonazzola *et al.* (1991) tomaron muestras de miel, flores y tierra de diferentes localidades del Piamonte tras el accidente de Chernobyl, y midieron las concentraciones de K-40, Cs-134, Cs-137. Según los resultados, la contaminación se produjo principalmente a través del néctar. Observaron que existían diferencias según el origen floral y aconsejaron, a efectos comparativos, utilizar mieles monoflorales con un mismo origen floral, debido a que la concentración varía según la especie. Las mieles multiflorales no resultaron útiles por tener una composición variable.

Basiric *et al.* (1992) estudiaron en la miel, el polen y las plantas la contaminación por Cs-137 en la República de Croacia cuatro años después del accidente de Chernobyl. El Cs-137 en la miel informa sobre la contaminación y su absorción por

las plantas (el Cs-137 pasa de la atmósfera al suelo, donde el agua lo arrastra verticalmente, migración que puede verse interrumpida por los procesos de adsorción). Los resultados obtenidos indican que existe una correlación entre las proporciones encontradas en las plantas y en la miel, y que la cantidad de Cs-137 en la miel depende de las cantidades que existen de este ión en la fracción soluble de la tierra, que varían ampliamente según los micronutrientes y el tipo de tierra.

Horn (1993) ha estado midiendo en las mieles el contenido de Cs-137 desde que se produjo el accidente de Chernobyl, y ha publicado los resultados anualmente. Ha revisado y valorado en conjunto los datos de las muestras procedentes de Baden Wurttemberg (Alemania). En mieles de origen floral, los valores fueron bajos desde 1988, y en 1992 no se detectó Cs-137. En mieles de mielato, los valores medios anuales para 1988-1991 disminuyeron de 20,1 a 9,0 Bq/kg, pero en 1992 el nivel aumentó de nuevo a 23,0 Bq/kg. Los valores de mieles mixtas de mielato y florales fueron variables (0 en 1989 y 20,3 Bq/kg en 1991).

### **Indicador de plaguicidas**

Los residuos de plaguicidas en las mieles pueden provenir de la contaminación ambiental o de tratamientos de las colonias de abejas con medicamentos. Entre los trabajos seleccionados, unos están dedicados al análisis de medicamentos que se utilizan en la colonia, otros a los residuos de tratamientos fitosanitarios, y algunos comentan la implicación ambiental.

Grandi (1975) analizó 29 muestras de miel italiana para determinar el contenido en 10 plaguicidas clorados y 2 fosforados. Los resultados medios obtenidos fueron: 0,0041 ppm de DDT totales, 0,0024 ppm de parathion, 0,0017 ppm de p.p' DDD, y en cantidades menores de 0,0005 ppm el lindano, BHC, p.p' DDE .

Sabatini y Savigni (1976) analizaron el contenido de plaguicidas organoclorados y organofosforados de muestras de miel de la región italiana de Emilia-Romagna. De los plaguicidas encontrados en cantidades mayores de 0,001 ppm, el lindano estaba en 6 de las 45 muestras examinadas, el aldrin en 4, el DDT en 4 (en mayor concentración de 0,04 ppm) y el DDD y dieldrin cada uno en una única muestra. Cantidades traza (por debajo de 0,001 ppm) de organoclorados, principalmente lindano y aldrin, estaban presentes en 17 muestras. No detectaron plaguicidas organofosforados.

Estep *et al.* (1977) identificaron varios insecticidas organoclorados en muestras de miel y cera producidas en colmenas de diferentes partes de Tennessee. Varios de los insecticidas encontrados no habían sido usados en las proximidades de las colmenas, y por tanto su aparición se debió a la contaminación ambiental.

Flamini (1986) entre 1974 y 1985 analizó 620 muestras de miel buscando su contaminación por fitosanitarios agrícolas. 504 muestras dieron resultados nega-

tivos, en 39 aparecieron organoclorados, en 41 organofosforados, en 33 carbamatos y otros, y en 3 piretroides de síntesis. Es decir que el 81% de las mieles no presentaron contaminación por residuos, lo cual indica que la miel es un producto relativamente sano, y la abeja una barrera sanitaria. Los resultados también reflejaron la evolución en el uso de las diversas categorías de los productos fitosanitarios. Por ejemplo los piretroides no se detectaron hasta los años 80, cuando comenzaron a ser usados; los organofosforados se mantienen a lo largo de estos años; y los organoclorados disminuyeron a la mitad de 1974 a 1985.

Rodríguez *et al.* (1988) analizaron varios medicamentos utilizados en el tratamiento de la varroosis: thiaxolina (Apitol®), malathion, ethion, bromopropilato (Folvex®), amitraz (Tactic®), coumaphos (Asuntol®) y fluvalinato (Mavrik®). En general no encontraron valores elevados de estos plaguicidas, salvo en tres muestras en que detectaron concentraciones elevadas de otras sustancias.

Thrasylvoulou y Pappas (1988) analizaron el contenido en malathion y coumaphos, dos de los plaguicidas más usados por los griegos para la varroosis. Los resultados indicaron que los niveles de estos compuestos en la miel disminuyen en un 92 y 95% respectivamente, a los tres meses de almacenamiento. Estas dos sustancias pueden encontrarse en la miel, pero en proporciones que no son peligrosas para la salud humana.

García *et al.* (1990) analizaron diez plaguicidas organofosforados en 36 muestras de miel recogidas en la provincia de Lugo durante 1988. De las muestras investigadas, sólo 10 no presentaron residuo alguno de plaguicidas. En el resto detectaron hasta 6 plaguicidas distintos. Zolone® -uno de los más utilizados- se encontró en 16 de las muestras analizadas, y Ronnel® y Diazinon® en 5 muestras.

Borneck (1991) analizó los residuos en las mieles de los productos de tratamiento antivarroa fluvalinato (Apistan®), bromopropilato (Folbex VA®), amitraz (Tactic®), fenotiazina, y mentol. En ningún caso los valores superaron la ingesta diaria admisible, determinada por las normas de la FAO-OMS para el conjunto de los productos alimentarios.

Kubik *et al.* (1991) situaron cuatro colmenas en una plantación de frambuesas que habían sido fumigadas con Smilex 50 WP® (procymidona). Extrajeron la miel de cada colmena y analizaron el polen y la procymidona, las concentraciones encontradas en las mieles un mes después de su extracción no se correspondían con la cantidad de polen de frambuesa que aparecía en la miel. Los autores concluyen que la existencia de este producto en la miel puede deberse a otras fuentes de contaminación ambientales.

Lodesani *et al.* (1992) estudiaron los residuos de los acaricidas amitraz, fluvalinato, bromopropilato y timol, utilizados en el tratamiento de las colmenas durante un periodo de tres años. En la miel procedente de las alzas de las colmenas no encontraron ninguno de estos productos, pero el bromopropilato y el timol estaban presentes en la miel procedentes de la cámara de cría.

En 1992 el Servicio Veterinario Francés analiza alimentos de origen animal: carne, productos lácteos, miel y pescado (Contrôles de résidus dans les denrées animales. L'Abeille de France 769: 116-118). Los residuos de plaguicidas buscados eran organoclorados, organofosforados y policlorobifenilos (PCB). La presencia de estos compuestos en los alimentos puede deberse a dos causas: la contaminación por los materiales en contacto con los alimentos y, con mayor probabilidad, a la contaminación ambiental. De 140 muestras de miel, 12 contenían residuos de plaguicidas.

Fernández *et al.* (1993) analizaron en mieles los residuos de 15 plaguicidas organofosforados (eligieron este tipo de plaguicidas por ser los de más uso, mayor degradabilidad y menor persistencia en el entorno) utilizados en el tratamiento de vegetales y en colmenas durante tres años. Encontraron 6 en concentraciones muy inferiores a los límites máximos de residuos permitidos para productos vegetales.

La Honey Packers and Marketers Association of Australia Inc. (1993) en su boletín num. 28 comentó los análisis realizados a las muestras de miel de 75 apicultores proveedores de la Honey Corporation of Australia (HCA). Los resultados indicaron que si un apicultor usaba fenol para desabejar los cuadros antes de extraer la miel, existía una elevada probabilidad (> 90%) de que el fenol estuviera presente en la miel extraída. En las muestras examinadas, la concentración de fenol variaba desde trazas (< 0,2 mg/kg) a 12 mg/kg. La media en las mieles tratadas con fenol por los usuarios fue de 4,3 mg/kg. También se comprobó que cuanto mayor era el volumen de negocio del apicultor, mayor era el contenido de fenol en la miel. La HCA ha aconsejado a los apicultores que dejen de usar fenoles y otros productos químicos para el desabejado antes de la extracción de la miel.

## CONCLUSIONES

En general existe unanimidad en la utilización de la miel como indicador de contaminaciones por metales pesados, isótopos radiactivos y plaguicidas.

La contaminación por metales está localizada en áreas de tráfico intenso, industriales y urbanas. En la contaminación radiactiva existen diferencias puntuales según las áreas de deposición. En los plaguicidas la variabilidad es mayor debido a la multitud de productos empleados y la contaminación está más extendida debido al uso masivo de productos en la agricultura convencional y medicamentos.

No se ha detectado niveles que sobrepasaran los límites establecidos o que pudieran ser peligrosos para la salud humana.

Para obtener conclusiones acertadas es necesario conocer bien los mecanismos de producción de miel y manejo de la colmena, por consiguiente el diseño del experimento debe concretar adecuadamente estos extremos.

Las ventajas de la utilización de la miel como indicador de la contaminación

pueden centrarse en su facilidad de producción, muestreo selectivo en un área de unos km<sup>2</sup>, y bajo coste del análisis.

Para preservar la calidad y cualidades de la miel, los asentamientos de las colmenas se han de encontrar siempre lejos de zonas industriales, vías transitadas por el tráfico rodado o cualquier otra fuente presumible de contaminación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Accorti, M., R. Guarcini, G. Modi, L. Persano Oddo (1990) Urban pollution and honey bees. *Apicoltura*, 6: 43-55.
- Barisic, D., S. Lulic, N. Kezic, A. Vertacnik (1992) Cs in flowers, pollen and honey from the Republic of Croatia four years after the Chernobyl accident. *Apidologie*, 23: 71-78.
- Bogdanov, S., B. Zimmerli, M. Erard (1986) Heavy metals in honey. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.*, 77: 153-158.
- Bonazzola, G.C., R. Ropolo, A. Patetta, A. Manino (1991) Distribution of fallout radionuclides in soil, plants, and honey. *Health Physics*, 60: 575-577.
- Borneck, R. (1991) Les résidus des produits de traitement antivarroa dans les miels et les cires. *La Santé de L'Abeille*, 126: 36-38.
- Butler, P.A., L. Ander, G.J. Bonde (1971) *Fisheries Reports*, 99. FAO.
- Cesco, S.; R. Barbattini, M.C. Agabiti (1994) L'ape: insetto test dell'inquinamento ambientale da cadmio e piombo? *L'ape nostra amica*, 16: 34-38.
- Crane, E. (1984) Bees, honey and pollen as indicators of metals in the environment. *Bee World*, 65: 47-49.
- D'Ambrosio, M., A. Marchesini (1982) Ricerche sull'inquinamento ambientale da metalli pesanti effettuate su campioni di miele. *Atti. Soc. Ital. Sci. Nat. Mus. Civ. Star. Nat. Milano*, 123: 342-348.
- Djuric, J., D. Popovich, D. Popeskovic, D. Petrovic (1988) The level of natural and fallout radionuclides in honey. *Acta Veterinaria Yugoslavia*, 38: 293-298.
- Estep, C.B., G.N. Menon, H.E. Williams, C. Cole (1977) Chlorinated hydrocarbon insecticide residues in Tennessee honey and beeswax. *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology*, 17: 168-174.
- Fernández García, M.I., M.A. García Fernández (1993) Determinación de plaguicidas en miel. *Vida Apícola*, 57: 48-53.
- Flamini, C (1986) *Analyse de divers types de résidus en apiculture*. Tesis doctoral. Universidad de Niza.
- Fodor, P., E. Molnar (1993) Honey as an Enviromental indicator: Effect of sample preparation on trace element determination by ICP-AES. *Mikrochim. Acta*, 112: 113-118.
- Gajewska, R., M. Nabrzyski, O. Gajek (1984) Trace elements in honey. *Bromatol. Chem. Toksykol.*, 17: 259-260.
- García, M.A., A.M. González, C. Herrero, M.J. Melgar, B. Fernández, E. Gómez, M.I. Fernández (1990) Determinación de residuos de plaguicidas organofosforados en mieles de la provincia de Lugo mediante cromatografía de gases. *V Congreso Nacional Apícola*, 142-144.
- Giovani, C., R. Padovani, F. Frilli, R. Barbattini, M. Iob (1991) Il miele come indicatore

- della contaminazione radioattiva. *Apicoltura*, 7: 137-149.
- Grandi, A. (1975) Preliminary research on the chlorate insecticides and phosphoric esters content in some italian honeys. *Riv. Sci. Tecn. Alim. Nutr. Um.*, 5: 103-104.
- Gulyas, S. A. Molnar, B. Margit (1992). Effects of environmental pollution on the composition of néctar and honey. *Novenyvedelen (Budapest)*, 28: 119-121.
- Honey Packers and Marketers Association of Australia Inc. (1993) Phenol residue in honey. *Australian Bee Journal*, 74 (3) 15.
- Horn, H. (1993) Radioactive residues in honey- 6 years after Chernobyl. *Deutsches Bienen-Journal*, 1: 434-437.
- Jones, K.J. (1987) Honey as an indicator of heavy metal contamination. *Water, Air, and Soil Pollution*, 33: 179-188.
- Kayser, D., U.R. Boehringer, F. Schmidt-Bleet (1982) *Environmental Monitoring Assessment*, 1: 241.
- Kerkvliet, J.D. (1983) Lood en cadmiungehaltes van honig. *Maandschr. Bijent.*, 85: 251-253.
- Kronic, M.D., L.R. Terzic, J.M. Kulincevic (1989). Honey resistance to air contamination with arsenic from a copper processing plant. *Apidologie* 20: 251-255.
- Kulike, H, M. Voget (1983). Bienenhonig als biologischer Indikator für die Blei-und Cadmiun-Immission aus der Luft. *Allg. dt. Imkerztg* 17(10): 323-324.
- Kubik, M., A. Pidek, W. Goszczynski, J. Nowacki, L. Michalzczuk (1991) Can "Sumilex" applied to the raspberry plantation be the source of contamination of bee honey? *Fruit Science Reports*, 28: 119-124.
- Lasceve, G, M. Gonnet (1974) Analyse par radioactivation du contenu minéral d´ un miel. Possibilité de préciser son origine géographique. *Apidologie*, 5: 201-223.
- Lodesani, M., A. Pellacani, S. Bergomi, E. Carpana, T. Rabitti, P. Lasagni (1992) Residue determination for some products used against Varroa infestation in bees. *Apidologie*, 23: 257-272.
- Petrov, V. (1970) Mineral constituents of some Australian honeys as determined by atomic absorption spectrophotometry. *J. Agric. Res.*, 9: 95-101.
- Rodríguez, M.C., P.M. Hidalgo, A. Téllez (1988) Determinación de plaguicidas en miel. *IV Congreso Nacional Apícola*, 277-281.
- Rowarrt, J.S. (1990) Lead concentration in some New Zealand honeys. *Journal of Apicultural Research*, 29: 177-180.
- Sabatini, A.G., G. Savigni (1976) Residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en muestras de miel producidas en Emilia-Romagna. *Riv. Sci. Tecn. Alim. Nutr. Um.*, 6: 167-170.
- Schmutzler, F. (1991) Noxious substances and bees. Examination with lead to the problem of biological indicators. *Wissenschaft und Umwelt*, 3: 117-120.
- Serra Bonvehí, J. (1989) Características físico-químicas. Composición de la miel de eucalipto (*Eucaliptus* sp.) producida en España. *Anales de Bromatología*, 41: 41-56.
- Tatsuno, T., T. Shiroti, M. Iwaida *et al.* (1968) Determination of harmful metals in foods: VII. Lead and copper contents in honey. *J. Hyg. Chem.*, 14: 327-330.
- Thrasylvoulou, A.T., N. Pappas (1988) Contamination of honey and wax with malathion and coumaphos use against the Varroa mite. *Journal of Apicultural Research*, 27: 55-61.
- Tong, S.C., R.A. Morse, A.C. Bache, J.D. Lisk (1975) Elemental Analysis of Honey as an Indicator of Pollution. Forty-seven elements in honeys produced near highway, industrial and mining areas. *Arch. Environ. Health*, 30: 329-332.

# **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 la alta montaña madrileña**

**J. Pérez Sarmentero\*, A. Molina\*, R. Colmenares\*\***

*\* ETSI Agrónomos. Avda de la Complutense s/n. 28040 Madrid. \*\* Centro de Investigación Fernando González Bernáldez. c/ San Sebastián 71. 28791 Soto del Real (Madrid).*

## **RESUMEN**

Se ha estudiado la influencia de diferentes modos de abonado en la actividad enzimática del suelo y la calidad del forraje, en una finca ecológica de la Sierra madrileña. Para ello se establecieron 16 parcelas experimentales de 5 x 6 m cada una, y separación de un metro, con una disposición de cuadrado latino. Se ensayaron cuatro variables en el abonado: compost de estiércol de ganado vacuno, con y sin preparados biodinámicos, abono químico y testigo. Se sembró la mezcla avena y veza en otoño y se cosechó en primavera. Se analizaron las propiedades físico-químicas del suelo, junto con su actividad biológica total y la actividad enzimática de fosfatasas y  $\beta$ -galactosidasas. Finalmente se evaluó la productividad, el contenido en humedad, la fibra, la grasa, los azúcares y la proteína bruta del cultivo, observándose diferencias, en algunos casos significativas, con una probabilidad del 90 o del 95%.

## **INTRODUCCIÓN**

La agricultura ecológica implica un manejo del sistema suelo-planta diferente al de la agricultura convencional, y cuando se introducen cambios en el manejo del sistema, éstos afectan a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Consecuentemente, estos cambios influyen en la productividad y en las características del producto obtenido (Verstraete y Voets, 1977).



La mayor parte de las enzimas del suelo proceden de los microorganismos que debido a su gran biomasa, elevada actividad metabólica y corta vida, liberan una cantidad relativamente mayor de enzimas extracelulares que los animales y las plantas (Speir y Ross, 1978). Las enzimas presentes en el suelo se encuentran inmobilizadas o estabilizadas en diversas formas (Weetall, 1975).

La actividad enzimática del suelo depende del clima, del cultivo, las propiedades edáficas y el acondicionamiento del suelo, por lo que se encuentra estrechamente relacionada con su fertilidad (Zhon *et al.*, 1983). Las enzimas del suelo también son muy importantes para describir y hacer predicciones acerca del funcionamiento de un ecosistema y las interacciones entre subsistemas. En este sentido se han realizado numerosos estudios para identificar los cambios en la actividad enzimática del suelo causados por la lluvia ácida, los metales pesados, los plaguicidas y otros productos químicos de uso industrial o agrícola (Dolgova, 1978; Ladd, 1985).

La actividad de determinadas enzimas, como las deshidrogenasas, se ha usado para calcular la actividad microbiana total de un suelo, y se ha encontrado que posee una buena correlación con otros métodos como el de la respiración del suelo, más antiguo y conocido. Nosotros la hemos determinado a partir de la hidrólisis del diacetato de fluoresceína, que resulta ser una prueba más sensible y rápida que la actividad deshidrogenasa (Schnurer y Rosswal, 1982). La hidrólisis de este sustrato se realiza por diversas enzimas, como lipasas y estereras (Guilbault y Kramer, 1964).

Varias enzimas liberan nutrientes específicos para las plantas durante el proceso de mineralización de la materia orgánica. En este sentido, las fosfatasas han sido ampliamente estudiadas en los suelos agrícolas (Speir y Ross, 1978). Las fosfatasas engloban un grupo de enzimas que catalizan la hidrólisis de los ésteres y anhídridos del ácido fosfórico, estando por tanto relacionadas con la mineralización del fósforo orgánico presente en el suelo.

Otras enzimas, como las  $\beta$ -galactosidasas, que hidrolizan la lactosa, originan productos que constituyen una importante fuente energética para los microorganismos del suelo.

En el presente trabajo se estudian la variación de la actividad de estereras, fosfatasas y  $\beta$ -galactosidasas en el suelo, en función de la profundidad y tipo de abono empleado. También se recogen datos de productividad y de determinados parámetros de calidad del cultivo. Con estos últimos se ha realizado el correspondiente tratamiento estadístico, a fin de detectar posibles diferencias.

Evidentemente los resultados de la comparación entre los abonados químico, con compost y compost con preparados biodinámicos, obtenidos en el año comprendido entre julio de 1992 y julio de 1993, sólo son orientadores. Para llegar a conclusiones definitivas sería necesario un estudio de varios años y considerar no sólo la fertilidad, sino el manejo del sistema en conjunto.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se han realizado en una finca de 2,4 ha, conocida con el nombre Las Puentes, situada en el noroeste de la provincia de Madrid, en el término municipal de Cercedilla. Esta parcela ha sido cultivada durante ocho años siguiendo el método biodinámico y antes de nuestro estudio se sembró, cuatro años con alfalfa y a continuación un año con la mezcla centeno-veza.

El clima de la zona está entre mediterráneo templado y mediterráneo frío, que junto con las temperaturas extremas, según la clasificación agroclimática de Papadakis posee unos inviernos tipo avena o trigo y unos veranos tipo arroz, maíz o trigo. Su potencialidad agroclimática es de 6 a 12 toneladas de m.s./ha y año en secano y de 15 a 30 toneladas de m.s./ha en regadío.

Se realizaron los experimentos en parcelas de 30 m<sup>2</sup>, dejando pasillos de un metro entre parcelas, en distribución de cuadrado latino de 4 x 4. Las variables ensayadas fueron compost, compost con preparados biodinámicos, abono químico y testigo. Las dos clases de compost se prepararon en la finca utilizando estiércol vacuno, hecho con paja de trigo en la proporción de 9 kg de paja por vaca y día. El abono químico fue un complejo soluble (15:15:15). La cantidad de compost utilizada fue de 20 toneladas por hectárea y la cantidad de abono químico (98 kg de N/ha) se determinó de forma que el nitrógeno aportado fuese equivalente al aportado por el compost. El abono químico se añadió en primavera, por considerarse esta época la más apropiada para su aprovechamiento por el cultivo.

Se extendió el compost, y se dio un pase de cultivador para enterrarlo superficialmente, antes de realizar la siembra. La preparación del terreno para la siembra consistió en un pase de cultivador, rastra y rodillo. La siembra se realizó a finales de octubre, a voleo y utilizando 150 kg/ha de avena procedente de un agricultor biodinámico y 75 kg/ha de veza procedente de un agricultor convencional. En las parcelas abonadas con compost biodinámico se añadió el preparado 500 a primeros de noviembre.

Para las mediciones físico-químicas del suelo se aplicaron los métodos oficiales de análisis del Ministerio de Agricultura (MAPA, 1986).

Se midió la actividad biológica total del suelo con el método de Schnurer y Rosswall (1982) de hidrólisis del diacetato de fluoresceína.

Se determinó la actividad de las fosfatasas y  $\beta$ -galactosidasas midiendo la cantidad de p-nitrofenol liberado después de la incubación de un gramo de suelo con el correspondiente sustrato, a 37°C y siguiendo el método descrito por Rodríguez-Kábanas *et al.* (1989). Los sustratos utilizados fueron el p-nitrofenil fosfato para la determinación de fosfatasas y p-nitrofenil-b-D-glucopiranosas para la determinación de  $\beta$ -galactosidasas.

Los análisis de proteínas, fibra, cenizas y humedad fueron realizados por el Laboratorio Regional Agrario de Algete (Madrid).

Para las pruebas de significatividad de las diferencias entre tratamientos, tanto de producción como de contenido de humedad y composición química del cultivo, se utilizó la prueba Anova con el paquete estadístico Statview de Macintosh.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los datos de la Tabla 1 se deduce que por su textura es un suelo franco-arenoso, con un pH bastante ácido, deficiente en fósforo, cuya fertilidad se encuentra mejorada por el elevado contenido de materia orgánica.

Tabla 1. Características físico-químicas del suelo

Arcilla %	13,8	C %	3,4
Limo %	14,2	N %	0,3
Arena %	28,4	C/N	11,3
pH (1:25)	5,4	P (ppm)	2
Conductividad (mhos/cm)	230	K (ppm)	260
M.O. %	5,8	CIC (meq/100g)	15

Los datos de la Tabla 2 fueron obtenidos el 5 de julio, después de recolectar el cultivo previamente existente y antes de añadir el abono de compost correspondiente al presente estudio.

Tabla 2. Actividad enzimática y porcentaje de carbono a diferente profundidad

Profundidad (cm)	Esterasas µg/g y h de fluoresceína	Fosfatasa µg/g y h de p-nitrofenol	β-galactosidasas µg/g y h de p-nitrofenol	% C
0-10	80	170	11	3,4
10-30	30	80	3	2,3
30-60	20	40	2	1,1

Los valores de las actividades enzimáticas de cada uno de los tres grupos de enzimas recogidos en la Tabla 2, indican que la actividad máxima se encuentra en la superficie, lo que puede atribuirse a los mayores contenidos de carbono, nitrógeno y fósforo disponibles en esta zona (Boligar *et al.*, 1988).

Asimismo, las actividades enzimáticas y el porcentaje de carbono disminuyen con la profundidad, y existe una correlación positiva entre las actividades enzimáticas y el porcentaje de carbono a diferentes profundidades. Probablemente esta correlación se deba a que los enlaces entre las enzimas y los complejos ácido-húmicos del suelo protegen a éstas de su descomposición (McLaren, 1975).

En la Tabla 3 se recogen los datos correspondientes a las actividades enzimáticas del suelo en otoño, veinte días después de añadir el compost (20 de noviembre de 1992), en invierno, tres meses después (5 de febrero de 1993) y en primavera (27 de abril de 1993).

Tabla 3. Actividad enzimática del suelo en otoño (O), invierno (I) y primavera (P)

Parcela	Esterasas µg/g y h de fluoresceína			Fosfatasas µg/g y h de p-nitrofenol			β-galactosidasas µg/g y h de p-nitrofenol		
	O	I	P	O	I	P	O	I	P
Control	60	90	250	270	350	390	25	25	34
Biodinámica	90	120	280	280	370	420	25	25	34
Biológica	90	120	270	270	360	420	25	25	34
Exceso de compost		150	450		420	1.460		34	40
Abono químico			300			1.190			34

En los primeros análisis (otoño), la actividad biológica (esterasas) es ligeramente superior en las parcelas biológicas y biodinámicas, que han recibido compost, que en las de control. Sin embargo, la actividad enzimática de fosfatasas y β-galactosidasas es prácticamente la misma en las parcelas que han recibido compost y en las de control. Esto puede ser debido a que los suelos son pobres en fósforo, ricos en materia orgánica y se ha adicionado una pequeña cantidad de compost. Al repetir estos análisis tres meses después, en invierno, se observaron valores ligeramente más altos para la actividad biológica total (esterasas) y la actividad de las fosfatasas, permaneciendo constante la actividad de las β-galactosidasas.

En esta misma fecha se analizó también una zona próxima a la de las parcelas de ensayo, que había recibido tres veces más cantidad de compost que nuestras parcelas (en la Tabla 3 se indica como "exceso de compost"). En ella se observa un aumento de las actividades enzimáticas, tanto frente a las parcelas control como a las biológicas y biodinámicas, consecuencia de la cantidad muy superior de materia orgánica.

Los valores de la Tabla 3 medidos en primavera, unos seis meses después de añadir el compost y diez días después del abonado químico, son superiores a los

obtenidos en los análisis anteriores, debido a que en esa época del año es mayor la humedad y temperatura del suelo y como consecuencia el desarrollo de los microorganismos.

Los valores de las parcelas biológicas y biodinámicas son similares, tanto para la actividad biológica total como para la actividad de fosfatasas y  $\beta$ -galactosidasas, y son ligeramente superiores a los valores obtenidos para el control en los dos primeros casos.

En cuanto a las parcelas abonadas con abono químico se produce un ligero aumento de las actividades enzimáticas de esterases y fosfatasas, lo que puede explicarse porque nos encontramos en suelos con escaso fósforo, y por tanto la adición de éste aumenta la proliferación de microorganismos. Duxbury y Tate (1981) han obtenido resultados análogos cuando la fertilización es baja, como en nuestro caso, pero cuando se añade mucho fósforo a este tipo de suelos, por el contrario, las actividades enzimáticas se reducen.

**Producción.** En la Tabla 4 se muestran los valores medios de producción y de humedad del cultivo de avena-veza en los diferentes casos. Sólo el tratamiento biológico, con compost sin preparados biodinámicos, muestra valores de producción significativamente mayores que el control ( $p < 0,05$ ) y que el tratamiento biodinámico ( $p < 0,1$ ). El cultivo con tratamiento biodinámico es el que menos producción ha dado respecto al control, y el biológico el que más (se ve también en la Figura 1).

Tabla 4. Valores medios de producción del cultivo de avena-veza, en kg de materia seca por m<sup>2</sup>, y de porcentaje de humedad, según el tratamiento

Tratamiento	Producción	Humedad
Control	0,79	45,72
Abono químico	1,1	42,36
Biológico	1,31	39,95
Biodinámico	0,85	33,48
Menor diferencia significativa		
p = 0,05	0,5	9,3
p = 0,1	0,4	8,4

Para comprender este resultado, debemos considerar que el suelo de control, como ya se indicó antes, ha sido cultivado biodinámicamente durante años, es decir que está en buenas condiciones, y además que la aportación de nutrientes hecha en los tratamientos fue relativamente baja, lo que ha impedido la aparición de diferen-

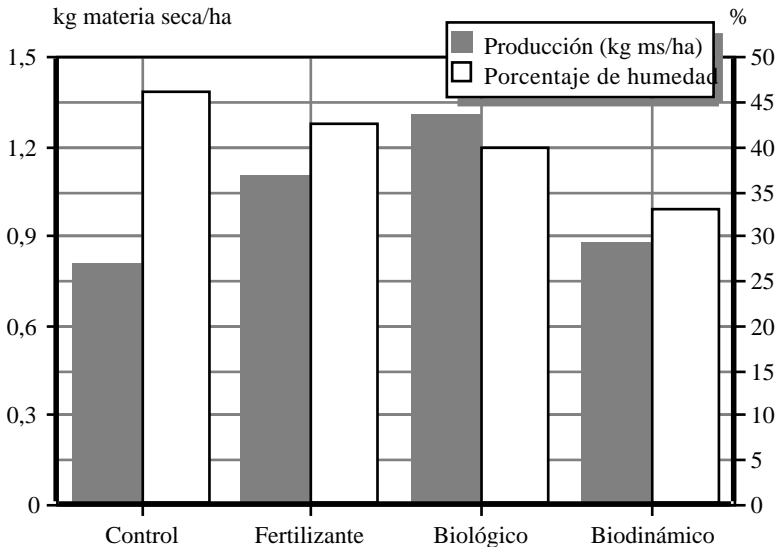


Figura 1. Valores de producción en kg de materia seca por ha y de porcentaje de humedad del cultivo de avena-veza según el tratamiento

cias muy grandes. El objetivo del experimento no era tanto buscar diferencias de producción como aspectos cualitativos en la composición nutritiva del cultivo. Florin (1993) comenta que a mayor aportación de abono, menos apreciable es el efecto de los preparados, basándose en trabajos como el de Spiess (1979) con cereales.

Por otra parte es conocida la función que desempeñan tanto el compost biodinámico como los preparados de campo (500 y 501) en el balance entre producción y calidad de los cultivos, consideradas como dos cualidades polares que se complementan y dependen tanto de las condiciones de crecimiento del cultivo como de las aplicaciones de cada uno de los preparados de campo (Koeopf, 1989). Por lo tanto, la ligera contención de la producción que muestra este tratamiento frente a los otros dos podría ser atribuida al efecto de los preparados.

**Contenido de humedad.** El porcentaje de humedad encontrado en la avena-veza según el tratamiento (Tabla 4 y Figura 1), parece apoyar el argumento antes mencionado. El biodinámico es el que menos humedad presenta, significativamente menor frente al control ( $p < 0,05$ ) y al abono químico ( $p < 0,1$ ), es decir que si bien ha producido poca cantidad relativa, la producción está más concentrada, tiene menos humedad. Este tipo de resultado está confirmado en la bibliografía, cuando se compara productos abonados con compost orgánico con los abonados con abonos químicos (Schuphan, 1975).

**Composición química.** Lo más destacable aquí es la diferencia significativa que se produce respecto al contenido de proteína: el tratamiento biodinámico muestra el porcentaje más alto ( $p < 0,05$  respecto al control y biológico, y  $p < 0,1$  respecto al abono químico) (Tabla 6 y Figura 2). Esto podría ser debido a que la avena y la veza con este tratamiento aumentaron su contenido en proteína o a que se desarrolló más la veza con ese tratamiento frente a la avena, lo que también provocaría un mayor contenido de nitrógeno en la muestra. Koepf (1981) citando las investigaciones de Abele (1976) muestra que el uso de compost con preparados puede favorecer el aumento del porcentaje de trébol (una especie leguminosa como la veza) en una pradera temporal, y a juzgar por el aspecto del cultivo antes de la siega, esta podría ser la explicación.

Tabla 6. Composición de la avena-veza según el tratamiento

Tratamiento	Ceniza	Fibra	Proteína	Grasa	H.car.
Control	5,2	40,88	7,87	2,22	42,14
Abono químico	5,9	40,42	9,27	2,24	40,01
Biológico	5,97	41,45	9,19	1,81	39,49
Biodinámico	5,6	40,36	11,53	1,75	38,76
Menor diferencia significativa					
p=0,05	1,2	4,9	2,3	0,5	4,2
p=0,1	0,9	4,1	1,9	0,4	3,1

El contenido de cenizas y fibra no da valores significativos entre los tratamientos. Respecto al contenido en grasas la tendencia que se muestra es que tanto el cultivo biológico como el biodinámico contienen significativamente menos grasas que el abonado químicamente y el control ( $p < 0,1$ ). En el contenido de hidratos de carbono únicamente aparece una ligera significación ( $p < 0,1$ ) en la diferencia entre el cultivo biodinámico -con menor porcentaje- y el control (Tabla 6 y Figura 2).

### Agradecimientos

Los autores gradecen al Dr. Rodríguez-Kabana, del Depto. de Patología Vegetal de la Universidad de Auburn, Alabama, la ayuda recibida, tanto bibliográfica como de puesta a punto de los métodos de análisis de actividad enzimática. Este trabajo es parte del proyecto “Estudio comparativo del cultivo avena-veza en una explotación de alta montaña, abonando con fertilizantes solubles, compost y compost con preparados biodinámicos”, subvencionado por la Universidad Politécnica de Madrid.

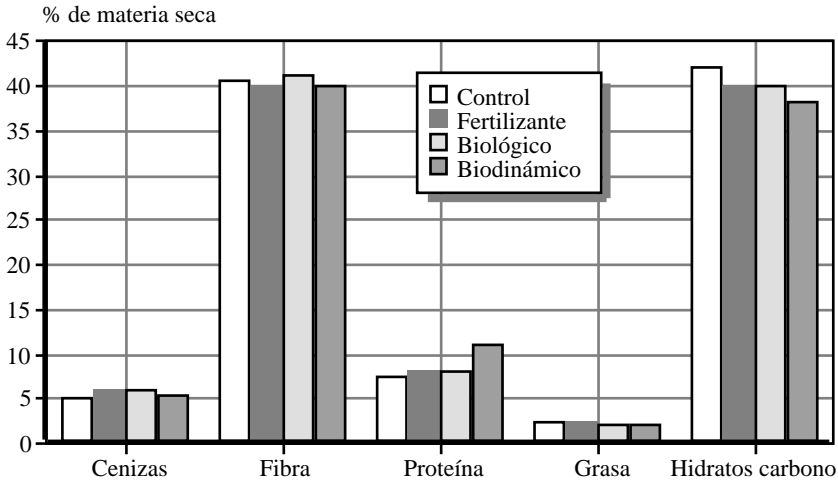


Figura 2. Porcentaje del peso de materia seca del forraje de avena-veza, según tratamiento

## BIBLIOGRAFÍA

- Abele, U. (1976) *Untersuche des Rotteverlaufes von Guelle bei verschiedener Behandlung*. Institut für biologisch-dynamische Forschung; Darmstadt.
- Boligar, V.C., R.J. Wright, M.D. Smedley (1988) Acid phosphatase activity in soils of the Appalachian Region. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 52: 1.612-1.616.
- Dolgoval, L.G. (1978) Activity of some oxidoreductases as a diagnostic criterion of soil pollution by industrial effluents. *Sov. Soil Sci.*, 10: 361-366.
- Duxbury, J.M., R.L. Tate III (1981) The effect of soil depth and crop cover on enzyme activities in Pahokee Muck. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45: 322-328.
- Florin, J.M. (1993) Les préparations Bio-Dynamiques: 70 années de recherche. *Biodynamis*, 2: 25-28.
- Guilbault, G.G., D.N. Kramer (1964) Fluorometric determination of lipase, alyase, alpha and gamma-chymotrypsin and inhibitors of these enzymes. *Anal. Chem.*, 36: 409-412.
- Koepf, H.H. (1981) The principles and practice of biodynamic agriculture. En: *Biological husbandry. A scientific approach to organic farming* (B. Stonehouse, ed), pp. 237-250. Butterworths; Londres.
- Koepf, H.H. (1989) *The biodynamic Farm*. Anthroposophic Press; Hudson (Nueva York).
- Ladd, J.N. (1985) Soil enzymes. En: *Soil organic Matter and biological activity* (D. Vaughan, R.E. Malcolm, eds), pp. 175-221. Martinus Nijhoff; Boston.
- MAPA (1986) *Métodos oficiales de análisis de suelos y aguas*. Madrid.
- McLaren, A.D. (1975) Soil as a system of humus and clay immobilized enzymes. *Chem. Scr.*, 8: 97-99.



- Rodriguez-Kabana, R., B. Boube, R.W. Young (1989) Chitinous materials from blue crab for control of root-knot nematode. I. Effect of urea and enzymatic studies. *Nematropica*, 19: 53-74.
- Schnurer, J., T. Rosswall (1982) Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. *App. Env. Microbiol.*, 6: 1.256-1.261.
- Schuphan, W. (1975) Yield maximisation versus biological value. *Qual. Plant.*, 24: 281-310.
- Speir, T.W., D.J. Ross (1978) Soil phosphatase and sulphatase. En *Soil Enzymes* (R.G. Burns, ed.), pp. 197-250. Academic Press; Nueva York.
- Spiess, H. (1979) Über die Wirkung der biologisch-dynamischen Präparate Hornmist "500" und Hornkiesel "501" auf Ertrag und Qualität einiger Kulturpflanzen. *Lebendige Erde*, 4: 126-131 y 5: 173-177.
- Verstraete, W., J.P. Voets (1977) Soil microbial and biochemical characteristics in relation to soil management and fertility. *Soil Biology & Biochemistry*, 9: 253-258.
- Weetall, H.H. (1975) Immobilized enzymes and their application in the food and beverage industry. *Process Biochem.*, 10: 3-24.
- Zhon, L.K., Z.M. Zhang, C.M. Cao (1983) On the role of total soil enzyme activities in the evaluation of the level of soil fertility. *Acta Pedol. Sin.*, 20: 413-418.

# Presencia en Badajoz de un inédito e interesante modelo de agricultura

**J. del Moral\*, A. Mejías\*, R. de Arcos\*\***

\* *Servicio de Investigación y Desarrollo tecnológico. Apartado 22, 06080 Badajoz.*

\*\* *ACOREX. Badajoz*

## RESUMEN

Entre las sierras de María Andrés y Santa María, de la provincia de Badajoz, existe un modelo inédito de actividad agropecuaria basado en la diversidad de especies y en la actividad fabril derivada de sus productos. El modelo, de gran armonía productiva, se origina probablemente en los siglos XIV y XV y se mantiene rentable en la actualidad. La belleza, la moral y la economía de esta agricultura justifican su conocimiento científico, divulgación y conservación.

## INTRODUCCIÓN

La agricultura ha sido durante aproximadamente cinco mil años un sector de producción donde el ser humano se integraba íntimamente. Los ritos religiosos, los ritos sociales y las tareas campestres estaban tan armónicamente ensamblados que la cultura agraria fue un modelo de ciencia, moralidad y belleza. A partir de la Segunda Guerra Mundial en EEUU y a partir de los años cincuenta en Europa se produce una sobrevaloración del método experimental hasta el punto de confundirlo con la ciencia, despreciando cualquier conocimiento que fuese consecuencia del empirismo. El resultado de llevar al campo la gran cantidad de tecnología que se elaboraba mediante rigurosos experimentos científicos -la llamada Revolución Verde- ha producido en cuarenta años de aplicación, un desastre en amplias zonas agrícolas e incluso en países enteros: deforestaciones, erosión, contaminación ambiental, superproducción, problemas de almacenamiento, etc.

Desde el inicio de los años noventa numerosos colectivos sociales e intelectuales han conseguido cambiar las directrices políticas y económicas de la agricultura en el mundo. La situación actual es de gran confusión: muchos agricultores no pueden entender que los premios que hace unos años recibían a su celo productivista se hayan convertido hoy en castigos y multas. No menos confusa es la situación en los

organismos de gestión e investigación agraria, donde hay investigadores que después de llevar veinte años investigando en técnicas, están ahora dedicándose a desarrollar programas de turismo rural.

En esta especie de patio de Monipodio existen todavía enclaves agrícolas conservados en toda su pureza, tal como estaban hace cientos de años, con la particularidad de que se han conservado manteniendo una rentabilidad y producción competitiva con las explotaciones convencionales de su alrededor. Este modelo de agricultura que presentamos, inédito hasta ahora, debe ser conocido con la mayor profundidad posible y desde todos sus aspectos, con objeto de que nos sirva para poder estructurar una agricultura armónica entre la conservación de la naturaleza y los afanes del hombre.

### **La política agraria de la CEE/UE**

La política agraria europea que se formula en el artículo 39 del Tratado de Roma, en 1957, ha demostrado ser un verdadero éxito en la consecución de los objetivos que se había planteado:

- Acrecentar la productividad de la agricultura mediante el desarrollo del progreso técnico, garantizando el progreso racional de la producción agrícola, así como la utilización óptima de los factores de producción, especialmente de la mano de obra.
- Asegurar un nivel de vida equitativo a la población agraria con la elevación de las rentas de quienes trabajan en la agricultura.
- Estabilizar los mercados.
- Garantizar el abastecimiento de productos agroalimentarios a precios razonables.

Para conseguir estos objetivos se arbitraron, sobre todo, mecanismos de protección con sistemas de precios de garantía (precios de intervención) y al mismo tiempo protecciones de frontera (derechos de aduana) para establecer la preferencia comunitaria, es decir defensa contra los precios más bajos que pudiera haber en el mercado. El sistema ha funcionado bien y ahora mismo se puede decir que las reformas de la Política Agraria Común (PAC) en cierta manera son consecuencia del “excesivo” éxito de dicha política.

La primera llamada de atención se produce en 1985, a través del Libro Verde de la Comisión, en el que se analizan los problemas de los excedentes de cereales, carne y leche y las dificultades presupuestarias para mantener estos excedentes. Entonces se plantean por primera vez medidas restrictivas para frenar el exceso de “celo” productivista de los agricultores europeos, coincidiendo prácticamente con la entrada de España y Portugal. El problema de los excedentes se agrava en 1988, cuando se reconoce que los costos de financiación del almacenamiento y los pagos de restituciones para exportación de excedentes hacen difícilmente sostenible la financiación de los presupuestos de la CEE.

Casi simultáneamente a esta situación se producen las negociaciones de la Ronda Uruguay del GATT (Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio), en las que otros países con potentes agriculturas (EE.UU., Canadá, etc.) exigen un desmantelamiento de la excesiva protección de las producciones agrarias europeas.

Y en este marco es cuando se produce el primer planteamiento de reforma a fondo de la PAC (Comisión de la CEE, 1991a). A continuación el Comisario Mac Sharry elabora la primera propuesta de reforma de la PAC (Comisión de la CEE, 1991b), y en 1992 se aprueban los reglamentos básicos de reforma de la misma. En síntesis, los planteamientos de la reforma que afectan a las producciones agrarias básicas (cereales, oleaginosas, carne de vacuno, de ovino, leche, etc.) establecen una reducción de la protección de precios, un sistema de estabilización de las producciones mediante cuotas, superficies de base o rebaños de base, y simultáneamente plantean unos mecanismos de ayudas directas a los agricultores (primas, indemnizaciones compensatorias, etc.), el apoyo manifiesto a sistemas de producción menos intensivos y el empleo de técnicas respetuosas con el ambiente.

En resumen, se trata de diseñar una agricultura estabilizada, con protección de rentas y reducción de excedentes agroalimentarios (esta última condición es exigida en los acuerdos del GATT), y estas medidas centrales se arropan con las Medidas de acompañamiento:

- Forestación de tierras (Reglamento CEE 2080/92 del Consejo, del 30 de junio de 1992) con importantes ayudas para retirar tierras de cultivos marginales y recuperarlas como superficies forestadas de especies autóctonas sobre todo.
- Medidas para fomentar métodos de producción agraria compatibles con las exigencias de la protección y conservación del medio natural (Reglamento CEE 2078/92 del Consejo del 30 de junio de 1992) que constituyen en sí mismas el documento más concreto de la preocupación de la UE (Unión Europea) -el fomento de modos de agricultura en los que entrarían algunas zonas tradicionales históricas de nuestro paisaje agrario.

La enumeración de los objetivos prioritarios de este reglamento, es decir los que se pretenden fomentar con importantes asignaciones presupuestarias, son los siguientes:

- Disminuir los efectos contaminantes de las prácticas agrícolas tradicionales (léase intensivas o convencionales) y promocionar la agricultura ecológica.
- Mantener y conservar los sistemas agrarios tradicionales extensivos y proceder a la extensificación de aquellas zonas que han intensificado la producción.
- Conservar el medio natural y los valores del paisaje en aquellas zonas de interés desde el punto de vista ambiental, recurriendo a la promoción de prácticas agrarias protectoras del medio, de la flora y de la fauna.
- Mantener zonas abandonadas con el fin de evitar la degradación del medio y en especial prevenir los incendios forestales.

- Sensibilizar al agricultor sobre las prácticas agrarias compatibles con el entorno.

Para conseguir estos objetivos se fijan ayudas concretas a prácticas culturales con reducción de plaguicidas y fertilizantes, prácticas conservacionistas del paisaje, protección y mantenimiento de razas o especies puras o en peligro de extinción, etc.

### **Descripción de la zona y su relación con las vecinas**

En la provincia de Badajoz hay un territorio situado dentro de un triángulo imaginario que partiendo de Zafra tendría como lado superior la Sierra de María Andrés hasta el pueblo de Almendral, y como lado inferior la Sierra de Santa María hasta el pueblo de Táliga. Estas sierras de altura moderada -813 m para el punto más elevado- corresponden a la parte más septentrional de Sierra Morena en Badajoz según el Mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Badajoz (Anónimo, 1988). Los pueblos que se encuentran dentro de este área son, en el lado superior y partiendo de Zafra: Feria, La Parra, La Morera, Nogales, Torre de Miguel Sesmero y Almendral. Y en el lado inferior La Lapa, Burguillos del Cerro, Salvatierra de los Barros, Salvaleón, Barcarrota y Táliga.

Hay diversas características comunes a toda esta zona, una de ellas es de tipo agronómico. En las parcelas de cultivo se pueden apreciar plantaciones regulares de higuera, olivo y vid, y con frecuencia están las tres especies en el mismo campo. Las combinaciones de estos frutales coinciden también con el cultivo de cereales o leguminosas, y frecuentemente con el aprovechamiento del pastizal por pequeños rebaños de ganado lanar y porcino ibérico. A veces encontramos filas de almendros rodeando a estas parcelas. En otros casos, cuando el terreno está próximo a una ribera, en los ruedos de los pueblos aparecen huertas con nogales, manzanos, perales, ciruelos, cerezos, granados, etc. En los cultivos de las zonas altas de las laderas hemos podido observar castaños, y siempre hay ejemplares diseminados de encina y alcornoque. Es una agricultura enclavada entre mucho bosque cerrado “improductivo” de encina, alcornoque, jara, jaguarzo, lentisco, retama, aulaga, etc., y cuando en alguna parcela disminuyen los cuidados el bosque invade de nuevo el terreno que antes el hombre le arrebató para su cultivo. Este fenómeno de colonización agrícola y reconquista silvestre se aprecia nítidamente en las laderas de los valles. La mayoría de estos pueblos (Barcarrota, Almendral, Salvaleón, La Parra, etc.) disponen de dehesas comunales en las cuales se accede al derecho de siembra, leña, bellota por muy poco dinero.

Si entre todas las variables descritas tuviéramos que elegir algunas cuya representación en un mapa fuese capaz de diferenciar este área de las demás, sin lugar a dudas escogeríamos la higuera como indicador vegetal, y las pequeñas pjaras de cerdos como indicador ganadero -es significativo que en el escudo de la Casa de Feria, del siglo XIV, figuran cinco hojas de higuera.

No es normal aquí la fertilización con abonos químicos, sino que por el contrario es frecuente observar en los campos numerosos montones de estiércol para su distribución. Tampoco hay constancia de plagas de insectos o enfermedades con resultados catastróficos sobre los cultivos, por lo que no es habitual la aplicación de productos fitosanitarios.

En resumen, la actividad característica de esta zona, con tan amplia diversidad de cultivos y aprovechamiento, con tanta heterogeneidad, puede ser calificada como Agricultura en toda su pureza, y puesto que se origina de la transformación del Bosque Mediterráneo, debería ser llamada Agricultura Mediterránea. A pesar de que hemos prospectado minuciosamente y definido sobre un mapa de 1:50.000 toda la zona descrita, no conocemos con exactitud la extensión de este modelo de agricultura. Estimamos una superficie de 5.000 a 10.000 ha, aunque para mayor exactitud convendría realizar un catastro específico.

Las tierras predominantes dentro de ese triángulo imaginario que conforma esta zona agrícola son las conocidas como Tierras pardas meridionales sobre rocas metamórficas. Hay algunas áreas menos importantes de Tierras pardas meridionales sobre rocas ígneas y pequeños enclaves de Suelos rojos mediterráneos sobre materiales calizos. Los dos primeros son ácidos, de difícil humificación y fácilmente erosionables, por lo que en pendiente son muy superficiales y encontramos los más profundos y arcillosos en el fondo de los valles. Sobre estas tierras se desarrolla una dehesa de encinas y alcornoques con buen pastizal. En el caso de los Suelos rojos mediterráneos, al estar formados sobre materiales calizos son básicos, con arcillas montmorillonitas, bastante más profundos que los anteriores y por ello con mayor capacidad de almacenamiento hídrico, a consecuencia de lo cual tienen un buen aprovechamiento agrícola. No tiene esta zona, por lo expuesto antes, una característica edáfica común (Rivas-Martínez, 1987).

En un estudio termométrico de la provincia de Badajoz publicado por Cabezas y Escudero (1989) podemos apreciar, respecto a la temperatura media de las máximas, que nuestra zona de interés está definida por una isólinea de 21 °C, inferior a otras dos colindantes por arriba y abajo. Las temperaturas medias de las mínimas de diciembre constituyen isólineas cerradas de 5 a 6 °C, mientras que las zonas contiguas tienen de 3 a 4 °C. En enero las mínimas de la zona son de 4 a 5 °C y las áreas próximas tienen 3 °C. En resumen, esta zona, respecto a las inmediatas, es algo más cálida en los meses crudos de invierno y algo más fresca en verano.

En el Mapa de la cuenca hidrográfica del Guadiana (Anónimo, 1992) nuestra zona está entre dos isoyetas, una de 600 mm que pasa por Zafra, Feria, La Parra y Almendral, y otra de 700 mm que constituye el borde meridional de la misma. En observatorios como el de Salvaleón, la pluviometría media anual es de 742 mm. Lluvia, temperatura y tierras fértiles originan una marcada variabilidad botánica donde destacan labiadas de interés culinario como el orégano y el tomillo.

En estas sierras de Badajoz se originan tres ríos que vierten sus aguas al Guadi-

ana: Guadajira, Entrín y Olivenza. El primero nace en el Manantial del Guadajira, de 760 m de altitud, y después de recorrer la Tierra de Barros desemboca en el Guadiana por Lobón, a 185 m de altitud. El Entrín tiene su origen en La Parra, a 733 m, bordea también Tierra de Barros y vierte sus aguas al Guadiana por Talavera la Real, a 180 m. El Olivenza nace en el Risco del hielo, a 600 m, y después de regar las vegas de los Llanos de Olivenza desemboca en el Guadiana por Olivenza, a 150 m, según señalan los mapas de la cuenca hidrográfica del Guadiana (Anónimo, 1992) y de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Badajoz (Anónimo, 1988) (Zamora Cabanillas, 1987). En el inventario hidrogeológico de la provincia de Badajoz hay 16 manantiales de agua mineral con poder terapéutico o industrial, de los cuales cinco se encuentran en esta zona (Barcarrota, Burguillos del Cerro, Salvaleón, Salvatierra de los Barros y Zafra) según señala el Mapa hidrogeológico de Extremadura (Anónimo, 1987).

La población humana de este área está concentrada en 13 núcleos urbanos con una población cercana a los 2.000 habitantes cada uno, entre los que destaca Zafra con 13.700 y La Lapa con 384. La densidad de población para toda la zona es de 30 habitantes/km<sup>2</sup>. Desde 1900 hasta 1950 la población ha aumentado en 13.708 habitantes, desde 1950 a 1981 ha disminuido en 21.429 probablemente por la emigración, y ha aumentado en 3.481 desde entonces hasta ahora. Aun cuando los municipios de referencia presentan aumentos o disminuciones paralelos al total, Zafra, excepcionalmente, no ha dejado de crecer: 1900, 6.136; 1950, 9.301; 1981, 12.902; 1992, 13.700. Este hecho evidencia el papel de cabecera de comarca que Zafra ejerce sobre el resto de las poblaciones, probablemente debido a ser esta ciudad el sitio por donde la mayoría de los demás núcleos de población desembocan en el valle para alcanzar el importante eje de comunicación nacional llamado Ruta de la Plata.

Seguro que el estudio antropológico de esta área daría muchas sorpresas en cuanto a características humanas. En una primera y superficial aproximación hemos podido comprobar un fuerte espíritu religioso de sus habitantes -a las personas adultas de Salvaleón no se las nombra por señor, tío, etc. sino por hermano-, un extraordinario apego a la tierra -es muy alto el precio de las casas y parcelas de labor-, un gran respeto y cuidado por los árboles frutales, etc.

Junto a la agricultura existen numerosas fábricas chacineras elaboradoras de jamones y embutidos procedentes del cerdo ibérico, hay bodegas y almazaras para la fabricación de vino y aceite, numerosas carboneras donde se transforma el resto de la poda de las fagáceas en carbón envasado. Las arcillas procedentes del arrastre coluvial de pizarras cámblicas, en Salvatierra, producen barro de elevada plasticidad y piezas de alfarería de gran resistencia, razón por la cual hallamos en esta zona los mejores alfares de Extremadura, industria propia de sociedades rurales y dedicada a fabricar objetos de utilidad para su actividad fabril y doméstica, como conos, tinajas, lebrillos, cántaros para vino, aceite y agua (García Ramos, Mesa Colmenar, 1989).

La industria de esta zona derivada de sus aguas naturales fue importante, como lo prueba un balneario -hoy en desuso- y un pozo de nieve del siglo XVI junto a Salvatierra. Con interés agrario también existen unas presas en Feria y Burguillos, construidas por el obispo Merino Malaguilla en el siglo XVIII. (González Rodríguez, 1989, 1994)

La observación de este modelo de agricultura, junto a los circundantes, nos permite apreciar que el que estamos considerando es heterogéneo, de gran diversidad, mientras que los contiguos son más simples. La Tierra de Barros, cercana al lado Zafra-Almendral se caracteriza por el cultivo de vid, olivo y cereal, producciones muy bien adaptadas a sus condiciones de tierra y clima, pero evidentemente una agricultura mucho más simplificada. La inmediata al lado Zafra-Táliga corresponde a un aprovechamiento ganadero de las dehesas arboladas con predominio del ganado porcino ibérico y una manifiesta disminución de cultivos herbáceos, vid, y olivo. La agricultura cercana al lado Táliga-Almendral, los Llanos de Olivenza, es muy parecida a la de Tierra de Barros, aunque con menor presencia de vid y olivo y gran importancia de las ganaderías. En resumen, en nuestro triángulo imaginario apreciamos una agricultura compleja y antigua que se vuelve más moderna y simplificada a medida que nos vamos alejando de él por cada lado, donde para el mantenimiento de la productividad se recurre a la incorporación continua de productos agroquímicos. El fenómeno que estamos estudiando es el mejor ejemplo de lo afirmado por Ristori (1989), quien en las Jornadas de antropología cultural en Extremadura decía:

“Cuanto más complejo es un ecosistema, tanto mayor es su estabilidad. La disfunción entre la naturaleza y el tipo de organización sociocultural se evidencia en el índice de productividad agraria, pues cuanto más se pretende incrementar la tasa de eficiencia tecnoambiental, tanto más se fomentan los rendimientos decrecientes por unidad de esfuerzo.”

La agricultura es una actividad humana que satisface las cinco necesidades primarias y comunes a cualquier persona: supervivencia, seguridad, autorrealización, pertenencia y trascendencia. Y en esta actividad se produce un vínculo con la Naturaleza que desaparece en la ciudad. Precisamente son estas características las que han hecho que la mayor parte de la cultura humana haya derivado de la actividad agropecuaria, y por tanto se haya originado en las áreas rurales.

Hay pensadores como White (1967) y Passmore (1974) para quienes la agricultura, forma de dominación de la naturaleza, está estrechamente relacionada en su origen con el pensamiento judeo-cristiano, mientras que para otros autores como Harris (1974, 1977) las prácticas concretas del manejo de la Naturaleza surgen primero, y las ideologías que las amparan y justifican vienen después. En cualquier caso está claro que no se puede conocer en profundidad un modelo de agricultura estudiando solamente las bases físico-químicas y biológicas y obviando las ideas y



creencias de las personas que han ido conformando el modelo a lo largo del tiempo.

Al pertenecer a un país donde su cultura está enraizada en la antigüedad se tiene el privilegio de poder indagar en sus fuentes históricas. Y esa posibilidad, al margen de que dicha búsqueda sea o no fértil, nos procura el placer, común para muchos, de “revolver en las cosas viejas”.

La primera característica arqueológica que nos sorprende al estudiar nuestro territorio es la cantidad de dólmenes que existen en él: Tajeño, El Milano, La Lapita, La Hermosina, Rocamador, El Palacio y El Medio, todos en las cercanías de Barcarrota, Almendral y Salvaleón. Son evidencia de una pujante cultura del Neolítico en la zona (2.500 a. de C.), periodo en el que aparece el prototipo de azada, la rueda, la tracción animal y el almacenamiento de las cosechas. Más adelante en el tiempo, también en la zona de Zafra, hay un magnífico yacimiento de la segunda edad del hierro que muestra una próspera comunidad con actividad agropastoril y metalúrgica (Rodríguez Díaz, 1991a, 1991b). Es decir que en Extremadura el origen de la agricultura está ubicado, entre otros lugares, en el área objeto de nuestro estudio, lo que indica su idoneidad agroclimática.

Las referencias agrarias que tenemos de Estrabón, en el siglo I a. de C. (García Bellido, 1983) son de carácter general sobre la Lusitania, y en el capítulo III dice:

“En las tres cuartas partes del año los serranos no se nutren sino de bellotas, que secas y trituradas se muelen para hacer pan, el cual puede guardarse durante mucho tiempo...”

Plinio, en el siglo I (García Bellido, 1978) hace algunas referencias a la agricultura extremeña en el libro IX:

“La grana escarlata más alabada... es la de Galatia o de las cercanías de Emérita en la Lusitania (...) Hay aceitunas muy dulces que se secan por sí mismas y que lleguen a aventajar en dulzura a las uvas pasas; son rarísimas y se crían en Africa y cerca de Emérita, en Lusitania”.

Los geógrafos o historiadores árabes tampoco hacen referencia al valor agrícola de esta zona, a pesar de que de sus ocho castillos, nada menos que seis son de origen árabe (El Castellar de Zafra, Feria, Burguillos del Cerro, Salvatierra de los Barros, Salvaleón y Barcarrota) y los de Nogales y Almendral fueron construidos a mediados del siglo XV. Al-Razi, en el siglo X escribe que Badajoz tiene muchas viñas. Al-Idris, en el siglo XI describe dos importantes rutas que parten de Badajoz capital, una de ellas va hacia Sevilla atravesando la zona de nuestro interés por Barcarrota y Salvaleón, y otra: la Chadda, en español La Gran Calzada, corresponde a la actual carretera nacional 432 de Badajoz a Córdoba, que pasa junto a nuestra zona por Feria y Zafra. ¿Es posible que dos historiadores tan magníficos, habiendo

pasado junto a esta zona, no la hayan descrito si en ella hubiese existido una agricultura destacada y rica en frutas y hortalizas? En el resto de la obra de Terrón Albarrán (1971), de donde están sacadas las citas anteriores, a pesar de ser una obra definitiva sobre la cultura árabe en Badajoz, tampoco se encuentra alusión alguna desde un punto de vista agrícola.

Por lo expuesto antes, parece poco probable que este modelo de agricultura de las Sierras de Badajoz sea de origen romano o árabe.

Esta zona fue reconquistada a los árabes por Alfonso IX de León y su hijo Fernando III “el Santo” entre 1229 y 1241. Su custodia pasó por distintas órdenes: templaria en Burguillos, de Santiago en Salvaleón, de Alcántara en Barcarrota, y por familias nobles: Suárez de Figueroa en Feria, Zafra, Almendral y Nogales; del marqués de Villena en Salvatierra, etc. La reconquista de esta zona ocurre en el mismo tiempo y con similares características que las de Andalucía, y según González Jiménez (1985), después de la conquista hay un despoblamiento general a consecuencia del éxodo masivo de los mudéjares y a la escasa repoblación desde los reinos cristianos. A este hecho hay que añadir la peste, que durante la segunda mitad del siglo XIV produjo grandes mortandades en la Península, todo lo cual explica que la mayoría de los núcleos aldeanos se vaciasen de población, convirtiéndose muchos de ellos para siempre en despoblados.

Cabrera (1985) afirma que como resultado de las nuevas conquistas hay una pérdida de control administrativo y socioeconómico por parte del poder real, y para evitar este descontrol surge lo que ha dado en llamarse la “señorialización”, que alcanzó su momento culminante a partir de la segunda mitad del siglo XIV. Así se logró el control administrativo de grandes superficies. La fijación de la población a las áreas de interés de los señoríos, para el manejo de los ganados, se hizo mediante diversas disposiciones y privilegios: los contratos de “complantatio” permitían a un campesino asociado a un latifundista conseguir la plena propiedad de la mitad de los bienes del primero que los hubiese puesto en explotación con su esfuerzo. El sistema de las “corveas” o “sernas” permitía a un colono que explotaba el dominio de un señor recibir una parte de él para atender sus necesidades. Exponentes de estos privilegios (Cardalliget Quirant, 1993) son el Fuero de Bailío en Jerez, el de Coria, los de Cáceres, el de Usagre, etc. Por un contrato realizado entre un labrador y el señor de Feria (Chamorro, 1981) sabemos las obligaciones y derechos de los vasallos que se instalaban en el señorío:

- Vivir diez años como mínimo, edificar casa y plantar un mínimo de aranzada de viña.
- Casa y viña deben estar terminados en el plazo de cuatro años, bajo pena de perder la condición de vecino.
- Las tierras entregadas para huerta y viña satisfacen el noveno de los frutos.
- Se pagará una fanega por cada ocho de trigo.
- El Señor facilita novillos para la labranza, quedando el labrador exento de pago el

primer año, con la condición de domarlos. Luego pagará el alquiler de 10 fanegas de trigo por animal. Si quiere comprarlos le costarán 50 reales de plata.

- Por Navidad entregará al señor un carnero si es pudiente, o un par de gallinas y una docena de huevos, etc.

Promovido el control socioeconómico de las áreas reconquistadas mediante la señorialización, comienza casi inmediatamente un nuevo conflicto al enfrentarse los señores y las órdenes militares entre sí. Los choques que se produjeron en Extremadura entre los partidarios de los Infantes de Trastámara contra los de Pedro I, los Carbajales y los Solís contra los Altamirano y Zúñiga fueron extraordinariamente violentos.

A finales del siglo XV la reina Isabel pone orden en el desconcierto existente en Extremadura, acabando con las banderías de los “nobles bandidos”. Así, en 1480 y respecto a una disputa en Burguillos, se dirige al duque de Arévalo de la siguiente manera:

“que vos el dicho duque fagades alçar el dicho cerco e allanar queales quier fortalezas e cavas e barreras e palenques e otras cuales cosas”.

El señor de Feria, también en este tiempo, construye los castillos de Almendral y Nogales, con esta inscripción en la última fortaleza:

“Mandola facer aquí por la salud del pueblo, e defensa de su tierra, e de los moradores della.”

Por tanto es probable que este periodo de estabilidad en el cual se consolida La Mesta y se van trazando las cañadas, provoque el adhesionamiento de grandes superficies de bosques y el desarrollo de áreas agrícolas en el alfoz de villas y ciudades para el mantenimiento de una población en clara expansión.

En el siglo XVIII disponemos de un buen retrato del alfoz de las poblaciones de estas sierras. En 1793 don Pedro Ximénez escribe del valle de Santa Ana:

“Esta aldea se compone de veintitres barrios, tan distantes unos de otros que ni es lugar, ni es villa y es más grande que Sevilla, pues su circunferencia es algo más de media legua, por lo que se precisa muchas veces de ir a caballo a administrarles los sacramentos; advirtiendo que entre barrio i barrio ai olivares, viñas, güertas y otros arboles frutales (...) Es abundante de frutas como son nuezes, castañas, gindas, zaerezas, alberchigas, peras, manzanas, higos, brebas, hubas, ziruelas de muchas espeziez i otros diferentes jéneros...”.

En similares términos se expresó Antonio Ponz al pasar por este pueblo en su viaje a Extremadura en 1784. Matheo Sánchez escribe de Salvaleón en 1792:

“Esta villa en dicha su comprensión tiene mucho plantío de olivos, higueras, viñas, barias cercas...”

El clérigo Juan Becerra describe de este modo en 1792 las huertas de La Morera:

“... se crían buenas lechugas, coles y otras ortalizas de buen gusto y tiene árboles frutales de peras, peros, higueras, membrillos, albrichigos...”

En 1793 el capellán Francisco Santibáñez escribe lo siguiente de Higuera la Real:

“... está rodeada la Higuera de viñas y olivares que forman un país delicioso y, especialmente en primavera y verano ofrece entre las viñas unos paseos divertidos, y como las divisiones de las viñas y olivares las forman unos que llaman vallados, compuestos de zarzas, rosales y otros mil géneros de árboles silvestres, que todos se cargan de flor en la primavera, presentan una vista de mil maneras deliciosa.”

Por estos documentos no cabe duda que la agricultura que ahora consideramos en nuestra área de atención, estaba perfectamente asentada en el siglo XVIII. También en esta época se expande el olivar y la vid, como cultivos de una agricultura muy especializada, a las áreas próximas. Para ello y realizar rompimientos nuevos de dehesas o de baldíos incultos se conceden Reales Facultades (Urteaga, 1987).

Pedro Olmos escribe de Ribera del Fresno en 1798:

“Por los años de 1760 tan solo se contaban entre los vecinos de esta villa tres o quatro viñas de corta extensión, que daban algún vino y tan solo dos que cojiesen algún aceite para su consumo... y es tanto el plantío de viñas y olivos que se ha echo que ya no puede el pueblo consumir el vino que coje y venden infinidad de cargas de ubas a otros pueblos... siguen plantando con el mejor ardor viendo lo vien que corresponde el sudor del postor.”

Francisco Santibáñez, capellán de Higuera la Real, detalla en 1795:

“Y es tal el ardor de estos labradores en plantar olivares, que si no hubiera tantas piezas de tierra de vínculos y mayorazgos, de patronatos y capellanías, no quedaría ociosa quanta fuese susceptible de plantío.”

Sintetizando, esta zona de agricultura tan diversa de las Sierras de Badajoz fue escogida en la prehistora como magnífico lugar de asentamiento por su buen clima, la seguridad de su altura y la fertilidad de los valles y llanuras próximas. La forma de reconquistar a los árabes esta zona la convierte en tierras de señorío, lo que prob-

ablemente provoca, llegada la estabilidad del siglo XV, el desarrollo de esta agricultura en el alfoz de las villas, con objeto de mantener a sus poblaciones en expansión. A partir del siglo XVIII la vid y el olivo se extienden a las áreas de los valles y llanuras próximas, donde destaca la Tierra de Barros, implantándose el modelo de agricultura actual, especializada en estos dos cultivos.

Es muy probable que la ausencia de grandes espacios abiertos en la zona de nuestro interés, haya impedido la transformación de esta concepción de la agricultura a la más especializada y homogénea que se implanta en Tierra de Barros a partir del siglo XVIII. Son por tanto dos siglos los que esta agricultura mediterránea lleva resistiéndose a su transformación en monocultivo o a su regresión a la primitiva ganadería de montaña. Pero ¿cómo se puede explicar este fenómeno? Dice Laín Entralgo en su obra *Cuerpo y Alma*, que para la mente humana lo cierto será siempre penúltimo y lo último será siempre incierto. Mientras no conozcamos plenamente las razones espirituales que esta población tuvo y tiene para haber elegido este modelo de agricultura, que refleja muy bien las señas de identidad de sus gentes, podemos apreciar una gran armonía entre el aprovechamiento de la tierra, el ganado y las actividades fabriles derivadas de lo agropecuario, lo que el profesor González Bernáldez definió como un “sentimiento de naturaleza”. Esta concepción aparece ante nosotros no sólo como estética y moral sino también, y casi como si se tratase de un milagro, económicamente rentable.

Actualmente hay un sentimiento creciente en los países desarrollados de vuelta a la Naturaleza y aparece un mercado del esparcimiento, belleza, ciencia, salud y alimentos. (Ruiz, 1988).

Este interesante modelo de agricultura existente en las Sierras de Badajoz, ofrece a los estudiosos de agronomía una extraordinaria posibilidad para conocer multitud de variables y sus relaciones, estudios de los que podrían derivarse conocimientos útiles para el diseño de una agricultura más racional que la actual. Si añadimos a este hecho la belleza del paisaje de la zona, la existencia en ella de la mayor variabilidad botánica de Extremadura, los numerosos edificios de valor arquitectónico y los yacimientos arqueológicos, los balnearios usados en la antigüedad y hoy olvidados, la más pura gastronomía tradicional del cerdo ibérico, los numerosos alfares productores de cerámica, la práctica del parapente y alas delta en sus quebradas, lo oferta hotelera de la cabecera de la comarca (Zafra), la concentración de todos estos recursos en un área triangular reducida y su magnífica situación junto a la Ruta de la Plata; si consideramos todas estas cuestiones, tendremos que convenir que el interés agronómico, científico y turístico de la zona está reclamando medidas administrativas de promoción y protección de estas Sierras de Badajoz.

“El que construye edificios o planta árboles, pero sin oprimir a nadie ni faltar a la justicia, tendrá por esto un premio abundante que recibirá del Creador misericordioso.” (Mahoma), del libro de Agricultura de Abu Zacaria Iahia, el Sevillano.

**BIBLIOGRAFIA**

- Anónimo (1992) *Mapa de la Cuenca Hidrográfica del Guadiana*. MOPT.
- Anónimo (1988) *Mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Badajoz*. Ed. Ideal.
- Anónimo (1987) *Mapa Hidrogeológico de Extremadura*. Junta de Extremadura.
- Becerra, J. (1792) Tomás López. M.S. 20241-25. Madrid.
- Cabezas, J., J.C. Escudero (1989) *Estudio termométrico de la provincia de Badajoz*. Dir. Gen. de Inv., Ext. y Capacitación Agrarias; Badajoz.
- Cabrera Muñoz, E. (1985) 1985. Los nuevos campesinos. Las estructuras agrarias en los siglos XIV y XV. *Cuadernos de Historia* 16, 65: 12-17.
- Cardalliaguet Quirant, M. (1993) *Historia de Extremadura*. Universitas Editorial; Badajoz.
- Chamorro, V. (1981) *Historia de Extremadura*. Ed. Quasimodo.
- Comisión de la CEE (1991a) *Evolución y futuro de la PAC. Documentos*. 31 de diciembre.
- Comisión de la CEE (1991b). *Documentos* 258 (91)
- García Bellido, A. (1978) *La España del siglo primero de nuestra era*. Espasa-Calpe.
- García Bellido, A. (1983) *España y los españoles hace dos mil años*. España-Calpe.
- García Ramos, G., J.M. Mesa Colmenar (1989) Estudio de las arcillas de alfarería de la provincia de Badajoz. *Antropología y cultura de Extremadura*. Editora Regional.
- González Jiménez, M. (1985) Andalucía, tierra de promisión. La repoblación del siglo XIII. *Cuadernos de Historia* 16. 65:6-11.
- González Rodríguez, A. (1989) *Pozos de nieve en la baja Extremadura. Antropología Cultural en Extremadura*. Editora Regional.
- González Rodríguez, A. (1994) *Extremadura de Norte a Sur*. Hoy, Diario de Extremadura.
- Harris, M. (1974) *Vacas, cerdos, guerras y brujas*. Alianza Editorial.
- Harris, M. (1977) *Caníbales y reyes*. Alianza Editorial.
- Olmos, P. (1798) Tomás López. M.S. 2041-29. Madrid.
- Passmore, J. (1974) *La responsabilidad del hombre frente a la naturaleza*. Ed. Alianza Universidad.
- Ponz, A. (1784) *Viage de España*. Tomo 8º, carta V, 30. Madrid.
- Ristori Peláez, A. (1989) Estrategias económicas en la dehesa extremeña. *Antropología cultural en Extremadura*, Editora Regional.
- Rivas-Martínez, S. (1987) *Memoria del mapa de Series de Vegetación de España*. ICONA. MAPA.
- Rodríguez Díaz, A. (1991a) Dos cortes estratigráficos en el poblado prerromano de la ermita de Belén (Zafra, Badajoz). *Extremadura Arqueológica* II, 211-233. Junta de Extremadura.
- Rodríguez Díaz, A. (1991b) *La ermita de Belén*. Editora Regional.
- Ruiz, J.P. (1988) La lectura múltiple del paisaje: percepción de espacios naturales y tipología de usuarios. Supervivencia de los espacios naturales. MAPA.
- Sánchez, M. (1792) Tomás López M.S. 20241-31. Madrid.
- Santibáñez, F. (1793) Tomás López M.S. 20241-22. Madrid.
- Terrón Albarrán, M. (1971) *El solar de los Aftasidas*. Institución Pedro de Valencia. Badajoz.
- Urteaga, L. (1987) *La tierra esquilmada*. Ed. Serbal/CSIC.
- White, L. (1967) The historical roots of our ecological crisis. *Sciences* 155:1203-1207.
- Ximénez, P. (1793) Tomás López. M.S. 2041-36. Madrid.
- Zamora Cabanillas, J.F. (1987) *El río Guadiana*. Diputación Provincial; Badajoz.

# Ensayo sobre el ácido láctico en el control de la varroosis en ausencia de cría

M. Higes, M. Suárez, J. Llorente

*Centro Regional Apícola de Castilla-La Mancha. Camino de San Martín s/n,  
19180 Marchamalo (Guadalajara)*

## RESUMEN

Llevamos a cabo el ensayo sobre cinco colmenas Perfección entre el 16 de noviembre y el 3 de diciembre de 1993. Aplicamos el producto mediante nebulización a una concentración del 15%, y sobre cada cara de cuadro poblado con abejas a razón de 4 ml de dilución, en cinco tratamientos a intervalos de 3 o 4 días. Vigilamos la caída de varroa los días 1, 3, 7, 10, 15 y 17 tras el del tratamiento y realizamos el apicidio el día 3 de diciembre. La eficacia media obtenida, en las condiciones en que se efectuó el ensayo, fue del 76,4%.

## INTRODUCCIÓN

La varroosis es una parasitosis externa causada por el ácaro *Varroa jacobsoni* Oud., que afecta a la abeja de miel (*Apis mellifera*) en todos los estadios de su desarrollo y está considerada como una de las enfermedades más graves, pues si no es tratada convenientemente, produce una alta mortalidad en las colmenas. Desde la aparición del ácaro en los diferentes países, han sido muchos los esfuerzos encaminados a controlarlo, fundamentalmente por los grupos de investigadores de las zonas más afectadas.

Las primeras investigaciones se dirigieron a la búsqueda de productos químicos con poder acaricida, capaces de reducir la tasa de infestación y frenar la alta mortalidad de las colonias de abejas. Como resultado de estos trabajos, en la actualidad la varroosis está controlada, aunque no erradicada. Pero es necesario hallar otros tratamientos con el fin de evitar el uso masivo de productos químicos, susceptibles de dejar residuos en los productos de la colmena, y para evitar la posible aparición de resistencias a las moléculas activas utilizadas.

Con este fin, en el Centro Regional Apícola se viene ensayando diferentes tratamientos alternativos, entre los que se encuentra la utilización del ácido láctico, ácido orgánico componente natural de la miel.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Realizamos el ensayo en el término municipal de Marchamalo, en cinco colmenas ubicadas en el Colmenar Experimental perteneciente al Centro Regional Apícola, entre el 16 de noviembre y el 3 de diciembre de 1993. Las colmenas utilizadas eran del tipo Langstroth modelo Perfección, con fondos modificados para permitir la introducción de bandejas extraíbles, protegidas por una malla metálica de 3 x 3 mm de luz, que impide la limpieza de los ácaros caídos durante el ensayo, por otra parte de las abejas. En el momento de realizar el ensayo, las colmenas no tenían alza ni cría operculada, y no habían recibido tratamiento acaricida en los doce últimos meses. Las abejas tenían claros síntomas de varroosis.

El producto utilizado fue ácido láctico del 90% de pureza, de la empresa Panreac, diluido al 15% en agua destilada a 35 °C. Aplicamos 4 ml de la dilución, por nebulización, sobre cada cara de cuadro poblado de abejas. Realizamos cinco tratamientos a intervalos de 3 o 4 días y vigilamos la caída de varroa los días 1, 3, 7, 10, 15 y 17 tras el del tratamiento. El 3 de diciembre efectuamos el apicidío de las colmenas con dióxido de azufre y recogimos las abejas presentes así como los cuadros que presentaban cría.

Calculamos la eficacia del producto por la fórmula:

$$E = \frac{V_D + (V_{D+1}) + \dots + (V_{D+17})}{V_T} \times 100$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se refleja la caída de varroas contabilizadas en cadauno de los controles efectuados, y el total contado a lo largo del ensayo, incluidos los ácaros que se encontraron en el interior de las celdillas de cría en el apicidío. La Figura 1 representa el porcentaje de varroas recogidas en cada control sobre la caída total de varroa en los controles. La mayor caída de varroa se produce tras el primer tratamiento, con una media de 7.976 varroas, un mínimo de 188 en la colmena nº IV, un máximo de 1.982 en la colmena nº I.

La eficacia media del producto, en las condiciones en que se realizó el ensayo, fue del 76,4%, con un mínimo del 62,9% y un máximo del 85,1% (Tabla 1).

Los resultados que obtuvimos son similares a los de otros autores, si bien existen diferencias debidas a la época de aplicación del producto, presencia de cría operculada o número de tratamientos.

Simon (1988) obtiene una eficacia del 80% con cuatro tratamientos a intervalos de cinco días, utilizando una dilución 1:6. Su resultado es similar al nuestro, si bien



Tabla 1. Ensayo sobre la eficacia del ácido láctico

Colmena n°	D+1		D+3		D+7		D+10		D+15		D+17		NVC	NVA	NTV	E %
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%				
I	1.954	36,5	28	0,5	874	16,3	1.300	24,3	661	12,3	537	10,0	5.354	2.509	7.863	68,1
II	415	20,1	76	3,7	437	21,2	367	17,8	233	11,3	538	26,0	2.066	1.219	3.285	62,9
III	1.015	37,9	101	3,8	572	21,4	524	19,6	102	3,8	361	13,5	2.675	532	3.207	83,4
IV	174	38,9	14	3,1	77	17,2	86	19,2	37	8,3	59	13,2	447	94	541	82,6
V	192	37,0	19	3,7	55	10,6	112	21,6	75	14,5	66	12,7	519	91	610	85,1
Máximo	1.954	38,9	101	3,8	874	21,4	1.300	24,3	661	14,5	538	26,0	5354	2509	7863	85,1
Mínimo	174	20,1	14	0,5	55	10,6	86	17,8	37	3,8	59	10,0	447	91	541	62,9
Media	750,0	34,1	47,6	3,0	403	17,3	477,8	20,5	221,6	10,0	312,2	15,1	2.212,2	889,0	3.101,2	76,4
Desv. típ.	754,2	7,9	38,7	1,4	346	4,4	494,4	2,5	256,4	4,1	239,1	6,3	2.005,6	1.016,1	2.978,3	10,2

NVC: Número de varroas en controles. NVA: Número de varroas en abejas (apicido). NTV: Número total de varroas. E: Eficacia.

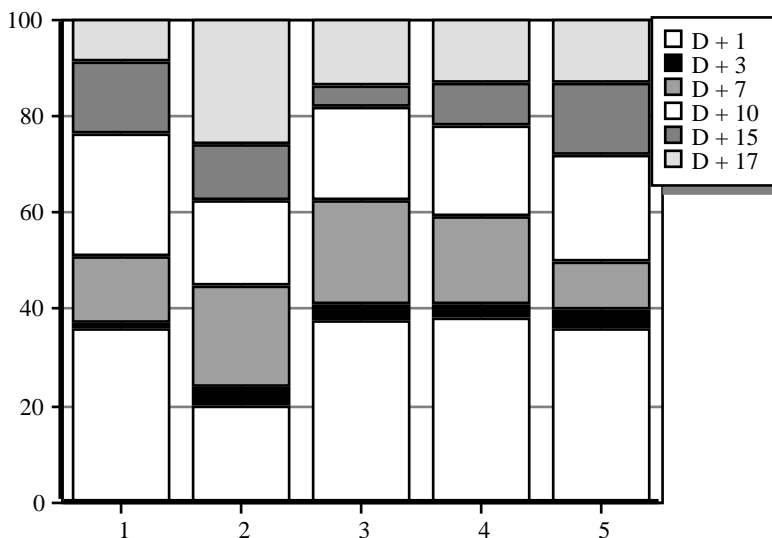


Figura 1. Porcentaje de varroas recogidas en cada control sobre la caída total de varroa en los controles

no indica la dosis por panal poblado de abejas y la época de aplicación es diferente.

Campero (1990a, b) obtiene una eficacia del 80%, con tres tratamientos a intervalos de dos días, coincidiendo con nosotros en las dosis aplicadas.

Imdorf *et al.* (1990, 1991) e Imdorf (1991), obtienen una eficacia del 90%, con dos tratamientos, empleando las mismas dosis que las utilizadas por nosotros y en ausencia de cría. Su eficacia es del 75% en presencia de cría. Este resultado puede considerarse similar al nuestro, si tenemos presente la aparición de cría en nuestras colmenas durante el desarrollo del ensayo, lo que puede producir un descenso en la eficacia del producto.

Krauss (1991, 1992), obtiene una eficacia del 97,5% con dos tratamientos de ácido láctico al 15%, aplicando el doble de dosis que nosotros en nuestro ensayo, durante el invierno. En este caso, la ausencia total de cría puede explicar esta gran eficacia, aunque no tenemos datos sobre el estado de parasitación de la colonia.

Greatti y Barbattini (1992) obtienen una eficacia del 41,4% empleando la misma dosificación que en nuestro ensayo pero en presencia de cría, lo que deja claro la influencia de este factor sobre la eficacia del tratamiento.

Para valorar correctamente el resultado que obtuvimos, hemos de tener en cuenta que las colonias objeto de ensayo presentaban una gran parasitación (superior al

100% en algunos casos) y la aparición de cría, lo que puede influir para que en nuestro caso la eficacia sea ligeramente menor.

En vista de los resultados, consideramos que el ácido láctico puede considerarse como un tratamiento eficaz para el control de la varroosis en condiciones de ausencia de cría y baja actividad de vuelo (Assmann, 1989; Weiss, 1990).

## BIBLIOGRAFÍA

- Assmann, U. (1989) Supplementary test for lactic acid treatment in the *Varroa jacobsoni*. *Apidologie*, 29: 521-522.
- Campero, M. (1990a) Telanio trappola e acido lattico cosi combatto contro la varroa (I). *Apitalia*, 7: 12-14.
- Campero, M. (1990b) Telanio trappola e acido lattico cosi combatto contro la varroa (II). *Apitalia*, 13: 11-13.
- Greatti, M., R. Barbattini (1992) Efficacia di trattamenti primaverali con acido lattico e acido formico contro *Varroa jacobsoni* Oud. *Apicoltore moderno*, 83: 49-58.
- Imdorf, A. (1991) calendrier apicole pour la lutte integree contre la varroatose. *Journal Suisse d'apiculture*, 4/91: 117-124.
- Imdorf, A., V. Kilchenmann (1990) L'acide lactique, un produit de lutte contre les varroas pour le petit apiculteur. *Journal Suisse d'apiculture*, 9/90: 329-333.
- Imdorf, A., V. Kilchenmann (1991) Acido Lattico. Guida pratica per l'uso. *Apitalia*, 3/4: 15-17.
- Kraus, B. (1992) Preliminary report on lactic acid winter application as treatment for varroosis. *Apidologie*, 22: 473-475.
- Kraus, B. (1992) Further results on lactic acid application as treatment for varroosis. *Apidologie*, 23: 385-387.
- Simon, M. (1988) Varroase: traitement. L'acide lactique alimentaire. *Revue Française d'Apiculture*, 475: 284.
- Weiss, J. (1990) Lotta alla varroa con l'acido lattico. *Apitalia*, 6: 11-13.

# Control de la varroosis con ácido fórmico

M. Suárez, M. Higes, J. Llorente

*Centro Regional Apícola de Castilla-La Mancha. Camino de San Martín s/n,  
19180 Marchamalo (Guadalajara)*

## RESUMEN

Evaluamos la viabilidad y productividad de tres colonias de abejas muy infestadas por *Varroa jacobsoni*, sometidas a un tratamiento con ácido fórmico. Iniciamos el ensayo el 3 de junio de 1993 con la administración de 100 cc de ácido fórmico al 70% en pequeñas bandejas tapadas con un plástico perforado y ubicadas en el fondo de las colmenas. Vigilamos semanalmente la caída de varroa por acción del producto y la cantidad de ácido fórmico evaporado. Dimos por finalizado el ensayo el 15 de octubre de 1993, valorando la viabilidad y la productividad de las colonias objeto de ensayo.

## INTRODUCCIÓN

El ácido fórmico no es un acaricida, pero ha sido utilizado como tal en la lucha frente a *Varroa jacobsoni* Oud. y otros ácaros que parasitan a *Apis mellifera* (abeja melífera). El ácido fórmico, al igual que otros ácidos utilizados en el control de la varroosis tiene cierto poder acaricida, cuando el ácaro se encuentra sobre las abejas, pero además, puede en cierta medida atravesar el opérculo de cera y combatir los ácaros en su estadio reproductivo en el interior de la celdilla operculada. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la diferencia entre la dosis capaz de eliminar el ácaro y la que es tóxica para la cría de la abeja es muy estrecha (Köninger *et al.* 1988) y que en los tratamientos de campo, el efecto acaricida del ácido fórmico sobre las varroas existentes en el interior de la celdilla operculada tiene poca importancia (Köninger y Fuchs, 1989).

El ácido fórmico es un ácido orgánico que se encuentra en pequeñas cantidades de forma natural en la miel y otros muchos alimentos, que además, es un producto frecuentemente utilizado en la industria alimentaria como aditivo, por lo que no debe ser considerado como peligroso para la salud humana en bajas concentraciones, teniendo baja capacidad de generar residuos persistentes en los productos de la colmena (Liu, 1991).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Realizamos el ensayo en el término municipal de Marchamalo, en tres colmenas modelo Autocolmena, ubicadas en el Colmenar Experimental del Centro.

Iniciamos el ensayo el 3 de junio de 1993, con la administración por colmena de 100 cc de ácido fórmico del 99% de pureza, de la empresa Merck, diluido al 70% en agua destilada. El producto se administró en pequeñas bandejas plásticas de 12 x 12 x 4 cm, protegidas por una bolsa de plástico con perforaciones para permitir la evaporación del producto y ubicadas en el fondo de las colmenas, aisladas de la actividad de la colonia.

Complementamos el ensayo con datos obtenidos mediante una serie de observaciones semanales (el mismo día, a los siete días, a los catorce, etc.) de la caída de ejemplares de varroa por acción del producto y la cantidad de producto evaporado. Las producciones de las colmenas, su estado y dinamismo, así como el grado de presentación de síntomas característicos de la parasitosis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las figuras 1, 2 y 3 se observa la relación existente entre la caída de varroas y la cantidad de producto evaporado semanalmente durante el periodo de duración del ensayo.

La colmena 1 produjo 28,9 kg; la 2 produjo 16,8 kg; y la 3 produjo 12,9 kg.

La producción media de 19,5 kg obtenida en las citadas colmenas, fue ligeramente inferior a la obtenida en otras colmenas, que aun estando instaladas en el mismo entorno, habían sido sometidas a otro tipo de tratamiento (Apistan®, producción media 29 kg).

Durante el transcurso del ensayo no se observó conducta anómala alguna ni efecto adverso alguno en las colonias, derivado de la administración del producto.

En el seguimiento de la evolución de las colonias, durante la última fase del ensayo, se observó en la nº1 la existencia de un número importante de abejas con malformaciones anatómicas derivadas de la gran infestación, poniendo en peligro su supervivencia durante la invernada.

A pesar de haberse publicado numerosos trabajos sobre la utilización del ácido fórmico en el control de varroa, los resultados obtenidos por los diversos autores son muy dispares: fluctúan entre eficacias medias del 47,1% (Barbattini *et al.*, 1992) y 94% (Hoppe *et al.*, 1989). Esta disparidad de resultados puede ser atribuible tanto a la desigual evaporación del ácido fórmico, sujeta a un gran número de factores (tipo de colmena, estado de la colonia, temperatura ambiente, método y tiempo de aplicación del producto, etc.), como a la variable propagación y distribución de los vapores de ácido fórmico en el ambiente de la colmena (Wissen y Maul, 1981).

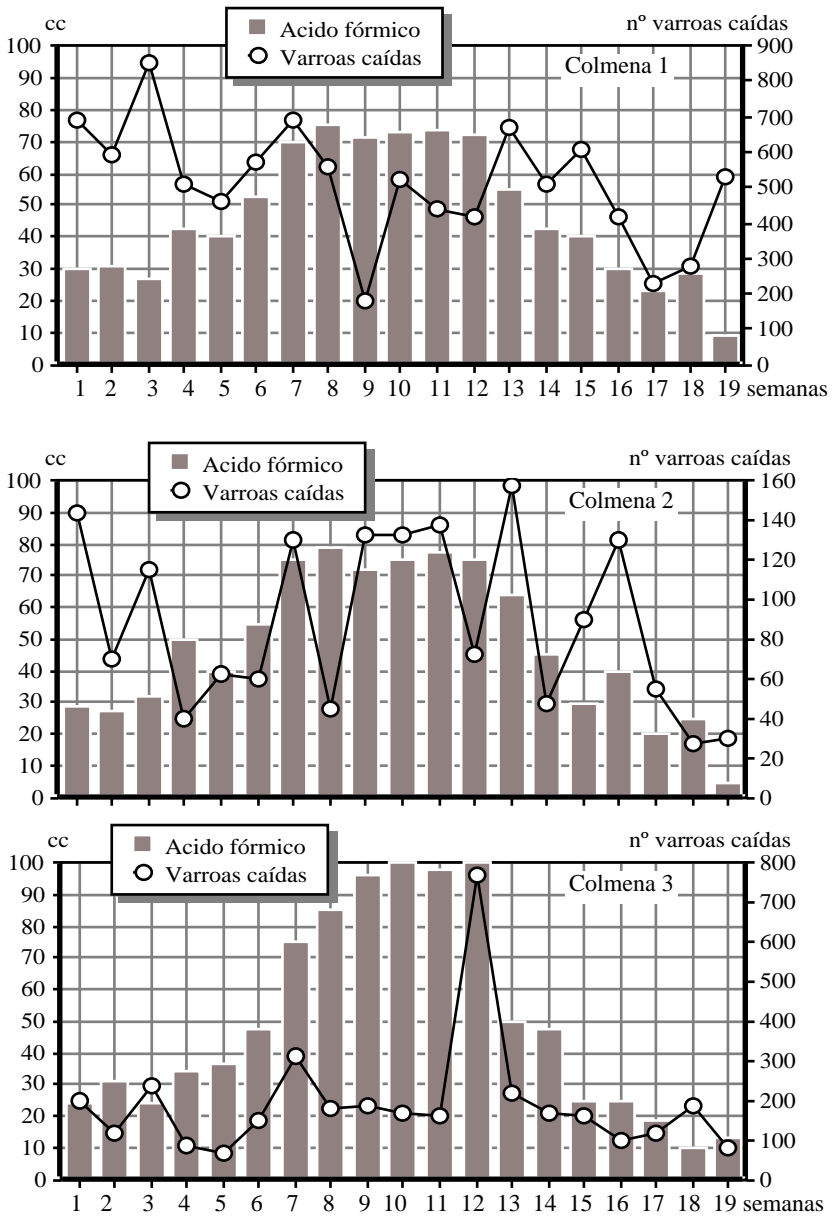


Figura 1. Relación entre caída de varroas y cantidad de producto evaporado semanalmente

Tabla 1. Relación entre la caída de ejemplares de varroa y la cantidad de producto evaporado semanalmente durante el periodo de duración del ensayo

Nº de semana	Colmena 1		Colmena 2		Colmena 3	
	cm <sup>3</sup> de ácido fórmico evaporado	Nº de varroas caídas	cm <sup>3</sup> de ácido fórmico evaporado	Nº de varroas caídas	cm <sup>3</sup> de ácido fórmico evaporado	Nº de varroas caídas
1	30	688	29	144	24	187
2	31	596	27	69	31	121
3	28	839	32	116	24	234
4	43	508	50	40	34	90
5	40	459	40	60	37	69
6	53	569	55	59	48	148
7	70	686	75	128	75	319
8	75	565	79	46	85	179
9	71	180	73	130	97	191
10	73	522	75	130	100	173
11	75	436	77	139	98	167
12	72	430	75	75	100	767
13	56	664	64	158	50	227
14	43	512	47	47	48	172
15	40	610	30	90	25	163
16	30	431	40	128	25	101
17	24	236	20	53	19	119
18	30	289	25	28	10	189
19	10	532	5	29	13	79

Estamos de acuerdo con Bracey y Fisher (1989) cuando afirman que existe una cierta correlación entre la caída de ejemplares de varroa, y por consiguiente la eficacia del tratamiento, y la cantidad de ácido fórmico evaporado.

Coincidimos con Arculeo *et al.* (1993) y Bracey y Fisher (1989) en considerar la temperatura ambiente como el factor más limitante en la evaporación del producto.

A la vista de los resultados obtenidos, debemos pronunciarnos con muchas reservas respecto al futuro éxito de la utilización del ácido fórmico para frenar la varroosis. Puede ser un método válido para compaginarlo con un tratamiento químico de acción puntual o con otros métodos de tratamiento naturales como el timol, el ácido láctico, etc.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Arculeo, P., V. Fabricio, S. Caracappa (1993) Efficacia dei trattamenti con acido formmico e fluvalinate contra *Varroa jacobsoni* Oud. *L'Apicoltore mod.*, 48: 185-192.
- Barbattini, R., Greati, M. (1992) Verifica del piano di controllo di *Varroa jacobsoni* in friuli Venezia Giulia. *L'ape Nostra Amica*, 6: 7-13.
- Bracey, S., F. Fischer (1983) Initial results of the field treatment of honey bee colonies infested with *Varroa jacobsoni* using formic acid in hot climates. *American Bee Journal*, 129: 735-737.
- Hoppe, H., W. Ritter, W. Stephen (1989) The control of parasitic bee mites : *Varroa jacobsoni*, *Acarapis woodi* and *Tropilaelaps clareae* with formic acid. *Amer. Bee Journal*, 129: 739-742.
- Königer, N., S. Fuchs, R. Rafiroiu (1988) Uso del ácido fórmico para el tratamiento de la varroa dentro de las celdas de cría operculada. *Vida Apícola*, 30: 57-58.
- Königer, N., S. Fuchs (1989) Eleven years with varroa: Experiences retrospects and prospects. *Bee World*, 70: 148-159.
- Liu, T.P. (1991). Formic acid and bee mites. *American Bee Journal*, 131: 311-312.
- Wissen, W., V. Maul (1981) Técnica para la administración del ácido fórmico para atajar la varroosis. *Apiacta*, 2: 66-70.



# **Estudio de sistemas tradicionales de cultivos en Tenerife (municipio de Tegueste)**

**M. Hernández\*, C.E. Alvarez González\*, C.J. González Gil\*\***

*\*Instituto de Productos Naturales y Agrobiología. CSIC. Apartado 195. 38206 La Laguna (Tenerife). \*\*Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de La Laguna. Carretera de Geneto 2. 38206 La Laguna (Tenerife).*

## **RESUMEN**

Entrevistamos a agricultores, de edades entre los 50 y los 100 años, que hubiesen practicado o recordasen el uso de técnicas tradicionales agrícolas anteriores a la introducción de los abonos químicos y los plaguicidas de síntesis, preguntándoles sobre ciclos de cultivo, laboreo, rotaciones, cultivos asociados, tipos de abonado, cultivares, producciones, formas de detener las plagas, así como factores ambientales, manejo del ganado, elaboración y almacenamiento de productos animales y cosechas, y aprovechamiento de recursos naturales (bosque, plantas con uso artesanal, medicinales, etc).

## **INTRODUCCIÓN**

La agricultura tradicional constituye un legado de nuestros antepasados vasto, múltiple y empírico, que necesita apremiantemente ser rescatado, pues corremos el riesgo de perderlo en pocos años con cada uno de nuestros mayores que nos abandonan.

Entre los muchos motivos que justifican el estudio de la agricultura tradicional, Altieri (1991) señala dos tipos de beneficios derivados del estudio de estos sistemas. El primero es la obtención de información importante para desarrollar estrategias agrícolas apropiadas, más sensibles a las complejidades de los procesos agroecológicos y socioeconómicos, para poder diseñar tecnologías que satisfagan las necesidades específicas de grupos de campesinos y agroecosistemas locales. El segundo beneficio es que los principios ecológicos extraíbles del estudio de los agroecosistemas tradicionales pueden utilizarse para diseñar agroecosistemas perdurables en los países industrializados, y con ello corregir muchos de las deficiencias que afectan a la agricultura moderna.

Los agrosistemas tradicionales han surgido a través de siglos de evolución cultural y representan experiencias acumuladas de interacción entre el ambiente y los agricultores que no han tenido acceso –o lo han tenido limitado– a insumos externos, capital y conocimientos científicos. Se argumenta que el rescate de este conocimiento tradicional debe ocurrir rápidamente, no sólo porque se está perdiendo de forma irreversible, sino también porque es crítico para el avance de la ecología agrícola (Marrero, 1994)

Una combinación inteligente de las técnicas agrícolas tradicionales, los conocimientos actuales y los principios ecológicos puede permitirnos el diseño de agroecosistemas perdurables y con ligeras modificaciones poner en producción ecológica extensiones relativamente grandes.

No consideramos concluido el estudio aquí presentado. Esperamos seguir contando con la imprescindible colaboración de las gentes de Tegueste. El trabajo se refiere a un tiempo en que el regadío no estaba presente en el municipio.

Tabla 1. Personas entrevistadas

Nombre	Edad	Barrio
Antonio Hernández Melián.	76	Las Canteras
Juan Cabrera	82	Las Canteras
Nicolás González Gutiérrez	72	Borgoñón
Pedro “Caldera”	-	Borgoñón
Erico Hernández	-	-
Cirila (esposa del anterior)	-	-
Timoteo	59	El Portezuelo
Nazario	61	El Portezuelo

Fernando Sabaté, profesor del Departamento de Geografía e Historia de la Universidad de La Laguna realizó algunas de estas entrevistas y amablemente nos las facilitó.

## Geofísica

Tegueste se halla en el noreste de Tenerife, tiene 27 km<sup>2</sup>, 9,8 km<sup>2</sup> de pastizales, 5 km<sup>2</sup> de cultivos, 3 km<sup>2</sup> de bosques, 4,72 km<sup>2</sup> sin cultivo y 4,5 km<sup>2</sup> de otras tierras. Actualmente, de las tierras cultivadas el 42,3% están en regadío y el 57,7% en secano. El municipio está orientado hacia el norte y abarca una franja comprendida

entre 250 y 700 m sobre el nivel del mar. Sin salida al mar. Le inciden escasamente los vientos, excepto de vez en cuando algunos vendavales del sureste.

En la distribución altitudinal de las zonas agroclimáticas de las islas más altas, Tegueste se encuadra en torno a la divisoria de las zonas baja o de costa y la de medianías, área ésta tradicionalmente dedicada al policultivo de secano.

El relieve es montañoso, con una cota máxima de 848 metros en el Picacho del Roque, y una serie de valles interiores como el de El Socorro y el de Tegueste.

La profundidad efectiva media de las tierras está entre 50 y 150 cm, son de textura superficial fina y percolación subsuperficial lenta. El material subyacente es roca básica.

Las precipitaciones entre 1981y1988, dan un mínimo de 316 l/m<sup>2</sup> para 1988, y un máximo de 539 l/m<sup>2</sup> para 1984. El mes de mayor precipitación es enero y el de menor julio.

### Las rotaciones

Tradicionalmente cada agricultor dedicaba la mitad de los terrenos al cultivo de trigo y la otra mitad al policultivo de maíz, papa, garbanzo, batata, abono verde, forraje, etc. Cada año se alternaba los cultivos entre ambas hojas o divisiones de la finca.

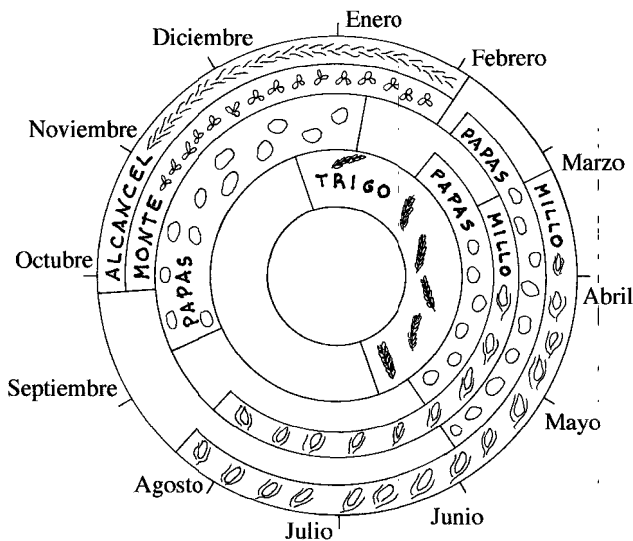


Figura 1. Ciclos de cultivo en Tegueste. Por ejemplo en mayo falta mes y medio para segar el trigo; hay papas veraneras y millo que fueron plantados después de las papas inverneras; y papas veraneras y millo plantados a continuación de alcancel (cebada) o monte, que en enero o febrero se trocearon y enterraron en verde (ver su composición de especies más adelante, en el epígrafe de El monte).

En el Valle de El Borgoñón o El Infierno, con la llegada del regadío se plantaba una cosecha más de papas: papas rosadas o agosteras, sembradas a principios de agosto y cosechadas a primeros de diciembre. También se asociaba chícharo moro al trigo, y garbanzos al millo.

## El trigo

La variedad de trigo más cultivada tradicionalmente ha sido el “trigo marsello”. En menor proporción y, en ocasiones, circunstancialmente, se ha cultivado el “colorado”, el “morisco”, “alis–negro”, el “rápido”, el “pelón o mocho”, cada uno con sus peculiaridades, conocidas y aprovechadas por los agricultores.

En la misma “hoja”, al trigo le sucedía en la rotación el policultivo de papas, maíz y alcancel (cebada) asociada o no con leguminosas y utilizada como forraje o abono verde, “monte” (combinación de leguminosas para forraje o abono verde), garbanzos y batatas. Es peculiar la rotación única trigo–chícharos (*Lathyrus* sp.), practicada en laderas de poca pendiente.

Días después de las primeras lluvias, por octubre, se daba una arada cruzada al terreno para “atajar” las adventicias, que consistía en dar dos pasadas oblicuas a la diagonal principal del terreno y perpendiculares entre sí, utilizando el arado romano tirado por vacas o toros. El proceso podía repetirse 15 o 20 días después.

El trigo se sembraba hacia el 8 de diciembre, como reza el dicho: “Por la Concepción con sazón o sin sazón” (sazón equivale a tempero). Antes de sembrar se “embelga” el terreno, es decir se trazaban unos surcos que delimitaban la franja de terreno donde se iba a depositar la simiente. En cada franja comprendida entre embelgas se daba dos pasadas esparciendo el grano. El sembrador iba en una dirección por una embelga y volvía por la opuesta. Luego se pasaba el arado para enterar el grano, trazando los surcos o “mesanas”. Detrás del arado se iba con azadas “haciendo la arada”, o sea allanando el terreno y desterronando para propiciar un crecimiento más uniforme del trigo y facilitar la siega.

Dentro del mismo municipio, según zonas y por motivos climáticos o imponderables, la siembra podía posponerse hasta febrero. A medida que se retrasaba la fecha, iba aumentando la cantidad de grano aportado para compensar el menor ahijamiento de la planta. Solía sembrarse unos 200 kg/ha. Con esta alta densidad, el trigo detiene la proliferación de adventicias. En zonas más próximas a la costa, la densidad podía reducirse a la mitad.

La siega se efectuaba a partir de mediados de junio. En principio con “joce” (hoz), ataviado el segador con “samarrón”, “mangueras” y “deil” de cuero. Las cuadrillas se componían de tres segadores y un amarrador. Los “molles” o gavillas se ataban con el mismo trigo. Había, al menos, tres modos distintos de hacer el nudo de amarre o cabeza: llano, de cadena y retorcido.

La trilla se efectuaba con trillo de madera que llevaba engarzadas en su base varias hileras de piedras volcánicas. Tiraba del trillo una yunta de ganado vacuno, sobre eras con suelo de tierra y paja humedecida y apisonada (“retrillada”). Le seguían las labores de aventar, baliar, zarandear. El grano era almacenado en la “tronja”, especie de granero ubicado en la propia casa familiar.

El trigo no se abonaba, y debía nutrirse con los restos de lo aportado a los cultivos que le precedían en la rotación. Es decir, se aportaba estiércol al terreno una vez cada dos años. La producción media era de 1.200 kg/ha.

Había ataques fúngicos, pero no se luchaba contra ellos. Sólo se procuraba utilizar para la siguiente siembra semilla que no había sido atacada.

El principal destino del trigo era la elaboración de gofio y en menor medida pan.

## La papa

La papa de siembra de algunas variedades solía traerse en enero de los altos del municipio de Fasnia, situado en el sureste de la Isla, tal era el caso de la “ojo de perdiz”, la “zarcera”, la “rosita”. Para las “papas de color” no se hacía tan necesario el intercambio de simiente aunque también se realizaba principalmente con municipios de la zona norte, y entre éstas tenemos la “negra”, la “negra ramuda”, la “colorada de vaga”, la “azucena”, la “terrenta”. Las papas precedían en la rotación al trigo.

A las “papas inverneras”, sembradas por septiembre, se les aportaba el estiércol que había sido puesto en montones sobre el terreno en agosto y era extendido y mezclado con la tierra mediante una arada antes de plantar el tubérculo. No se hacía lo mismo con las “veraneras”: el estiércol se aportaba al cultivo precedente, monte o alcancel. Si el alcancel o monte eran segados para los animales, bastaba arar y surcar para sembrar las papas hacia febrero. Pero si era troceado sobre el terreno, se daba primero una arada “en verde” para 8 o 10 días más tarde arar cruzado, surcar y plantar.

La plantación podía efectuarse tanto con tubérculos enteros como partidos.

Cuando la planta empezaba a despuntar sobre la superficie del terreno se le practicaba un “arriendo” o primer aporcado. La finalidad de esta labor era soltar el terreno, compactado por las posibles lluvias y a la vez frenar las adventicias. Cuando alcanzaban los 20 o 30 cm eran “sachadas” (segundo aporcado), que volvía a frenar las adventicias y cubría bien los tubérculos para evitar que la incidencia directa de la luz solar los verdease, disminuía los ataques de la “palomilla” (*Phthorimaea operculella*), y conseguía que el terreno conservase mejor la humedad y aumentaba la resistencia de la planta al viento.

Las papas inverneras (plantadas en septiembre) eran cosechadas en enero. Las veraneras (plantadas en febrero) se cosechaban por mayo. De estas últimas se guardaba la “papa de semilla” para plantar el siguiente septiembre.

Llegado el momento de la cosecha, primero se cortaba la “rama” o parte aérea de la planta y podía esperarse hasta ocho días para cosecharlas. Con ello la papa se “cura”: endurece su piel y no salen “rasponas”, o sea arañadas o raspadas, pues ello facilita el ataque de hongos y la deshidratación de los tubérculos, lo que disminuye su período de conservación almacenadas.

Para la realización de las labores de arriendo, sacha y cosecha de las papas se recurría a la azada, pero posteriormente pasaron a realizarse estas labores con arado y las faenas se agilizaron considerablemente.

De las papas cosechadas en mayo era frecuente escoger las más “parejitas” para “semilla”, conservándolas bajo árboles de sombra “fuerte”: higueras, nogales, etc. Para ello se hacía bajo estos árboles un hoyo de unos 20 cm de profundidad, de longitud variable, se depositaba en él las patatas y se cubrían con una gruesa capa de helechos y en ocasiones, encima, otra más delgada de tierra. Con este procedimiento los tubérculos se conservaban más sanos y brotaban antes y más homogéneamente. La producción media rondaba la proporción 1 a 10. Contra el mildiu o “maleo” usaban el cobre.

### **El millo (maíz)**

Entre las variedades cultivadas de maíz estaba el “de El Rodeo”, de mata baja y “piña” (mazorca) grande, apropiado para zonas ventosas. El “canario” era de mayor porte y grano menor. El “San José” era de mayor envergadura y ciclo más corto. El “villero”, de la Villa de la Orotava, era el de porte mayor, se plantaba “a chorro” en Tegueste para producir forraje y su semilla para sembrar la traían de la Orotava.

El maíz era sembrado por marzo, después de las papas inverneras o a continuación del alcáncel o monte. Si sucedía a un abono verde, una vez troceado éste sobre el terreno, se daba una “arada en verde” y 8 o 10 días después dar otra “cruzada”, surcar y sembrar. El maíz podía sembrarse a golpes cuando se quería para la producción de grano (“millo o maíz pa piñas”). La siembra a golpes reunía ciertas peculiaridades, pues al surco se adosaba otro pequeño llamado tras-surco, donde en esta tierra más suelta, con la mano o con una estaca o plantador, se depositaban 2 o 3 granos por golpe, dejando 40 o 50 cm entre golpe y 70 entre surcos. Para sembrar se escogían los granos centrales de la mazorca.

Dentro de las labores de cultivo tenemos la reposición de marras y el entresacado, que dejaba generalmente dos plantas. Un arriendo o primer aporcado cuando la planta alcanzaba aproximadamente 20 cm servía para soltar el terreno, calzar la planta y frenar las adventicias. Un “encolmado” o segundo aporcado, arrimando más tierra que en el primero, sólo se hacía en el caso de “millo pa piñas”, cuando la planta tenía en torno a medio metro de porte, que aumentaba la resistencia al viento y sobre todo conservaba mejor la humedad de la tierra.

No se aportaba estiércol al maíz sino al cultivo precedente. La espiga se cortaba en verde para forraje. La piña tierna tenía varios usos culinarios. El grano seco podía emplearse molido para elaborar el “frangollo”, especie de polenta, tostado para elaborar gofio, o simplemente para los animales.

### **El monte**

Como abono verde o para forraje solía mezclarse dos especies vegetales en la siembra, por ejemplo chicharón (*Lathyrus* sp.) y habas (*Vicia* sp.); chicharaca (*Lathyrus* sp.) y habas; chicharaca y avena (*Avena* sp.); chicharón y chochos (*Lupinus albus*).

Al monte se le aportaba estiércol, no así al cultivo que le sucedía: papas o maíz. Si lo usaban como forraje, quizás le daban hasta dos cortes antes de instalar el siguiente cultivo. Como abono verde, por febrero, lo troceaban utilizando sables militares o machetes largos, luego seguía una arada en verde con el “arado pa verde o pa monte”, dotado de una curva mayor que el normal para que no se “ahogue” y pudiera volcar bien los montones de restos vegetales. A los 8 o 10 días se daba una arada cruzada, se surcaba y plantaba papas o millo.

### **El alcancel**

Se denomina así al cultivo de cebada destinado a servir de forraje o como abono verde. De las cebadas cultivadas sólo hemos obtenido referencias de la “normal” y “pelona o mocha”. El alcancel sucedía al trigo y precedía a patatas o maíz. Se le aportaba estiércol en el momento de la siembra, por octubre o noviembre, cuando empiezan las lluvias. Iba segándose gradualmente para cubrir las necesidades de forraje. El terreno se labraba por febrero para instalar el cultivo siguiente. En el caso de emplear el alcancel como abono verde se procedía como en el caso del monte. También podía reservarse una parte para cosechar la semilla y aprovechar la paja, más suave que la del trigo, para rellenar los colchones de las camas.

### **Los chochos**

Los chochos o altramuces se cultivaban por su semilla o para utilizarlos como abono verde. En el primer caso la siembra se hacía menos densa que en el segundo, lo que permitía segar la yerba o soltar el ganado dentro de ellos.

Eran sembrados a voleo por octubre, lo que se llamaba “siembra en seco” si aún no había llovido y se podían cosechar por agosto, arrancados a mano, con la mano

“virada al revés” para que no pegaran en la cara, y de noche para evitar que se desgranaran las vainas. Con objeto de separar el grano, en un día de mucho calor los paleaban en la era o en un pedazo de terreno acondicionado para tal fin. A las personas que ayudaban en alguna de estas tareas, como recompensa se les permitía “rebuscar chochos”: ir luego detrás recolectando los altramuces que habían quedado esparcidos sobre el campo.

Para consumo humano se cocían, incluso con un poco de ceniza para darles un color naranja-rojizo, y luego se les cambiaba el agua durante varios días hasta que perdían el amargor debido a sus alcaloides. También podían prepararse así para los animales, aunque entonces era más común tostarlos y darles después los pertinentes cambios de agua. El ganado también consumía las vainas, y las ramas secas o “leña de chochos” le servía de cama.

### **La batata**

La batata o boniato se plantaba por esqueje a finales de mayo o primeros de junio para que fuera enraizando. Por octubre comenzaba a llover y en uno o dos meses daba los tubérculos. El cultivo permanecía en la tierra unos seis meses.

### **El garbanzo**

Solía sembrarse para consumo familiar a finales de febrero. Se plantaban en surcos, bien a chorro bien a golpe ayudándose de estaca o plantador. Se recolectaba por agosto y se paleaba en la era para separar los granos de la vaina. Un kilo sembrado daba 20. Podían sufrir principalmente ataques de orugas fitófagas, de lepidópteros y de conejos silvestres.

### **Las habas**

Se sembraban por febrero o marzo y su principal destino era servir de alimento al ganado, aunque poco a poco se fue extendiendo su consumo humano.

### **Los frutales**

Entre los más comunes podemos destacar las tuneras (*Opuntia* sp.), higueras (*Ficus* sp.), nispereros (*Mespilus* sp.), y perales (*Pyrus* sp.). Con una menor presencia están los representantes del género *Prunus*: albaricoqueros, ciruelos, durazneros (melocotoneros), membrilleros (*Cydonia* sp.).



En una finca de la zona del Borgoñón, Nicolás González Gutiérrez, su antiguo arrendatario, manifestó que llegó a cultivar más de 40 variedades de peras, de las que pudo recordar 32. Las peras tenían aprovechamientos diversos, según las características de la variedad, como fruta fresca o en potaje o guisadas con papas arrugadas. La pera para orejones primero se partía en mitades, se ponía a secar en la era y una vez seca se le daba un ligero remojo en una infusión de hinojo para su mejor conservación.

La vid se plantaba por los márgenes de las huertas, hasta más de 15 variedades en fincas de pocas hectáreas, que vendimiadas conjuntamente permitían elaborar los originales y afamados caldos del municipio. Para proteger la viña se recurría únicamente al azufre y al cobre.

### **Los manchones**

Se da este nombre a los prados naturales. Recibían como abono los excrementos y orines de los animales que allí pastaban. Desde junio hasta agosto era segada la yerba que había en ellos y se procedía a la quema controlada de rastrojos, consistente en quemar primero una banda de seguridad de unos dos metros por todo el perímetro del manchón, avanzando siempre en contra de la brisa reinante, para luego hacer arder zonas más amplias hasta completar toda la superficie. Nos cuentan que al hacer la quema, nace luego mejor la yerba y el ganado se encuentra el prado sin restos de rastrojos.

### **Los pastos en laderas pronunciadas**

Las laderas de montaña por octubre, antes de llover y de que naciera la yerba, se limpiaban de zarzas (*Rubus* sp.), incienso (*Artemisia thuscula*) y otros matorrales que se aprovechaban para cama del ganado. Los artejos o “pencas” menudas se escachaban en el suelo para que sirvieran como abono, y las grandes podían emplearse para alimento de los animales. Con estas labores se propiciaba el crecimiento de pastos, donde podía pastorearse el ganado o segarse la yerba una vez seca, por mayo, para forraje en la época estival.

En el mejor de los casos, las tuneras se cultivaban más o menos alineadas en estas laderas, siguiendo las curvas de nivel, con marcos que rondaban los 3 x 4 metros y dándoles porte arbóreo, dejando un solo pie para aprovechar toda la superficie del terreno para forraje. De ellas se utilizaban las palas para alimentar al ganado y los “tunos” o higos picos para consumo humano, en fresco o secados al sol, que en este caso se denominaban “porretas”.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Altieri, M. (1991) ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional? *Agroecología y desarrollo*. N°1, pp 16–36. Conocimiento americano para la agroecología y el desarrollo. Santiago de Chile.
- Marrero, M.C. (1994). *Sistemas agrarios tradicionales de Fasnia*. Trabajo de Fin de Estudios. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de La Laguna (Tenerife).

# Fertilidad y mejora de suelos del Valle del Iregua (La Rioja)

**A. Álvarez\***, **P. Carral\***, **E. Vázquez\*\***, **M. Andrades\*\***,  
**R. Jiménez Ballesta\***

*\* Departamento. de Química Agrícola, Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma de Madrid. 28049 Madrid. \*\* Departamento de Agricultura y Alimentación. Escuela Universitaria Politécnica. Universidad de La Rioja. 26004 Logroño (La Rioja).*

## RESUMEN

Determinamos las condiciones de fertilidad de los suelos de los términos municipales de Entrena y Lardero (La Rioja), y encontramos condiciones físicas aptas para el desarrollo de los cultivos, moderada capacidad de intercambio catiónico, contenidos variables (en ocasiones elevados) de carbonatos y caliza activa y baja conductividad eléctrica, salvo en algunos lugares, donde observamos riesgos de salinidad. Los valores de P y K asimilables son medios para Entrena y altos para Lardero. No obstante, observamos un desequilibrio en la concentración de cationes de cambio, principalmente en suelos de este último municipio, así como un escaso contenido en materia orgánica. Por todo ello, recomendamos la aplicación de abonos orgánicos de reacción ácida y bajo contenido en sales; la adición de sal magnésica; y ante la carencia de abono animal, la adición de compost de residuos vegetales procedentes de la agricultura ecológica.

## INTRODUCCIÓN

La margen izquierda del río Iregua, afluente del río Ebro, forma parte de la Comunidad Autónoma de La Rioja, región del tercio norte de la Península Ibérica, eminentemente agrícola y conocida por la calidad de sus vinos acogidos a Denominación de Origen, según Orden Ministerial del 3 de abril de 1991, del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (B.O.E. del 03/04/1991) y Directivas del Consejo de la Comunidad Europea nº 2081/92 y de la Comisión nº 1848/93, 2037/93. Los frutales constituyen asimismo un tipo de cultivos de gran importancia económica dentro de la agricultura de la región, ya que ocupan casi el 5% de su superficie culti-

vada. En general, sus producciones medias son relativamente bajas, pero su alta representatividad en el Valle del río Iregua, supone un peso importante en la economía de la zona (Andrades et al., 1993).

Las modernas técnicas de fertilización basadas en un consumo abundante de abonos orgánicos y químicos y en el empleo sistemático del monocultivo, supone un empobrecimiento del patrimonio genético, favorece la aparición de plagas y el abuso de fitosanitarios. Frente a esta situación, se plantea la posibilidad de transformarla hacia otros sistemas agrícolas que emplean cultivos más diversos, abonos naturales, etc., hacia lo que Labrador y Guiberteau (1990) llaman agricultura ecológica, para reducir el coste energético y mejorar la calidad organoléptica de los frutos y del propio ambiente.

El Parlamento Europeo se pronunció a favor de la agricultura ecológica en una Resolución votada el 19 de febrero de 1986 (Directiva 68/86) según un Programa Europeo de Medidas y reglamentada en las Directivas de la Comisión números 2092/91 y 207/92. Dicho Programa persigue no maximizar la producción, sino frenar la degradación del suelo, mantener su fertilidad natural con proporciones adecuadas de materia orgánica y emplear técnicas de manejo del suelo que no supongan la utilización de productos agresivos y contaminantes, así como evitar las labores profundas que alteran el orden natural de los horizontes del suelo.

El objetivo de este trabajo es estudiar las posibles causas que están originando el descenso en la producción frutícola de la zona, mediante la evaluación de algunas variables edáficas que condicionan la fertilidad de los suelos y considerando la posibilidad de recuperar la calidad natural de las mismas, aprovechando los recursos propios de la zona.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

En el tramo estudiado del valle del río Iregua, se encuentran materiales cuaternarios sin diferenciar. El fondo de valle está compuesto principalmente de arenas y gravas, y en el substrato sobre el que se asienta el río alternan areniscas y arcillas, con presencia de yesos y margas (Andrades et al., 1993), cuyas características texturales y minerales influyen en las propiedades de los suelos. Por lo general, la génesis de los suelos es variable, tienen carbonatos y casos puntuales de salinidad.

El clima de La Rioja es básicamente continental, pero con acentuadas influencias atlántica y mediterránea. Esta última se aprecia en la zona de estudio, la cual presenta una pluviosidad media anual de 450 a 500 mm y una temperatura media anual de 14 a 5 °C. La temperatura mínima alcanza 5 °C y la máxima 22 °C. Hay un período libre de heladas que abarca de mayo a octubre. La insolación del área de estudio es elevada, por lo que la producción vegetal potencial es grande siempre que el déficit de agua no se convierta en un factor limitante (Domínguez Vivancos,

1989). El período de déficit de agua va de julio a octubre. No se observa ningún período de exceso de agua. El clima, según la clasificación de Thornthwaite, es seco (Andrades et al., 1993). Según la clasificación de Papadakis corresponde a clima mediterráneo templado.

Realizamos el trabajo sobre 79 muestras de suelo tomadas en los términos municipales de Entrena y Lardero. Analizamos los componentes superficial (0 a 30 cm) y subsuperficial (30 a 60 cm) de cada uno de ellas. Elegimos como unidad de muestreo media hectárea. Empleamos el programa BW Basic Epistat, que asegura un error menor del 5% y a un nivel de significación *p*, menor del 5% para el número de muestras tomadas.

Sobre las muestras de suelos determinamos el pH en agua, la materia orgánica oxidable, la conductividad eléctrica y las proporciones de elementos asimilables; además de capacidad de intercambio catiónico total, las bases de cambio, los contenidos de carbonatos totales y los porcentajes de caliza activa. El método seguido es el indicado por el Soil Conservation Service (1972).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los suelos de la zona son de textura franca o franco-arenosa, lo cual asegura unas condiciones de permeabilidad y aireación idóneas para el correcto desarrollo del sistema radicular (Andrades et al., 1993).

Como se observa en la Tabla 1, de valores medios los suelos estudiadas tienen pH básico, contenidos variables, bajos en su mayoría, en carbonatos y en caliza activa, por lo que no parece que puedan darse problemas de clorosis férrica. Los contenidos en materia orgánica son bajos, en general, y siempre inferiores en el subsuelo. Los suelos de Lardero presentan valores medios algo más elevados para esta característica, pero aún así, los bajos contenidos indican estados deficitarios de nitrógeno orgánico para la práctica totalidad de los suelos .

A excepción del P y K asimilables, que por su dependencia antrópica muestran gran variabilidad, las propiedades determinadas presentan valores muy homogéneos dentro del suelo, hecho que se mantiene cuando se evalúan los niveles de capacidad de intercambio catiónico y de bases de cambio (Tabla 2). Los suelos presentan en general baja capacidad de intercambio y valores de cationes de cambio muy parecidos; el calcio se mantiene como catión dominante y su contenido supera el propio valor de la capacidad de intercambio total debido al método de extracción empleado.

Los contenidos en fósforo asimilable son altos en suelo y subsuelo (Domínguez Vivancos, 1989; Gros y Domínguez Vivancos, 1992), especialmente en el término municipal de Lardero, donde llegan a alcanzar valores muy altos. Los valores más elevados se localizan siempre en la superficie. Cuando dichos valores se comparan

Tabla 1. Valores medios (x) y límites (M, máximo; m, mínimo) de las condiciones de fertilidad: pH, materia orgánica (%), conductividad eléctrica (dS/m), P asimilable (mg/kg), K asimilable (cmol/kg), carbonatos totales (%), caliza activa (%) y relación K/Mg para suelos y subsuelos de los términos municipales (n° de muestras)

	Entrena (43)		Lardero (36)	
pH				
x	8,2	8,1	8,2	8,2
M	8,7	8,7	8,6	8,6
m	7,3	7,2	6,9	7,2
M.O.				
x	1,12	0,99	1,49	1,14
M	2,02	1,75	2,57	2,09
m	0,25	0,38	0,58	0,38
C.E.				
x	0,26	0,25	0,26	0,22
M	0,66	0,66	0,64	0,56
m	0,13	0,13	0,13	0,13
P				
x	26,9	21,4	40,6	25,6
M	88,8	47,0	133,8	136,9
m	4,0	6,4	6,9	4,0
K				
x	0,56	0,46	0,81	0,60
M	1,44	1,23	2,07	1,80
m	0,21	0,19	0,21	0,20
CaCO <sub>3</sub>				
x	6,4	6,6	7,6	7,4
M	24,0	25,5	23,1	22,1
m	0,3	0,2	0,3	0,0
Ca ac.				
x	2,5	2,7	2,4	2,4
M	10,6	10,6	9,0	8,8
m	0,0	0,0	0,0	0,0
K/Mg				
x	1,01	0,93	10,60	0,70
M	3,64	7,69	10,90	1,70
m	0,14	0,08	0,00	0,30

Tabla 3. Intervalos de medida y distribución de frecuencias (%) de las condiciones de fertilidad en suelo y subsuelo de los términos municipales

	Entrena		Lardero	
pH				
< 6,5	0,0	0,0	0,0	0,0
6,5 - 7,5	9,3	16,3	2,8	2,8
7,5 - 8,5	86,1	76,7	91,7	88,9
> 8,5	4,5	7,0	5,6	8,3
M.O.				
< 1,0	32,6	58,1	30,6	41,7
1,0 - 1,5	53,5	32,6	22,2	27,8
1,5 - 2,0	11,6	9,3	13,9	27,8
2,0 - 2,5	2,3	0,0	22,2	2,8
> 2,5	0,0	0,0	11,1	0,0
C.E.				
< 0,35	76,7	81,4	80,6	97,2
> 0,35	23,3	18,6	19,4	2,8
P				
< 15	23,3	30,2	19,4	41,7
15 - 25	38,9	39,s	27,8	30,6
> 25	41,9	30,2	s2,8	27,8
K				
< 0,40	44,2	55,8	33,3	44,s
0,40 - 0,77	39,5	34,9	16,7	22,2
> 0,77	16,3	9,3	50,0	33,3
CaCO <sub>3</sub>				
<5,0	41,9	39,5	38,9	50,0
5,0-10,0	41,9	46,5	19,4	8,3
10,0 - 20,0	16,3	11,6	36,1	33,3
20,0 - 40,0	6,0	2,3	5,7	8,3
> 40,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ca ac.				
<6,0	90,7	88,4	97,2	100,0
6,0 - 9,0	4,7	4,7	2,8	0,0
> 9,0	4,6	7,0	0,0	0,0
K/Mg				
< 0,2	4,7	9,3	5,6	0,0
0,2 - 0,5	27,9	25,6	25,0	36,1
> 0,5	67,4	65,1	69,5	63,9

Tabla 2. Valores medios de cationes de cambio y capacidad de intercambio catiónica (cmol/kg) en suelo y subsuelo de los términos municipales

	Entrena		Lardero	
Ca	13,6	13,2	15,0	13,8
Mg	0,7	0,8	1,2	0,9
Na	0,1	0,1	0,0	0,0
K	0,6	0,5	0,8	0,6
CIC	11,2	11,0	11,9	11,2

con los indicados por Carlevaris et al. (1992) para otros suelos españoles, resultan bastante bajos. Aunque en la planta no se conoce un consumo de lujo de fósforo, cuando está en exceso en el suelo estos altos contenidos pueden llevar a deficiencias de microelementos (B, Zn, Cu, Fe) que se corregirían con la aplicación de sales o con rociado foliar.

Los valores de potasio asimilable son medios en suelo y subsuelo, (Carlevaris et al., 1992; Gros y Domínguez Vivancos, 1992), algo más elevados en superficie, e igualmente mayores en el término municipal de Lardero, donde mayores son los riesgos de clorosis magnésica. Se aconseja la adición de magnesio (bajo forma de sulfato) para evitar efectos antagónicos ya detectados en el área de estudio. Dados los niveles de caliza activa, no parece probable la presencia de antagonismos calcio-potasio.

Observamos frecuencias menores para altos contenidos de fósforo a medida que aumentan los valores de caliza activa (Tabla 3). El descenso de asimilabilidad se debe a la fijación de los fertilizantes fosforados en sustratos calizos (Masaguer et al., 1991). Para los suelos del término municipal de Lardero, la mayor asimilabilidad de fósforo y potasio está en relación con el aumento en materia orgánica y el descenso en caliza activa. La contrapartida es que a medida que aumenta la asimilabilidad del potasio, se experimenta una creciente carencia de magnesio en los suelos. No obstante es necesario mantener altos los niveles de potasio asimilable porque favorecen la absorción de nitrógeno, elemento para el cual los frutales son muy exigentes.

La tabla de distribución de frecuencias (Tabla 3) indica escasa variabilidad para la mayoría de los parámetros estudiados, aunque se observan frecuencias más altas para contenidos más elevados en materia orgánica en los suelos de Lardero. En general, estos valores tienden a ser bajos y muy bajos para ambos municipios, lo que hace aconsejable la adición de algún abono orgánico que mejoraría las condiciones químicas y biológicas de los suelos, así como la eficacia de la nutrición mineral y

las condiciones físicas (la estructura) perdidas por el agotamiento. Este abono debe provocar un ligero descenso de pH (para facilitar la asimilabilidad de los elementos) y aumentar la capacidad de cambio de los suelos. Debido a que no es una zona ganadera, el costo de los estiércoles resulta elevado, lo que explica la escasa aportación, que unido a la exhaustiva producción hace que sean suelos deficitarios de materia orgánica.

La solución a este problema está en la adición de residuos vegetales procedentes de la agricultura ecológica.

Igualmente, siguiendo las indicaciones de Guibertau y Labrador (1991) sería conveniente aplicar a la superficie del suelo una pequeña capa de restos vegetales (compostados o en verde) como sistema protector del escaso humus existente, a fin de evitar su degradación con las altas temperaturas estivales. Ya que el compostaje de residuos se favorece con la adición de ciertas sustancias orgánicas de origen animal (Labrador et al., 1993), si la adición se basa en purines de cerdo o gallinaza, se debe manejar con cuidado, con el fin de evitar riesgos de salinización, probables en algunas zonas concretas de ambos municipios. Por lo que respecta de forma general a estos suelos, la salinidad aún no constituye un factor limitante de producción, pero es un riesgo que se debe considerar.

La zona de estudio presenta sólo en algunos puntos conductividad relativamente elevada ( $>0,35$  dS/m) que se debe a la influencia geológica de los yesos y al riego con aguas de manantiales salinizados. Aunque no se trata de un numeroso grupo de localizaciones, el hecho merece tenerse en cuenta por lo frecuente que resulta en zonas de clima mediterráneo. Aragües (1994) indica que más de 16 millones de hectáreas en la cuenca mediterránea están afectadas por la salinidad. Herrero y Aragües (1988) reconocen este problema en gran parte de la cuenca del Ebro, río del que es afluente el Iregua. Royo y Aragües (1991) estudian la problemática que supone la salinidad y sus consecuencias: descenso de rendimientos y calidad de los cultivos. Este descenso se produce porque el elevado contenido de sales en el suelo reduce el potencial hídrico, causa desequilibrios nutricionales y disminuye las reservas energéticas de la planta (Pasternak, 1987). Dentro de todos los cultivos, los frutales son unos de los más sensibles (Maas, 1985), y su producción puede descender hasta la mitad cuando el suelo se saliniza mucho (Ayers, Westcot, 1985).

La aportación de materia orgánica a los suelos, además de otros efectos beneficiosos ya indicados, aumenta el sistema de poros y facilita el lavado (Aragües, 1994), así como la aireación de la zona radicular impedida por la alta concentración de iones cloro y sodio (Drew y Dikumwin, 1985).



## CONCLUSIONES

Los suelos desarrolladas en los términos municipales de Entrena y Lardero, tienen condiciones físicas aptas para un buen rendimiento, pH básicos y bajos contenidos en carbonatos, en caliza activa y conductividad. Los contenidos de fósforo y potasio asimilables, salvo excepciones, son altos, por lo que los suelos necesitarán sólo dosis de mantenimiento. Igualmente parece necesaria una adición de rocas en polvo magnésicas. Los suelos presentan moderada capacidad de intercambio catiónico, pero están totalmente saturadas.

Sin embargo, los bajos contenidos de materia orgánica y de nitrógeno aconsejan una importante incorporación de abono orgánico de reacción ácida y bajo contenido en sales, que mejore la capacidad de intercambio, la asimilabilidad de elementos y evite riesgos de salinización tan frecuentes en clima semiárido. A tal fin, al tratarse de un área eminentemente agrícola, se aconseja la adición de residuos vegetales procedentes de la agricultura ecológica.

Dada la excesiva parcelación de la zona y con objeto de rentabilizar más los cultivos, debería retornarse al uso de técnicas agrícolas tradicionales, aprovechando los recursos propios que, en un corto plazo, redundaría en mejoras en la calidad de los frutos, el ambiente y nivel de vida de los agricultores.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andrades, M., R.J. Ballesta, P. Carral, E. Martínez (1993) Evaluación paramétrica de los suelos del valle del Iregua (La Rioja). *Problemática geoambiental y desarrollo*. Tomo II. pp. 543-552. R. Ortiz Silla, Ed.; Murcia.
- Aragüés, R. (1994) *Agricultura sostenible: manejo y conservación de suelos en sistemas agrícolas sostenibles*. Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos.
- Allers, A.D. y D.W. Westcot (1985) *Water quality for agriculture. Irrigation and drainage*. Paper nº 29, 97 pp. FAO; Roma.
- Carlevaris, J.J., J.L. de la Horra, J. Rodríguez, F. Serrano, (1992) *La fertilidad de los principales suelos agrícolas de la zona oriental de la provincia de Ciudad Real: La Mancha y Campo de Montiel*. 294 pp. Centro de Ciencias Medioambientales. C.S.I.C.; Madrid.
- Domínguez Vivancos, A. (1989) *Tratado de fertilización*. 601 pp. Mundi-Prensa; Madrid.
- Drew, M.C., E. Dikumwin (1985) Sodium exclusion from the shoots by roots of Zea mays (cv. LG 11) and its breakdown with oxygen deficiency. *Journal of Experimental Botany*, 36: 55-62.
- Gros, A., A. Domínguez Vivancos (1992) *Abonos. Guía práctica de la fertilización*. 450 pp. Mundi-Prensa. Madrid.
- Guibertean Cabanillas, A., J. Labrador Moreno (1991) *Técnicas de cultivo en agricultura ecológica*. Hojas divulgadoras 8/91. 44 pp. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

- Herrero, J., R. Aragüés (1988) Suelos afectados por salinidad en Aragón. *Surcos de Aragón*, 9: 5-11.
- Labrador Moreno, J., A. Guiberteau Cabanillas (1990) *La agricultura ecológica*. Hojas divulgadoras 11/90. 31 pp. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; Madrid.
- Labrador Moreno, J., A. Guiberteau Cabanillas, L. López Benítez, J.L. Reyes Pablos (1993) *La materia orgánica en los sistemas agrícolas. Manejo y utilización*. Hojas divulgadoras 3/93. 44 pp. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; Madrid.
- Maas, E.W. (1985) Crop tolerance to saline sprinkling water. *Plant and Soil*, 89: 273-284.
- Masaguer, A., C. Cadahía, A. Saa, M.J. Sarro (1991) Influencia de la dosis de fósforo en la disolución de riego sobre cultivo de tomate en enarenado y condiciones salinas. *Suelo y Planta*, 1: 203-214.
- Pasternak, D. (1987) Salt tolerance and crop production a comprehensive approach. *Annual Review Phitopathology*, 25: 271-291.
- Royo, A., R. Aragüés, R. (1991) *Efectos de la salinidad sobre las plantas: tolerancia, manejo agronómico, genética y mejora*. 59 pp. Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes. Diputación General de Aragón; Zaragoza.
- Soil Conservation Service (1972) *Soil Survey Laboratory Methods and Procedures for Collecting Soil Samples*. 72 pp. USDA, SSIRI; Washington.

# **Agricultura biológica, una experiencia liberadora**

**Joaquín Araujo**

*Viento (Cáceres)*

Nadie, tal vez afortunadamente, sabe cuántas palabras hay que pronunciar para que lleguen a mover un solo dedo. Parece que el íntimo compromiso que se deriva del hablar se está plasmando en una hiper-inflación de eventos teóricos sobre el ambiente, lo ecológico, incluso lo relacionado con la agricultura ecológica.

Por tanto hay que considerar como un oasis la creación de este comprometido grupo que no sólo habla sino que también practica lo que dice. No tengo mucho que exhibir, si acaso unas vivencias, un enfoque relacionado con esa preciosa biblioteca que se escribe a sí misma cuando cultivamos la tierra con respeto.

Mi experiencia resulta difícilmente extrapolable a los más convencionales parámetros racionalistas, es decir no puedo ni quiero aportar balances económicos ni puramente científicos. Estoy voluntariamente fuera del mercado, sobre todo porque puedo permitírmelo. Aunque produzco del orden de diez toneladas de frutas y verduras, además de unos cincuenta cabritos y doscientos kilos de queso, y otros tantos de miel y conservas, nada se comercializa.

De momento ser agricultor biológico es para mí más pasión que necesidad. Más experimentación que profesión. Necesito esa práctica como otros salir a tomar copas los fines de semana. Pero entiendo que estoy aprendiendo mucho por el mejor camino: el de compartir con la tierra sus principales ciclos, necesidades y realizaciones. Soy un comunicador y pretendo hablar, escribir, filmar lo que conozco, lo vivido, y he comprobado que el huerto ecológico es la mejor escuela y una de las más intensas y sinceras formas de comunicación.

Cultivar es conversar con la misma vida. Además de este marco vivencial, intimista, emocionalmente compensador, debemos inscribir los empeños de la agricultura ecológica en un marco mucho más amplio, y hoy crucial. Me refiero a que no hay mejor conocimiento para ese raro fantasma que llamamos el “desarrollo sostenible”, que este hacer nuestro; no hay nada más esclarecedor de cara a un uso perdurable del derredor. De hecho, frente a una cultura del despilfarro y del acopio financiero, tenemos la del ahorro y la feliz interdependencia.

A veces conviene recordar algunas recomendaciones del pasado y muchas resultan tan evocadoras como si hubieran sido escritas o pronunciadas ayer mismo.

Plinio el Viejo mantenía que era una tremenda equivocación obligar al cielo a

obedecer a la tierra si se plantaban los árboles mirando al naciente.

¿Cómo llamar a lo que hoy hacen, exigiendo que nuestras tierras se sometan a la química, a la desnudez, a su propia gangrena, a la homogeneidad?

Por mi parte entiendo que cultivar la tierra respetando sus propias tendencias, cuidar a las tierras y sus productos nos hace reencontrarnos con el íntimo sentido de la palabra agricultura. Es decir nos hace cultos y cultivados. Dos veces, pues, amigos de lo que vive y da vida, sin destruir las venas del paisaje, las tierras y los aires. Somos, y disculpad el tal vez impúdico orgullo, algo así como un armisticio en plena contienda fratricida.

# **Gestión ecológica de la finca tradicional agrícola: experiencias para un proceso de transformación**

**A.J. Hernández\*, J. Pastor\*\***

*\* Ecología. Universidad de Alcalá de Henares. \*\* Centro de Ciencias Medioambientales (CSIC), c/ Serrano 115 dpdo. 28006 Madrid.*

## **RESUMEN**

A la luz de la ecología aplicada y en la línea de propuestas alternativas a los cambios de uso del suelo como respuesta al abandono de cultivos, este trabajo presenta los primeros resultados obtenidos en los siguientes aspectos: el beneficio de la flora autóctona respecto al control de la erosión; el interés del aporte de materia orgánica, incluyendo el conocimiento de leguminosas autóctonas que permitan el abono verde y el abandono con pastoreo ocasional; y otros sistemas de aprovechamiento: reforestación con encinas y producción ganadera.

Llevamos a cabo los experimentos en dos fincas experimentales de la zona centro peninsular. Pasar del monocultivo a la diversidad paisajística a través de diferentes formas de gestión ecológica, reduciendo al mínimo los efectos negativos de la agricultura sobre el ambiente, conlleva fundamentalmente: -la integración en un mismo lugar de la agricultura con la silvicultura y el pastoreo; -la planificación espacial y ecológica en zonas con pendientes y suelos diferentes; -la selección de especies de acuerdo con la zonación según el control eficaz de las energías externas al sistema, y respetar áreas marginales en los campos de cultivo que nos aproximen al "paisaje testigo" de la comarca.

## **INTRODUCCIÓN**

Dos han sido las tendencias dominantes en la agricultura moderna respecto a la gestión de una finca. Por una parte la especialización en los cultivos, con disminución del número de especies cultivadas en la finca y la progresiva eliminación de las plantas forrajeras. Por otra parte la separación de la ganadería del cultivo vegetal, con la consiguiente separación de la circulación de materia bajo forma de forraje y deyecciones en un mismo agrosistema.

En ambas situaciones se ha primado el espacio solamente para producir y no para conservar y regenerar los recursos naturales. Incluso las áreas marginales que aún se conservaban en algunas fincas, se han ido perdiendo también en beneficio de cultivos o rotaciones que pudieran dar beneficios económicos según las modas de la política agraria. Además en terrenos con pendiente, parece prevalecer el no seguir las curvas de nivel en la disposición de filas e hileras, con objeto de facilitar el trabajo de la maquinaria agrícola, lo cual favorece la erosión por el agua. Por otra parte las fincas con menos tierras crían ganado empleando solamente forraje conseguido en el mercado. La tendencia a la producción animal es inversamente proporcional a la superficie de las fincas, según comentaba Caporali en 1985 (Cerisola y Domínguez del Castillo, 1989).

En este escenario se encontraba gran parte de la superficie del territorio peninsular cuando sobrevino la nueva Política Agraria Comunitaria. Cambiar a otros usos la agricultura cerealista de secano habitual, es evidentemente un problema de importancia crucial en las zonas semiáridas, ya que ciertas causas de degradación de la tierra se encuentran relacionadas con un manejo inadecuado de la misma. Esto ha implicado problemas de compactación o la existencia en algunos casos de biomasa no consumida, proclive a ser causa de la proliferación de incendios (Hernández *et al.*, 1994a). El tipo de precipitación en este territorio peninsular, con lluvias intensas y poco frecuentes, conlleva además el riesgo de erosión, unido a una grave limitación hídrica para la vegetación en ciertas estaciones del año, que las especies autóctonas palian en cierto modo.

A la luz de la ecología es fundamental tratar de componer en la finca tradicional agrícola, los nexos de interdependencia entre los sectores biológicos que constituyen las cadenas alimentarias, con el fin de reactivar el autofuncionamiento del sistema a través de la circulación de la materia (Hernández *et al.*, 1993a). El restablecimiento de la cadena de pastos y detritus hace que los ciclos de la materia sean más cerrados, la finca sea más autónoma y se dispersen menos los elementos químicos externos.

Todo ello nos ha llevado a plantearnos un proyecto para ir conociendo el proceso de gestión de una finca mixta, más ecológica. Con la introducción del ganado ovino, el agricultor se ve obligado a introducir también cultivos distintos y especialmente se establece la necesidad de asignar más espacio a las leguminosas que, gracias a la fijación del nitrógeno, tienden a aumentar la perdurabilidad del sistema. El diseño del conjunto de los experimentos que llevamos a cabo se encuentra descrito en Hernández *et al.* (1992). Aquí exponemos algunos de los primeros resultados obtenidos, si bien los hemos elegido de diferentes situaciones de la experimentación con el fin de que puedan resultar indicativos de los experimentos planteados respecto a los objetivos que pretendemos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En 1987 retiramos del cultivo una hectárea de una ladera suave dedicada durante muchos años a cultivo de cereal, esencialmente cebada, en la finca experimental del Centro de Ciencias Medioambientales del CSIC La Higuera, situada en Sta. Olalla, provincia de Toledo. La dividimos en cuatro transectos según la dirección de la pendiente y sometimos cada uno de ellos a diferentes usos: recuperación de la vegetación natural, siega anual, pastoreo ocasional o itinerante con ovino, y barbecho. En todos los transectos dispusimos tres pequeñas parcelas de 6 x 0,5 m para medir la erosión. El suelo es de tipo luvisol cálcico, con textura arenosa-arcillosa, pH ligeramente básico y con menos del 1,3% de materia orgánica. Llevamos a cabo los muestreos fitoecológicos durante las primaveras de los años siguientes, dividiendo cada transecto en tres parcelas (alta, media y baja). Por otra parte estudiamos en la zona 33 parcelas de 3 x 4 m en diferentes laderas con suelos de análogas características pero distinta orientación (solana y umbría).

Por otra parte tratamos con basura urbana fermentada una superficie de 1.050 m<sup>2</sup>, dedicada también a la cebada durante muchos años hasta 1992, después de retirar el cultivo, a fin de evaluar su función mejorante en relación a las propiedades físicas, químicas y biológicas de estas tierras tan pobres en materia orgánica. La estudiamos dividida en tres parcelas: testigo, con 10 y 20 toneladas de residuos. El compost utilizado tiene las siguientes características: 41,92% de M.O., 24,36% C, 1,5% N, 49 g de Ca, 4 g de Na, 7,7 g de K y 3,87 g de Mg por kg de residuo.

Así mismo, en varias parcelas de medio metro cuadrado hemos sembrado diferentes leguminosas y gramíneas, previa germinación en laboratorio y valladas con el fin de no permitir la entrada a conejos y liebres. Además, otra hectárea del terreno con retirada de cereal en 1992 está sirviendo para el seguimiento de una experiencia de reforestación de encinas. Distribuimos 800 plantones en parcelas de 100 m<sup>2</sup> con una densidad de un plantón por cada 2 m<sup>2</sup> y sometidos a distintos tratamientos: exclusivamente con una valla protectora, riego en la estación seca (60 l/m<sup>2</sup>) dos veces espaciadas en un mes, sombra artificial permanente y combinación de riego en el estío y sombra artificial (Rey Benayas et al, 1994).

Por último, en dos tipos de suelo diferentes, dispusimos una hectárea en cada uno, con retirada del cultivo de cebada en 1992, recuperación de la vegetación natural y pastoreo estabulado con ovejas de raza manchega. A la vez estamos comparando este tipo de tratamientos con la producción animal que se puede obtener mediante un pasto de calidad, en parcelas experimentales de la finca El Encín, de la Comunidad Autónoma de Madrid, con más tradición en esta materia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Beneficio de la flora autóctona contra la erosión

La capa superficial de los suelos está siendo muy influida por las precipitaciones fuertes y temporales de las tormentas,. Estas pérdidas de tierra de diferente grado, también afectan a la cantidad de agua infiltrada. El efecto erosivo de las tormentas sobre las tierras sometidas a diferentes usos es mayor en las dedicadas al barbecho: 1.180 g de tierra/m<sup>2</sup> frente a su valor máximo de 185 g/m<sup>2</sup> en las parcelas pastadas con ovejas y 118 g/m<sup>2</sup> en las simplemente abandonadas (Tabla 1). Observamos además el diferente comportamiento frente a la erosión de estas tierras según el grado de intervención a que están sometidas y que se traduce en el porcentaje de recubrimiento vegetal y la composición florística (Hernández et al, 1993b).

Tabla 1. Material erosionado (g/m<sup>2</sup>) bajo diferentes tratamientos (16 observaciones)

Uso	Segundo año						Tercer año						Cuarto año			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
P.i.	185,2	63,9	36,6	9,5	3,1	1,9	3,0	0,5	1,2	0,1	0,3	0,3	1,0	0,8	0,1	63,4
S.a.	74,4	25,2	51,2	9,4	3,5	1,1	2,1	0,7	0,9	0,4	0,4	1,2	0,4	0,1	0,4	8,3
A.t.	118,6	42,4	38,6	8,3	3,9	1,2	1,8	0,3	0,6	3,2	2,7	0,6	1,3	2,2	1,0	28,1
B.	374,3	52,8	38,6	52,5	30,3	10,9	24,9	2,2	18,6	4,7	3,4	26,0	0,7	0,9	2,0	1180,0

P.i.: Pastoreo itinerante; S.a.: Siega anual; A.t.: Abandono total; B.: Barbecho

En la Tabla 2 están los resultados del recubrimiento vegetal del 2º, 3º y 4º año después de la retirada del cultivo. El año inmediatamente seguido a este abandono, la mayoría de las parcelas continúan con alta densidad de cereal. Sin embargo el 2º y 3º hay un aumento considerable de la presencia de las gramíneas y leguminosas de valor forrajero variable. Los diferentes sistemas radiculares y estados fenológicos ayudan a proteger mejor la tierra. Así por ejemplo puede verse en las parcelas sometidas a siega en primavera, el desarrollo vegetativo avanzado de *Anacyclus clavatus*; mientras que la disposición en superficie de las raíces de gramíneas anuales tienen una función importante en el control de la erosión en otoño. Aunque podríamos decir que la flora autóctona representa, pues, una función positiva neta en relación a la erosión, el pastoreo ocasional con ovejas parece ser una intervención más adecuada para los años siguientes al abandono, ya que tanto la exportación de fitomasa del sistema (siega anual) como la acumulación de necromasa en pie



(abandono total), dificultan una mayor cobertura vegetal con el transcurso del tiempo. Los datos del 7° año expuestos en la Tabla 2 pueden compararse con los conseguidos en el 4° año, si bien al finalizar este último se produjo un incendio que afectó principalmente a las zonas altas de las parcelas de estos tratamientos.

Tabla 2. Evolución del recubrimiento herbáceo (%) de la cubierta vegetal en tres tipos de tratamiento en ladera con pendiente

Uso	Parcela	Año			
		2°	3°	4°	7°
Pastoreo itinerante	Alta	80	53	88	80
	Media	86	74	88	92
	Baja	73	55	93	85
Siega anual	Alta	53	67	82	59
	Media	74	60	84	71
	Baja	55	60	73	79
Abandono total	Alta	92	75	87	70
	Media	60	52	64	60
	Baja	55	47	53	50

No solamente los factores vinculados al uso del suelo, sino otros tales como la orientación de las laderas, son importantes respecto a la cubierta vegetal y el freno de la erosión. Así, en la Tabla 3 puede observarse como las parcelas con más insolación presentan un menor recubrimiento que aquellas orientadas hacia el norte, a pesar de que la riqueza florística sea de una media superior en sentido contrario (53 especies frente a 46).

Tabla 3. Variación del recubrimiento vegetal y riqueza de especies en función de la orientación

	Solana	Umbría
N° total de parcelas	17	16
Recubrimiento herbáceo (%)		
Zona de exportación	30	59
Zona de transporte	34	53
Zona de sedimentación	52	60
Riqueza de especies por parcela	53	46

### Interés del aporte de materia orgánica y del abono verde

En la Tabla 4 exponemos los resultados obtenidos en los dos primeros años en las parcelas abonadas con basura urbana fermentada después de la retirada del cultivo. Aunque es pronto para hacer predicciones, el aporte de materia orgánica parece beneficioso respecto a la parcela testigo: aumenta el número total de especies y la altura media de la vegetación pero no el recubrimiento vegetal. Se hallan favorecidas unas especies frente a otras, especialmente no-forrajeras, en el juego interactivo por conseguir nutrientes en las primeras etapas sucesionales después del abandono.

Tabla 4. Evolución de parámetros de vegetación y suelo desnudo en los dos primeros años de una parcela en la que se ha retirado el cultivo de cereal y abonada después con compost

	Primavera primer año			Primavera segundo año		
	Testigo	10 t	20 t	Testigo	10 t	20 t
Nº gramíneas	2	2	3	12	12	11
Nº leguminosas	0	0	0	1	1	0
Nº otras	21	21	21	22	40	38
% rto. vegetal	65	79	93	64	51	54
% necromasa	0	0	0	31	41	40
% suelo desnudo	34	20	12	5	8	6
Altura máxima gramínea (cm)	74	73	85	82	83	93
Altura media parcela (cm)	22	22	47	39	52	56

Uno de los temas que nos ha interesado ha sido la producción de forraje en condiciones semiáridas de nuestro territorio mediterráneo (Hernández et al, 1994a), que podemos denominar también abono verde (Cánovas *et al.*, 1993). La materia forrajera de los agrosistemas de este territorio, es interesante tanto para la producción de ovejas (González y Hernández, 1992), como para el enriquecimiento en nitrógeno de la tierra. Las especies de leguminosas utilizadas en nuestros experimentos, así como el aporte en nitratos al suelo por parte de cada una de ellas, se encuentra en la Tabla 5. *Medicago rigidula*, *M. lupulina*, *Anthyllis lotoides*, *A. cornicina*, *Biserrula pelecinus*, *Trifolium glomeratum*, *T. striatum*, *T. gemellum*, *T. subterraneum* y *Astragalus hamosus* son las leguminosas silvestres que más nitrógeno aportan, y *T. repens* entre las comerciales. Ello sucede en condiciones de campo pero con escarda manual. En la Tabla 6 aparece cómo compiten las especies cultivadas con las denominadas malas hierbas. Es interesante pues, a fin de no utilizar herbicidas para eliminar a estas últimas plantas, conocer las relaciones ecológicas entre dichas poblaciones vegetales y las utilizables como abono verde.

Tabla 5. Aportaciones de mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/100g tierra por leguminosas silvestres y comerciales (C) utilizadas en las experiencias con el fin de evaluar su capacidad de abono verde

<i>Anthyllis cornicina</i>	11,1±3,5	<i>Trifolium tomentosum</i>	5,0±2,0
<i>Anthyllis lotoides</i>	18,9±18,0	<i>Trifolium glomeratum</i>	13,9±8,0
<i>Astragalus hamosus</i>	9,7±1,0	<i>Trifolium subterraneum</i>	9,3±4,6
<i>Biserrula pelecinus</i>	18,7±14,5	<i>Trifolium brachycalycinum</i>	4,8±1,9
<i>Ornithopus compressus</i>	4,4±1,2	<i>Trifolium hirtum</i>	2,0±0,1
<i>Trigonella polyceratia</i>	7,0±1,7	<i>Trifolium striatum</i>	12,8±7,2
<i>Medicago lupulina</i>	17,3	<i>Trifolium cernuum</i>	8,0±2,4
<i>Medicago polymorpha</i>	3,3±1,5	<i>Trifolium angustifolium</i>	5,6±1,2
<i>Medicago rigidula</i>	20,4±11,1	<i>Trifolium cherleri</i>	5,9±0,3
<i>Medicago orbicularis</i>	4,2±0,7	<i>Trifolium smyrnaeum</i>	3,8
<i>Medicago minima</i>	2,3	<i>Trifolium gemellum</i>	11,2±4,9
<i>Medicago sativa</i> (C)	6,4	<i>Trifolium repens</i> (C)	18,3

Tabla 6. Buenas especies pascícolas forrajeras para suelos de tipo luvisol

Especies pascícolas sembradas			Especies invasoras
Que se mantienen	Muy competidoras con las "malas hierbas"	Que desaparecen tras la competencia	"Malas hierbas" competidoras
<i>M. rigidula</i>	<i>M. polymorpha</i>	<i>Hippocrepis comosa</i>	<i>Anacyclus clavatus</i>
<i>M. orbicularis</i>	<i>M. rigidula</i>	<i>Coronilla scorpioides</i>	<i>Papaver rhoeas</i>
<i>T. tomentosum</i>	<i>T. hirtum</i>	<i>T. striatum</i>	<i>Diptaxis muralis</i>
<i>T. glomeratum</i>		<i>T. smyrnaeum</i>	
<i>T. subterraneum</i>		<i>M. lupulina</i>	
<i>T. brachycalycinum</i>		<i>Gaudinia fragilis</i>	
<i>T. cherleri</i>			
<i>Ornithopus compressus</i>			
<i>Lolium rigidum</i>			
<i>Dactylis glomerata</i>			
<i>Bromus hordaceus</i>			
Comerciales			
<i>M. sativa</i> (alfalfa)			
<i>Agrostis tenuis</i>			

### Otros sistemas de producción: experiencias de producción de ovejas y reforestación con encinas

Siguiendo con la idea de la producción ovina, en la Tabla 7 se puede observar unos primeros resultados obtenidos después de dos años de retirada del cereal. Tanto las ovejas que pastaron la zona adehesada (con encinas), correspondientes al tamaño grande de la raza manchega, como las que pastaron en parcelas sin adehesar (sin encinas), de tamaño medio, ganaron peso manteniéndose exclusivamente del pasto producido en las mismas. Es pronto para hacer un balance general de la producción ovina en parcelas totalmente abandonadas, pues no sólo hace falta seguir observando la carga ganadera por superficie, sino el tiempo adecuado de pastoreo con el fin de no perjudicar la estructura de la capa superficial edáfica.

Tabla 7. Datos para una evaluación de la producción de ganado ovino en parcelas en las que se ha dejado de cultivar cereal (año 1993)

Nº ovejas	Días de pasto	Tipo de parcela	Peso medio oveja		Condición corporal
			comienzo	final	
6	89	adehesada	58,8 kg	61,5 kg	2,7 kg
4	89	no adehesada	47,5 kg	55,2 kg	7,7 kg
10	54	n.a. y pastada en primavera	59,1 kg	60,6 kg	3,7 kg

Durante el primer año del experimento de reforestación con encinas en parcelas de abandono de cereal, murieron el 40% de los plantones de encina de las que no fueron sombreadas ni regadas. La mayor parte de la mortandad (34,5%) se produjo durante el verano. Por el contrario, en las condiciones experimentales de los demás tratamientos, la mortandad fue mucho menor (Rey Benayas *et al.*, 1994). Llama la atención que un riego en el medio del verano redujera la mortandad. La razón de este efecto tan acusado es que el agua hizo proliferar en gran manera la planta *Amaranthus albus*, una especie arvense de aparición tardía, la cual produjo una cubierta cerrada que proporcionó sombra a los plantones de encina.

### CONCLUSIONES

Las principales experiencias en la transformación de una finca tradicional agrícola a una finca de tipo mixto, pasan por el cambio de un sistema en monocultivo a la diversidad paisajística, que puede imprimirse a través de diversas formas:

- Planificación espacial y ecológica en zonas con pendientes y con diferentes suelos.
- Selección de especies vegetales utilizables como abono verde dependiendo de sus propios perfiles ecológicos, es decir según su eficacia en el control del flujo de energía del sistema, por ejemplo ante la insolación, el fuego, la competencia interespecífica frente a otras poblaciones invasoras o el mejoramiento de ecotipos por la acción de pastoreo ovino.
- Respeto de las áreas marginales de los campos de cultivo, que nos aproximan al “paisaje testigo” de la comarca donde se sitúa la finca. Así mismo, inicio en alguna zona con tradición en cultivo cerealista la reforestación con encinas, sabiendo que aunque mantener el experimento tenga un coste económico, conlleva un beneficio ecológico por la creación de biodiversidad, la producción de fitomasa aérea y subterránea y por mejorar las características del suelo.

### **Agradecimientos**

Este trabajo se lleva a cabo gracias a dos proyectos financiados por la Comunidad de Castilla-La Mancha (nº 85 y 45).

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Cánovas, A.F., M. Hilgers, R. Jiménez, M. Mendizábal, F. Sánchez (1993) *Tratado de agricultura ecológica*. Instituto de Estudios Almerienses.
- Cerisola, C.I., E. Domínguez del Castillo (1989) *Lecciones de agricultura biológica*. Ed. Mundiprensa. Madrid.
- González, T., A.J. Hernández (1992) Sheep Production in the Spanish Cereal Agrosystems. En *Livestock in the Mediterranean Cereal Production Systems*, 45-50. Pudoc Scientific Publishers; Wageningen.
- Hernández, A.J., J. Pastor, T. González, E. Estalrich, A. Urcelay (1992) Soil-Plant-Herbivore Relationships in Mediterranean Semiarid Environments: Experimental Design for a Sustainable Development Project. En *Proceed. 14th. General Meeting European Grassland Federation*, 710-712. European Grassland Federation; Finland.
- Hernández, A.J., C. Jiménez, J. Pastor (1993a) Systems Science and the Alternatives to the Changes of soil in Areas of traditional Agriculture. En *System Science* (Stowell *et al.* eds.), 277-281. Plenum Press; New York.
- Hernández, A.J., E. Estalrich, A. Urcelay, J. Pastor (1993b) Evolución del recubrimiento herbáceo bajo diferentes alternativas de uso en terrenos cerealistas abandonados de Castilla-La Mancha. En *Actas XXXIII. Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 89-97. Excma. Diputación de Ciudad Real.
- Hernández, A.J., J. Pastor, C. Jiménez, E. Prieto, A. Sánchez (1994a) Spatial and temporal variability of environmental factors and nature management in a rural arkosic landscape. En *Abstracts Symposium Scenario Studies for the Rural Environment*, p. 111. Wageningen.
- Hernández, A.J., J. Pastor, J.M. Rey Benayas (1994b) Forage production under suboptimal conditions: an overview of drought problems in Mediterranean-type ecosystems. En *Grass-*

*land and Society* (Mannetje y J. Frame, eds.) 539-548. Wageningen Pers; Wageningen.

Rey Benayas, J.M., J. Pastor, A.J. Hernández, A. Sánchez (1994) Restoration of vegetation in set-aside agricultural lands of Mediterranean regions. En *Abstracts of the 79th Annual ESA Meeting "Science and Public Policy"*, Bull. Ecological Society of America, 75, pág: 191. Knoxville, Tennessee.

# **Experimento comparativo sobre plagas y enfermedades de pimiento bajo plástico en Tenerife**

**C. Otazo, A. Rodríguez**

*Sección de Protección de los Vegetales de Santa Cruz de Tenerife. Apartado 457.  
38200 La Laguna (Tenerife)*

## **RESUMEN**

Evaluamos la posibilidad de obtener pimientos bajo invernadero de plástico, en el sur de Tenerife y durante la temporada de invierno, sin utilizar fitosanitarios químico-sintéticos. Para ello comparamos seis variantes: la desinfección con solarización un mes antes de la plantación (con tres alternativas: solarización simple, otra con abono hecho con basura urbana a razón de 5 kg/m<sup>2</sup>, y otra con abono orgánico comercial hecho con estiércol a razón de 0,5 kg/m<sup>2</sup>); el uso de sólo abono de basura urbana a la misma dosis; la desinfección química típica de la zona, con dicloro-propeno más metam-sodio; y un testigo sin tratamiento alguno. Los resultados fueron similares en la producción; respecto a vigor y número de plantas vivas al final del cultivo, favorables a los abonados orgánicos y la desinfección química; y respecto a la agresividad del virus del bronceado del tomate (Tomato Spotted Wilt Virus, TSWV) favorables a las alternativas no químicas. Las poblaciones de plagas aéreas y los daños en la producción fueron similares en la mitad del cultivo tratado de forma convencional respecto a la mitad tratada sin fitosanitarios químico-sintéticos.

## **INTRODUCCIÓN**

La unidad de Horticultura de la Sección de Protección de los Vegetales de Santa Cruz de Tenerife, a lo largo de los últimos años ha venido desarrollando en fincas experimentales programas de control integrado de plagas en distintos cultivos y zonas hortícolas de la isla de Tenerife.

Aunque el objetivo inicial de todas estos experimentos fue el desarrollo de la agricultura integrada, servirían para la agricultura ecológica.

Según los resultados que presentamos a continuación, las plagas de un cultivo hortícola intensivo pueden frenarse sin utilizar fitosanitarios químico-sintéticos, sin grandes diferencias en comparación con los procedimientos químicos comunes.

Antes de comenzar a describir el experimento debemos remarcar que no lo hicimos en una tierra en agricultura ecológica, sino en agricultura convencional, con el abono químico habitual para ese cultivo.

Los objetivos fueron valorar patológica y agronómicamente la sustitución de las desinfecciones con dicloropropeno y metam sodio, por alternativas no-químicas, y comparar la evolución de las poblaciones de plagas aéreas y de sus daños, según se apliquen fitosanitarios químico-sintéticos o no.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Realizamos el experimento en San Isidro (Granadilla) con pimientos de la variedad Gedeon cultivados del 2 de noviembre de 1993 al 13 de junio de 1994 en un invernadero de plástico abierto de 2.000 m<sup>2</sup>. El invernadero estaba dividido por la mitad con el mismo tipo de plástico que la cubierta, para evitar contaminaciones y que fuesen similares las condiciones ambientales para la evolución de las plagas aéreas.

En la mitad del invernadero que posteriormente íbamos a tratar con fitosanitarios autorizados en la agricultura ecológica contra las plagas aéreas, probamos distintos **tipos de desinfección** y abonado complementario. Las variables fueron:

- 1- Un mes de solarización
- 2- Un mes de solarización y 5 kg/m<sup>2</sup> de abono orgánico procedente de compost de basura urbana
- 3- Un mes de solarización y 0,5 kg/m<sup>2</sup> de abono orgánico comercial concentrado procedente de estiércol
- 4- 5 kg/m<sup>2</sup> de abono orgánico procedente de compost de basura urbana
- 5- Metam-sodio y dicloropropeno
- 6- Testigo.

Por la superficie de cultivo distribuimos al azar las parcelas elementales con cada una de estas variables, con tres repeticiones (es decir 18 parcelas en total). En cada parcela, de 15 x 3,5 m, colocamos cuatro filas de treinta plantas cada una, de las cuales en las evaluaciones despreciamos las dos laterales para evitar contaminaciones.

Incorporamos los abonos orgánicos con una labor el 16 de septiembre de 1993, y el 23 de septiembre pusimos el plástico transparente de 200 galgas, después de dar un riego abundante.

Medimos las temperaturas de la tierra con termómetros enterrados a 5 cm de profundidad, a las 8, 12, 16 y 18 horas.



La valoración patológica o epidemiológica del experimento consistió en a) contar por parcela elemental el número de plantas que morían, analizando su causa en el laboratorio; y b) determinar la influencia del tipo de desinfección en la manifestación del virus del bronceado del tomate (Tomato Spotted Wilt Virus, TSWV), valorada mediante su amplitud o extensión (con conteos del número de plantas viróticas que se iban presentando en cada parcela elemental) y mediante el grado de ataque o intensidad de la virosis por planta (con una escala de 0 a 5 en 15 plantas tomadas al azar).

Además con muestreos sucesivos de 80 plantas fijas tomadas al azar y su posterior análisis en laboratorio con la prueba Elisa, pretendíamos correlacionar la presencia del virus en la planta con la manifestación de los síntomas de la enfermedad.

Hicimos la valoración agronómica midiendo:

- el vigor, mediante la longitud de 10 plantas elegidas al azar durante las primeras etapas y al final del cultivo
- la producción total y la producción media por planta
- la uniformidad del riego, para ver si había relación con el número de plantas que morían.

Para observar la **eficacia de los tratamientos** aéreos realizados, el agricultor dividió el invernadero en dos mitades, una la trató con fitosanitarios químico-sintéticos y la otra con fitosanitarios autorizados en la agricultura ecológica.

En 30 unidades de hojas, flores y frutos distribuidos al azar contamos semanalmente las poblaciones de plagas aéreas y de sus enemigos naturales, así como los daños causados en los frutos, anotando:

- el núm. de adultos del trips o tisanóptero *Frankliniella occidentalis* Perg. en flor
- Id. en la hoja
- el número de larvas de *F. occidentalis* en la flor
- Id. en la hoja
- el número de adultos del chinche predador *Orius albidipennis* Reuter en la flor
- la presencia de daño de *F. occidentalis* en el fruto
- la presencia de daños de lepidópteros en la hoja
- la presencia de mosca blanca en la hoja
- la presencia de pulgones en la hoja
- la presencia de araña roja en la hoja
- la presencia de daños de minador en la hoja.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las desinfecciones las temperaturas edáficas fueron muy bajas debido a la incorrecta fecha y forma de colocación del plástico. La falta de contacto directo con el suelo por existir un surco en la línea portagotos, hizo que a 5 cm la temperatura

máxima fuera de sólo 40 o 41 °C durante unas 5 o 6 horas y tres días, cuando sabemos por otro experimento realizado en la misma zona y bajo el mismo tipo de invernadero, que durante los meses de julio y agosto las temperaturas máximas pueden llegar a ser de 53 °C a 5 cm y de 43 °C a 20 cm. Estas temperaturas bajas y la existencia de la bolsa en la línea portagotos provocó la germinación localizada de abundante hierba bajo el plástico, que fue superior en la variante de solarización sola respecto a la combinada con abonos orgánicos.

Por lo expuesto antes y a la vista de las valoraciones agronómicas (Tablas 1 y 2), la solarización sola no debe quedar eliminada como práctica de desinfección. Los abonados orgánicos, asociados con plástico o solos, dan mejores resultados en vigor y producción, aunque las diferencias no son significativas estadísticamente.

Tabla 1. Valoración del vigor según el valor medio de la longitud en cm

Variable	21dic93	26ene94	23feb94	13jun94
1	56,1	76,1	99,5	141,3
2	55,6	81,6	102,1	168,0
3	57,5	82,5	102,3	162,0
4	55,1	79,0	97,6	159,1
5	56,8	82,0	105,1	163,1
6	52,6	75,3	98,5	143,8

Tabla 2. Producciones medias y media del número de plantas inicial y final

Variable	Kg totales	Kg/planta	Nº plantas inicial	Nº plantas final
1	130,8	2,5	60	39
2	138,5	2,6	60	46
3	135,8	2,5	60	42
4	136,1	2,5	60	46
5	168,8	2,9	60	54
6	132,0	2,5	60	40

Al analizar en laboratorio las plantas que iban muriendo durante el cultivo (Tabla 2) aislábamos continuamente hongos del género *Fusarium*, muy abundante en todas las tierras, pero no era responsable de la enfermedad del cultivo, por lo que

supusimos que la causa debía ser una asfixia radicular, a la que las plantas de pimiento son muy sensibles.

El exceso de riego era manifiesto en todo el cultivo, sin embargo al observar que la muerte de plantas en la tierra desinfectada químicamente era inferior al resto, medimos la uniformidad de riego por parcela elemental para determinar con más exactitud si existían diferencias entre ellas. Observamos que el riego era muy irregular en todo el invernadero, pero no variaba por sectores, sino por unidades de microtubo por planta, por lo que los excesos puntuales de riego también se encontraban en las parcelas tratadas químicamente, sin que en éstas las plantas llegaran a morir.

Los resultados obtenidos en la medición de la intensidad media del ataque de TSWV, valorada con una escala de 0 a 5, el 13 de junio de 1994 (Tabla 3) muestran una agresividad media superior en la variante desinfectada químicamente, aunque estadísticamente no hay diferencias significativas entre las variantes. La manifestación de los síntomas de la virosis se presentó dos semanas antes y de forma más generalizada en la parte de invernadero tratado de forma convencional, que en la parte sin tratamientos químico-sintéticos. Sin embargo estos resultados no pueden dar una visión general del problema, ya que la intensidad de ataque no fue muy alta y la virosis sólo se manifestó al final del cultivo, haciéndolo de forma tan generalizada, que el conteo del número de plantas afectadas por variante carecía de interés.

Tabla 3 . Valoración de la agresividad del TSWV (escala 0-5)

Variable	Repeticiones			Media
	1	2	3	
1	2,9	0,8	1,46	1,72
2	1,4	2,13	0,46	1,33
3	1,06	1,33	1,06	1,15
4	1,4	1,33	1,73	1,48
5	2,26	1,6	2,53	2,13
6	0,06	0,93	1,8	0,93

Como complemento del experimento, los análisis sucesivos realizados por la prueba Elisa en las 80 muestras de plantas fijas tomadas al azar en la mitad del experimento sin tratamiento químico-sintético dieron los siguientes resultados:

- 21 de febrero de 1994, 2 positivos; sin síntomas.
- 19 de abril de 1994, 17 positivos; sin síntomas.
- 13 de junio de 1994, 61 positivos; con síntomas.

Los primeros positivos se fueron manteniendo a lo largo de muestreos posteriores, y los negativos obtenidos al final del cultivo correspondían con las parcelas elementales donde la virosis se manifestó menos agresiva.

Los tratamientos aéreos no químico-sintéticos fueron:

- flor de azufre (sublimado), al 99%, P.E. 13 dic. 1993; 14 ene. 1994; 28 feb.
- *Bacillus thuringiensis* var *kurstaki* al 13%, 5 ene. 1994, 2 feb.; 11 de abr.
- Colocación sobre el cultivo de trampas engomadas azules el 5 de abril de 1994.

Los tratamientos químico-sintéticos aéreos, se realizaban a criterio del agricultor, normalmente cada 7 a 10 días, con una mezcla de 2 o 3 materias activas recomendadas contra trips, lepidópteros, ácaros o pulgones.

La Tabla 4 expone la evolución de las poblaciones de las principales plagas aéreas en las dos partes del invernadero y los daños ocasionados por *F. occidentalis* en el fruto, única plaga limitante de la producción. Destaca la falta de eficacia de los tratamientos químicos para frenarla. Nuestros resultados concuerdan con los obtenidos por Porcuna *et al.* (1993) en Valencia, quienes apuntan que los tratamientos químicos podrían inducir el crecimiento de sus poblaciones según los fenómenos de hormoligosis o trofobiosis, por los cuales estas sustancias químicas modifican la tasa de reproducción de insectos como *F. occidentalis* y la araña roja (Figuras 1 y 2) de modo directo o indirecto a través de la planta.

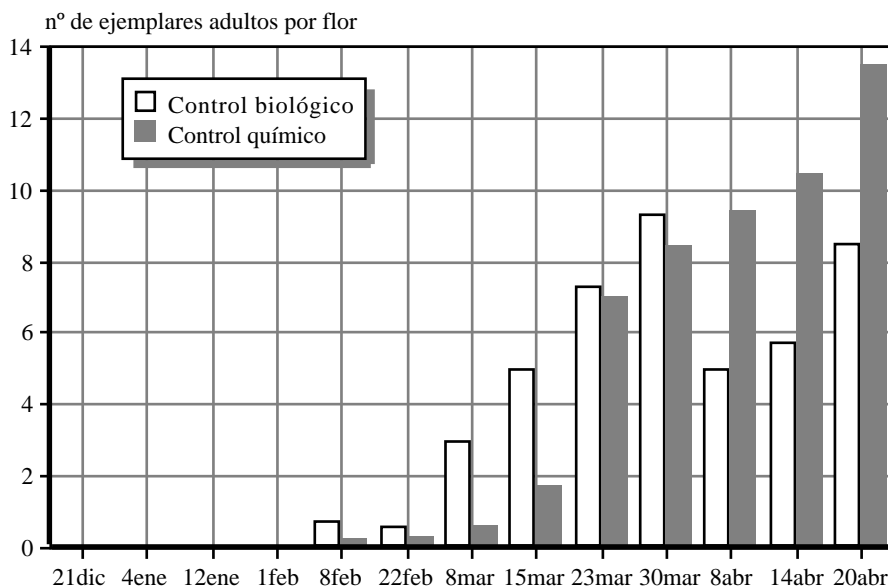


Figura 1. Evolución poblacional de *Frankiniella occidentalis* Perg.

Tabla 4. Evolución de las plagas (porcentaje de presencia) y de número de individuos de *Frankliniella occidentalis* y *Orius albidipennis*

Parámetro	21dic	4ene	12ene	1feb	8feb	22feb	8mar	15mar	23mar	30mar	8abr	14abr	20abr
Daño de lepidópteros en la hoja	A	3,3	10,0	3,3	20,0	40,0	43,3	43,3	43,3	53,3	73,3	26,6	13,3
	Q	0	3,3	6,6	6,6	13,3	20,0	20,0	53,3	53,3	73,3	20,0	6,6
Adultos mosca blanca en la hoja	A	6,6	3,3	10,0	20,0	33,3	36,6	43,3	43,3	30,0	53,3	70,0	96,6
	Q	0	3,3	10,0	10,0	10,0	23,3	40,0	16,6	20,0	33,3	40,0	40,0
Araña roja en la hoja	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,0	10,0	23,3
	Q	0	0	0	0	0	0	0	10,0	20,0	30,0	43,3	50,0
Picadura de minador en la hoja	A	0	0	0	0	0	16,6	36,6	43,3	50,0	53,3	26,6	6,6
	Q	0	0	0	0	0	10,0	10,0	10,0	20,0	30,0	20,0	10,0
Pulgón en la hoja	A	0	0	0	0	0	0	0	6,6	10,0	10,0	13,3	26,6
	Q	0	0	0	0	0	0	0	3,3	6,6	10,0	10,0	20,0
Daño de trips en el fruto	A	0	0	0	0	0	0	0	10,0	50,0	60,0	66,6	76,6
	Q	0	0	0	0	0	0	0	0	50,0	60,0	76,6	100,0
Adultos de <i>F. o.</i> en la flor	A	0	0	0	0	0,8	3,2	5,1	7,6	9,4	5,1	5,9	8,8
	Q	0	0	0	0	0,1	0,5	1,8	7,3	8,8	9,6	10,6	13,5
Larva de <i>F. o.</i> en la flor	A	0	0	0	0	0	1,4	4,0	4,4	4,8	5,1	5,9	10,2
	Q	0	0	0	0	0	0,2	2,4	4,2	5,0	5,7	6,0	7,6
Adultos de <i>F. o.</i> en la hoja	A	0	0	0	0	0	0,1	0,4	0,4	0,5	0	0,3	0,5
	Q	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4
Larva de <i>F. o.</i> en la hoja	A	0	0	0	0	0	0,1	0,5	0,5	0,5	1,3	2,0	2,2
	Q	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,6	1,2	1,5	1,9	2,8
Adultos de <i>Orius</i> en la flor	A	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0,1
	Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A = Tratamientos autorizados en la agricultura ecológica

Q = Tratamientos químico-sintéticos

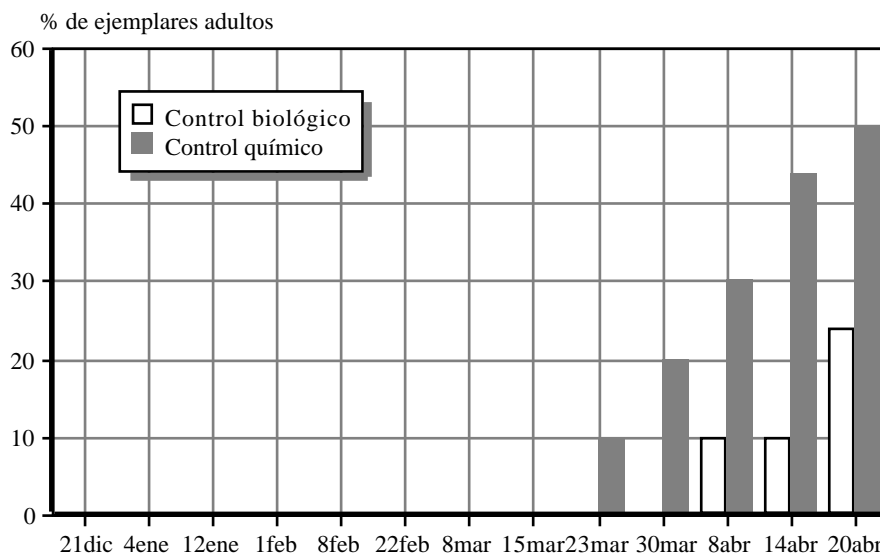


Figura 2. Evolución poblacional de araña roja en la hoja

Las trampas azules engomadas redujeron significativamente el número de adultos en la flor y mantuvieron su eficacia durante unos 15 días. *Orius albidipennis* Reuter, su principal depredador, sólo se presentó en muy raras ocasiones a lo largo del cultivo, por lo que la depredación no pudo ser muy alta.

Tuvimos que tratar los lepidópteros con *Bacillus thuringiensis* en cuanto observamos los primeros síntomas, ya que tanto *Plusia* en las hojas como *Spodoptera* en las hojas y los frutos pueden ocasionar graves daños.

Respecto al resto de las plagas (mosca blanca, pulgón, araña roja y minador) observamos desde el primer momento un gran parasitismo natural en los pulgones y el minador, que detuvo los primeros focos y el desarrollo de galerías respectivamente. No llegaron a adquirir gravedad en este cultivo de invierno.

## CONCLUSIONES

En este experimento con la tierra abonada químicamente, el vigor obtenido en el cultivo con incorporación complementaria de abonos orgánicos, fue similar al obtenido con la desinfección química con metam sodio y dicloropropeno, y la producción media por planta, sólo fue ligeramente superior en la desinfección química.

El número de plantas que mueren por asfixia radicular a lo largo del cultivo es ligeramente superior cuando no se emplean fitosanitarios químico-sintéticos a cuando se emplean.

La manifestación de síntomas de la virosis TSWV fue general en todo el cultivo al final de su ciclo productivo (en junio) aun siendo las poblaciones de *F. occidentalis* muy altas desde marzo.

La virosis fue más agresiva en lo desinfectado químicamente, y se manifestó antes y de forma más agresiva en el sector de invernadero tratado con fitosanitarios químico-sintéticos también en la parte aérea.

Las plantas de pimiento analizadas en laboratorio, tenían el virus TSWV en muy pequeña cantidad desde febrero, aumentando en abril, y llegando casi a la totalidad en junio, momento en que se manifiesta la virosis.

Las poblaciones y los daños en el fruto de *F. occidentalis* fueron similares o incluso superiores en lo tratado químicamente que en lo no tratado.

La colocación de trampas azules redujo significativamente la población de adultos de *F. occidentalis*. La presencia de poblaciones espontáneas de *O. albidipennis* en el cultivo fue bajísima.

Solo los lepidópteros hubieran podido causar graves daños en el cultivo. Otras plagas como minadores, moscas blancas, pulgones o ácaros no llegan a adquirir tal carácter en este ciclo de cultivo.

Es posible cultivar ecológicamente los pimientos de invierno bajo plástico, sin grandes problemas de plagas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bello, A. (1988) Estructura ecológica del suelo y su interés en protección vegetal. En *Jornadas de fitopatología El suelo en la patología vegetal*, pp 10-21.
- Carnero, A., M.A. Peña, F. Pérez, C. Garrido, M. Hernández, R. Torres (1993) Control biológico de *Frankliniella occidentalis* (thrips californiano) en Canarias. *Canarias Agraria*, 22: 22-26.
- Cho, J.J., W.C. Mitchell, R.F.L. Man, B.P. Sakimura (1987) Epidemiology of Tomato Spotted Wilt Virus Disease on Crisphead lettuce in Hawaii. *Plant Disease*, 71: 505-508.
- García, F., et al. (1990) *Acarología agrícola*. Universidad Politécnica de Valencia, SPUPV 90.280.
- Jordá, C. (1992) Situación del TSWV en España. En *Jornadas técnicas sobre trips-virus del bronceado (TSWV)*, pp 29-34.
- Lacasa, A., J. Contreras (1993) Comportamiento de *Frankliniella occidentalis* en la transmisión del virus del bronceado del tomate: planteamiento para su control en cultivos hortícolas. *Phytoma España*, 50: 33-39.
- Martyn, R.D. (1986) Use of Soil Solarization to Control Fusarium Wilt of Watermelon. *Plant Disease*, 70: 762-766.
- Otazo, C., R. Torres, A.I. Espino, J.M. de León, A. Rodríguez (1993) Experiencias sobre

- control de virosis y modo de actuación en Canarias. *Phytoma España*, 50: 79-85.
- Porcuna, J.L., B. Sánchez, J. Quilis, L. Vidal, A. Tena, A. Cano (1993) Otros criterios que argumentarían la actual problemática en los cultivos hortícolas del litoral mediterráneo. *Phytoma España*, 50: 90-96.
- Porcuna, J.L., *et al.* (1993) Monitorización de lepidópteros, interacción *F. occidentalis* y *Orius* en pimiento al aire libre. A.D.V. Navarrés. Grupo de Trabajo de Hortícolas.
- Porcuna, J.L., *et al.* (1993) Valor de la malla en invernaderos de plástico, como controlador de poblaciones de trips y de pulgones. A.D.V. Perelló. Grupo de Trabajo de Hortícolas.
- CRAE (1990) Anejo III.2. Productos autorizados para el control de plagas y enfermedades. En *Reglamento y normas técnicas del Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica*, pp 12-13. Servicio de Extensión Agraria, MAPA; Madrid.
- Tello, J.C. (1988) La competición microbiana en el suelo. En *Jornadas de fitopatología El suelo en patología vegetal*, pp 91-129.
- Torres, R., C. Otazo, A. Rodríguez (1993) Experiencias de control integrado en cultivos de pimientos bajo plástico. Arafo y San Isidro. Grupo de trabajo de hortícolas.
- Welvaert, W., J. Poppe (1986) Influence of plastic mulching and disinfection on the fungal flora of soils in Belgium. *Bulletin OEPP*, 16: 311-316.



# Consideraciones para el desarrollo de un programa de sanidad respecto a la plaga *Mayetiola destructor* Say en los triguales de Badajoz

J. del Moral\*, A. Mejías\*, A. Chacón\*, A. Delibes\*\*, I. López Braña\*\*, J.A. Martín\*\*\*, E. Sin\*\*\*, C. Martínez\*\*\*

\* Servicio de Investigaciones y Desarrollo Tecnológico, Apartado 22. 06080 Badajoz. \*\* ETSIA Agrónomos, 28040 Madrid. \*\*\* UDL-IRTA, Lérida

## RESUMEN

Los triguales de la Campiña Sur de Badajoz sufren permanentemente mermas importantes de cosecha por el desarrollo de plagas del mosquito del trigo *Mayetiola destructor*. De los cruzamientos de (*Triticum turgidum* x *Aegilops ventricosa*) x *T. aestivum* hemos obtenido una línea bien caracterizada bioquímica y citogenéticamente, que manifiesta una resistencia significativa al insecto. Por otra parte, por la observación de sus pupas sabemos que la eficacia del parasitismo ejercido por himenópteros calcidoideos es muy grande. Estos hallazgos nos parecen útiles pero insuficientes a la larga para impedir la plaga, razón por la cual estamos considerando algunas prácticas fitotécnicas, como fecha de siembra, aricado, momento de alzado y no quemar el rastrojo, que junto a los demás factores nos sirvan para diseñar un buen programa de sanidad.

## INTRODUCCIÓN

Los agricultores de amplias zonas de la Campiña Sur extremeña vienen denunciando la plaga del mosquito del trigo desde hace diez años, con más o menos contundencia según el año. Aunque no es una plaga nueva en España ni en Extremadura, la política agraria desarrollada en esta región durante los últimos cuarenta años ha tenido mucho que ver con la generalización del parásito, con su persistencia y consecuentemente con la justificación de nuestro trabajo.

Hasta los años cuarenta gran parte de la Campiña Sur estaba ocupada por dehesas arboladas con cerdos y ovejas. A partir de entonces se puso en marcha una

política nacional de autarquía con la que se pretendía la independencia del exterior en productos alimenticios. Para conseguir el autoabastecimiento se desmontaron grandes superficies de arbolado y se destinaron al cultivo de granos, principalmente cereales. Las numerosas minas de la zona de Azuaga se abandonaron en favor de una agricultura cerealista más intensiva y especializada. Ayudaron a dicho cambio la mecanización, principalmente en forma de tractores y cosechadoras, las nuevas variedades, el uso de abonos de síntesis y finalmente el empleo de herbicidas.

Este tipo de explotación intensificó inexorablemente el cultivo al acortarse o anularse la hoja de barbecho en la rotación, y disminuyó paulatinamente el número de las especies en la alternativa, pues al desaparecer el ganado perdieron importancia las leguminosas. Esta tendencia ha venido acentuándose con el paso del tiempo y actualmente la Campiña Sur produce casi exclusivamente cereal y girasol, ha disminuido considerablemente el uso del barbecho y el cultivo de leguminosas no es más que una anécdota o un recuerdo.

Este tipo de agricultura es malo, pero lo empeoran nuestras tierras de capa caliza bastante superficial y mala regulación hídrica, lo cual obliga a siembras muy tempranas, antes de las lluvias generalizadas del otoño. Y por esta razón la juventud de los cereales coincide con los primeros vuelos del insecto.

En resumen, la comarca donde aparece la plaga endémicamente se define por la alternativa cereal-girasol y siembras del cereal muy adelantadas.

En la primavera de 1990 el desarrollo del insecto en la Campiña Sur era tal, que los agricultores denunciaron públicamente en la prensa local (diario Hoy, 1990) pérdidas superiores a los 2.000 millones de pesetas en dicha campaña. Este hecho parecía justificar que dedicáramos una buena parte de nuestra actividad investigadora a comprender el fenómeno parasitario y a tratar de solucionarlo después.

Esa denuncia pública de los daños se había valorado sin aplicar un procedimiento adecuado, por lo que desconocíamos su cifra real.

La disminución de cosecha debida al mosquito del trigo puede producirse por la muerte de tallos parasitados en un estado juvenil, o por el debilitamiento de éstos al ser invadidos en una fase más avanzada de su desarrollo. Los estudios realizados para valorar dichas pérdidas han servido para conocer la influencia que tuvo en la cosecha de la campaña 1989-90 la muerte de plantas por acción del insecto, así como averiguar la disminución del peso de la espiga provocada en la campaña 1991-92 en aquellos tallos donde la plaga se asienta, pero que consiguen dar fruto. Estos estudios nos confirmaron objetivamente las quejas de los agricultores y nos convencieron de la importancia y extensión de la plaga.

Nuestra experiencia en trabajos de sanidad vegetal nos indica que los problemas parasitarios abordados a través de pocas variables no quedan generalmente bien resueltos. Y puesto que los daños estaban muy por encima de cualquier otro, incluidos los de los cultivos intensivos, decidimos buscar la solución a esta plaga estudiándola cuidadosamente y con un planteamiento multidisciplinar.

Al comenzar encontramos trabajando en diversos aspectos bioquímicos del problema a un equipo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid, y en mejora genética a la cátedra de la ETSIA de Lérida. El encuentro cristalizó en un proyecto de investigación aprobado por la Comisión Interministerial para la Ciencia y la Tecnología (CICYT) todavía en desarrollo.

Actualmente nuestro interés está en conocer lo mejor posible la acción que tienen sobre el insecto las prácticas de cultivo del trigo más importantes, de forma que cuando haya una variedad resistente podamos recomendarla dentro de un programa integral de sanidad, y evitar así la formación de nuevas razas del parásito.

En España este parásito es identificado como tal a finales del siglo pasado: Del Cañizo (1941) escribe que *Mayetiola destructor* fue reconocido en 1896 como plaga por Herrero. Hasta entonces los síntomas producidos por el insecto eran atribuidos a las heladas.

La importancia que adquiere la plaga durante los años 1943, 44, 51, 52 y 53 motiva al ingeniero agrónomo Agustín Alfaro a realizar un excelente trabajo sobre el parásito, que publica en 1954.

Después de estos años el insecto ha sido estudiado por Castañera (1978), García de Otazo (1986), Alvarado *et al.* (1992), Arias y Bote (1992) y Del Moral *et al.* (1994), habiéndose denunciado plagas del insecto con carácter catastrófico en Aragón y Extremadura por los diarios Heraldo de Aragón (1988) y Hoy (1990).

El insecto está ligado al desarrollo del cultivo en cualquier parte del mundo. En 1934 Wade hacía una recopilación de 1.256 artículos sobre el mosquito. En diversos estados de los EE.UU. la plaga es denunciada y estudiada en los últimos años por Hatchett *et al.* (1981); Pike *et al.* (1983), MacMullen y Walgenbach (1986), Buntin y Raymer (1989), Chapin *et al.* (1989), Buntin y Bruckner (1990), Thomm *et al.* (1991). En las zonas cerealistas de la antigua URSS el insecto es estudiado por Susidko *et al.* (1979), Shek, Evdokimov (1981), Skuhrava (1984). En el norte de África también se constituye en plaga, y lo estudian El-Boussini *et al.* (1988).

Aunque la mayoría de los trabajos que encontramos sobre esta plaga están referidos a terapéutica mediante agroquímicos o variedades resistentes, hay algunos que están orientados al empleo de la fitotecnia como forma de evitar la plaga.

Una técnica muy estudiada ha sido la fecha de siembra. En España ya consideraron esta cuestión Del Cañizo en 1941 y Alfaro en 1954, y Alvarado *et al.* (1992) y Durán *et al.* (1992) desarrollan diversos experimentos al respecto en Andalucía. En la antigua URSS Susidko *et al.* (1979) publica un trabajo sobre esta cuestión y en EE.UU. lo hacen Buntin y Bruckner (1990). Otros aspectos de la fitotecnia, relacionados con *Mayetiola destructor*, han sido el aricado (Del Cañizo, 1941) y la alternativa (Pike *et al.*, 1984).

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Observaciones sobre el efecto de la fecha de alzado de un barbecho de trigo parasitado, en la supervivencia de la plaga.** De un campo de trigo de la variedad Astral muy parasitado tomamos más de 1.000 tallos y los enterramos a unos 20 cm los días 11 y 28 de junio, y 9 y 31 de julio de 1990. El 15 de octubre del mismo año abrimos la tierra y tomamos una muestra de las plantas de cada fecha hasta totalizar más de 500 pupas por fecha. Observamos las pupas individualmente en su interior bajo un estereomicroscopio y las clasificamos como viables (vivas) o inviables (muertas o parasitadas). Para el análisis estadístico de los resultados contrastamos la significación de la igualdad de parámetros de dos poblaciones binomiales con un error tipo alfa de 0,01.

**Observaciones sobre el efecto del quemado de un rastrojo parasitado en la supervivencia de la plaga.** El 28 de octubre de 1990, en una zona con barbechos de trigo muy parasitados tomamos una muestra de más de 1.000 cañas a las que se había prendido fuego, y otra muestra semejante de un campo contiguo, pero que permanecía sin quemar. De ambas muestras observamos individualmente bajo un estereomicroscopio más de 1.300 pupas, clasificándolas como viables (vivas) o inviables (muertas o parasitadas). El análisis estadístico fue igual al anterior.

**Ensayo sobre el efecto de aricar un sembrado de trigo con una fuerte infestación de la plaga.** Sembramos trigo de la variedad Astral la primera semana de noviembre de 1993, en dos parcelas de 5 ha cada una, próximas entre sí en una zona endémica de *Mayetiola*. Una parcela recibió un pase de rastra con púas en estado fenológico predominante de ahijado, y otra parcela se cultivó sin esta labor de aricado. Observamos el número de tallos parasitados en más de 300 plantas por parcela en la primera generación, y más de 600 plantas por parcela en la segunda generación. Valoramos la primera generación la primera semana de marzo de 1994 y la segunda generación la primera semana de junio de 1994. El análisis estadístico fue igual al anterior.

**Ensayo sobre la influencia de la época de siembra de trigo en el parasitismo.** Sembramos trigo de la variedad Astral el 7 de octubre, el 4 de noviembre y el 13 de diciembre de 1991. Para conocer el número de tallos parasitados tomamos al azar 250 plantas por parcela y valoramos las plantas el 18 de mayo de 1992. Analizamos la varianza.

## RESULTADOS

En la fecha de alzado, con el 99 % de confianza, las pupas enterradas en junio sobreviven en mayor número que las enterradas en agosto o las no enterradas, y no hay diferencia de supervivencia entre las enterradas en agosto y las no enterradas (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto de la fecha de enterrado (alzado) del rastrojo, en la viabilidad de las pupas

	11 jun. 90	28 jun. 90	9 ago. 90	31 ago. 90	Sin enterrar
% de pupas viables	14,1	13,4	5,0	5,5	7,0
% de pupas inviables	85,9	86,6	95,0	94,5	93,0

En la quema del rastrojo, con el 99 % de confianza, no hay diferencia en la viabilidad de las pupas situadas sobre rastrojos que se han quemado o han permanecido tal cual en el campo (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto del quemado o no quemado de un rastrojo, en la viabilidad de las pupas

	Quemado	Sin quemar
% de pupas viables	6	7
% de pupas inviables	94	93

En las parcelas aricada y sin aricar, con el 99 % de confianza, hay diferencia en el parasitismo entre una y otra práctica en la segunda generación (Tabla 3).

Tabla 3. Parasitismo en los trigos de las parcelas aricada y sin aricar, en la primera y segunda generación del parásito

	Nº de tallos	Nº de pupas	Nº de pupas/tallo
<i>Primera generación</i>			
Aricada	321,00	63,00	0,20
Sin aricar	321,00	68,00	0,21
<i>Segunda generación</i>			
Aricada	694,00	882,00	1,27
Sin aricar	608,00	1.039,00	1,71

En la influencia de la época de siembra, con el 99 % de seguridad, no hay diferencia de parasitismo entre las parcelas. La lluvia registrada en la estación meteorológica correspondiente a la zona del ensayo fue 69 mm en octubre de 1991, 29 mm en noviembre, 40 mm en diciembre y 5 mm en enero de 1992 (Tabla 4).

Tabla 4. Relación de la fecha de siembra con el porcentaje de tallos parasitados

Fecha de siembra	Bloques				Total
	I	II	III	IV	
7 Oct. 91	10	32	29	19	90
4 Nov. 91	23	31	40	32	126
13 Dic. 91	35	24	28	33	120
Total	68	87	97	84	336

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las pupas enterradas inmediatamente después de la recolección sobreviven en un porcentaje mayor que las enterradas en agosto, razón por la que es aconsejable alzar el rastrojo a partir de dicho mes. Aunque nuestra observación no nos permite conocer por qué se produce este resultado, es probable que se deba al efecto del sol sobre las pupas situadas en zonas superficiales y sin suficiente protección, por lo cual mientras más tiempo esté el rastrojo expuesto a la acción directa del sol, mayor número de pupas morirá. Pero esta recomendación de retrasar la labor de alzar tanto como se pueda, debe hacerse advirtiendo del peligro que supondría el que aparezcan las lluvias otoñales sin que se haya enterrado el rastrojo, lo cual es extraordinariamente peligroso.

El quemado del rastrojo tampoco sirve para disminuir la viabilidad de las pupas estiantes.

Por los buenos resultados obtenidos este año con el aricado, sobre la segunda generación del parásito, cabe esperar que incorporemos esta técnica en nuestro programa de sanidad.

Parece que la lluvia ha debido participar en los resultados de la tabla 4, y no hay diferencia de la plaga entre los trigos sembrados en distinta fecha -Del Cañizo llega a idéntica conclusión en 1941.

Los resultados obtenidos son provisionales y actualmente seguimos ensayando para diseñar un buen modelo de sanidad para el cultivo de trigo en la Campiña Sur.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Alfaro, A. (1954) *Mayetiola destructor* Say y *Mayetiola mimeuri* Mesnil en Zaragoza. *Bol. de Pat. Veg. y Ent. Agric.* 21:85-116.
- Alvarado, M., J.M. Durán, A. Serrano, A. De la Rosa (1992) Contribución al conocimiento del mosquito del trigo, *Mayetiola destructor* Say en Andalucía Occidental. *Bol. San. Veg. Plagas*, 18:175-183.
- Arias Giralda, A., M. Bote Velasco (1992). Estimación del ataque y de las pérdidas producidas por el "mosquito del trigo" (*Mayetiola destructor* Say) en el sureste de Badajoz. *Bol. San. Veg. Plagas*, 18: 161-173.
- Buntin, G.D., P.L. Bruckner (1990) Effect of planting date on Hessian fly infestation and production of triticale. *Applied Agricultural Research*, 5: 82-88.
- Buntin, G.D., P.L. Raymer (1989a) Hessian fly (diptera: Cecidomyiidae) damage and forage production of winter wheat. *Journal of Economic Entomology*, 82: 301-306.
- Buntin, G.D., P.L. Raymer (1989b) Susceptibility of winter wheat and triticale to the Hessian fly. *Research Bulletin University of Georgia, College of Agriculture, Experiment Stations*, N° 389, 12 pp.
- Castañera, P. (1979) Plagas de cereales de invierno en la zona centro. *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Serie: Protección Vegetal*, 11: 79-91.
- Capin, J.W., J.F. Grant, M.J. Sullivan (1989) Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae) infestation of wheat in South Carolina. *Journal of Agricultural Entomology*, 6: 137-146.
- Del Cañizo, J. (1941) El mosquito del trigo (*Mayetiola destructor* Say) y la época de siembra. *Bol. de Pat. Veg. y Ent. Agric.* 10:256-263.
- Del Moral, J., M. Gallego, D. Casado, V. Chica (1994a) *Mayetiola destructor* Say. Estudio sobre una plaga del insecto en trigales de Badajoz (España). *Bol. San. Veg. Plagas*, 20: 187-197.
- Del Moral, J., M. Gallego, D. Casado, V. Chica (1994b) *Mayetiola destructor* Say. Aproximación a su ciclo biológico en Badajoz y estudio morfológico para diferenciarla de *M. mimeuri* Mesnil. *Bol. San. Veg. Plagas*, 20: 192-210.
- Del Moral, J., M. Gallego, D. Casado, V. Chica, A. Mejías, A. Chacón (1994) *Mayetiola destructor* Say. Terapéutica recomendable contra las plagas de este insecto en los trigales de la campiña sur de Extremadura. *Bol. San. Veg. Plagas*, 20: 211-220.
- Del Moral, J., M. Gallego, D. Casado, V. Chica, A. Mejías, A. Chacón (1994) *Mayetiola destructor* Say. Estudio sobre la fitotecnia del cultivo de trigo relacionada con el parásito. *Bol. San. Veg. Plagas*, 20: 221-227.
- Durán, J.M., M. Alvarado, A. Serrano, A. De la Rosa (1992) Estudio de algunas medidas de lucha contra el mosquito del trigo. *Mayetiola destructor* Say en Andalucía occidental. *Bol. San. Veg. Plantas*, 18: 185-191.
- El-Bouhssini, M.E., A. Amri, J.H. Hatchett (1988) Wheat genes conditioning resistance to the Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae) in Morocco. *Journal of Economic Entomology* 81: 709-712.
- García de Otazo López, J. (1986) *Mayetiola*, *Nefasia* y *Zabrus*, en los cereales de invierno. Hojas divulgadoras, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación nº 7.
- Hatchett, J.H., R.L. Burton, K.J. Starks (1981) Hessian fly: distribution and infestation of wheat in Oklahoma and north Texas. *Southwestern Entomologist*, 6: 34-37.
- Heraldo de Aragón (1988) Una plaga de cereal afecta a 700.000 ha de Aragón. 12 enero: 15.

- Hoy (1990) Cuatro mil cerealistas de Badajoz tienen infectada su cosecha por un mosquito que mata las plantas. 19 abril: 31.
- López Brana, I., A. Delibes, M. Mena, F. García-Olmedo, D. Casado, V. Chica, M. Gallego, J. Del Moral (1992) Transferencia de genes de resistencia a *Mayetiola destructor* de *Aegilops ventricosa* a trigo hexaploide. XXVII Jornadas de genética luso-españolas, 257-258.
- MacMullen, C.R., D.D. Walgenbach (1986) Cytological changes in wheat induced by the Hessian fly. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 59: 500-507.
- Pike, K.S., J.H. Hatchett, A.L. Antonelli (1983) Hessian Fly (Diptera Cecidomyiidae) in Washington: Distribution, Parasites, and Intensity of Infestations on Irrigated and Nonirrigated Wheat. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 56: 261-266.
- Shek, G.K., H.Y. Evdomikov (1981) Pest of grain in Kazakhstan. *Zashchita Rastenii*, 8: 26-29.
- Skuhrava, M., V. Skuhrawy, J.W. Brewer (1984) The distribution and long-term changes in population dynamics of gall midges on cereals in Europe (Cecidomyiidae, Diptera). *Cecidologia Internationale*, 5: 1-7.
- Susidko, P.I., V.I. Bondarenko, A.D. Artyukh, V.N. Pisarenko (1979) Infestation of wheat by cereal flies and reduction of its winter resistance. *Vestnik Sel'skokhozyaistvennoi Nauki*, 7:33-36.
- Susidko, P.I., V.M. Krut, V.N. Pisarenko (1984) Problems of the protection of plants from pests under the conditions of the soil-protecting system of agriculture in the steppe zone of the Ukraine. *Vestnik Sel'skokhozyaistvennoi Nauki*, 1: 102-106.
- Thom, E.R., R.A. Prestidges, D.D. Wildermoth, M.J. Taylor, S.L. Marshall (1991) Effect of Hessian fly (*Mayetiola destructor*) on production and persistence of prairie grass (*Bromus willdenowii*) when rotationally grazed by dairy cows. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 35: 75-82.



# **Evolución del contenido de la materia orgánica en tierras cultivadas siguiendo técnicas de agricultura ecológica**

**J. Labrador Moreno\***, **L. Fernández Pozo\*\***, **A. García Navarro\*\***, **S. de Haro Lozano\*\*\***

*\*Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Consejería de Agricultura y Comercio. Apdo.22. 06080 Badajoz. \*\*Departamento de Biología y Producción de los Vegetales. Área de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Extremadura. 06071 Badajoz. \*\*\*Departamento de Edafología y Química Agrícola. Escuela Politécnica Superior. 04120 Almería*

## **RESUMEN**

Observamos el contenido en carbono orgánico durante cinco años de cultivo siguiendo técnicas de agricultura ecológica en una finca de 32 ha en Extremadura. Tras este periodo de tiempo hemos podido comprobar cómo la evolución del contenido en carbono orgánico no es homogénea, presentándose un aumento tanto en su contenido total como en el de sustancias húmicas.

## **INTRODUCCIÓN**

La agricultura ecológica es una forma de producción agraria encuadrable dentro de los “modelos agrícolas alternativos”, denominados así por oposición al modelo agrícola convencional. En ella se conjugan el saber agrícola tradicional junto con los más recientes conocimientos adquiridos en agronomía, y manifiesta como objetivo prioritario la obtención de alimentos de máxima calidad respetando el ambiente y conservando la fertilidad de la tierra, mediante la utilización óptima de los recursos y sin el empleo de productos químicos de síntesis (CRAE, 1990).

Se basa en técnicas agroecológicas que potencian la búsqueda de un equilibrio dinámico en cuanto a nutrientes, macro y microorganismos, cultivos y hábitat, y concede gran importancia al abono orgánico y su manejo, y la cantidad y calidad de la materia orgánica presente en las tierras de cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Tomamos las muestras de una finca extremeña de 32 ha dedicadas al cultivo de hortalizas, que dividimos en cuatro parcelas y 47 subparcelas para el muestreo. La tierra predominante es un Xerofluvent típico con un área al sur de la finca de un 30 % de Haploxeralf últico desarrollado sobre pizarras.

Realizamos los análisis según el Soil Survey Manual (Soil Survey Staff, 1951) y el fraccionamiento de sustancias húmicas según Kononova (1982).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los cinco años de cultivo estudiados, entre 1987 y 1991, se aportaron de manera no homogénea en toda la finca, tres abonados 35.000 kg/ha de estiércol de oveja, intercalando en los años en que no se estercola un abono verde de altramus o de mostaza-colza, que supone el equivalente a 12.000 kg/ha de estiércol de oveja. Desde 1987, inicio de la experiencia, seguimos anualmente la evolución de la tierra tomando las muestras en toda la finca en septiembre y octubre (Tabla 1).

Tabla 1. Principales parámetros analizados.

	Promedio		Mínimo		Máximo	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
MO %	0,9	1,3	0,2	0,7	1,7	1,9
CE %*	36	38	9	23	56	66
AF %*	17	24	4	8	38	44
AH %*	15	14	3	6	38	36
AH/AF	1,4	0,7	0,1	0,3	4,0	3,8
MO t/ha	36	53	-	-	-	-

MO = Materia orgánica. CE = Carbono extraíble. AF = Ácidos fúlvicos  
AH = Ácidos húmicos. \* = Relativo al carbono orgánico total

La evolución de esta materia orgánica tras los cinco años de cultivo no ha sido regular, ya que el aporte orgánico se ha efectuado en la época en que cada subparcela correspondiente a la rotación quedaba libre y además en el momento idóneo para su aplicación. Igual sucede con los abonos verdes, supeditados a una rotación y a su alternancia con el aporte de estiércol.

Como consecuencia, el contenido en materia orgánica evoluciona de forma zigzagueante, y sus máximos corresponden a los años en los que el aporte ha sido más insistente, y las diferencias al tiempo que cada parcela ha tenido para mineralizar y humificar el material añadido. No obstante, hay un ascenso neto que aunque débil, sí muestra en promedio la tendencia positiva que se ha mantenido desde el comienzo de la experiencia (Figura 1). La mineralización de esta materia orgánica, muy alta en el inicio, supone tras los cinco años de cultivo, un 67% de la adicionada, lo cual manifiesta una clara tendencia al equilibrio, aunque las mejoras principales se producen en las áreas de contenidos mínimos (Tabla 1).

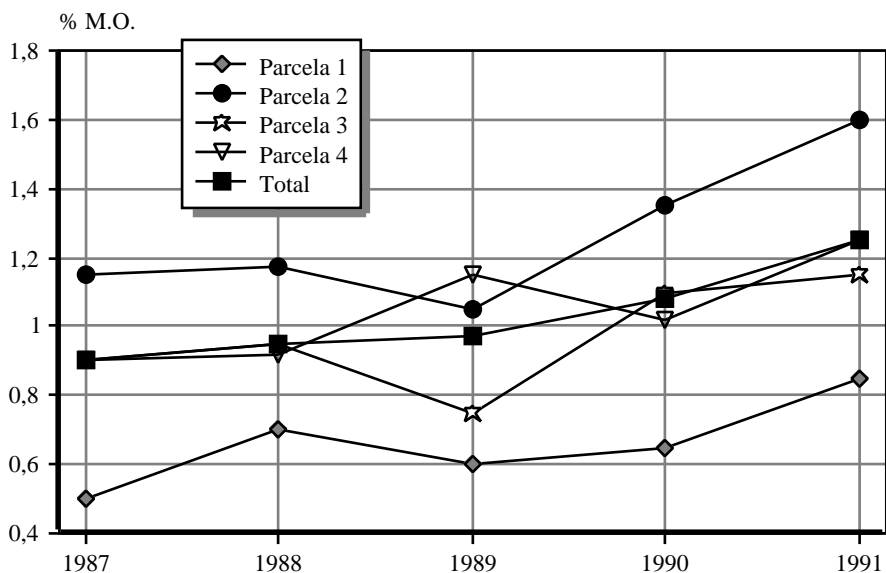


Figura 1. Evolución de la materia orgánica

El grado de humificación, expresado por el porcentaje de sustancias húmicas, ha crecido en su promedio hasta un 38 %. Igual que sucedía para la materia orgánica, esta mejora aún sigue siendo débil y sólo podemos considerarla como una tendencia. El principal aumento del carbono extraíble se ha producido en forma de ácidos fúlvicos, como podemos comprobar en la Tabla 1, lo que podría indicar cierta lentitud en los procesos de humificación (Gumuzio et al, 1985) con un predominio de compuestos hidrosolubles.

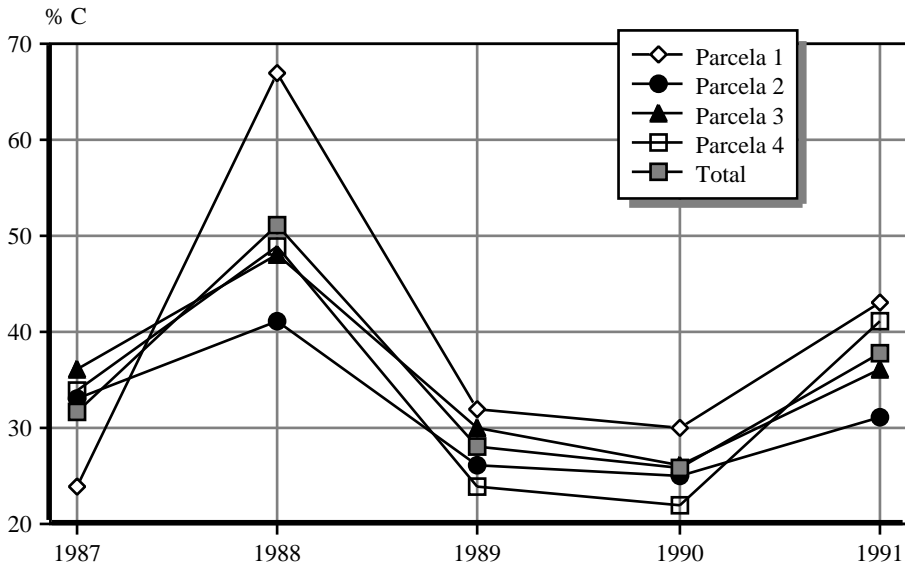


Figura 2. Porcentaje de carbono extraíble

Cuando observamos la evolución del carbono extraíble (Figura 2), encontramos un fuerte aumento en la humificación durante el segundo año, que se estabiliza con el tiempo. Creemos que tras el primer aporte orgánico se produce una reactivación de la actividad biótica humificadora, seguida de una rápida mineralización hasta alcanzar el equilibrio a partir de 1989-90 (Gaur *et al.*, 1971, Debnatle *et al.*, 1972). La polimerización, como proceso más lento, tiene su máximo aumento en el cuarto año, sin que podamos establecer la presencia de un equilibrio en dicho proceso por el corto tiempo transcurrido (Figura 3).

Hemos realizado una serie de análisis de correlación y regresión entre los parámetros expuestos y los restantes que definen el suelo, siendo lo más interesante el comprobar la influencia del contenido orgánico sobre la estabilidad estructural y la capacidad de intercambio catiónico (Piccolo *et al.*, 1992).

En el corto tiempo transcurrido y dentro de los condicionantes apuntados, podemos concluir que el uso de este modelo agrícola ha llevado aparejado un enriquecimiento en materia orgánica que entre otros efectos ha mejorado la estabilidad de la estructura y la capacidad de intercambio catiónico y como consecuencia ha potenciado la resistencia de la tierra a la erosión y ha aumentado su fertilidad natural.

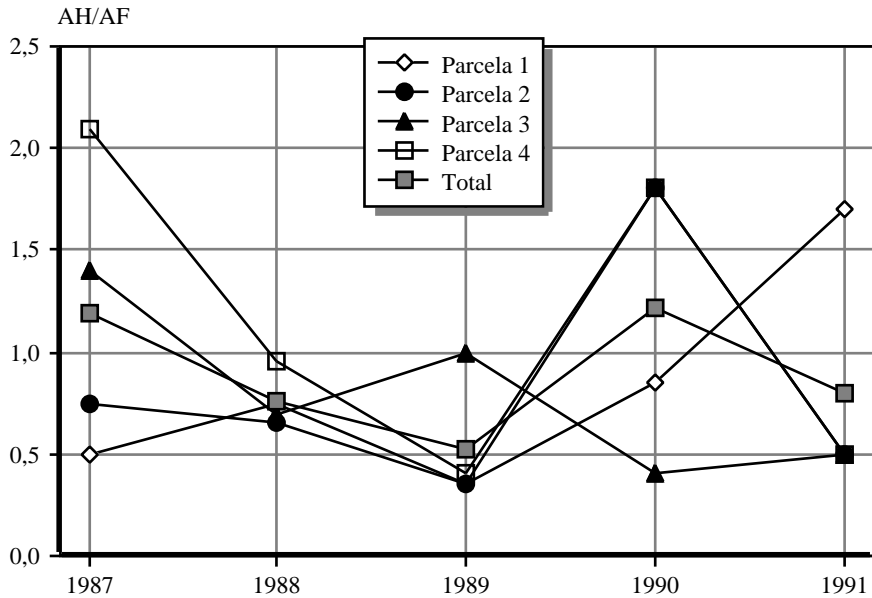


Figura 3. Evolución del grado de polimerización

## BIBLIOGRAFÍA

- C.R.A.E (1990) *Reglamento y normas técnicas de la agricultura ecológica*. Madrid.
- Debnate, Hajra (1972) Transformation of organic matter in soil in relation to mineralization of carbon and nutrient availability. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 20. p. 95-102.
- Gaur, *et al.* (1971) A study on the decomposition of organic matter in an alluvial soil; CO<sub>2</sub> evolution, microbiological and chemical transformation. *Plant and soil.* 34. p. 17-28.
- Gumuzzio, J. , *et al.* (1985) Aspectos ecológicos de la humificación en suelos de la región central española. *Rev. Ecol. Biol. Soil*, 22. p. 193-207.
- Kononova, M.M. (1982) *Materia orgánica del suelo*. Ed. Oikos-Tau; Barcelona.
- Piccolo, A., P. Zaccheo, P.G. Genevini (1992) Chemical characterization of humic substances extracted from organic-waste-amended soils. *Bioresource Technology.* 40. p. 275-282.
- Soil Survey Staff (1951) *Soil Survey Manual*. U.S. Dept. Agr. Handb. 18. U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C.

# **Transformación a la agricultura ecológica de un sistema de secano**

**R. Meco\*, C. Lacasta\*\*, J. Dorado\***

*\*Dirección General de Cooperativismo y Desarrollo Agrario. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. c/Pintor Matías Moreno 4. 45004 Toledo. \*\*Finca Experimental La Higuera, Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, 45530 Santa Olalla (Toledo).*

## **RESUMEN**

Se exponen los primeros resultados de dos años de experimentación en la Finca Experimental La Higuera (Toledo) sobre diversas rotaciones en el secano castellano, incluyendo todas un cereal y sin emplear productos químicos de síntesis.

## **INTRODUCCION**

El objetivo es aplicar un método de producción alternativa en el agroecosistema cerealista de zona semiárida, basado en los principios de la agricultura ecológica. A un plazo medio esperamos valorar la influencia de las rotaciones e incorporaciones orgánicas sobre la capacidad de autoregulación del suelo, así como obtener la información necesaria para conocer la viabilidad de diferentes sistemas de producción en secano sin aplicación de productos agroquímicos.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

La región se caracteriza por un clima continental semiárido, de inviernos fríos y elevadas temperaturas estivales. La precipitación media anual es de 429 mm. El período libre de heladas abarca de junio de septiembre.

El suelo es arcilloso, con un horizonte A (0 a 20 cm) de estructura migajosa fina y un horizonte B (20 a 100 cm) de estructura prismática gruesa y fuerte, dura cuando está seca, de carácter vértico muy desarrollado y con superficies de fricción abundantes. Es de pH neutro, escaso en nitrógeno, abundante en calcio y medio en el resto de los elementos (Tablas 1 y 2). Su densidad aparente es 1,43, la capacidad

de campo 34% y el punto de marchitamiento del 24,2%, lo que permite acumular 140 l/m<sup>2</sup> de agua útil. Por tanto sus características son medias y totalmente representativas del ambiente estudiado.

Pretendemos que el ensayo tenga un duración indefinida, con el fin de estudiar los procesos en los plazos más largos posible.

Planteamos un diseño experimental con bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela elemental mide 20 x 20 m. Para favorecer las labores, cada parcela está separada de la adyacente por una distancia de 10 m entre bloques.

### **Tratamientos aplicados**

1. Cereal / girasol
2. Cereal / leguminosa incorporada en verde
3. Cereal / leguminosa para heno
4. Cereal / leguminosa. Franjas alternadas
5. Cereal / barbecho
6. Cereal en monocultivo.

Utilizamos la cebada “Albacete” por su rusticidad y por su capacidad de competencia con las hierbas (González et al, 1991), como leguminosa la veza. c.v. Adeza 81, y c.v. Toledo-2 de girasol oleaginoso.

En todos los casos aplicamos técnicas de cultivo que excluyen aportes de fertilizantes solubles y herbicidas salvo en el tratamiento del monocultivo considerado como testigo.

En las labores de preparación del lecho de siembra, sustituimos la vertedera por una reja de cincel (chisel) de laboreo vertical, o por un cultivador con una profundidad de labor de 25 a 30 cm.

Una vez picados y extendidos todos los residuos de la cosecha, se entierran mediante una grada.

Las adventicias se detienen con una binadora de púas en el momento oportuno.

El **tratamiento n° 1** consiste en una rotación bianual donde se alterna el cultivo de cebada con el girasol. Con ella pretendemos aprovechar los diferentes sistemas radiculares para aprovechar mejor en profundidad de la tierra, facilitar la mineralización de los restos de cosecha por el semibarbecho y mejorar la estructura y porosidad.

El **tratamiento n° 2** alterna la cebada con veza-avena, la cual se entierra en verde persiguiendo la mejora de las propiedades del suelo al favorecer la nodulación de *Rizhobium*, el enriquecimiento de nitrógeno y la movilización del fósforo y potasio retrogradado, el equilibrio de la relación C/N y la mineralización de la materia orgánica para estimular la actividad biótica.

Tabla 1. Análisis químico del suelo antes de la siembra de cebada (otoño 1993), (media de parcelas según tratamientos)

Tratamiento	M.O. %	C %	N %	C/N	pH	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg	Ca mg/kg	Mg mg/kg	Na mg/kg	K mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg	Al mg/kg	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/kg
Barbecho	1,16	0,67	0,09	7,9	7,07	185	4.733	236	14,2	177	11,3	33	3,2	20	56,7
Girasol	1,25	0,80	0,08	9,5	6,80	148	2.783	253	11,7	170	18,7	64	2,3	20	65,3
Veza enterrada	1,47	0,85	0,11	8,10	6,84	170	3.716	283	11,7	190	23,7	41	2,4	30	80,0
Veza segada	1,46	0,85	0,12	7,4	7,07	143	4.216	253	11,7	183	18,0	52	2,7	27	90,0
Bandas	1,51	0,88	0,11	8,5	7,03	141	5.258	220	12,5	177	21,3	35	3,0	30	64,0
Testigo	1,41	0,86	0,10	8,5	7,03	265	5.241	220	15,0	208	19,0	37	2,9	28	67,0

Tabla 2. Análisis químico del suelo antes de la siembra de la otra hoja de la rotación (otoño 1993), (media de parcelas según trat.)

Tratamiento	M.O. %	C %	N %	C/N	pH	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg	Ca mg/kg	Mg mg/kg	Na mg/kg	K mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg	Al mg/kg	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/kg
Barbecho	1,59	0,93	0,11	8,7	7,28	228	4.800	207	15,0	170	17,0	54	2,3	30	46,7
Girasol	1,62	0,94	0,09	10,0	6,68	115	3.266	270	15,0	190	30,7	28	2,3	33	40,0
Veza enterrada	1,39	0,80	0,10	8,0	7,18	183	5.383	267	15,0	193	19,0	34	2,8	27	44,0
Veza segada	1,59	0,93	0,11	9,0	6,52	112	3.183	317	16,7	203	25,0	42	2,4	27	41,3
Bandas	1,46	0,88	0,10	8,9	7,02	156	4.808	237	14,2	177	21,3	35	3,1	30	37,0
Testigo	1,41	0,86	0,10	8,5	7,03	265	5.241	220	15,0	208	19,0	37	2,9	28	67,0



En el **tratamiento n° 3** la rotación es idéntica al n° 2 sólo que la leguminosa se siega para heno, y por tanto se exporta de la parcela la producción obtenida. El principal objetivo es frenar mejor las hierbas al sufrir éstas un corte en estado vegetativo.

El **tratamiento n° 4** es un sistema en franjas para diversificar los cultivos, aislar cualquier foco de infección, reducir la erosión, las necesidades de nitrógeno en forma de abono, y el aumento del rendimiento como resultado de la rotación. Las franjas alternas de cebada / veza-avena tienen una anchura de 2,5 m, y se cambian cada año de modo que el mismo cultivo no coincida dos años consecutivos en cada subparcela.

El **tratamiento n° 5** corresponde al cultivo convencional en la región cereal/barbecho pero incorporando la paja del cereal, para facilitar la mineralización de los restos de cosecha y el control de plagas (hierbas, insectos y enfermedades).

El **tratamiento n° 6** es el monocultivo de cereal, en el cual se emplea fertilizantes solubles, herbicidas, y 10 unidades fertilizantes de nitrógeno por cada 1.000 kg de paja incorporados, con el fin de facilitar la mineralización y evitar la competencia de los microorganismos con el cereal por el nitrógeno. Tiene carácter de testigo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como suele ocurrir casi siempre en los ambientes semiáridos, el clima determina la evolución del ensayo, de ahí que hagamos un estudio detallado de los parámetros meteorológicos y a falta de accidentes como heladas, granizo, inundaciones etc. que pudieran considerarse factores limitantes para los cultivares ensayados, nos hemos centrado en el déficit hídrico. Para ello elaboramos las fichas climáticas de Turc, que son las que mejor miden la evolución de la evapotranspiración en la zona de estudio (Lacasta et al, 1988).

La temporada 1991-92, anterior al establecimiento del ensayo, y la 1992-93, primera del experimento, tuvieron inviernos secos y primaveras (marzo y abril) muy secas; en el momento de más humedad, la tierra estuvo a un 30 % de su capacidad de campo. Esto se tradujo en que los cultivares se secaron en primavera y las producciones estuvieron por debajo de los 300 kg/ha. Pero ambos años en cambio tuvieron desde el 15 de mayo a finales de junio, lluvias muy superiores a los valores medios (70 mm). La temporada 1991-92 las precipitaciones fueron 126 mm y la temporada 1992-93, 173 mm, que no pudieron aprovechar los cultivos, pero que en cambio favorecieron la mineralización de la materia orgánica, al disponer el suelo de humedad y temperaturas altas. En la temporada 1993-94, a pesar de tener un período seco también en primavera (marzo y abril), los cultivos no sufrieron prácticamente déficit hídrico debido a los 140 mm de agua acumulada en el suelo en invierno. Si el agua es el factor más determinante en los climas semiáridos para la

producción, el nitrógeno es el elemento químico que más va influir en la cantidad de biomasa. En el manejo ecológico de estos sistemas, uno de los objetivos es conseguir que los suelos dispongan de este elemento asimilable para las plantas. Como explicamos, los años 91-92 y 92-93, fueron muy propicios para la mineralización de la materia orgánica y además no hubo prácticamente extracción por parte de los cultivos. Los valores de nitratos (última columna de las Tablas 1 y 2) confirman lo dicho, y nos encontramos que en las parcelas de la hoja de rotación que en el 92-93 no era cereal (Tabla 1), la cebada (93-94) va a disponer entre 150 y 260 kg/ha según tratamiento, correspondiendo los valores más altos a donde ha habido leguminosa, y la otra hoja de la rotación (Tabla 2) de 120 a 200 kg/ha, correspondiendo el valor más alto, como es lógico, al tratamiento testigo. Todos los cultivos iniciaban el año 1993-94 con unas cantidades de nitrógeno en el suelo muy por encima de sus necesidades: a pesar de las pérdidas por lavado que se produjeran con las lluvias de otoño, las necesidades de nitrógeno estaban aseguradas. Pero esta situación no es normal, sino que ha sido fruto de una serie de coincidencias.

Las producciones de cebada en los diferentes tratamientos han estado en 1993-94 por encima del testigo, a excepción del tratamiento en bandas, y todos por encima de las producciones consideradas medias para la zona (2.500 kg/ha) (Lacasta et al, 1988). Estos resultados contrastan con los obtenidos en 1992-93, cuando los rendimientos no superaron los 400 kg/ha. La producción de cebada el primer año del ensayo (92-93), se obtuvo sobre cebada, que era el cultivo que en la zona elegida para el experimento había habido durante los cinco años anteriores. De ahí que en la gráfica hallamos diferenciado el testigo de la cebada obtenida con medios ecológicos, sola o cultivada en bandas con leguminosas.

Las producciones de veza verde para enterrar, como la veza para henificar, se comportaron igual que la cebada el año 1992-93 (Tablas 3 y 4): con producciones muy bajas, y el 1993-94 la falta de agua en los meses de marzo y abril produjeron una senectud adelantada, evitando que las producciones superaran los valores medios de la zona, que son 12.000 y 3.000 kg/ha respectivamente (Lacasta et al, 1988).

Tabla 3. Peso de la veza verde enterrada (media de parcelas)

Año	Peso en verde kg/ha	Materia seca kg/ha	Materia seca %
92-93	3.108	390	12,5
93-94	10.374	1.338	13,5

En el tratamiento en bandas, tanto la cebada como en veza (Tablas 3 y 4) produjeron más el primer año y menos el segundo, lo que nos obliga a esperar más años

Tabla 4. Peso del heno de veza segada para forraje (media de parcelas)

Año	Veza segada kg/ha	Veza en bandas kg/ha
92-93	254	340
93-94	2.837	1.520

de experimentación, para comprobar la hipótesis de que el efecto borde de este tratamiento permitirá obtener mejores producciones.

El girasol ambos años se comportó de forma muy parecida. Al ser dos años sin ninguna precipitación en los meses de julio y agosto, las producciones medias de las parcelas fueron de 160 y 210 kg/ha, muy por debajo de los valores medios de la zona de 500 kg/ha, aunque como observamos en la última columna de la Tabla 5, la biomasa producida fue muy alta debido a que en la primera fase de su desarrollo el girasol dispuso de agua acumulada en el suelo para cubrir sus necesidades.

Tabla 5. Peso del rastrojo de diferentes cultivares (medias de parcelas)

Año	Cebada		Girasol Toda la paja kg/ha
	Toda la paja kg/ha	Después de empacar kg/ha	
1993	3.500	3.050	4.600
1994	5.500	3.545	3.800

En la Tabla 5 hemos reflejado la cantidad de paja de los cultivares que se ha aportado al suelo. En el año 1993 la rotación con girasol fue la que más restos orgánicos aportó al suelo, y las diferencias entre la paja de cebada aportada entre las parcelas cultivadas ecológicamente y la testigo fue muy pequeña: apenas 500 kg/ha de paja. En cambio en 1994, como mejor año para los cultivares de cebada y veza, la producción de biomasa fue superior y por tanto la cantidad de materia seca aportada al suelo también. Es significativo que la paja recogida en la empacadora es sólo un 35 % del total de rastrojo en el mejor de los casos (93-94), cuando las producciones han sido anormalmente altas; y que el rastrojo que queda en el suelo siempre

va a ser superior a los 3.000 kg/ha, ya que el año 92-93 fue por el contrario anormalmente malo. Esto nos lleva a pensar en el despilfarro de biomasa que se produce cuando el agricultor quema sus rastrojos.

Respecto a la competencia de las malas hierbas, que era uno de los factores que más nos preocupaba, en el manejo ecológico en los cultivos de secano no hemos observado aún presencias importantes (Tabla 6). El control se hizo en el mes de marzo y antes de las labores de barbecho. Como datos destacables podemos indicar:

- La mayor presencia se ha presentado lógicamente en las parcelas que estaban en barbecho o donde se iba a sembrar girasol.
- *Anacyclus clavatus* (Desf.) Pers. y *Veronica hederifolia*, están presentes en todos los tratamientos.
- En los barbechos la planta más abundante es la cebada (*Hordeum vulgare* L.), procedente del cultivo anterior.
- La cebada sometida a rotación tiene prácticamente la misma diversidad y abundancia de hierbas que el testigo, en el que se usa herbicidas.
- Se empiezan a vislumbrar algunos comportamientos de las hierbas por el efecto de las rotaciones: *Veronica hederifolia* tiene una mayor abundancia (5 %) en rotación con girasol, por su maduración primaveral, y *Anacyclus clavatus* (Desf) Pers. en la rotación con veza forraje que se recoge en mayo. En el tratamiento con bandas se observó una gran diversidad, aunque poca abundancia, tanto en el cultivo de cebada como en la veza; el efecto borde actúa en este caso como diversificador de la flora.

## CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en estos dos años de experimentación son producto del período de transición, en que los agrosistemas todavía están sujetos a los efectos residuales de fertilizantes y fitosanitarios químicos. Debido a las especiales condiciones climáticas, no se ha producido el efecto depresivo de las producciones experimentable durante un tiempo determinado por el cambio de la agricultura convencional con herbicidas y fertilizantes a la agricultura ecológica.
- Al ser dos años tan opuestos en producción de biomasa de cebada, los restos orgánicos de cebada aportables a la tierra están entre 3.500 y 6.000 kg/ha.
- Los cultivares de cebada sometidos a rotación y con manejo ecológico tienen la misma diversidad y abundancia de malas hierbas, que el testigo, en el que se usa herbicidas.

## Agradecimientos

Agradecemos a Antonio Bello su asesoramiento y a Gregorio Gómez, Catalino Gómez, José Ramón Vadillo y a Luis Martín de Eugenio, todos los trabajos agríco-

las de campo realizados en las parcelas y la ayuda prestada en algunos de los seguimientos experimentales.

Tabla 6. Porcentaje de presencia de malas hierbas en los diferentes tratamientos

Nombre de la hierba	Tratamientos									
	T	B	VE	VF	G	B	CB	CVE	CVF	CG
<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers.	0.5	10	1	5	10	6	3	0.5	5	0.5
<i>Anchusa italica</i> L.	-	0.5	0.5	-	0.5	0.5	-	-	-	-
<i>Asphodelus albus</i> Wild.	-	0.5	-	-	-	0.5	-	-	-	-
<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) M. Johnston	-	0.5	0.5	-	0.5	-	0.5	0.5	-	-
<i>Calendula arvensis</i> L.	-	-	-	-	0.5	0.5	-	-	-	-
<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	-	0.5	-	0.5	0.5	0.5	1	-	0.5	-
<i>Caucalis daucoides</i> L.	-	0.5	-	0.5	0.5	-	0.5	-	0.5	-
<i>Chenopodium album</i> L.	-	1	0.5	-	1	-	-	-	-	-
<i>Convolvulus arvensis</i>	1	2	1	0.5	1	0.5	-	0.5	-	-
<i>Cynara cardunculus</i>	0.5	-	-	-	-	0.5	-	0.5	-	0.5
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diplotaxis muralis</i> L.	-	0.5	-	0.5	0.5	0.5	-	2	-	0.5
<i>Filago vulgaris</i> Lam.	-	0.5	0.5	0.5	1	0.5	-	-	0.5	-
<i>Gallium tricornis</i> With.	0.5	-	-	-	0.5	0.5	-	-	-	-
<i>Hordeum vulgare</i> L.	-	10	-	-	20	-	-	-	-	-
<i>Hypocoum procumbens</i> L.	-	0.5	-	-	0.5	-	0.5	-	-	-
<i>Lactuca virosa</i>	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	-	0.5	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	-	-
<i>Lolium strictum</i> C. Prest.	-	1	1	1	10	2	-	-	-	0.5
<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill.	0.5	3	0.5	-	1	0.5	-	-	-	-
<i>Papaver rhoeas</i> L.	0.5	0.5	0.5	-	0.5	0.5	-	0.5	-	-
<i>Polygonum aviculare</i> L.	-	1	0.5	1	0.5	0.5	0.5	-	-	0.5
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	-	0.5	-	-	0.5	-	0.5	-	-	-
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	0.5	0.5	0.5	-	1	3	1	0.5	-	-
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	-	0.5	-	0.5	1	-	-	-	-	-
<i>Senecio vulgaris</i> L.	0.5	1	0.5	0.5	-	0.5	-	-	-	0.5
<i>Sonchus tenerrimus</i> L.	-	0.5	-	-	-	0.5	-	-	-	-
<i>Veronica hederifolia</i>	0.5	3	1	0.5	1	0.5	0.5	0.5	3	5
<i>Veronica persica</i>	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-

T: Testigo; B: Barbecho; VE: Veza enterrada; VF: Veza forraje; G: Girasol; B: Bandas; CB: Cebada sobre B; CVE: Cebada sobre VE; CVF: Cebada sobre VF; CG: Cebada sobre G

**BIBLIOGRAFÍA**

- Lacasta, C., S. Oliver, J. Meseguer (1988a) Balances hídricos y producción vegetal en tres suelos de la finca experimental La Higuera. *Avances sobre investigaciones en bioclimatología*. CSIC. pp 381-393.
- Lacasta, C., S. Oliver, J. Meseguer (1988b) Estudio agroclimático de cereales y leguminosas en Santa Olalla, Toledo. *Avances sobre investigaciones en bioclimatología*. CSIC. pp 195-201.
- González, R., M.L. Salas, C. Herce, C. Lacasta, F. Molina (1991) Competencia diferencial de dos variedades de cebada a diversas dosis de siembra con *Avena sterilis* ssp. *macrocarpa* Mo. En *Actas Reunión 1991 de la Sociedad Española de Malherbología*.

# **Transformación a la agricultura ecológica en la Estación Experimental Agraria de Carcaixent**

**J. Roselló Oltra, M.T. Mares Andrés**

*Estación Experimental Agraria. 46740 Carcaixent (Valencia)*

## **RESUMEN**

Ante la grave problemática sanitaria y de cultivos en el litoral mediterráneo, la Estación Experimental Agraria de Carcaixent inició hace tres años un proyecto de transformación de la agricultura convencional a la agricultura ecológica en dos producciones mediterráneas básicas: cítricos y hortalizas. El plan de transformación seguido ha consistido en cesar todo aporte de fitosanitarios y abonos sintéticos, aportar con frecuencia materia orgánica, frenar las plagas por métodos biológicos y en casos concretos con productos autorizados para la agricultura ecológica. En los cítricos establecimos una cubierta vegetal permanente y en las hortalizas una rotación de cultivos o alternativa de cuatro hojas. Consideramos el proceso concluido con resultados satisfactorios y en condiciones para realizar ensayos agronómicos sobre agricultura ecológica.

## **INTRODUCCIÓN**

La Estación Experimental Agraria de Carcaixent, perteneciente a la Dirección General de Investigación y Tecnología Agraria de la Generalitat Valenciana, planteó en 1991 la necesidad de iniciar trabajos experimentales en agricultura ecológica (AE).

Los motivos son abundantes. La Comunidad Valenciana tiene en su regadío una agricultura intensiva, gran consumidora de abonos y fitosanitarios. En la comarca de la Ribera Alta, donde está situada la Estación, y las Comarcas limítrofes la intensidad agrícola es muy alta, con zonas donde los cítricos son monocultivo y zonas donde la horticultura tradicionalmente ha explotado al máximo la tierra.

El monocultivo de los agrios, con sus plagas recurrentes y explosivas que conllevan tratamientos fitosanitarios continuados, los crecientes costes de producción, el

problema de los residuos en las cosechas y en el ambiente, y el colapso productivo en la horticultura, con tierras fatigadas y patologías devastadoras y sin solución para muchos cultivos, nos llevaron a buscar una forma diferente de enfocar los problemas: a través de la AE.

Nuestro objetivo fue transformar unas parcelas a la AE, para realizar en ellas ensayos agronómicos rigurosos sobre técnicas de AE, y al mismo tiempo que estas parcelas tuvieran un efecto de demostración para los agricultores de la zona y suscitasen su interés por esta agricultura.

### **Descripción de la comarca**

La comarca de la Ribera (Alta y Baja) es una creación del Río Júcar y del clima mediterráneo. En su diversa orografía, sus épocas de lluvias muy intensas tienen efectos erosivos y de lavado considerables, al tiempo que los desbordamientos periódicos del río aportan sedimentos arrastrados de zonas altas y forman gruesas capas de tierras fértiles en las zonas bajas de la comarca.

Las tierras son geológicamente jóvenes, y ya que su proceso básico de formación es la acumulación, no encontramos perfiles diferenciados sino capas de sedimentos de distinto grosor y color según el origen de los arrastres.

En general la textura es equilibrada, abunda la caliza activa y escasea la materia orgánica. Históricamente la fertilidad ha estado condicionada por los desbordamientos del Júcar y la disponibilidad de agua de riego.

La vegetación climática potencial de las zonas bajas y húmedas de la comarca son los carrizales, praderas densas y junqueras con gran presencia de gramíneas. En las zonas más altas la vegetación climática es el bosque mediterráneo de carrasca, palmito y plantas trepadoras.

### **Principios de la transformación**

- Potenciar la función de la tierra, recuperando su fertilidad, disminuyendo las intervenciones sobre ella y aumentando la diversidad de especies que la habitan. Sobre la tierra influyen otras actuaciones y ella afecta a otros aspectos, por lo que éste es un punto central en la transformación.
- Eliminar toda aportación de abonos y fitosanitarios sintéticos.
- El abonado se basa en aportaciones de materia orgánica bajo la forma de abonos verdes, restos de cultivo y estiércoles reunidos en forma de compost.
- Poco laboreo, poco profundo y sin invertir horizontes, procurando que el suelo no quede sin vegetación.
- Control de plagas mediante técnicas culturales preventivas y lucha biológica.



Usando productos autorizados por el Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica (CRAE), en caso de ser necesarios.

### **La transformación en los cítricos**

La hemos realizado en dos parcelas, una de 0,31 ha con arbolado de 10 años de edad, y otra de 0,6 ha plantada en febrero de 1992 con la variedad Clementina de Nules injertada sobre patrón de Citrange carrizo, a un marco de 5 x 3,5 m. Estas plantas están situadas sobre un caballón de 1 m de anchura acolchado con plástico negro.

A la primera parcela, de patrón mandarino Cleopatra, marco 5 x 3,5 m y sobre caballones de 1,5 m de anchura y acolchado con plástico negro, la dividimos en dos subparcelas: en una mantuvimos la naranja Navelina inicial y en la otra la reinjertamos con el híbrido Fortune, en 1991

Planteamos la transformación como un ensayo estadístico sobre cubiertas vegetales, cuyo objetivo es nutrir el arbolado con la ayuda de aportaciones de estiércol, y secundariamente mejorar las características físicas de la tierra y evitar la erosión.

El ensayo consiste en establecer una cubierta vegetal mixta leguminosa-cereal, en proporción 40/60 de veza y avena, a la dosis de 12 g de mezcla por metro cuadrado. Cuando la cubierta alcanza su total desarrollo, se siega y en uno de los tratamientos se deja el resto de la siega a modo de acolchado, mientras que en el otro se entierra con una labor superficial de cultivador.

En los sucesivos rebrotes de la cubierta repetimos las mismas actuaciones, aunque en éstos la cubierta no llega a alcanzar tanto desarrollo y cada vez es mayor la proporción de hierbas frente a la veza y la avena. En el otoño de cada año sembramos de nuevo la cubierta.

Los parámetros medidos en los tratamientos son:

- Biomasa producida por m<sup>2</sup> de cubierta
- Aportación en nutrientes de la citada biomasa
- Análisis foliares
- Crecimiento del arbolado
- Características físicas de la tierra (velocidad de infiltración del agua, porosidad).
- Cosecha: rendimiento y calidad de la fruta.

Durante estos tres años hemos abonado con estiércol de oveja compostado en montón. Los dos primeros años la dosis fue de 24.000 kg/ha y en el último 18.000 kg/ha ya que el análisis de tierra dio una buena proporción de materia orgánica.

Los análisis foliares muestran cantidades elevadas de nitrógeno, fósforo y potasio, normales de calcio y hierro, y deficiencias en cinc, manganeso y cobre. Con el objetivo de reducir estas carencias leves, porque visualmente no aparecían síntomas, aportamos foliarmente estos elementos.

El sistema de riego es por inundación con agua procedente de pozo, de la que destaca sus muchos nitratos: unos 200 ppm. El momento de riego se determina por tensiómetros distribuidos en los tratamientos.

Eliminamos la vegetación espontánea mediante escarda manual. El plástico negro realiza esta tarea en los caballones.

El control de plagas es muy importante y le dedicamos mucha atención.

En la parcela de árboles jóvenes, la única plaga presente y que ha necesitado tratamiento ha sido el pulgón *Aphis citricola*, fundamentalmente. Hemos usado jabón blanco de potasa al 3%, ya que fue el que mejor resultado dio en una prueba previa con otros productos como rotenona, pelitre, nicotina, aceite mineral y jabón de sosa. Ha resultado muy eficaz y no presenta problemas de fitotoxicidad, aunque su preparación es laboriosa y tiene poca persistencia. Durante los periodos de mayor sensibilidad a los ataques de los pulgones -las brotaciones de primavera y en alguna ocasión de verano- es necesaria esta protección.

Por otra parte, cuando la cubierta vegetal presenta cierto desarrollo, observamos tanto en ésta como en los plantones, una elevada cantidad de mariquitas depredando -*Coccinella septempunctata*, principalmente.

En la parcela de árboles adultos, las plagas existentes con anterioridad a la transformación eran los pulgones y sobre todo los ácaros. Ahora estas plagas han alcanzado un buen grado de equilibrio, y en ningún momento hay problemas por ácaros. Aunque se han presentado focos de pulgón, los hemos tratado con jabón en los árboles afectados, o en poco tiempo han sido frenados por depredadores como *Scymnus subvillosus* o *Chrysoperla carnea*, cuyas larvas se ven con frecuencia. También hemos observado muchos pulgones parasitados por *Lysiphlebus testaceipes*, y afelínidos parasitadores.

Sin embargo, en esta parcela no se ha llegado a alcanzar el deseado equilibrio con la cochinilla diaspina *Aonidiella aurantii* o piojo rojo de California. La estrategia consiste en tratar con aceites minerales en el momento en que la plaga está en su estado más sensible, momento determinado por conteo de los estadios de desarrollo de individuos, junto con la captura de machos con trampas de feromonas sexuales. Estos tratamientos se combinan con la suelta del parásito *Aphytis melinus*, del que se pretende su aclimatación ya que en otros países realiza un buen control, por el contrario aquí el control no es suficiente e incluso el parásito autóctono *Aphytis chrysomphali* se comporta como especie dominante, aunque su tasa de parásito no supera el 20%.

### **La transformación en horticultura**

Hemos realizado la transformación en horticultura sobre una parcela de 0,2 ha de la Estación que se dedicaba a ensayos hortícolas. Esta parcela presentaba los sín-

tomas de muchas otras tierras dedicadas a la horticultura intensiva: una fatiga debida a las repeticiones de cultivos, grandes aportes de abonos químicos y un desequilibrio biológico por el que las patologías se presentaban de forma agresiva y colapsante.

Hemos aplicado la transformación dividiendo la parcela en cuatro hojas y llevando a cabo una rotación de cultivos con una alternativa en las hojas que no ha sido rígida, pues el objetivo de los cultivos ha sido el de facilitar la transformación. Por eso, además de los principios básicos antes comentados hemos seguido los siguientes criterios:

- Iniciar la transformación con una leguminosa en todas las hojas.
- Cultivar una leguminosa de grano y un cereal en la alternativa de cada hoja, como un abono en verde invernial.
- Mientras no consideremos recuperada la salud o el equilibrio de la tierra, evitamos los cultivos que tienen un patosistema agresivo (tomate, melón, sandía).
- Abonado basado en aportes de estiércol fresco a dosis de 30.000 kg/ha, combinado con la descomposición en superficie de los abonos verdes y los restos de los cultivos.
- Uso de variedades hortícolas autóctonas y técnicas de cultivo tradicionales, recuperando de los agricultores de la comarca semillas y hábitos culturales como la forma y época de siembra y recolección, la introducción del cacahuete en la alternativa, etc.

A lo largo de los tres años que lleva la rotación de cultivos, hemos realizado observaciones y pequeños ensayos, sin concederles valor estadístico porque estamos en periodo de transformación, pero que nos han llevado a plantear nuevas líneas de experimentación.

Hemos observado que en algunos cultivos se presentan momentos de carencia de nitrógeno, manifestada en las hojas, debido a que no hemos acomodado el cultivo a la curva de liberación del nitrógeno por la tierra. Creemos que es más importante ajustar la siembra a la época adecuada, que buscar abonos que liberen rápidamente el nitrógeno, aunque para algunos cultivos puedan ser interesantes estos complementos.

En cuanto a la gestión de la materia orgánica, la ausencia de ganadería en esta finca y su escasez en la comarca, obliga a iniciar un proyecto de compostaje de residuos vegetales de la Estación junto con subproductos agrarios como gallinaza, purines, etc., que en estos momentos contaminan gravemente.

Hemos comprobado como el cese de la aplicación de fitosanitarios permite la aparición de una amplia fauna auxiliar que nos ayuda a mantener la sanidad de los cultivos, junto con prácticas culturales preventivas y en algunos casos la ayuda de productos biológicos. Dada la importancia de este tema, hemos iniciado un seguimiento, por conteo, de todas las especies que aparecen en los cultivos, para conocer su aparición, evolución, nivel de daño, en unos casos, y eficacia de control en otros.

También estamos realizando ensayos sobre control de hongos edáficos como *Sclerotinia* spp y *Rhizoctonia* spp, mediante aportaciones de estiércol fresco o solarización, en cultivos de lechuga y judía.

Durante estos años hemos obtenido cosechas sanas con menos esfuerzo del esperado, y en algunas especies como la patata y el pimiento, en las que hemos realizado comparaciones con parcelas de agricultura convencional, no ha habido diferencias significativas en cuanto a producción, por lo que habrá que volver sobre el tema de los costos de producción y la productividad de la AE.

Por último, vamos a instalar un seto vivo en la huerta y en los cítricos, con diversas especies vegetales, para aislar los cultivos ecológicos de las parcelas vecinas con tratamientos químicos, al tiempo que nos permitirán estudiar la relación entre la fauna del seto y el cultivo.

## CONCLUSIONES

Terminado el periodo de tres años que nos marcamos como mínimo necesario para la transformación, consideramos alcanzado el objetivo de disponer de parcelas de AE para realizar estudios sobre ella.

Y aunque en la actualidad aún no disponemos de resultados concluyentes de los ensayos en marcha, los experimentos se están desarrollando satisfactoriamente y darán pie en un futuro próximo a nuevos trabajos en la línea de la AE.

# **Influencia de la cantidad de agua del suelo en la transitabilidad y en relación con el tipo de vegetación**

**Neira Seijo\*, A. Paz González\*\***

*Escuela Politécnica Superior de Lugo. Universidad de Santiago. Augas Ferreas s/n, Lugo. \*\* Facultad de Ciencias. Universidad de A Coruña. Campus A Zapateira, A Coruña.*

## **RESUMEN**

La hidromorfía es un fenómeno frecuente en zonas húmedas, que puede volver inviable para su cultivo gran cantidad de superficie de terreno, y en otros casos puede limitar extraordinariamente el tipo de aprovechamiento efectuable. Aquí presentamos los resultados experimentales después de varios años de observaciones sobre la evolución del potencial hídrico en función de la topografía y la dedicación del suelo (con o sin vegetación), y la conclusión de que la posición fisiográfica y el tipo de manejo del suelo pueden determinar la capacidad portante en zonas húmedas caracterizadas por una marcada hidromorfía.

## **INTRODUCCIÓN**

La meseta de Terra Cha, situada al norte de la provincia de Lugo, se caracteriza por su elevada pluviosidad, incluso en época estival. Esta zona, cabecera de la cuenca del río Miño, presenta una orografía de pendientes medias muy ligeras, y ello causa adicionalmente un problema al estar impedido el drenaje externo, lo que provoca la marcada hidromorfía existente en la zona. Así es frecuente encontrar lagunas naturales diseminadas por esta comarca, la más significativa de las cuales es la "lagoa de Cospeito".

En épocas invernales, el nivel freático permanece prácticamente en la superficie del terreno o muy próximo a la misma. En la primavera, el drenaje hacia los cursos fluviales es muy lento, y si las lluvias primaverales son de cierta magnitud, el terreno permanece encharcado y en consecuencia puede impedir las labores de siembra. Con las lluvias otoñales, aunque el ascenso del nivel freático es más lento, las capas superficiales se saturan de agua de nuevo impidiendo las labores de recolección. A

consecuencia de todo ello los cultivos disponen de un intervalo para desarrollarse muy corto, poco más de cuatro meses, y además la época estival coincide con precipitaciones en algunos años importantes pero que en general no cubren la demanda hídrica de los cultivos y en consecuencia es necesario regar en numerosos años.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

La granja provincial Gayoso-Castro, enclavada en la comarca de Terra Cha, es representativa de las características de la zona antes descrita.

Los factores decisivos en la formación del suelo en esta zona son los sedimentos terciario-cuaternarios como material de partida, y el régimen de hidromorfía. El perfil más representativo es Ap/Bw/2Btg, con una profundidad del horizonte Ap entre 30 y 40 cm. El suelo puede clasificarse como cambisol gleico.

El parámetro fundamental que permite caracterizar el régimen hídrico de los suelos hidromorfos es la profundidad del nivel freático, debido a que el tipo de relación que se establece entre la precipitación y la cota que alcanza el nivel freático proporciona un buen índice de las características hidrodinámicas.

En una parcela en la posición fisiográfica de hidromorfía más acentuada de la finca (cota 413 m) instalamos cuatro tubos de acceso de PVC hasta una profundidad de 2 m, y en ellos medimos el nivel freático cada 3 a 15 días, desde 1990 a 1993.

Así mismo en otra parcela de la finca (cota 427 m) registramos con tensiómetros la oscilación del potencial hidráulico, durante los años 1989 y 1990 y a tres profundidades.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la Tabla 1 aparecen las clases de permeabilidad según el método de Eilers (1991) y su persistencia entre 1990 y 1993.

Por regla general hemos observado que dos terceras partes del año el nivel freático está alto, es decir se mantiene por encima de los 100 cm.

Otra característica remarcable es la rapidez del ascenso del nivel freático en otoño, que parece ser relativamente independiente de la precipitación. Esto, unido a su persistencia a profundidades medias en la estación estival, indica que en las posiciones topográficas bajas la profundidad de la capa freática viene determinada en buena medida por sistemas de flujo subsuperficial. En estas condiciones el nivel freático es relativamente poco sensible a las prácticas agrícolas, como el drenaje a escala local.

En la evolución del potencial hidráulico registrado con tensiómetros (Figura 1) se puede observar que la rehumectación de los horizontes inferiores en el otoño no

Tabla 1. Días de persistencia media del nivel freático en las diversas clases de profundidad

Clase y profundidad	90-91	91-92	92-93
H1 (0-20)	135	61	74
H2 (20-50)	32	123	87
H3 (50-100)	90	50	106
Subtotal	257	234	267
M1 (100-150)	90	58	69
M2 (> 150)	18	73	30
Subtotal	108	131	99
Total	365	365	365

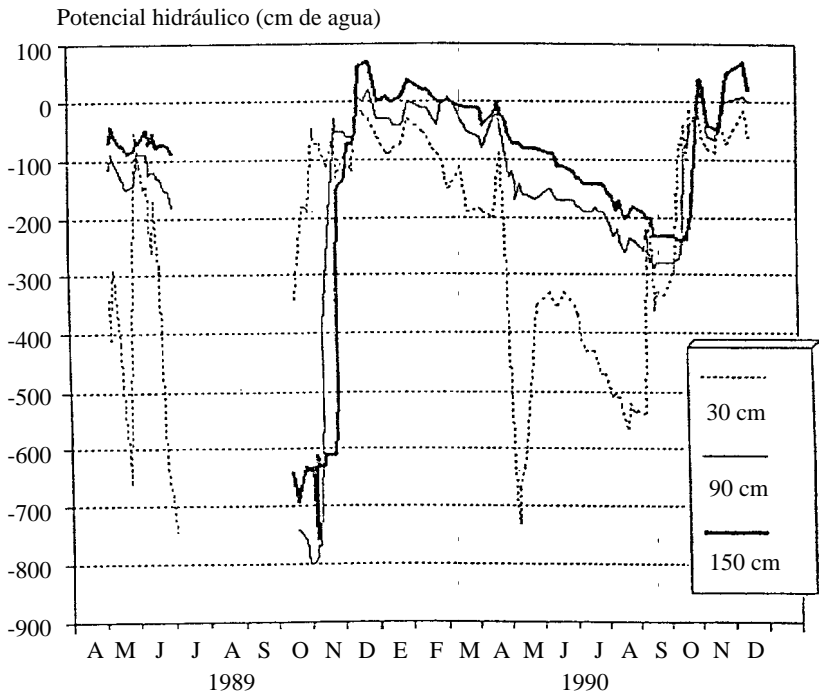


Figura 1. Oscilación del potencial hidráulico a tres profundidades

se alcanza antes de noviembre en ninguno de los años observados, y desde finales de abril ya no se observa períodos importantes con gradientes hidráulicos negativos en la base del perfil. Por lo tanto las medidas con tensiómetros en esta parcela, de posición fisiográfica alta, ponen en evidencia el acusado carácter estacional de la hidromorfía.

La evolución del potencial hidráulico revela que se desarrollan importantes gradientes entre los horizontes superficiales y profundos, de tal modo que la rehumectación de la capa de 60 a 150 cm es muy lenta. En este período de transición, mientras se completa la rehumectación del perfil, el material no saturado del subsuelo podría constituir una barrera que favorece la circulación de agua a favor de la pendiente hasta las zonas más bajas del relieve y a través de los horizontes superiores.

Las consecuencias más negativas de cara a la producción agraria se manifiestan en los suelos hidromorfos.

Hemos efectuado el pronóstico sobre la transitabilidad a partir del análisis de las condiciones hídricas (Papy, 1986).

En la Figura 2 se refiere la evolución del potencial hídrico en la primavera de 1989 en función de la topografía y la dedicación del suelo. Realizamos las medidas en tres parcelas situadas a lo largo de un transecto a cotas 427, 415 y 413 m. En la posición fisiográfica media comparamos una parcela dedicada a pradera y otra labrada muy temprano, con el objeto de preparar el terreno para la siembra de maíz forrajero.

Para el análisis de los datos aceptamos que en un horizonte de textura ligera el tránsito o laboreo puede dañar la estructura del suelo cuando el potencial hídrico no llega a - 100 cm de agua (Paz González, 1982). En la parcela en la posición topográfica más baja, cota 413, el exceso de agua puede ser continuo hasta mediados de junio. También se puede observar que las parcelas situadas en la posición topográfica media, cota 415, presentan mayor susceptibilidad al daño estructural en marzo y abril, que la parcela en la situación topográfica más elevada.

La importancia del manejo del suelo se pone de manifiesto al comparar el potencial hídrico de dos parcelas con distinto uso, tomando como referencia la medida efectuada a 15 cm. A esta profundidad observamos en la parcela labrada un estado más próximo a la saturación que en la dedicada a pradera, o sea, el número de días con capacidad portante suficiente para las actividades mecánicas es mayor en la parcela con vegetación que en la que está labrada. Esto es debido a que una vez labrada, el suelo se deseca únicamente por evaporación. Aunque los gradientes de potencial en las proximidades de la superficie pueden ser importantes en ausencia de vegetación, el flujo de agua cara a la atmósfera y la desecación de 15 a 30 cm de profundidad son mayores bajo la pradera debido a la extracción de agua por las raíces y a las pérdidas por evapotranspiración.



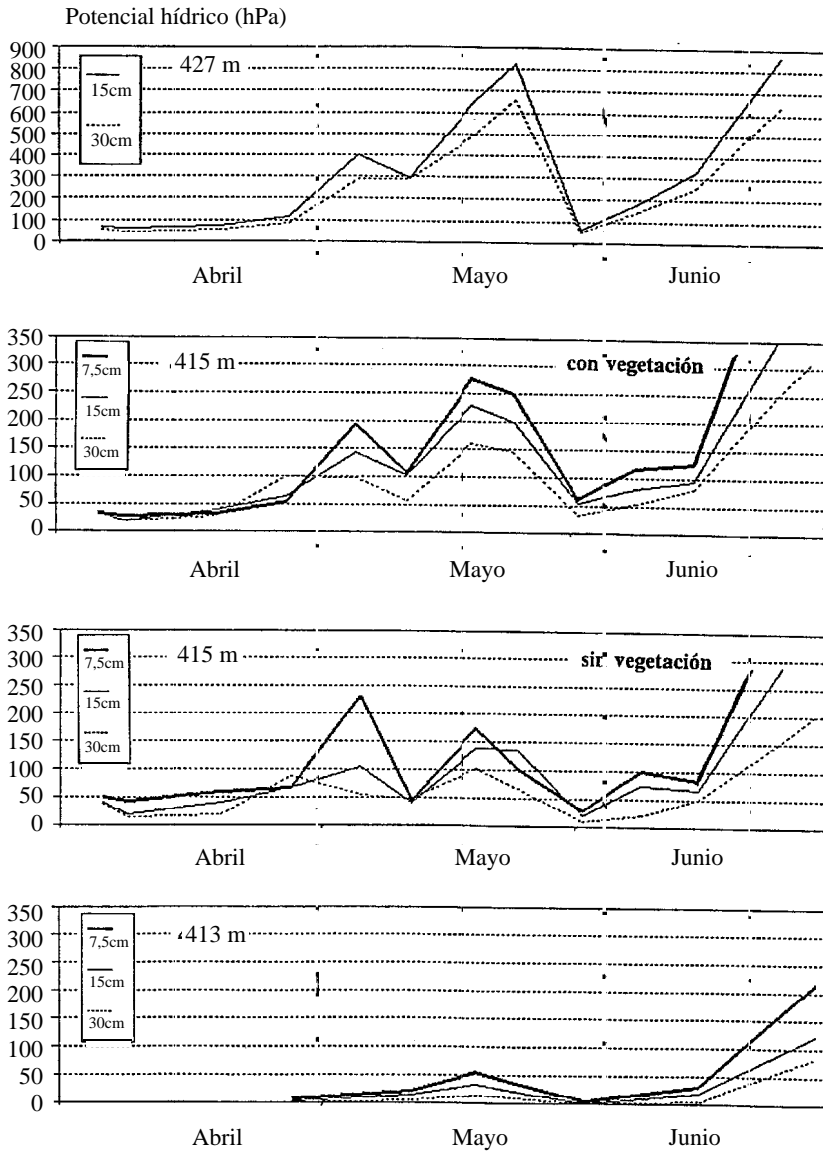


Figura 2. Potencial hídrico en primavera en función de la topografía y la dedicación

## CONCLUSIONES

La posición fisiográfica y el tipo de manejo del suelo pueden determinar la capacidad portante en zonas húmedas caracterizadas por una marcada hidromorfía.

El retraso de las labores de siembra con relación a la época más deseable de acuerdo con las condiciones climáticas, provocado por el exceso hídrico, disminuye considerablemente el rendimiento del cultivo.

En zonas con las características antes descritas es aconsejable que el suelo permanezca permanentemente con vegetación ya que ello puede permitir adelantar unos días las labores de siembra, disminuyendo considerablemente el riesgo de dañar la estructura del suelo.

Un manejo inadecuado de las dosis de riego suministradas en la estación estival puede ser la causa de que la capacidad portante del suelo se vea reducida en épocas otoñales. Es preciso determinar con precisión esta dosis durante la etapa de maduración del cultivo, pues una precipitación importante después de haber efectuado un riego puede acentuar los problemas para el acceso de la maquinaria.

## BIBLIOGRAFÍA

- Eilers, R.G. (1991) Soil water investigation methodes manual SWIMM. Expert Committee on Soil Survey. *Agriculture Canada*, 29 pp.
- Neira, X. (1994) *Desenrolo de técnicas de manexo de auga axeitadas a un uso racional de regadíos*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago.
- Papy, F. (1986) Effet de la date de labour sur l'état structural d'une couche labourée sur sa rétention en eau. *Agronomie*, 6: 555-565.
- Paz González, A. (1982) *Iniciación al estudio de las relaciones entre el agua del suelo y la evapotranspiración de cultivos y bosques en Galicia*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago.

# **Evolución de la estabilidad estructural de tierras cultivadas según la agricultura ecológica**

**A. García Navarro\***, **J. Labrador Moreno\*\***, **L. Fernández Pozo\***,  
**L. López Benítez\*\***

*\*Departamento de Biología y Producción de los Vegetales, Área de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Extremadura. 06071 Badajoz. \*\*Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Consejería de Agricultura y Comercio. Apartado 22. 06080 Badajoz.*

## **RESUMEN**

Durante cinco años de cultivo, entre 1987 y 1992, en una finca de 32 ha situada en la Comarca de la Serena (Badajoz), dedicada en su totalidad a la agricultura ecológica de regadío, hemos determinado la evolución de algunos parámetros físicos de la tierra, la mayor parte de la cual es Xerofluent típico, y con un área al sur de la finca de aproximadamente un 30% de Haploxeralf últico. Hay una tendencia a una clara mejoría de la estabilidad estructural y un ligero aumento en el contenido de arcilla por disminución de la erosión laminar.

## **INTRODUCCIÓN**

La agricultura ecológica es de especial importancia para determinadas zonas, no sólo por la calidad de sus productos y el mínimo impacto producido sobre el medio, sino también por la mejora evidente que reporta sobre la fertilidad y la conservación de las tierras de cultivo. El seguimiento de la estabilidad de la estructura resulta de gran importancia por la enorme repercusión que tiene en el crecimiento de los cultivos.

En este trabajo nos proponemos el doble objetivo de comprobar los efectos que la agricultura ecológica reporta sobre la estabilidad estructural de la tierra de cultivo, y conocer las posibles correlaciones entre esta propiedad y otras relacionadas con ella, como la materia orgánica y los componentes texturales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Tomamos las muestras de una finca extremeña de 32 ha que dividimos en cuatro parcelas y 47 subparcelas para el muestreo. La tierra predominante es un Xerofluvent típico con un área al sur de la finca de un 30 % de Haploxeralf últico desarrollado sobre pizarras.

Hicimos el análisis granulométrico según el método de la pipeta de Robinson (Soil Conservation Service, 1972), y para la inestabilidad estructural el preconizado por Henin et al. (1972).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudiamos la evolución de la estabilidad estructural durante el periodo de cultivo 1987-1991, que coincidió con el inicio de la producción ecológica de la finca. En conjunto, en estos cinco años y de manera no homogénea, en toda la finca se hicieron tres aportes de estiércol de oveja a razón de 35.000 kg/ha, dos abonados verdes en los años en que no se aplicó el estiércol, que equivalen a 12.000 kg/ha de estiércol, y dos enmiendas calizas de dolomita de 600 a 800 kg/ha. Los datos de la evolución de la estabilidad estructural en el primer año de la transformación a agricultura ecológica fueron expuestos por Labrador y Delgado (1988).

La inestabilidad de la estructura al inicio se pone de manifiesto con valores siempre mayores de 1, y llega a alcanzar valores superiores a 5 en muchas subparcelas. Las áreas con estructura estable no alcanzan el 5 %. Las áreas de estructura poco estable superan el 50 % de la superficie total. Tras cinco años de cultivo, la evolución global de la inestabilidad estructural ha sido ampliamente satisfactoria: las áreas de estructura estable han pasado a ocupar más del 82 % de la superficie en detrimento de las demás; queda un 9 % de la superficie con estructura poco estable y el resto repartido entre estructura inestable y muy inestable.

La estabilidad estructural mejora con la modificación de uno o varios factores que regulan la resistencia de la tierra respecto a agentes degradantes. Son muchas las hipótesis emitidas sobre la influencia de parámetros edáficos como los texturales y la materia orgánica, máximos responsables del tipo y tamaño de los agregados. Para comprobar esto último en nuestro caso, hemos construido la Tabla 1.

Para el número de muestras estudiados, resulta significativa al 5 % toda correlación superior a 0.243. Utilizando estos límites observamos cómo las correlaciones simples no han sido muy altas (Tabla 1). Lo mismo ocurre con las correlaciones múltiples, que muestran significación nula cuando se utiliza la arcilla y la materia orgánica o si se sustituye la arcilla por la relación limo/arcilla. La ausencia de influencia inicial de estos parámetros habría que buscarla en la escasa magnitud de los mismos, que lógicamente reduce su incidencia sobre la estructura.

Tabla 1. Coeficientes de correlación con significación mejor del 5 % entre la IIE y otros parámetros edáficos

Parámetro	Muestra inicial	Muestra final
Arcilla	n. s.	- 0,3493
Limo	- 0,3030	- 0,4701**
Arena total	0,3220	0,4370**
M.O.	- 0,3350	- 0,3194
% C.E.	n.s.	0,4111
% A.F.	n.s.	0,4111
% A.H.	n.s.	0,6020**

\*\* Significación mejor que el 0,1 %.

n. s. = no significativo.

En el análisis final (segunda columna de la Tabla 1) aparecen algunas diferencias respecto al inicio. Subsiste el paradójico comportamiento del limo, que incluso ha aumentado su influencia. Parece que la escasa cantidad de arcilla es en cierto modo compensada con el limo. Numerosos estudios confirman que la materia orgánica asociada con el limo es más estable que la asociada con la arcilla (Anderson et al., 1981; Anderson, Paul, 1984; Tiessen et al., 1984; Christensen, 1986). El aumento de la influencia de las fracciones arenosas explicaría la mayor incidencia de la textura, ya que representan con su signo positivo la influencia conjunta de limo y arcilla. El aumento de arcilla en este periodo también se refleja en la estructura. El bajo valor de la correlación con la materia orgánica, que incluso disminuye con el tiempo, sugiere una pérdida de influencia respecto a la textura, que se ha modificado sensiblemente, además de que su cantidad en sí misma no es directamente responsable del número y estabilidad de los macroagregados formados (Aringhieri, Sequi, 1978; Dormaar, 1983).

El comportamiento de los componentes húmicos resulta aparentemente contradictorio, si bien hemos de considerar que la humificación de la materia orgánica no es muy alta, dado que el aumento del total de ella ha sido muy superior al de su transformación, y que son los precursores húmicos y los productos de su descomposición los que ejercen una función aglomerante con uniones predominantemente físicas, por lo que aparecen sus signos positivos. Esto también explicaría la mayor incidencia del limo en la estructura.

En el inicio no existía correlación múltiple al asociar con la inestabilidad estructural dos parámetros como la arcilla y la materia orgánica, tan ligados a la construcción de la estructura. Cuando estos parámetros van tomando valores mayores, su influencia comienza a notarse, y la ecuación que antes no era significativa, llega ahora hasta el 2,7 %, aunque con un coeficiente de correlación todavía bajo.

$$\text{Índice de Inestabilidad Estructural} = -0,0839 * \text{Arcilla} - 0,737 * \text{M.O.} + 2,856$$

Esta ecuación sólo es utilizable para los valores actuales y su única capacidad predictiva es el efecto beneficioso que tendría aumentar los contenidos de arcilla y materia orgánica en estas tierras.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, D.W., E.A. Paul (1984) Organomineral complexes and their study of radiocarbon dating. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48. p. 298-301.
- Anderson, D.W., *et al.* (1981) Particle size fractions and their use in studies of soil organic matter: I. The nature and distribution of forms of carbon, nitrogen and sulfur. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45. p. 767-772.
- Aringhieri, R., P. Sequi (1978) The arrangement of organic matter in a soil crumb. *Modification of soil structure*. W.W. Emerson *et al.* (Eds.) p. 145-150.
- Christensen, B.T. (1986) Straw incorporation and soil organic matter in macroaggregates and particle size separates. *J. Soil Sci.* 36. p. 219-229.
- Dormaer, J.F. (1983) Chemical properties of soil an water stable aggregates after sixty years of cropping to spring wheat. *Plant and Soil.* 75. p. 51-61.
- Henin, S., R. Gras, G. Monnier (1972) *El perfil cultural. El estado físico del suelo y sus consecuencias agronómicas*. Ed. Mundiprensa. Madrid. 342 pp.
- Labrador, J., E. Delgado (1988) Evolución de la estabilidad estructural de suelos dedicados a cultivos biológicos en Badajoz. *II Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo*; Sevilla.
- Soil Conservation Service (1972) *Soil survey laboratory. Methods and procedures for collecting soil samples*. USDA. Dpt. Agric.; Washington.
- Tiessen, H., *et al.* (1984) Natural nitrogen-15 abundance as an indicator of soil organic matter transformations in native cultivated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48. p. 312-315.

# **Utilización agrícola de la piel de almendra: valoración de su aplicabilidad como enmienda potásica**

**R. Moral, I. Gómez, J. Navarro Pedreño, G. Palacios, J. Mataix**

*División de Química Agrícola. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.  
Apartado de Correos 99. 03080 Alicante.*

## **RESUMEN**

Hemos analizado la composición y disponibilidad en nutrientes del subproducto vegetal constituido por el epicarpio-mesocarpio o piel verde de la almendra, y evaluado la posibilidad de utilizarlo como enmienda potásica en dos experimentos sobre suelos calizos. La piel de almendra contiene mucho potasio: 42,5 g/kg, y en condiciones adecuadas de humedad, aportarla al suelo se traduce en un rápido aumento del potasio asimilable: de 0,42 a 1,32 y de 0,37 a 2,01 g/kg, según el experimento.

## **INTRODUCCIÓN**

La incorporación de materiales orgánicos al suelo, tanto de origen animal como vegetal, es una práctica habitual y necesaria en la agricultura ecológica, y deseable para todo tipo de agricultura, que restituye al suelo los elementos nutritivos y conserva y mejora sus propiedades físico-químicas.

En este sentido, conocer la composición de los abonos orgánicos que van a incorporarse ayuda a lograr un equilibrio en el suelo y, consecuentemente una producción cualitativa y cuantitativamente aceptable.

La piel de almendra es un subproducto vegetal que por su origen y composición puede emplearse en las prácticas agrícolas ecológicas. El objetivo de este trabajo es aportar datos sobre su composición y las posibilidades de su aplicación como abono, fundamentalmente potásico, a los suelos de cultivo.

En la Tabla 1 se aprecia que la piel de almendra presenta un contenido de potasio elevado en comparación con algunos subproductos orgánicos habitualmente empleados como abonos.

Tabla 1. Contenido en porcentaje de nitrógeno, fósforo y potasio en algunos abonos orgánicos

Residuo	N	P	K
Estiércol	0,5	0,5	0,5
Turba	1-2,5	0,02	0,03
Paja de cereales	0,6	0,17	0,48
Humus de lombriz	1,5-2,5	2,0-3,0	1,0-2,0
Paja de leguminosas	0,5	0,15	1,85
Gallinaza	1,41	0,36	0,31
Paja de trigo	0,4	0,04	0,73
Tallos de maíz	0,74	0,09	1,15
Piel de almendra	0,3-1,0	0,07-0,25	3,7-5,4

## MATERIAL Y MÉTODOS

Hemos llevado a cabo dos experimentos diferentes en tiestos y bajo invernadero, con dos suelos calizos (Tabla 2), para evaluar el poder fertilizante potásico de la piel de almendra (Tabla 3).

En el primer experimento empleamos el suelo 1 enmendado con piel de almendra seca y troceada, en una proporción de 40 g de piel en 2 kg de suelo. Los tiestos se mantuvieron a una humedad prácticamente constante, cercana al 80 % de la capacidad de campo. A los 0, 4, 8, 12, 18 y 24 meses tomamos muestras de seis tiestos cada vez, para valorar la evolución del potasio disponible en el suelo.

Tabla 2. Características de los suelos utilizadas

Determinación	Suelo 1	Suelo 2
pH	8,0	7,6
C.E. (mS/cm)	0,825	0,392
Carbonato total equiv. (%)	57,0	54,9
Caliza activa (%)	12,5	2,1
N - Kjeldahl (g/kg)	1,11	1,31
P - Burriel (mg/kg)	3,7	4,2
K-acetato (g/kg)	0,36	0,19
M.O. oxidable (%)	1,51	1,36
Arena (%)	42	37
Limo (%)	37	58
Arcilla (%)	21	15



Tabla 3. Composición de la piel de almendra

Determinación analítica	Composición elemental (1)	Elementos asimilables (2)	Elementos solubles (3)
C.E. 1:5 (mS/cm)	7,13		
pH 1:5	8,9		
M.O. total (g/kg)	830		
Extracto húmico (g/kg)	193		
N - Kjeldahl (g/kg)	47		
P (g/kg)	2,3		
K (g/kg)	42,5	23,9	13,1
Na (g/kg)	3,7	1,6	1,1
Ca (g/kg)	42,6	2,0	0,3
Mg (g/kg)	4,4	0,9	0,2
Fe (mg/kg)	995		
Mn (mg/kg)	86,1		
Cu (mg/kg)	95,7		
Zn (mg/kg)	31,4		
B (mg/kg)	32,6		

(1) elementos totales; (2) extraídos con acetato amónico

(3) en extracto acuoso 1:10

Realizamos también el experimento 2 en tiestos con mezclas de tierra y piel de almendra en la proporción de medio kg de piel en 15 kg de tierra, comparándolos con un suelo al que no le habíamos adicionado la piel. En cada tiesto cultivamos dos tomatas, con la finalidad de evaluar la incidencia de las extracciones del cultivo sobre los contenidos de potasio asimilable del suelo abonado. Cada 21 días, entre mayo y agosto (I, II, III, IV y V) tomamos cuatro muestras. Regamos con medio litro por tiesto, seis veces a la semana.

Secamos las muestras de tierra a temperatura ambiente, las tamizamos por una malla de 2 mm, extrajimos el potasio empleando una disolución de acetato amónico 1N, pH 7.0, y una disolución acuosa 1:5, según los casos, y lo analizamos mediante espectrofotometría de absorción atómica, en su modalidad de emisión.

## RESULTADOS

En la evolución de los contenidos de potasio en el suelo del experimento 1 (Tabla 4), las diferencias entre el potasio disuelto en acetato y el potasio disuelto en agua, indican puntos selectivos de potasio en el complejo de cambio. La menor

diferencia de concentración, a partir del segundo muestreo, en los extractos acuosos, parece revelar una mayor saturación de potasio en la disolución del suelo que en las posiciones cambiables de los minerales de la arcilla. En cualquier caso es importante que la proporción de potasio en el suelo se mantenga entodo el experimento.

Tabla 4. Evolución de los contenidos de potasio (g/kg) en el suelo. Experimento 1

Extracto	1	2	3	4	5	6
Acetato amónico	0,42	1,32	1,12	1,07	1,28	1,38
Acuoso	0,12	0,56	0,47	0,44	0,52	0,56

En la evolución del potasio en el experimento 2 (Tabla 5) se observa que a pesar de las disminuciones de la concentración de potasio, a consecuencia de las extracciones del cultivo, la piel de almendra tiende a compensar el nivel de potasio del suelo hacia el final del experimento, restituyendo las reservas potásicas de éste.

Tabla 5. Evolución de los contenidos de potasio (g/kg) en el suelo. Experimento 2.

Tipo de tierra	1	2	3	4	5
Abonada	2,01	1,79	0,86	1,23	1,55
Sin abonar	0,31	0,27	0,27	0,23	0,22

Se puede prever un efecto beneficioso de este aporte de potasio, por ejemplo en el desplazamiento de otros cationes del complejo de cambio, como el sodio, con lo que mediante un régimen de riegos adecuados se conseguiría disminuir la sodicidad del suelo.

## CONCLUSIONES

La piel de almendra tiene unas cantidades relativamente elevadas de potasio y calcio. El elevado porcentaje de potasio asimilable frente al total (56 %), indica la gran disponibilidad de este elemento y corrobora las posibilidades de su utilización como abono potásico.

La incorporación de la piel de almendra a los suelos ha aumentado considerablemente las cantidades de potasio, tanto solubles como cambiables, extraídas con acetato amónico, en los dos experimentos realizados con y sin cultivo.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Alam, S.M., S.S.M. Naqui, A.R. Azmi (1989) Effect of salt stress on growth of tomato. *Pak. J. Sci. Ind. Res.*, 32: 110-113.
- Bermúdez, M.D. (1991) *Incidencia de compuestos orgánicos en la esenciabilidad del fósforo en suelo*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.
- Bremmer, J.M., G.A. Breitenbeck (1983) A simple method for determination of ammonium in semimicro-kjeldahl analysis of soils and plant materials using a block digester. *Soil Sci. Plant Anal.*, 14: 905-913.
- Bresler, E., B.L. McNeal, D.L. Carter (1982) *Saline and sodic soils*. Advanced series in agricultural Sciences 10. Springer Verlag; Nueva York.
- Broadbent, F.E. (1986) Effects of organic matter on nitrogen and phosphorus supply to plants. En *The role of organic matter in modern Agriculture*, 13-27. Martinus Nijhoff Publishers Inc.; Dordrecht, Holanda.
- Burló, F. (1980) *Determinación de K, P y N en el conjunto epicarpo-mesocarpo de la almendra. Introducción de medidas electromecánicas de pH en el método Kjeldahl*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.
- Dehan, K., M. Tal (1978) Salt tolerance in the wild relatives of the cultivated tomato: responses of *Solanum pennellii* to high salinity. *Irrig. Sci.* 1, 71-76.
- Díez, J.A. (1982) Consideraciones sobre la utilización de la técnica extractiva de Burriel y Hernando para la evaluación del P asimilable en suelos. *An. Edafol. Agrobiol.*, 41: 1.345-1.353.
- Echeandía, A., A. Menoyo (1990) Compostaje de gallinaza en un sistema dinámico abierto. *Actas I Congreso Internacional de Química de la ANQUE 2*, 431-438. Tenerife.
- Eleizalde, B., S. Larsen (1983) Effect of potassium on salt tolerance plants irrigated with saline waters. *An. Edafol. Agrobiol.*, 42: 193-205.
- García, C.J. (1990) *Estudio del compostaje de residuos orgánicos. Valoración agrícola*. Tesis doctoral. CEBAS. CSIC; Murcia.
- Gómez, B., F. Burló, I. Gómez, J. Mataix (1983) Nota previa. Contenido mineral del subproducto agrícola constituido por el conjunto mesocarpo-epicarpo del fruto del almendro (*Prunus amygdalus* L.). *Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment.*, 23: 439-442.
- Gómez, I., F. Burló, J. Mataix, B. Gómez (1987) Contenido en oligoelementos y disponibilidad de K, Na, Ca y Mg en el residuo vegetal constituido por el mesocarpo-epicarpo del fruto del almendra (*Prunus amygdalus* L.). *Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment.*, 27: 131-138.
- Gómez, I., B. Gómez, J. Mataix (1989) Evaluación mediante un sistema E.U.F. de la fertilidad potásica de un suelo compostado con piel de almendra. *Agrochimica*, 33: 458-467.
- Jackson, M.L. (1964) *Análisis químico de suelos*. Ed. Omega S.A., Barcelona.
- Johnston, A.E. (1991) Soil fertility and soil organic matter. En *Advances in soil organic matter research: the impact on Agriculture and Environment*, 299-314. Ed. The Royal Society of Chemistry; Cambridge, Reino Unido.
- Lindsay, W.L., W.A. Norwell (1978) Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 42: 421-428.
- López Ritas, J., J. López Mérida (1978) *El diagnóstico de suelos y plantas*. Ed. Mundi-Prensa; Madrid.
- MAPA (1986) *Métodos de análisis*. Volumen III. Ed. Secretaría General Técnica; Madrid.

- Novák, B. (1987) Role of soil organic matter in intensive agriculture and the pathways of its synthesis and decomposition. En *Proc. 9th International Symposium on Soil Biology and Conservation of the Biosphere*, 411-425. Ed. J. Szegi; Budapest.
- Prezotti, L.C., J.M.S. Balbino, L.A. Stock, L.R. Ferreira (1987) Efeito de matéria orgânica, fósforo e cálcio no controle de podridão apical e na produção do tomate. *Pesquisa em andamento*, 45: 1-9.
- Primo, E., J.M. Carrasco (1980) *Química Agrícola I. Suelos y fertilizantes*. Ed. Alhambra; Madrid.
- Taleisnik-Gertel, E., M. Tal (1986) Potassium utilization and fluxes in wild salt-tolerant relatives of the cultivated tomato. *Physiol. Plant.*, 67: 415-420.

# **Estudio bibliométrico de las publicaciones sobre agricultura ecológica en bases de datos internacionales**

**Juana Labrador Moreno\***, **Luis Fernández Pozo\*\***, **Antonio Pulgarín Guerrero\*\*\***, **Arturo García Navarro\*\***

*\*Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Consejería de Agricultura y Comercio, Junta de Extremadura. Apartado 22. 06080 Badajoz. \*\*Departamento de Biología y Producción de los Vegetales, Área de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Extremadura. Avenida Elvas s/n. 06071 Badajoz.*

*\*\*\*Servicio de Teledocumentación, Univ. de Extremadura. Avda. Elvas. Badajoz.*

## **RESUMEN**

El trabajo presenta la situación entre 1983 y 1992 de la bibliografía científica sobre agricultura ecológica contenida en bases de datos internacionales dedicadas principalmente a la agricultura. El análisis bibliométrico de los documentos obtenidos a través de una búsqueda retrospectiva da indicaciones sobre el significado y utilidad de estas publicaciones, y muestra una panorámica mundial de la agricultura ecológica aprovechable para la comunidad científica en general y para los responsables de la planificación política agraria.

## **INTRODUCCIÓN**

Entre los llamados “modelos agrícolas alternativos” -por oposición al convencional, producto de la Revolución Verde- la denominada agricultura ecológica engloba en nuestro país a la agricultura orgánica o agricultura biológica, la agricultura biodinámica, la permacultura y la agricultura natural, entre otras. En los países de habla inglesa la denominación más abarcante es “organic”, y en los de habla francesa “biologique”, aunque esto se halla en evolución. Todos ellos toman buena parte de sus bases teórico-prácticas de la agricultura tradicional, ampliándolas con técnicas propias o procedentes de las innovaciones agrarias más avanzadas. El objetivo común a todas ellas es la obtención de alimentos de máxima calidad, respetando el ambiente y conservando la fertilidad de la tierra, mediante la utilización óptima de los recursos y sin el empleo de productos químicos de síntesis.

Desde hace unas décadas, como reacción generalizada a los problemas generados por el modelo agrícola convencional y gracias a una mayor concienciación de la sociedad sobre la salud, la alimentación y la necesidad de conservar el medio, está emergiendo de forma creciente un consenso sobre la necesidad de modelos alternativos de producción alimentaria, que respondan a las cuestiones anteriores. La nueva filosofía de la Política Agraria Comunitaria (PAC) apunta hacia modelos de producción más respetuosos con el medio y da a los agricultores no sólo la función de productores, sino también la de protectores del medio rural. Por todo ello entran los modelos alternativos en el denominado desarrollo rural sostenible -o agricultura sostenible o sostenida (traducción literal del inglés “sustainable”) en el sentido de perdurable (en francés se traduce como “durable”), aunque el abanico a veces se amplía hasta incluir otros modelos agrícolas.

En este contexto favorable, es donde los modelos de las agriculturas alternativas se ven respaldados política y socioeconómicamente, respaldo que también se ha dejado sentir en nuestro país, más intensamente desde la creación en 1989 del Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica (Anónimo, 1990).

En consonancia con lo anterior, cada vez es más importante la necesidad de información para los diferentes sectores que están trabajando en este tema o que esperan poder trabajar en él si las expectativas son favorables. Sin embargo, la información mundial que existe sobre la agricultura ecológica, aunque está bien estructurada, todavía presenta cierta complicación debido a los diferentes términos y a la confusión existente respecto a determinados conceptos. Esto, a la hora de buscar en bases de datos, significa un gasto enorme de tiempo, la necesidad de unos conocimientos previos bastante claros sobre lo que se quiere buscar y una inversión económica importante.

Por otro lado está establecido que el desarrollo de la ciencia se encuentra directamente relacionado, entre otros factores, con la producción de trabajos científicos y el flujo que sigue la información a través de las publicaciones científicas, documentos accesibles a la comunidad científica, que recibe y produce los conocimientos.

La situación de una ciencia concreta o de un país en cuanto al rendimiento de la investigación, es decir sus resultados, y la producción (mal llamada productividad) de los autores, se evalúa a través de los trabajos publicados por la comunidad científica, observando cómo se distribuyen en las revistas y demás tipos de publicaciones, idiomas en los que se escriben, etc. Con estos objetivos, desde principio de siglo se ha venido analizando estadísticamente aquellos datos que nos proporciona la bibliografía científica utilizando para ello indicadores, que son parámetros que se utilizan en el proceso evolutivo de cualquier actividad, y normalmente no debe emplearse uno solo de ellos, sino un conjunto. Además, cuanto mayor sea la muestra a la que se le va a aplicar un conjunto de indicadores, más fácil será obtener una visión correcta de la actividad objeto de estudio.

El desarrollo y auge de los estudios bibliométricos se alcanza en los años sesenta al coincidir dos fenómenos importantes que facilitan este tipo de estudio:

- La informatización de las bases de datos acompañada de la creación de programas informáticos capaces de procesar gran cantidad de datos en tiempos relativamente cortos y capaces de soportar las amplias memorias, el desarrollo de las comunicaciones, etc.
- La creciente demanda de este tipo de estudios por las autoridades responsables de la planificación científica.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El periodo de tiempo que abarca el presente estudio son los diez años comprendidos entre 1983 y 1992. Llevamos a cabo una búsqueda retrospectiva tanto en las bases de datos "on line" (en directo) a las que tiene acceso el Servicio de Teledocumentación de la Universidad de Extremadura, como en las de CD-ROM (disco compacto) del Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico (SIDT) de la Consejería de Agricultura y Comercio en Badajoz. Las bases de datos consultadas fueron:

**Agris International.** Tiene información mundial sobre ciencias y técnicas agrícolas entre otras. La crea la FAO (Food and Agriculture Organization) de las Naciones Unidas. No contiene datos de EEUU y ofrece información desde 1975 hasta la actualidad. Se suele actualizar mensualmente.

**Cab Abstracts.** Tiene información agrícola y biológica. La crea CAB (Commonwealth Agricultural Bureaux) International en Farnham Royal, Slough, Reino Unido. Tiene datos desde 1972 hasta la actualidad. Su actualización es mensual.

**Agricola** (Agricultural On Line Access). Es muy extensa sobre agricultura desde muy diversos campos temáticos. La crea la U.S. National Agricultural Library, de Beltsville, EEUU. Tiene datos desde 1970 hasta hoy. Su actualización es mensual.

**Pascal.** Es multidisciplinar, ya que además de contener bibliografía sobre agricultura, la tiene sobre medicina, geología, física, etc. La crea el CNRS (Centre de Documentation Scientifique et Technique) de Francia. Tiene datos desde 1973 hasta hoy. Su actualización es mensual.

Para llevar a cabo la búsqueda utilizamos los siguientes descriptores: Organic Farming, Ecological Agriculture, Alternative Farming, Traditional Farming, Sustainable Agriculture, Subsistence Farming y Agroecology, relacionados en mayor o menor grado con el modelo agrícola ecológico.

Primero recogimos todos los artículos en los que el descriptor agricultura ecológica apareciese en el título principal y aquellos en los que este descriptor figurase en el resumen aunque no apareciese en el título como tal. También incluimos los artículos sobre técnicas propias de la agricultura ecológica aunque no figurase el descriptor Ecological Agriculture como tal.

Una vez obtenido el listado de referencias bibliográficas, excluimos los artículos procedentes del “ruido de la búsqueda”, es decir los que a pesar de haberse obtenido en la búsqueda no tenían que ver con el tema central.

En total obtuvimos 4.001 documentos procedentes de las distintas bases de datos: 2.146 de Agris, 1.589 de CAB Abstracts, 183 de Pascal, y 83 de Agricola.

Por último separamos los que estaban repetidos en otras bases de datos o bien los introducidos de forma incompleta, quedando en total 1.250 documentos, que fueron el material de trabajo para realizar el estudio.

## **RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

### **Tendencia de las publicaciones sobre agricultura ecológica**

En la evolución de las publicaciones sobre agricultura ecológica (Figura 1) creemos que a pesar del aumento progresivo, el pico de 1990 se debe al gran número de congresos que se celebraron sobre agricultura ecológica ese año: hemos anotado por lo menos siete, de los cuales destacan el celebrado en Uppsala (Suecia) del cual hemos contado unas 40 publicaciones, y el de Suiza, con unas 20. Excluidos estos dos congresos, las publicaciones en el año 1990 aumentarían pero no en tanta proporción sobre el año anterior.

Sobre la disminución de 1992 creemos -aunque no con absoluta certeza, ya que no se podrá comprobar hasta pasado algún tiempo- que se debe a la tardanza en aparecer en las bases de datos algunos tipos de documentos, a pesar de que hayan sido publicados mucho antes. Muy a menudo hemos podido apreciar cómo algunos tipos de documentos publicados en una fecha concreta aparecen en las bases de datos dos años más tarde, de ahí que las publicaciones aparecidas en 1992 en las bases de datos correspondan, en su mayoría, a los documentos que son publicados en fuentes más o menos regulares, y queden aún sin aparecer en ese año el resto de otros tipos de publicaciones.

Habrà que esperar dos años más para comprobar que el aumento de las publicaciones sobre agricultura ecológica sigue la misma tónica que en años anteriores.

### **Tipo de documento**

La tabla 1 presenta los distintos tipos de documentos, el número de referencias atribuidas a cada tipo, así como el porcentaje que supone cada uno de ellos respecto a la totalidad. Como podemos observar dominan los artículos de revistas y hay una considerable contribución en cuanto a monografías y libros.

### **Revistas en las que se publicaron los artículos**

La dispersión de la bibliografía es el indicador más sencillo -pero no por ello menos importante- y por ello se emplea en casi todos los estudios bibliométricos.



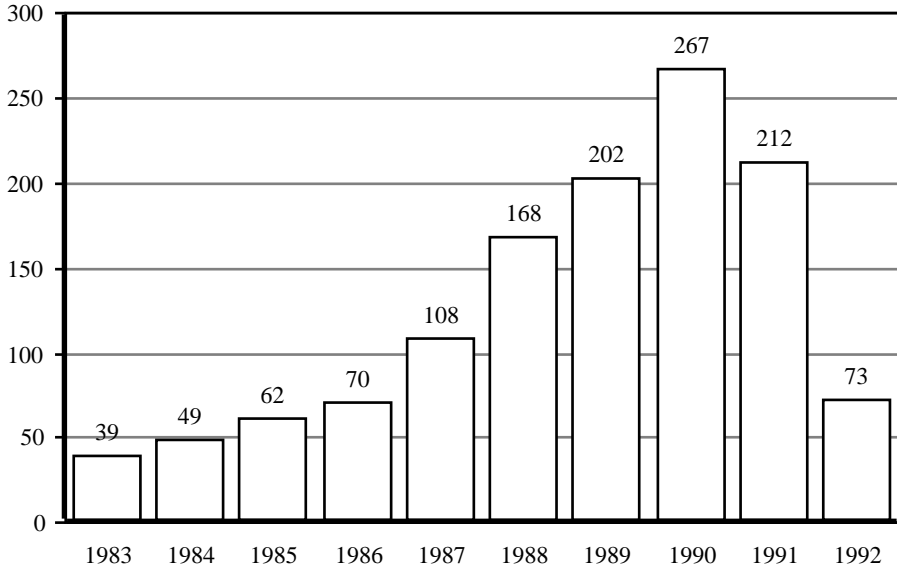


Figura 1. Evolución de las publicaciones de agricultura ecológica

Señala la distribución de los trabajos científicos en las revistas en que se han publicado. 591 artículos (Tabla 1) han sido publicados en 262 revistas (Tabla 2), con gran dispersión. Predominan en la revista alemana *Ökologie und Landbau* (42 artículos), y gran número de revistas (161) tienen sólo un artículo.

Tabla 1. Tipo de documentos

Tipo de documento	Nº de ref.	%
Artículos de revista	591	47,3
Monografías y libros	323	25,8
Actas de congresos	176	14,1
Informes técnicos	17	1,4
Otros documentos*	143	11,4
Total	1.250	100

\* Tesis, proyectos, guías, cassetes, videos, mapas, etc.

Tabla 2. Países (y la FAO) que editan las revistas en las que se han publicado los artículos.

País	Nº de revistas	Nº de artículos	País	Nº de revistas	Nº de artículos
Alemania	72	207	Hungría	3	5
EEUU	53	107	Suecia	3	5
Reino Unido	22	46	Brasil	2	2
Francia	13	16	Filipinas	2	2
Dinamarca	11	37	Finlandia	2	7
Italia	11	19	Holanda	2	18
Japón	8	16	India	2	2
Suiza	6	22	Malasia	2	2
Checoslovaquia	5	6	Polonia	2	3
China	5	6	Rumanía	2	2
España	5	6	Costa Rica	1	1
Australia	4	4	Marruecos	1	2
Bélgica	4	19	Noruega	1	1
Canadá	4	9	Sudáfrica	1	1
Nueva Zelanda	4	4	Turquía	1	1
Austria	3	7	URSS	1	1
FAO	3	4	Yugoslavia	1	1
			Total	262	591

### Revistas con factor de impacto

El Journal Citation Reports (JCR) del Science Citation Index (SCI) perteneciente al Information Science Institute (ISI) de Filadelfia, publica anualmente el factor de impacto (FI) de algunas revistas. Este indicador creado por Garfield (1972), está hoy muy de moda para evaluar las fuentes en las que se publican los artículos científicos, y es la relación entre las citas bibliográficas escritas, en un determinado año, por los trabajos publicados en esa revista durante los dos años previos, y el total de trabajos publicados en la misma durante esos dos años. De las 262 revistas solamente 37 tienen FI. El mayor FI publicado en 1993, que corresponde a las citas recibidas en 1992 y que es el último publicado hasta la fecha de elaboración del presente estudio, es de la revista Nature (Reino Unido) con FI de 22,139. El menor es de Agricultural Research (EEUU) con un FI de 0,024.

### Productividad de los autores

Aunque con ciertas limitaciones, la productividad de los autores (Tabla 3) es un indicador de gran interés, que permite clasificar a la comunidad científica según el número de trabajos que publica cada autor. Este índice tiene en cuenta sólo el

Tabla 3. Productividad de los autores.

n	a	n x a
1	996	996
2	190	380
3	61	183
4	17	68
5	10	50
6	6	36
7	4	28
8	2	16
10	3	30
12	2	24
15	1	15
Total	1.292	1.826

Tabla 4. Colaboración entre autores (número de firmas).

Nº autores	Nº artículos	%
1	756	60,5
2	248	19,8
3	93	7,4
4	33	2,6
5	12	1,0
6	8	0,6
7	3	0,3
Anónimos	97	7,8
Total	1.250	100

n: N° publicaciones por autor; a: N° autores

n x a: Número de publicaciones aparecidas

Tabla 5. Número de trabajos publicados según el idioma

Idioma	Trabajos	Sueco	32	Portugués	13	Eslovaco	4
		Español	26	Checo	9	Rumano	3
Inglés	598	Japonés	18	Noruego	8	Ruso	3
Alemán	300	Chino	17	Húngaro	6	Serbocroata	1
Danés	89	Italiano	16	Finés	4	Turco	1
Francés	85	Holandés	13	Polaco	4	Total	1.250

número de trabajos y no su calidad, aunque en general existe una relación entre la productividad de un científico y su relevancia o categoría científica. Dividiendo el número total de trabajos aparecidos b por el total de autores a, se obtiene la productividad media, que es en nuestro caso de 1,42 trabajos/autor.

### Colaboración entre autores

La colaboración entre autores al confeccionar un trabajo o número de firmantes por trabajo ha ido aumentando de forma constante desde principios de siglo. En la Tabla 4 se ve que la colaboración es baja y el porcentaje de trabajos anónimos es relativamente alto (8%).

**Idiomas en los que se publica**

El número de lenguas en las que se han publicado los trabajos (Tabla 5) es grande, lo que indica un intenso flujo de información entre las distintas regiones del mundo en lo que se refiere a la agricultura ecológica, siendo el inglés la lenguas en la que se ha publicado más documentos (598).

**BIBLIOGRAFÍA**

- Anónimo (1990) *Reglamento y normas técnicas de la agricultura ecológica*. Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica (CRAE); Madrid.
- Garfield, E. (1972) Citation analysis as a tool in journal evaluation. *Science*, 178: 471-479.

# **Relaciones entre tipo de labor y malas hierbas en un sistema cerealista**

**J. Dorado\*, C. Lacasta\*\*, R. Meco\***

*\* Laboratorio de Fitopatología, Servicio de Investigación Agraria, Consejería de Agricultura y Medio-Ambiente de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Apdo. 190, 45071 Toledo. \*\*Finca Experimental La Higuera, Centro de Ciencias Medioambientales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 45530 Santa Olalla (Toledo).*

## **RESUMEN**

Hemos evaluado los efectos de distintos tipos de labor sobre la población de malas hierbas en un sistema cerealista de la provincia de Toledo, en dos tipos de suelo: luvisol y fluvisol, sobre parcelas de 1 x 10 m dispuestas en bloques al azar con cuatro repeticiones. Además de las labores convencionales de cultivador, rotavator, no laboreo y escarda química, hemos incluido dos técnicas nuevas: pase de apero con cubierta opaca, y labor nocturna, para que la luz no incida en el suelo que está siendo removido, ya que muchas semillas de hierbas requieren luz para iniciar su germinación. El rotavator, apero utilizado para realizar las labores a oscuras, en cuanto al control de hierbas se ha comportado de forma similar a cuando se emplea de forma convencional. Hay diferencias significativas entre los distintos aperos y entre los dos tipos de suelos.

## **INTRODUCCIÓN**

Todos conocemos las limitaciones que sufren los sistemas cerealistas en zonas semiáridas en cuanto a clima y suelo. Estos problemas se han visto agravados por la caída del precio de los productos obtenidos, y los agricultores han reaccionado dejando de hacer nuevas inversiones y de aplicar herbicidas. Por tanto tenemos indirectamente una forma de agricultura que se podría considerar ambientalmente respetuosa, pero al mismo tiempo es poco rentable. Parece impensable que se pueda actuar contra las condiciones del entorno, excepto cuando se trata de enfrentar a uno de los grandes problemas de estos sistemas: las malas hierbas. Hasta ahora se ha empleado fundamentalmente medios mecánicos y químicos, pero recientemente ha surgido una alternativa: el fotocontrol.

El primer trabajo sobre el tema (Hartmann y Nezadal, 1990) dice que la población de hierbas disminuye considerablemente cuando el laboreo se lleva a cabo durante la noche, si se compara al realizado con la luz del día. Numerosos trabajos posteriores apoyan esta técnica (Ascard, 1992; Dierauer, 1992; Freiburghaus y Häni, 1993; Hartmann, 1992; Hopkinson, 1992; Jensen, 1992; Kühbauch *et al.*, 1992).

La hipótesis es que muchas semillas de hierbas requieren luz para su germinación (Ballaré *et al.*, 1992; Frankland y Taylorson, 1983). Al remover la tierra con las labores, estas semillas pueden recibir la luz durante un corto período de tiempo. A plena luz del día, con un flujo de fotones aproximado de  $2.000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , la exposición en pocos milisegundos es suficiente para promover la germinación en la mayoría de las semillas sensibles a la luz (Scopel *et al.*, 1991).

Hartmann y Nezadal (1990) proponen la utilización de coberturas opacas a la luz en el equipo de laboreo, con el fin de aumentar el efecto contra las hierbas. En este trabajo comparan los resultados obtenidos en dos tipos de tierra con distintos tipos de labor: los convencionales, el apero cubierto con material opaco y la labor nocturna. Los resultados obtenidos este año deben servirnos como orientación sobre el comportamiento de los distintos tratamientos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Hemos diseñado sendos ensayos en bloques al azar con cuatro repeticiones, en dos tipos de suelo distintos: luvisol y fluvisol, presentes en la Finca Experimental La Higuera, en Santa Olalla (Toledo), perteneciente al Centro de Ciencias Medioambientales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Los ensayos tienen como variable el tipo de labor: cultivador (C), rotavator de noche (RN), rotavator (R), rotavator en oscuridad (RO), testigo (T) y herbicida (H). Cada tratamiento se hace en una parcela de 1 x 10 m, con 0,5 m entre parcelas y 3 m entre bloques (Figura 1).

La labor de rotavator tiene además dos variantes, para evitar que la luz del sol incida en las semillas de la tierra al ser removida ésta por la labor. Para ello colocamos sobre el apero una cubierta de plástico negro apoyada en un bastidor, o realizamos la labor durante la noche. La escarda química consiste en la aplicación de un herbicida no residual, el glifosato, a razón de 2 l/ha de materia activa. En la parcela testigo no hicimos labor alguna.

Hicimos las labores sobre un rastrojo de cebada (luvisol) y de trigo (fluvisol) el 22 de diciembre de 1993 y el 28 de abril de 1994. Evaluamos la flora en primavera (21 de abril de 1994) y en verano (26 de junio de 1994) (Figura 2). En cada ocasión *inventariamos la superficie ocupada* por cada especie siguiendo el método de Braun Blanquet (1979) y por dos personas para buscar una mayor objetividad.

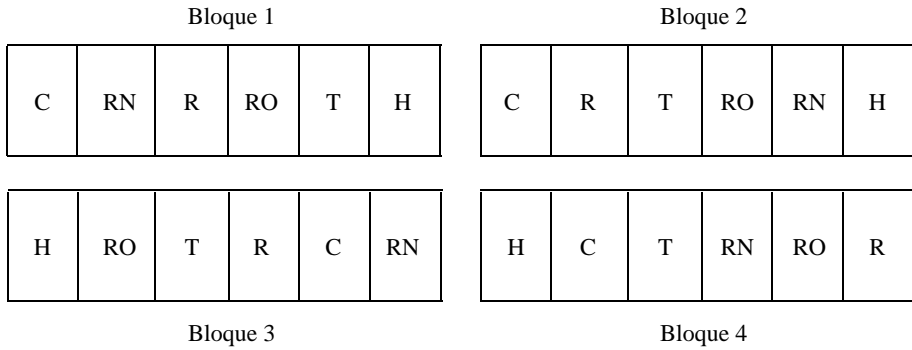


Figura 1. Diseño del experimento

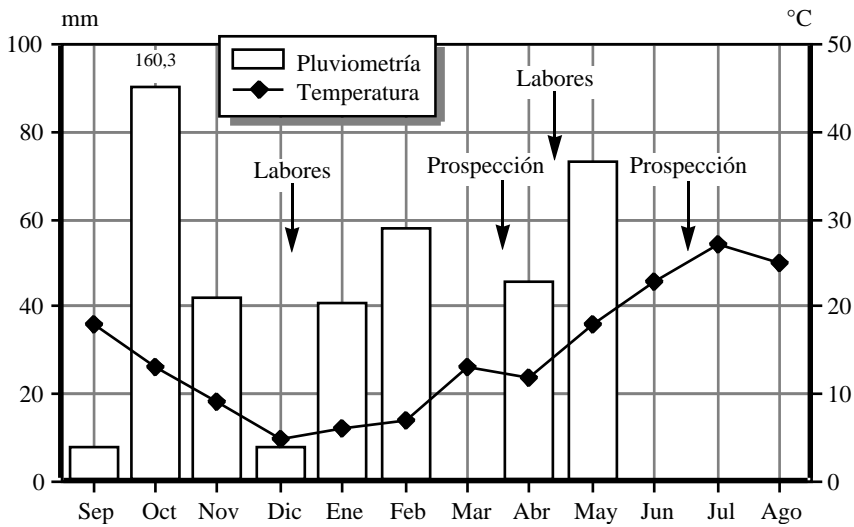


Fig. 2. Datos meteorológicos y fechas de labores y prospecciones (año agrícola 1993-94)

Elaboramos estadísticamente los datos con el método de análisis de la varianza ANOVA, para cada especie y por dos procedimientos distintos:

- En cada uno de los ensayos (tierras) utilizamos como fuente de variación los distintos tratamientos y los distintos bloques. El nivel de significación para estable-

cer las diferencias entre medias es del 95%. Utilizamos la prueba de Tukey (Fowler y Cohen, 1990) para analizar las diferencias entre las medias de los tratamientos.

- Análisis factorial donde empleamos como fuentes de variación, además de los distintos tratamientos, cada uno de los ensayos (tierras) y la interacción ensayos-tratamientos. Al igual que en el caso anterior, seguimos la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) para establecer las diferencias entre las medias de los tratamientos.

## RESULTADOS

Estos resultados corresponden a sólo un año de experimentación, no obstante pueden orientar sobre el comportamiento de las hierbas frente a distintas labores en las condiciones en que se ha realizado el experimento.

Como era previsible, han aparecido diferencias entre los dos tipos de tierra y entre los distintos tratamientos. En la **primera prospección** del luvisol aparece un número de especies mayor y más especies con diferencias significativas que en el fluvisol. *Anacyclus clavatus* (Desf.) Pers. presenta un porcentaje de superficie de suelo cubierta mucho mayor en los tres tratamientos de rotavator y más bajo en el tratamiento herbicida. En el caso de *Diploaxis muralis* (L.) DC. y *Malva sylvestris* L., el tratamiento herbicida muestra una proporción superior al resto.

En la **segunda prospección**, el fluvisol supera al luvisol en cuanto a número de especies. El comportamiento que siguen los tres tratamientos de rotavator y el tratamiento herbicida son similares. Así, en especies como *Amaranthus retroflexus* L. y *Portulaca oleracea* L. la proporción de superficie de suelo cubierta es mayor que en los tratamientos testigo y cultivador. El caso inverso ocurre en *Anacyclus clavatus* (Desf.) Pers., *Chenopodium album* L., *Papaver rhoeas* L. y *Polygonum aviculare* L., donde los tres tratamientos de rotavator y el herbicida provocan una disminución de la superficie de suelo cubierta, respecto a los tratamientos testigo y cultivador. Dentro de las parcelas con tratamiento herbicida, es mayor el contenido de especies como *Diploaxis muralis* (L.) DC., *Heliotropium europaeum* L., *Tribulus terrestris* L. y *Malva sylvestris* L. Otro aspecto destacable, más por su carácter cualitativo que cuantitativo, es la aparición de *Avena sterilis* L. en los tres tratamientos de rotavator y de *Conyza canadensis* L. en el tratamiento herbicida en luvisol y en el tratamiento con cultivador en fluvisol.

Como norma general, ambas prospecciones denotan una disminución en el número total de especies en los tratamientos que incluyen labor de rotavator, y es ligeramente inferior en rotavator en oscuridad.

La Tabla 1 presenta las especies de hierbas que aparecen en las dos prospecciones, para cada tipo de tierra y en cada uno de los tratamientos. Las cifras corresponden a la media de las cuatro repeticiones de cada tratamiento, expresada en por-



Tabla 1. Porcentaje medio de superficie de suelo cubierta. Con asterisco, especies con trata-

Especies	Primera prospección											
	Luvisol						Fluvisol					
	C	RN	R	RO	T	H	C	RN	R	RO	T	H
<i>Adonis aestivalis</i> L.	-	-	-	-	-	-	0,13*	1,50*	0,38*	0,50*	0,13*	0,50*
<i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	-	-	-	-	-	0,38*	0,63	1,13	0,50	0,50	0,50	0,88
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	-	-	-	0,13*	0,13*	0,63*	0,50	0,50	0,50	1,75	0,88	0,50
<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers.	13,25*	23,75*	18,50*	20,00*	25,50*	1,13*	8,13	1,50	0,88	0,88	0,88	0,75
<i>Anagallis arvensis</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	0,13	-	-	0,13	0,25
<i>Anchusa italica</i> L.	-	-	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-
<i>Asphodelus albus</i> Willd.	0,25	-	0,13	0,13	0,13	0,13	-	-	-	-	-	-
<i>Atriplex hastata</i> L.	-	-	-	-	-	-	0,13	-	-	-	0,13	-
<i>Avena sterilis</i> L.	0,13	0,13	0,13	-	0,38	0,13	-	-	-	-	0,13	-
<i>Bromus tectorum</i> L.	0,13	-	-	-	0,25	-	-	-	-	-	0,13	-
<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) M. Johnston	0,38	0,88	0,38	0,38	0,50	0,25	0,13	-	-	-	-	-
<i>Capsella bursa-pastoris</i> Moench.	0,25	0,38	0,38	0,38	0,38	0,75	0,38	0,13	0,13	0,25	-	-
<i>Caucalis daucoides</i> L.	1,75	0,38	0,38	0,25	1,25	1,13	-	-	-	-	-	-
<i>Chenopodium album</i> L.	0,75	0,63	0,63	0,75	0,38	1,00	8,25	5,00	4,38	1,13	3,13	4,13
<i>Chrozophora tinctoria</i> Raf.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cichorium intybus</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop	-	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-
<i>Cnicus benedictus</i> L.	0,13	0,13	-	0,25	0,13	-	4,00	2,00	2,00	2,38	2,50	1,13
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	0,75	0,25	0,25	0,13	0,25	0,13	-	-	-	-	-	-
<i>Coryza canadensis</i> L.	-	-	-	-	-	-	0,25	0,13	0,13	-	0,38	0,38
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13
<i>Cyperus rotundus</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Daucus carota</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.	0,50*	0,88*	0,50*	0,38*	5,00*	10,75*	-	-	-	-	-	-
<i>Ecballium elaterium</i> (L.) A. Richard	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13
<i>Epilobium tetragonum</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euphorbia postrata</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Filago vulgaris</i> Lam.	1,63*	4,13*	0,63*	1,25*	12,00*	1,25*	-	-	0,13	0,13	-	-
<i>Foeniculum vulgare</i> Miller	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13	-
<i>Fumaria officinalis</i> L.	0,38	0,63	0,13	0,25	0,38	0,25	0,50	0,75	0,75	0,75	0,75	0,38
<i>Gallium tricornis</i> With.	12,75	7,63	8,00	5,25	2,13	7,88	-	0,13	-	-	-	-
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Herniaria hirsuta</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hordeum vulgare</i> L.	4,13*	1,00*	1,25*	0,50*	16,75*	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypochoeris glabra</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kickxia spuria</i> (L.) Dumort.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lactuca virosa</i> L.	0,13	-	0,25	-	0,13	-	0,13	-	0,13	-	0,13	0,13
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-
<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat	-	-	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	0,25
<i>Linaria spartea</i> (L.) Willd.	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lolium strictum</i> C. Presl.	0,75*	1,38*	1,50*	0,63*	7,00*	0,13*	1,00	1,00	1,00	1,25	2,38	2,88
<i>Lupinus angustifolius</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Malva sylvestris</i> L.	0,25*	-	0,25*	-	0,38*	3,13*	-	-	-	-	-	0,13

mientos significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) en ese tipo de tierra.

Especies	Segunda prospección											
	Luvisol					Fluvisol						
	C	RN	R	RO	T	H	C	RN	R	RO	T	H
<i>Adonis aestivalis</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	-	0,13	-	-	-	-	3,38	7,25	3,25	16,88	3,63	14,00
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	-	-	-	-	-	-	0,25	-	0,13	-	-	0,13
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	41,25*	65,00*	65,00*	62,50*	0,13*	62,50*	4,25*	26,00*	7,25*	8,50*	6,50*	50,00*
<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers.	4,38*	0,63*	0,63*	0,44*	42,50*	0,38*	11,00*	0,50*	0,56*	0,44*	17,50*	2,00*
<i>Anagallis arvensis</i> L.	-	-	-	-	0,13	0,13	-	-	-	-	-	-
<i>Anchusa italica</i> L.	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
<i>Asphodelus albus</i> Willd.	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
<i>Atriplex hastata</i> L.	-	-	-	-	-	-	0,44*	-	-	-	3,31*	-
<i>Avena sterilis</i> L.	-	0,13*	0,13*	-	0,88*	-	0,13	-	-	-	0,38	-
<i>Bromus tectorum</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) M. Johnston	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Capsella bursa-pastoris</i> Moench.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caucalis daucoides</i> L.	0,25	-	-	-	1,38	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chenopodium album</i> L.	0,75*	0,69*	0,63*	0,63*	-	0,50*	12,25*	1,50*	1,94*	2,38*	26,25*	3,00*
<i>Chrozophora tinctoria</i> Raf.	-	-	-	-	-	-	0,38	0,63	0,44	0,38	-	0,13
<i>Cichorium intybus</i> L.	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	0,13	-
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	-	-	-
<i>Cnicus benedictus</i> L.	0,13	-	-	0,25	-	0,13	0,56*	0,25*	-	0,13*	13,75*	0,38*
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	1,13	0,75	0,38	0,44	0,63	0,19	-	-	0,13	-	0,25	-
<i>Coryza canadensis</i> L.	-	-	-	-	0,69*	0,13*	0,13*	-	-	-	1,63*	-
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	-	-	-	-	-	-	0,50	-	0,25	0,50	1,88	0,13
<i>Cyperus rotundus</i> L.	-	-	-	-	-	-	0,25	1,75	-	-	0,13	0,13
<i>Daucus carota</i> L.	-	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-
<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.	0,13*	0,38*	0,44*	0,25*	4,69*	3,50*	-	-	-	-	-	-
<i>Echallium elaterium</i> (L.) A. Richard	0,13	-	0,13	-	-	0,13	3,88	2,13	4,13	3,50	1,00	3,25
<i>Epilobium tetragonum</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,19	-
<i>Euphorbia postrata</i> L.	-	-	-	-	-	0,19	-	-	0,50	-	-	-
<i>Filago vulgaris</i> Lam.	0,13*	-	0,13*	-	20,00*	-	-	-	-	-	-	-
<i>Foeniculum vulgare</i> Miller	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	-
<i>Fumaria officinalis</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gallium tricornis</i> With.	-	-	-	-	0,13	2,50	-	-	-	-	-	-
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	0,19	0,25	0,19	0,25	0,13	-	0,56*	1,25*	2,00*	0,88*	2,06*	12,25*
<i>Herniaria hirsuta</i> L.	-	-	-	-	-	0,19	-	-	-	-	-	-
<i>Hordeum vulgare</i> L.	0,38*	-	-	-	8,25*	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypochoeris glabra</i> L.	-	-	-	-	0,13	0,13	-	-	-	-	0,25	-
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13
<i>Kickxia spuria</i> (L.) Dumort.	0,13*	-	-	-	0,50*	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lactuca virosa</i> L.	0,13	-	0,13	-	0,25	0,13	1,13*	-	-	-	2,25*	-
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Linaria spartea</i> (L.) Willd.	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lolium strictum</i> C. Presl.	0,13*	0,13*	-	0,13*	2,00*	-	0,88*	-	0,13*	-	10,00*	1,63*
<i>Lupinus angustifolius</i> L.	-	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-
<i>Malva sylvestris</i> L.	0,75*	0,50*	0,56*	0,63*	0,38*	6,25*	0,13	-	0,13	0,13	0,13	1,63

Especies	Primera prospección											
	Luvisol						Fluvisol					
	C	RN	R	RO	T	H	C	RN	R	RO	T	H
<i>Medicago hispida</i> Gaertner	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13
<i>Papaver hybridum</i> L.	-	0,13	0,13	0,13	0,38	-	-	-	-	-	-	-
<i>Papaver rhoeas</i> L.	0,63	0,75	0,63	0,38	1,00	0,38	1,75	1,88	1,75	3,38	1,00	1,38
<i>Phalaris paradoxa</i> L.	-	-	-	-	0,25	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poa annua</i> L.	0,13	-	-	-	0,25	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polygonum aviculare</i> L.	4,75	7,25	20,00	19,13	4,00	2,13	0,88*	1,75*	1,13*	1,25*	0,38*	0,63*
<i>Polygonum persicaria</i> L.	1,25	0,50	0,25	-	0,25	0,13	-	-	-	-	-	-
<i>Portulaca oleracea</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pulicularia vulgaris</i> Gaertner	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	-	-	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	5,25	1,25	0,50	1,13	14,63	2,00	-	-	-	-	-	-
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13	-
<i>Senecio vulgaris</i> L.	0,13	0,13	0,13	0,25	-	-	0,25	-	-	-	-	0,13
<i>Solanum nigrum</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sonchus tenerrimus</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spergularia rubra</i> (L.) J.et C. Presl.	0,38*	1,38*	0,25*	0,25*	18,88*	0,13*	-	-	-	-	0,13	-
<i>Tribulus terrestris</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Triticum aestivum</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	0,13*	-	-	0,50*	0,38*
<i>Urtica dioica</i> L.	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Veronica hederifolia</i> L.	2,13	1,75	1,13	0,75	3,00	0,25	0,13	-	-	-	-	1,00
<i>Vicia lutea</i> L.	-	0,13	-	-	0,13	0,13	-	-	-	-	-	-
<i>Xanthium spinosum</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nº medio de especies	18,00*	16,00*	16,25*	14,75*	21,25*	15,75*	12,00*	10,25*	9,75*	9,50*	12,00*	13,25*

centaje de superficie de suelo cubierta. Los asteriscos indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos, dentro de una misma tierra. En la Tabla 2 aparecen las especies de hierbas y los dos métodos de análisis estadístico, en cada una de las prospecciones (a y b). El signo + indica que existe diferencia significativa y el signo - que no existe. También aparecen los pares de tratamientos que tienen medias significativamente diferentes.

## CONCLUSIONES

Los tres tratamientos que incluyen al rotavator, labor convencional, labor nocturna y labor con cobertura contra la luz, se han comportado de una forma similar en cuanto a número y grado de infestación de hierbas, no produciéndose entre ellos diferencias significativas durante este año y en las condiciones de este experimento.

El tratamiento con cultivador se muestra de modo parecido al tratamiento testigo (ninguna labor), deduciéndose que su comportamiento hacia el control de hierbas podría ser bastante leve.

Especies	Segunda prospección											
	Luvisol						Fluvisol					
	C	RN	R	RO	T	H	C	RN	R	RO	T	H
<i>Medicago hispida</i> Gaertner	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Papaver hybridum</i> L.	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
<i>Papaver rhoeas</i> L.	0,25	-	-	-	5,50	-	1,38*	-	-	-	10,50*	-
<i>Phalaris paradoxa</i> L.	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poa annua</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polygonum aviculare</i> L.	16,38*	0,50*	1,50*	2,25*	13,75*	1,63*	11,00*	0,50*	0,56*	0,38*	8,50*	0,25*
<i>Polygonum persicaria</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Portulaca oleracea</i> L.	0,13	0,56	0,56	0,13	-	0,13	11,50*	50,00*	41,25*	46,25*	3,00*	19,25*
<i>Pulicularia vulgaris</i> Gaertner	-	-	-	-	0,13	0,13	-	-	-	-	-	-
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	-	-	-	-	5,00	0,50	-	-	-	-	-	-
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Senecio vulgaris</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solanum nigrum</i> L.	-	-	-	-	-	-	0,31	0,13	-	0,38	-	0,13
<i>Sonchus tenerrimus</i> L.	-	-	-	-	0,13	0,13	0,75	-	0,13	-	0,50	0,13
<i>Spergularia rubra</i> (L.) J.et C. Presl.	0,13*	0,38*	0,25*	0,38*	6,44*	0,13*	-	-	-	-	-	-
<i>Tribulus terrestris</i> L.	0,13	0,13	0,38	0,25	-	0,38	1,13*	1,81*	1,25*	1,63*	0,13*	4,25*
<i>Triticum aestivum</i> L.	-	-	-	-	0,25	-	-	-	-	-	0,13	-
<i>Urtica dioica</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Veronica hederifolia</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vicia lutea</i> L.	-	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-
<i>Xanthium spinosum</i> L.	-	0,38	0,25	0,50	-	0,63	0,63	1,13	6,63	1,94	1,13	4,44
Nº medio de especies	10,00	10,00	10,00	9,75	16,25	11,25	15,50*	10,50*	12,00*	11,00*	17,50*	13,25*

El tratamiento con herbicida produce un cambio de flora, reduce algunas especies, pero al mismo tiempo aumenta otras como *Amaranthus retroflexus* L., *Conyza canadensis* L., *Diplotaxis muralis* (L.) DC., *Heliotropium europaeum* L., *Malva sylvestris* L. y *Tribulus terrestris* L.

En cuanto al número medio de especies de hierbas aparecidas en cada uno de los tratamientos, de forma general en nuestro experimento, se pueden clasificar en orden descendente como sigue: testigo > cultivador > herbicida > rotavator-noche y rotavator > rotavator-oscuridad.

Doble página siguiente: Tabla 2. Análisis estadístico ( $p < 0,05$ ): (+) diferencia significativa; (-) diferencia no significativa. En la prueba de Tukey aparecen pares de tratamientos con diferencias significativas: Luvisol: C, RN, R, RO, T, H. Fluvisol: C', RN', R', RO', T', H'.

Especies	Luvisol		Fluvisol		Prospección primera		Análisis factorial	
	T	B	Prueta de Tukey	T	B	Prueta de Tukey	E	T
<i>A. aestivalis</i>	+	-	H-C/H-RN/H-R/H-O/H-T	+	+	RN <sup>+</sup> -C <sup>+</sup> /RN <sup>+</sup> -T <sup>+</sup>	+	-
<i>A. bitoides</i>	+	-	H-C/H-RN/H-R/H-O/H-T	-	+		-	-
<i>A. retroflexus</i>	+	+	H-RN/H-T	-	-		-	-
<i>A. clavatus</i>	+	+		-	-		+	-
<i>B. arvensis</i>	-	-		-	-		+	-
<i>C. bursa-pastoris</i>	-	-		-	-		+	-
<i>C. daucoides</i>	-	-		-	-		+	-
<i>C. benedictus</i>	-	-		-	-		+	-
<i>D. muratis</i>	+	-	H-C/H-RN/H-R/H-O	-	-		+	+
<i>F. vulgaris</i>	+	-	T-C/T-RN/T-R/T-RO/T-H	-	-		+	+
<i>H. vulgare</i>	+	+	T-C/T-RN/T-R/T-RO/T-H	-	-		+	+
<i>L. stricatum</i>	+	+	T-C/T-RN/T-R/T-RO/T-H	-	-		+	+
<i>M. sylvestrus</i>	+	-	H-RN/H-O	-	-		+	+
<i>P. hybridum</i>	-	-		-	-		+	-
<i>P. paradoxa</i>	-	-		-	-		+	-
<i>P. aviculare</i>	-	+		+	+	T <sup>+</sup> -RN <sup>+</sup> /T <sup>+</sup> -RO <sup>+</sup> /H <sup>+</sup> -RN <sup>+</sup>	-	-
<i>S. pecten-veneris</i>	-	-		-	-		+	-
<i>S. rubra</i>	+	-		-	-		+	-
<i>T. aestivum</i>	+	-		+	-	T <sup>+</sup> -C <sup>+</sup> /T <sup>+</sup> -RN <sup>+</sup> /T <sup>+</sup> -R <sup>+</sup> /T <sup>+</sup> -RO <sup>+</sup>	+	+
Nº med. esp.	+	-	T-RN/T-RO/T-H	+	-	H <sup>+</sup> -C <sup>+</sup> /H <sup>+</sup> -R <sup>+</sup> /H <sup>+</sup> -RO <sup>+</sup>	+	-

Especies	Luvisol		Fluvisol		Prospección segunda		Análisis factorial	
	T	B	Prueta de Tukey	T	B	Prueta de Tukey	E	T
<i>A. retroflexus</i>	+	+	C-RN/C-R/C-RO/C-T/C-H T-C/T-RN/T-R/T-RO/T-H	+	+	RN <sup>+</sup> -C <sup>+</sup> /RN <sup>+</sup> -T <sup>+</sup>	+	+

Tabla 2. Ver su epígrafe al final de la página anterior.

<i>A. clavatus</i>	+	-	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H	+	-	T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO <sup>o</sup>	-	+	-	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H/RN-T <sup>o</sup> /R-T <sup>o</sup> /RO-T <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -C <sup>o</sup> T-RN <sup>o</sup> /T-R <sup>o</sup> /T-H/T <sup>o</sup> -C <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -RN <sup>o</sup> /T-R <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -RO <sup>o</sup> C-T <sup>o</sup> /RN-T <sup>o</sup> /R-T <sup>o</sup> /H-T <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -C <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/ T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H <sup>o</sup>
<i>A. hastata</i>				+	+	T <sup>o</sup> -C/T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H	+	+	+	T <sup>o</sup> -CT-RN/T-H/T-RN/T-R <sup>o</sup> /T-RO/T <sup>o</sup> -H <sup>o</sup> C-C <sup>o</sup> /RN-C <sup>o</sup> /R-C <sup>o</sup> /RO-C <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -C <sup>o</sup> /H-C <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -RN-T <sup>o</sup> /R-T <sup>o</sup> /RO-T <sup>o</sup> T-T <sup>o</sup> /H-T <sup>o</sup> /C <sup>o</sup> -RN <sup>o</sup> /C <sup>o</sup> -R <sup>o</sup> /C <sup>o</sup> -RO <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -C <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -RN-T <sup>o</sup> /R-T <sup>o</sup> -RO <sup>o</sup> C-RN <sup>o</sup> /RN <sup>o</sup> /R-RN <sup>o</sup> /RO-RN <sup>o</sup> /T-RN <sup>o</sup> /H-RN <sup>o</sup> /RN <sup>o</sup> -T <sup>o</sup> C-T <sup>o</sup> /RN-T <sup>o</sup> /R-T <sup>o</sup> /RO-T <sup>o</sup> /T-T <sup>o</sup> /H-T <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -C <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/ T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H <sup>o</sup>
<i>A. sterilis</i>	+	-	T-CT-RN/T-R/T-RO	-	-	T <sup>o</sup> -RN/C <sup>o</sup> -R <sup>o</sup> /C <sup>o</sup> -RO <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -RN/ T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H	-	+	-	T-CT-RN/T-H/T-RN/T-R <sup>o</sup> /T-RO/T <sup>o</sup> -H <sup>o</sup>
<i>C. album</i>	+	-	T-CT-RN/T-R/T-RO	+	+	C <sup>o</sup> -RN/C <sup>o</sup> -R <sup>o</sup> /C <sup>o</sup> -RO <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -RN/ T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H	+	+	+	C-C <sup>o</sup> /RN-C <sup>o</sup> /R-C <sup>o</sup> /RO-C <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -C <sup>o</sup> /H-C <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -RN-T <sup>o</sup> /R-T <sup>o</sup> /RO-T <sup>o</sup> T-T <sup>o</sup> /H-T <sup>o</sup> /C <sup>o</sup> -RN <sup>o</sup> /C <sup>o</sup> -R <sup>o</sup> /C <sup>o</sup> -RO <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -C <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -RN-T <sup>o</sup> /R-T <sup>o</sup> -RO <sup>o</sup> C-RN <sup>o</sup> /RN <sup>o</sup> /R-RN <sup>o</sup> /RO-RN <sup>o</sup> /T-RN <sup>o</sup> /H-RN <sup>o</sup> /RN <sup>o</sup> -T <sup>o</sup> C-T <sup>o</sup> /RN-T <sup>o</sup> /R-T <sup>o</sup> /RO-T <sup>o</sup> /T-T <sup>o</sup> /H-T <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -C <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/ T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H <sup>o</sup>
<i>C. tinctoria</i>	-	-		-	-	T <sup>o</sup> -C/T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H	-	+	+	T <sup>o</sup> -RN-T <sup>o</sup> /R-T <sup>o</sup> /RO-T <sup>o</sup> /H-T <sup>o</sup> -C <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -RN-T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO/ T <sup>o</sup> -H
<i>C. benedictus</i>	-	-		+	+	T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H	+	-	-	T-CT-RN/T-R/T-RO/H-CH/RN/H/R-RO/T-C <sup>o</sup> /T-RN <sup>o</sup> T-R <sup>o</sup> /T-RO <sup>o</sup> /T-T <sup>o</sup> /H/H-C <sup>o</sup> /H-RN <sup>o</sup> /H/R <sup>o</sup> /H-RO <sup>o</sup> /H-T <sup>o</sup> /H-H C-C <sup>o</sup> /RN-C <sup>o</sup> /R-C <sup>o</sup> /RO-C <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -C <sup>o</sup> /H-C <sup>o</sup> /C <sup>o</sup> -R <sup>o</sup> RN-R <sup>o</sup> /R <sup>o</sup> /RO-R <sup>o</sup> /T-R <sup>o</sup> /H-R <sup>o</sup> /C-RO <sup>o</sup> /RN-RO <sup>o</sup> R-RO <sup>o</sup> /RO <sup>o</sup> /T-RO <sup>o</sup> /H-RO <sup>o</sup> /RN-H <sup>o</sup> /RO-H <sup>o</sup> /T-H <sup>o</sup> C-H <sup>o</sup> /RN-H <sup>o</sup> /R-H <sup>o</sup> /RO-H <sup>o</sup> /T-H <sup>o</sup> /H-H <sup>o</sup> /H <sup>o</sup> -C <sup>o</sup> /H <sup>o</sup> -RN <sup>o</sup> /H <sup>o</sup> -R/ H <sup>o</sup> -RO <sup>o</sup> /H <sup>o</sup> -T <sup>o</sup>
<i>C. canadensis</i>	+	-	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H	+	-	T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H	+	-	-	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H
<i>D. muratis</i>	+	-	T-CT-RN/T-R/T-RO	+	+	T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H	+	+	+	T-CT-RN/T-R/T-RO/H-CH/RN/H/R-RO/T-C <sup>o</sup> /T-RN <sup>o</sup> T-R <sup>o</sup> /T-RO <sup>o</sup> /T-T <sup>o</sup> /H/H-C <sup>o</sup> /H-RN <sup>o</sup> /H/R <sup>o</sup> /H-RO <sup>o</sup> /H-T <sup>o</sup> /H-H C-C <sup>o</sup> /RN-C <sup>o</sup> /R-C <sup>o</sup> /RO-C <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -C <sup>o</sup> /H-C <sup>o</sup> /C <sup>o</sup> -R <sup>o</sup> RN-R <sup>o</sup> /R <sup>o</sup> /RO-R <sup>o</sup> /T-R <sup>o</sup> /H-R <sup>o</sup> /C-RO <sup>o</sup> /RN-RO <sup>o</sup> R-RO <sup>o</sup> /RO <sup>o</sup> /T-RO <sup>o</sup> /H-RO <sup>o</sup> /RN-H <sup>o</sup> /RO-H <sup>o</sup> /T-H <sup>o</sup> C-H <sup>o</sup> /RN-H <sup>o</sup> /R-H <sup>o</sup> /RO-H <sup>o</sup> /T-H <sup>o</sup> /H-H <sup>o</sup> /H <sup>o</sup> -C <sup>o</sup> /H <sup>o</sup> -RN <sup>o</sup> /H <sup>o</sup> -R/ H <sup>o</sup> -RO <sup>o</sup> /H <sup>o</sup> -T <sup>o</sup>
<i>E. elaterium</i>	-	-		-	-		-	-	-	T-CT-RN/T-R/T-RO
<i>F. vulgaris</i>	+	-	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H	+	+	H <sup>o</sup> -C <sup>o</sup> /H <sup>o</sup> -RN <sup>o</sup> /H <sup>o</sup> -R <sup>o</sup> /H <sup>o</sup> -RO <sup>o</sup> /H <sup>o</sup> -T <sup>o</sup>	+	+	+	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H
<i>H. europaeum</i>	-	+		+	+		+	+	+	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H
<i>H. vulgare</i>	+	-	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H	+	+	T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H	+	+	+	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H
<i>K. spuria</i>	+	-	T-RN/T-R/T-RO/T-H	+	-	T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H	+	+	+	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H
<i>L. virosa</i>	-	-		+	-	T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H	+	+	+	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H
<i>L. strictum</i>	+	+	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H	+	-	T <sup>o</sup> -C/T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H	+	-	-	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H
<i>M. sylvestris</i>	+	-	H-C/H-RN/H-R/H-RO/H-T	-	-	T <sup>o</sup> -C/T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H	+	+	+	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H
<i>P. rhoeas</i>	-	+		+	+	C <sup>o</sup> -RN <sup>o</sup> /C <sup>o</sup> -R <sup>o</sup> /C <sup>o</sup> -RO <sup>o</sup> /C <sup>o</sup> -H/ T <sup>o</sup> -RN <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -R <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -RO <sup>o</sup> /T <sup>o</sup> -H	+	+	+	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H
<i>P. aviculare</i>	+	+	RN-C	+	+	T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H	+	+	+	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H
<i>P. oleracea</i>	-	-		+	+	T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO <sup>o</sup>	+	+	+	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H
<i>S. pecten-veneris</i>	-	-		+	+	T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO <sup>o</sup>	+	+	+	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H
<i>S. rubra</i>	+	-	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H	+	+	T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H	+	+	+	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H
<i>T. terrestris</i>	-	-		+	+	T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H	+	+	+	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H
N <sup>o</sup> med. esp.	-	-		+	+	T <sup>o</sup> -RN/T <sup>o</sup> -R/T <sup>o</sup> -RO/T <sup>o</sup> -H	+	+	+	T-CT-RN/T-R/T-RO/T-H

T: Tratamientos. B: Bloques. E: Ensayos. I: Interacción. N<sup>o</sup> med. esp.: Número medio de especies

### Agradecimientos

Los autores quieren expresar su agradecimiento al Dr. Juan Pablo del Monte por su asesoramiento; a D. Pablo Bielza por sus orientaciones; a D. José Ramón Vadillo por su colaboración en el inventario de malas hierbas; a Gregorio Gómez por la ejecución de las parcelas y a Belén Pozo por el procesado de este texto.

### BIBLIOGRAFÍA

- Ascard, J. (1992) Harrowing at night. Influence on the emergence of weeds. En 33rd Swedish Crop Protection Conference. Weeds and Weed Control, pp 163-170.
- Ballare, C.L., A.L. Scopel, R.A. Sánchez, S.R. Radosevich (1992) Photomorphogenic processes in the agricultural environment. *Photochemistry and Photobiology*, 56: 777-788.
- Braun Blanquet, J. (1979) *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales.* 820 pp. H. Blume Ediciones; Madrid.
- Dierauer, H. (1992) Nachts sähen?. Unkrautproblem nicht gelöst. *Landfreund*, 16: 15.
- Fowler, J., L. Cohen (1990) *Practical Statistics For Field Biology.* 227 pp. John Wiley & Sons; Chichester.
- Frankland, B., R. Taylorson (1983) Light control of seed germination. En *Photomorphogenesis. Encyclopedia of Plant Physiology* (W. Shropshire, H. Mohr, eds.), pp 428-456. New Series. Springer Verlage.
- Freiburghaus, S., F. Häni (1993) Auswirkungen der nächtlichen Bodenbearbeitung auf die Unkrautflora. *Bulletin SGPW/SSA*, 1: 53.
- Hartmann, K.M. (1992) Durch Nachtarbeit Unkrautbesatz beseitigen? *Hannoverische Land- und Forstwirtschaftliche Zeitung*, 10: 48.
- Hartmann, K.M., W. Nezdal (1990) Photocontrol of weeds without herbicides. *Naturwissenschaften*, 77: 158-163.
- Hopkinson, S. (1992) Can sugar beet be greenn? *British Sugar Beet Review*, 60: 24-26.
- Jensen, P.K. (1992) First Danish experiences with photocontrol of weeds. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 13: 631-636.
- Kühbauch, W., R. Gerhards, H. Klümper (1992) Unkräuter durch nächtliche Bodenbearbeitung bekämpfen? *Pflanzenschutz-Praxis*, 1: 13-15.
- Scopel, A.L., C.L. Ballare, R.A. Sánchez (1991) Induction of externe light sensitivity in buried weed seeds and its role in the perception of soil cultivations. *Plant, Cell and Environment*, 13: 287-294.

# **Evaluación de la contaminación agraria difusa con vistas a la transformación de suelos a la agricultura ecológica**

**M.S. Garrido Valero**

*Agrotest, S.A. Paseo General Martínez Campos 7. 28010 Madrid*

## **RESUMEN**

El establecimiento de nuevas zonas de agricultura ecológica se ve en muchas ocasiones dificultado por la degradación ambiental existente en las zonas agrícolas convencionales. En este documento se analiza los parámetros implicados en los procesos de contaminación y degradación por efecto de las prácticas agrícolas. Se define los elementos ambientales que determinan la vulnerabilidad de una zona a ser afectada por parte de estas actividades, y se analiza las actividades agrarias que producen un riesgo de degradación del medio. Realizando correlaciones entre la vulnerabilidad y el riesgo en una zona, se llega al concepto de peligrosidad integral. De este modo se tiene un sistema de análisis del territorio que puede ser utilizado con diferentes fines. En nuestro caso, hemos aplicado este modelo a la evaluación de la aptitud de zonas para su transformación a la agricultura ecológica. Estos niveles de aptitud son útiles para inferir el tiempo necesario para conseguir un buen establecimiento de este tipo de agricultura. De la misma forma se determina zonas donde la transformación sería muy difícil.

## **INTRODUCCIÓN**

La agricultura convencional puede contaminar el ambiente. Esta pérdida de calidad ambiental afecta directamente a la transformación de la tierra a la agricultura ecológica.

La contaminación producida por los plaguicidas de síntesis, los abonos químicos y los efluentes de ganaderías intensivas, puede afectar a los elementos ambientales físicos, es decir el suelo, las aguas subterráneas y superficiales y la atmósfera, y a los elementos biológicos, fauna y flora en su más amplio sentido.

La diversidad de ambientes y de actividades agrarias en España nos ha movido a estudiar la posibilidad de transformación de las prácticas agrarias.



El objetivo de esta comunicación es presentar la metodología que hemos desarrollado para evaluar la contaminación agraria difusa con vistas a la planificación territorial de prácticas agrarias ecocompatibles y en particular para la transformación de zonas a la agricultura ecológica. Este método de evaluación está diseñado para su utilización en un sistema de información geográfico.

### Conceptos de partida

En el método desarrollado se evalúan los elementos físicos del medio directamente relacionados con la implantación de un nuevo sistema de cultivo: el suelo y el agua superficial y subterránea.

Las características intrínsecas del medio definen a priori su susceptibilidad a ser afectado, definiéndose así *la vulnerabilidad del medio a ser contaminado*. La vulnerabilidad de una zona determinada viene entonces condicionada por sus características ambientales, independientemente de los productos químicos que puedan ser aplicados.

*El riesgo de contaminación* de una región depende del tipo de gestión agraria que se esté ejerciendo. De esta forma el riesgo se evalúa en función del tipo de cultivo o ganado y las prácticas agrarias (labores, riegos, etc.), los productos que se añaden, su cantidad y la calidad del manejo que se hace de éstos.

La Figura 1 describe estas relaciones.

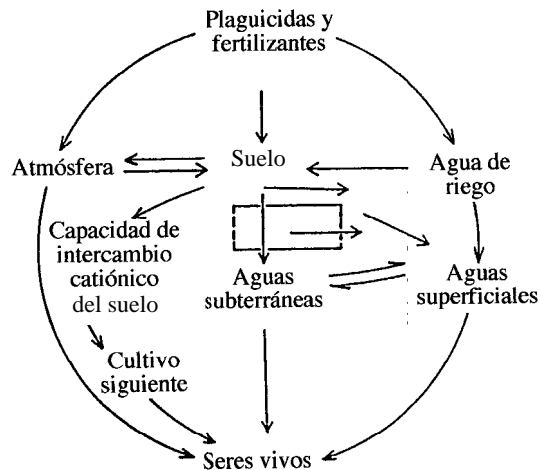


Figura 1. Factores que determinan el riesgo de contaminación de una región

*La peligrosidad integral de contaminación* de una región depende de la relación existente entre la vulnerabilidad del medio a ser afectado y el nivel de riesgo debido a la utilización de productos.

Los suelos se comportan como “filtros” de los productos que son aplicados a los cultivos o vertidos por la ganadería. En los suelos se producen una gran cantidad de procesos: la degradación de los productos (química, biológica, lumínica, etc.), la adsorción de éstos a las sedes de intercambio de la tierra, la absorción por microorganismos, el lavado de los productos con el agua de la solución del suelo hacia zonas profundas, etc. El suelo se relaciona con las aguas profundas a través de todo su perfil y la roca subyacente, o mediante flujos laterales; con las aguas superficiales a través de las aguas de escorrentía, los procesos de erosión, o las de escorrentía subsuperficiales; con la atmósfera directamente a través de su porosidad y su permeabilidad al aire. La Figura 2 muestra estas interconexiones de forma resumida.

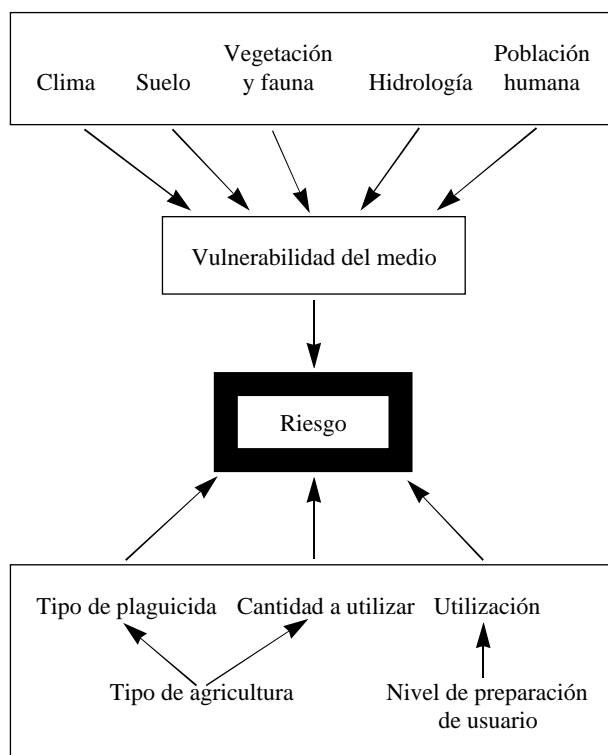


Figura 2. Factores que intervienen en la vulnerabilidad y el riesgo

### **Vulnerabilidad de los elementos ambientales**

**El suelo.** En función de las características de cada suelo, en toda su profundidad, los productos pueden quedarse en ella, degradarse o ser arrastrados mediante los flujos de agua. Las formas en que los productos químicos quedan retenidos en el suelo contaminándolo son diversas:

- En una primera etapa y tratándose de productos muy solubles en agua, éstos pueden quedar retenidos en la solución del suelo durante algún tiempo, mientras que el agua de lavado no los elimine hacia zonas más profundas o pasen a otros procesos de inmovilización o degradación.
- Si los productos tienen ciertas características iónicas, sobre todo catiónicas, van a poder ser adsorbidos por la capacidad de intercambio catiónico de los suelos, particularmente en las arcillas y la materia orgánica. En las arcillas el tiempo en que están adsorbidos puede ser muy largo y en algunos casos prolongarse indefinidamente. En este caso decrece la saturación del suelo por las bases, y por tanto también su fertilidad natural. La capacidad de adsorción de productos químicos por el suelo depende de la cantidad y tipos de arcillas y materia orgánica presentes en él. Este proceso se realiza fundamentalmente en los primeros centímetros del perfil, aunque si el suelo se labra y voltea se pueden encontrar productos retenidos a mayor profundidad.
- Los productos químicos pueden ser acumulados por microorganismos que no son afectados por los productos, de forma que pueden ir concentrándolos y de esta forma pasar a las cadenas tróficas.

En definitiva, las características del suelo más responsables de su vulnerabilidad son las siguientes:

- La capacidad de intercambio catiónico en el horizonte superficial. Es decir, la cantidad y tipo de arcillas y materia orgánica.
- La actividad microbiana en el horizonte superficial.
- Las características de permeabilidad de todo el perfil. Cuanto mayor sea el tiempo de permanencia del agua en el suelo, mayor es la posibilidad de que queden productos en él tanto para ser adsorbidos como para ser degradados.

**Las aguas superficiales.** Los productos químicos pueden llegar de diversas formas hasta las aguas superficiales:

- Directamente por encontrarse éstas dentro de zonas donde se realizan aplicaciones. Es decir que los canales de riego, arroyos o ríos que atraviesan zonas agrarias, o las lagunas, pueden ser afectados directamente.
- Indirectamente por ser alimentadas por flujos de aguas de zonas agrarias. En este caso hay dos procesos fundamentales:

- Las aguas de escorrentía transportan productos en solución y partículas coloidales o en suspensión, arcillas, microorganismos y materia orgánica, que pueden llevar adsorbidos en sus redes de intercambio productos contaminantes. Esta es una de las fuentes de contaminación de las aguas superficiales más importantes.
- Los flujos de agua subsuperficiales o profundos pueden recargar las aguas superficiales trayendo productos acumulados por percolación en zonas lejanas.

**Las aguas subterráneas.** La contaminación de aguas subterráneas está muy relacionada con la permeabilidad del suelo y de las rocas subyacentes. El Instituto Tecnológico Geominero tiene gran cantidad de información sobre la vulnerabilidad de los acuíferos españoles. En general podemos clasificar así los acuíferos:

- Terrenos donde los acuíferos son muy vulnerables a la contaminación: Formaciones aluviales y acuíferos libres. Calizas muy fisuradas o karstificadas. Formaciones fisuradas, como calizas y basaltos.
- Terrenos donde los acuíferos se encuentran parcialmente protegidos de la entrada de agentes contaminantes o de su propagación, por ciertas características específicas: Acuíferos aluviales cautivos poco profundos. Acuíferos en arenas o areniscas.
- Terrenos donde la contaminación de los acuíferos tiene características variables, por ser aquellos poco extensos y de tipo muy diverso: Formaciones de permeabilidad variable. Alternancia de materiales permeables e impermeables, de calizas, margas, arenas, arcillas, pizarras, aglomerados, rañas, molasas, materiales volcánicos, etc.
- Terrenos donde solamente existen afloramientos de formaciones impermeables, de forma que la contaminación afectará solamente a las aguas superficiales: Formaciones sedimentarias impermeables, margas y arcillas. Terrenos antiguos plegados y metamorizados. Terrenos graníticos y ultrametamórficos, etc.

### **Factores que afectan al riesgo de contaminación**

**El tipo de cultivo y las prácticas agrarias.** Los cultivos más intensivos, que tienen mayores beneficios económicos, consumen en general mayor cantidad de plaguicidas y fertilizantes. Por ello los regadíos de hortalizas, cítricos, frutales y en especial los invernadero, producen los mayores problemas ambientales. A continuación se encuentra la agricultura de regadío extensiva, donde la contaminación es producida en general por los fertilizantes químicos y los herbicidas. La agricultura de secano es, en principio, la que produce menores problemas ambientales, excepto cuando se utilizan herbicidas en grandes extensiones.

**Las características y la cantidad total de los productos utilizados.** Para evaluar el riesgo de contaminación es importante conocer tanto los productos empleados, el tipo y las concentraciones que se han utilizado, como las cantidades totales empleadas en cada unidad territorial objeto del estudio. Este análisis debe hacerse de forma histórica, por lo menos de los últimos cinco años. Para conocer los productos que se emplean se puede recurrir a encuestas a agricultores o a los técnicos agrarios de la zona. Las cantidades totales empleadas podrán evaluarse de forma aproximada a partir de los datos de las encuestas. La presencia de productos poco degradables o muy tóxicos para cualquier ser vivo aumentará el riesgo de contaminación.

Entre las propiedades de los productos que afectan a su potencialidad como contaminantes se encuentran: Su persistencia en los elementos medioambientales, su solubilidad en agua y en grasas, su volatilidad, sus posibilidades de ser degradados, los metabolitos que producen, sus características catiónicas, y por supuesto su toxicidad para los diferentes seres vivos.

**El manejo de los productos.** Por desgracia, la utilización de los *fitosanitarios* se viene realizando de forma que aumenta notablemente el riesgo propio de cada producto. El análisis de la situación en cada zona puede realizarse mediante encuestas a los agricultores. La aparición de una sola práctica de alto riesgo eleva directamente el riesgo. A continuación resumimos las normas que debería seguirse para realizar una aplicación adecuada:

#### *Antes del tratamiento*

- Hacer una buena determinación de la plaga
- Elegir el tratamiento adecuado
- Leer detenidamente la etiqueta del producto
- Calcular la dosis y el volumen de aplicación según se indica en la etiqueta
- Enjuagar los envases una vez terminados y verter el agua en el propio tanque de aplicación
- Comprobar el buen estado de la maquinaria de aplicación, para que no se produzcan pérdidas durante el tratamiento
- Utilizar la técnica de aplicación correcta para el producto que se utiliza
- Reducir al mínimo la deriva en el tratamiento
- No conectar nunca el tanque de aplicación directamente a un cauce con agua para evitar el retorno por sifonado
- Realizar las mezclas de forma que no pueda derramarse los líquidos.

#### *Durante el tratamiento*

- No tratar sobre arroyos, canales de riego, lagos, o cualquier curso de agua, salvo en los casos autorizados expreso. Asimismo no permitir que la deriva del pulverizado llegue hasta ellos

- No realizar las aplicaciones en condiciones impropias, fuertes vientos, temperaturas elevadas, lluvias en los días siguientes, etc.

#### *Después del tratamiento*

- No calcular en exceso el volumen de aplicación, para evitar la eliminación de sobrantes
- Los líquidos provenientes del lavado de los utensilios de aplicación deben ser extendidos en la propia parcela si las características del producto lo permiten, o bien en terrenos suficientemente alejados de pozos o cauces de agua

Muchas veces se utiliza los *fertilizantes* químicos en cantidades muy elevadas, de forma que se acumulan en los suelos y contaminan las aguas.

**Otras prácticas agrícolas.** Los *pozos* de las zonas agrarias pueden contaminar los acuíferos o simplemente la propia agua del pozo utilizada para el riego, cuando no están contruidos siguiendo unas normas mínimas de revestimiento de las paredes en contacto con aguas de niveles contaminados, sobre todo los más cercanos a la superficie; cuando no tienen solada la superficie alrededor de la boca del pozo; o no tienen aislada su boca mediante una caseta.

La eliminación de *purines* y efluentes de fincas ganaderas y pilas de estiércol o balsas de purines. Las ganaderías intensivas en la zona son las principales responsables de la aparición de contaminaciones de aguas superficiales o subterráneas por nitratos y microorganismos, y la contaminación del suelo por cobre en el caso de ganado porcino.

### **Método para evaluar la contaminación agraria difusa**

Este método tiene por finalidad la planificación territorial de zonas extensas, ya que los efectos de la contaminación agraria difusa pueden encontrarse a grandes distancias de su fuente, sobre todo en lo referente a la contaminación de aguas.

#### ***Evaluación de la vulnerabilidad y del riesgo***

Se ha utilizado un método vectorial, con tres vectores en cada caso. Estos vectores son valores unitarios que se refieren a niveles de vulnerabilidad o riesgo. Para evaluar la vulnerabilidad de una zona a ser contaminada se eligieron los siguientes vectores V: suelo, aguas subterráneas, aguas superficiales. Para evaluar el riesgo de contaminación se utilizaron los siguientes vectores R: cultivo/ganado, productos, manejo de productos. Se adjudica un valor a cada vector (1, 2 o 3) en función de su nivel de vulnerabilidad y riesgo. El vector resultante corresponde al *grado* de vulnerabilidad o riesgo, según la Tabla 1.

Tabla 1.

Vector	Grado
1,1,1	1
1,1,2 - 1,2,1 - 2,1,1	2
1,2,2 - 2,1,2 - 2,2,1	3
2,2,2	3
1,1,3 - 1,3,1 - 3,1,1	4
1,3,3 - 3,1,3 - 3,3,1	5
1,2,3 y combinaciones	4
2,2,3 - 2,3,2 - 3,2,2	4
2,3,3 - 3,2,3 - 3,3,2	5
3,3,3	5

Los valores resultantes de los vectores de vulnerabilidad (V) y riesgo (R) son integrados mediante una matriz de correlación bidimensional, para obtener el valor de la peligrosidad integral.

***La peligrosidad integral de una zona a presentar contaminación, por efecto de las actividades agrarias convencionales***

Integrando los valores finales de riesgo de contaminación con los de vulnerabilidad del medio mediante una matriz de correlación, se obtiene la peligrosidad integral.

Matriz de peligrosidad integral

	A	B	C	D	E
a	1	1	1	1	1
b	1	2	3	4	4
c	2	3	4	5	5
d	2	4	5	6	7
e	4	4	6	7	7

<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Peligrosidad</b>
A - Muy baja	a - Muy bajo	1- No existe
B - Baja	b - Bajo	2- Muy Baja
C - Media	c - Medio	3- Baja
D - Elevada	d - Elevado	4- Media
E - Muy Elevada	e - Muy elevado	5- Alta
		6- Muy alta
		7- Extrema

**Potencialidad de zonas agrícolas convencionales para la agricultura ecológica**

Matriz de potencialidad para la agricultura ecológica

	A	B	C	D	E
a	6	6	6	6	6
b	6	6	5	4	4
c	6	5	4	3	2
d	5	4	3	2	1
e	4	4	2	1	1

Definición de las clases:

- 1- No será posible la transformación en muchos años por exceso de contaminación.
- 2- Se podría transformar después de un período largo de tiempo (6 a 10 años), mejorando la ecocompatibilidad de las prácticas agrarias actuales.
- 3- Se puede transformar después de un período medio (3 a 5 años) o en un período corto (1 a 2 años) con bastantes dificultades.
- 4- Se puede realizar la transformación directamente (1 a 2 años) teniendo pérdidas considerables en este período.
- 5- Se puede transformar con cierta normalidad, sin pérdidas notables en este período.
- 6- La transformación se puede realizar instantáneamente.

**Potencialidad total para agricultura ecológica: modificación al índice de Riquier, Bramao y Cornet**

Para analizar las posibilidades de transformación de una zona agrícola convencional hay que conocer además su potencialidad intrínseca para los diferentes tipos de agricultura. Se puede utilizar diversos métodos de evaluación de tierras. En nuestro caso hemos utilizado uno de los métodos más completos y adecuados para los cultivos en las condiciones de la Península Ibérica: el índice de Riquier, Bramao y Cornet, que viene dado por la ecuación siguiente:

$$P = H \times D \times P \times T \times N \times S \times O \times A \times M \times p \times C$$

donde los factores que se multiplican corresponden a los valores que limitan o reducen la productividad de los suelos, según los siguientes conceptos:

H	Contenido de humedad del suelo
D	Condiciones de drenaje
P	Profundidad efectiva del perfil



T	Pedregosidad
N	Porcentaje de saturación por bases
S	Contenido de sales solubles totales
O	Contenido de materia orgánica en el horizonte superficial
A	Capacidad de intercambio catiónico y naturaleza de la arcilla
M	Reservas de minerales alterables en el horizonte B
p	Pendiente del terreno
C	Caliza total y activa

Los factores anteriores tienen diferentes valores según el tipo de cultivo que se proyecte implantar. Una vez realizados los cálculos, se clasifica las tierras en cinco tipos diferentes para cada tipo de cultivo, según se expresa en la Tabla 2.

Tabla 2. Clases y grado de potencialidad y productividad

Productividad	Potencialidad	Clases	Grado
1	I	Excelente	65-70
2	II	Buena	35-64
3	III	Media	20-34
4	IV	Pobre	8-19
5	V	Extremada- mente pobre	0-7

Hemos modificado este índice añadiendo un nuevo parámetro relativo a la limitación de productividad por efecto de la contaminación agraria difusa en cultivos anteriores: G, que tiene los siguientes valores:

Potencialidad AE	G
1	10
2	30
3	60
4	80
5	90
6	100

Aplicando este valor al índice de Riquier, Bramao y Cornet se tiene el índice modificado siguiente:

$$P = H \times D \times P \times T \times N \times S \times O \times A \times M \times p \times C \times G$$

siendo los niveles de potencialidad y productividad los de la Tabla anterior.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agrotest S.A. (1988) *Estudio de la contaminación difusa por productos fitosanitarios y fertilizantes en España*. Dirección General de Medioambiente; MOPU.
- Agrotest S.A. (1989). *Parámetros para determinar el origen de la contaminación de aguas potables por nitratos en zonas ganaderas y zonas de agricultura de regadío*. Dirección General de Medioambiente, MOPU.
- Agrotest S.A. (1992) *Efectos ambientales de las aplicaciones de productos fitosanitarios contra Thaumtopoea pityocampa Schiff en la Comunidad de Madrid*. Agencia de Medio Ambiente, Comunidad de Madrid.
- Díaz, M.C., M.S. Garrido, R. Hidalgo (1988) *Agricultura y medio ambiente*. Unidades Temáticas Medioambientales, MOPU.
- Díaz, M.C., M.S. Garrido, R. Hidalgo (1989) *Contaminación agraria difusa*. Unidades Temáticas Medioambientales, MOPU.
- Garrido, S. et al. (1992) *Buenas prácticas agrícolas y medio ambiente. El control de malas hierbas*. Hojas Divulgadoras, núm. 6/92 Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Garrido, S. (1992) Contaminación por nitratos debida a algunos tipos de agricultura española. En *XXIV Jornadas de Estudio (AIDA)*. *Agricultura y Medioambiente: Conflicto y convivencia*. Zaragoza.
- Riquier, Bramao, Cornet (1970) *Clasificación por capacidades agrológicas*. F.A.O.

# **Experimentación en fruticultura tropical de utilidad para la agricultura ecológica**

**J.M. Hermoso, J.M. Farré**

*Estación experimental La Mayora. 29750 Algarrobo-Costa (Málaga).*

## **RESUMEN**

Desde 1975, en la Estación Experimental La Mayora se han investigado técnicas de manejo del suelo en aguacate, y comparado las técnicas más comunes de cultivo y uso de herbicidas con otras menos utilizadas hasta el momento por el fruticultor, como acolchados con materiales orgánicos y plástico. No se han utilizado insecticidas para el control de las plagas de aguacate, chirimoyo, mango y lima Bearss, y ello ha permitido observar los ataques después de la aplicación de métodos de control autorizados en agricultura ecológica. Se ha estudiado la población, el ataque y los métodos de control de la mosca del mediterráneo.

## **INTRODUCCIÓN**

La fruticultura tropical, de aguacate, chirimoyo, mango, lima Bearss y otras especies menores, excluido el plátano, ocupa en España unas 14.000 ha, la mayoría de las cuales se encuentran en la costa de Málaga y Granada. Comparada con otras regiones suministradoras al mercado europeo, observamos que:

- Los costes españoles son aproximadamente el triple de los comunes en países latinoamericanos o africanos.
- En estos países los ataques de insectos, bacterias y hongos son generalmente importantes. En cambio su incidencia es menor en España, debido probablemente a la relativamente reciente introducción de los cultivos y al razonable control del material vegetal introducido. Además los veranos secos y los inviernos fríos dificultan los ataques de la mayoría de hongos y bacterias.
- La larga duración del transporte desde los países de ultramar facilita el desarrollo de enfermedades postcosecha.
- Estos dos últimos puntos implican que la práctica totalidad de los frutos vendidos en Europa, provenientes de ultramar, hayan sido tratados pre o postcosecha con insecticidas y fungicidas.

- El mantenimiento del suelo libre de hierbas mediante herbicidas es barato y cómodo, pero sus posibles efectos negativos sobre la contaminación de las aguas son frecuentemente ignorados en España y en otros países.

La fruticultura española sólo podrá mantener su rentabilidad si puede ofrecer productos de calidad superior a la presente en los provenientes de ultramar. Uno de los factores de calidad más importantes en los próximos años será sin duda la ausencia de residuos en el producto así como no haber contaminado durante su producción.

Desde 1975, en la Estación Experimental La Mayora, se han experimentado técnicas de cuidado del suelo en el aguacate, comparando las técnicas más comunes, uso de herbicidas y cultivo, con otras menos utilizadas hasta el momento por el fruticultor, como acolchados orgánicos y plásticos y yerba segada. Aunque en La Mayora se experimenta con materia orgánica, en los ensayos aquí descritos el abonado siempre ha sido químico y distribuido con el riego, conforme a los análisis foliares anuales.

En la Estación no hemos utilizado insecticidas contra las plagas de aguacate, chirimoyo, mango ni lima Bearss. Ello ha permitido observar los ataques después de la aplicación de métodos de control utilizables en la agricultura ecológica. Sobre la mosca del mediterráneo se han realizado estudios formales de población, ataque y métodos de control.

## **Ensayo 1. Manejo del suelo en el aguacate**

### **Materiales y métodos**

El ensayo comenzó en 1975 y dura hasta el momento. La variedad es Hass sobre patrón Topa-Topa. Los diferentes tratamientos contra las hierbas fueron: a) con herbicidas Caragard (terbutilazina + terbumetona) y Roundup (glifosato); b) cultivo superficial; c) acolchado con bagazo hasta aproximadamente 1981 y después cubierta natural de yerba segada; y d) cubierta natural segada (césped). El diseño fue de bloques al azar con cuatro repeticiones y cuatro árboles por repetición. El riego, manejado con tensiómetros desde 1977, es por goteo hasta octubre de 1986 y por microaspersión desde entonces.

### **Resultados**

Los cuatro primeros años las cosechas siguieron el orden: acolchado orgánico > herbicida = cultivo = césped. No había diferencias en productividad en cuanto a kg de cosecha por sección del tronco.

En los últimos cuatro años analizados, 1990 a 1993, las cosechas han sido: herbicida (74,5 kg/árbol) > cultivo (64,5) = césped (64,6) > acolchado orgánico inicial con césped posterior (54,0). Sólo las diferencias extremas son estadísticamente sig-

nificativas. En productividad el orden ha sido: césped (104,7 g/cm<sup>2</sup> del tronco) = herbicida (99,5) = cultivo (98,7) > acolchado orgánico inicial con césped posterior (76,0).

Los árboles que estaban en suelo desnudo con herbicida se han hecho más grandes. Los que estaban en cultivo y con césped segado han alcanzado menor tamaño, por lo que la medición del rendimiento como cosecha y productividad no son totalmente coincidentes.

Durante alguno de los primeros años de la plantación, los árboles con césped segado e incluso los de cultivo tenían menos nitrógeno en las hojas que los restantes tratamientos. En los cuatro últimos años (1990-1993) estas diferencias no han existido.

Los árboles sometidos al tratamiento con césped segado han sido más atacados por el hongo edáfico *Rosellinia necatrix* que los restantes, y han muerto 2 árboles de los 16 existentes. No ha habido ninguna baja en los restantes tratamientos. Los rendimientos y productividades aquí presentados se refieren a los árboles vivos.

## Discusión

El suelo desprovisto de hierbas mediante acolchado con materiales orgánicos parece proporcionar unas mejores condiciones durante los primeros años de crecimiento del árbol. Su costo es hoy prohibitivo más allá de esta fase inicial. Curiosamente, el peor comportamiento en los árboles adultos lo han presentado los sometidos a acolchado inicial y posteriormente a césped segado, quizás debido a una mayor competencia con el sistema radicular, que se ha formado muy superficial bajo el acolchado. Dado el mayor ataque de *Rosellinia* y el menor crecimiento en el árbol joven, no puede recomendarse en esta fase el césped segado. Un sistema mixto con acolchado en la franja regada bajo los árboles y césped segado en la calle permitiría un buen crecimiento y sería utilizable en la agricultura ecológica. Lamentablemente el coste del acolchado orgánico permanente es muy elevado.

En Farré (1979) hay más detalles sobre este ensayo en sus cuatro primeros años.

## Ensayo 2. Comparación de suelo desnudo con acolchado de material orgánico y plástico en el aguacate

### Materiales y métodos

El ensayo duró desde noviembre de 1979 a diciembre de 1982, con la variedad Hass sobre patrón Topa-Topa y los herbicidas anteriores+ Gramoxone (paraquat). Los tratamientos fueron: a) herbicida de preemergencia + postemergencia; b) herbicidas de postemergencia; c) acolchado orgánico + herbicidas de postemergencia; d) acolchado orgánico + herbicidas de pre y postemergencia; e) acolchado con poliestireno expandido y sin herbicida; f) acolchado con polietileno transparente y herbi-

cidas de pre y postemergencia. La zona acolchada tenía dos metros de anchura a lo largo de la fila. El diseño fue en bloques al azar con nueve repeticiones y cuatro árboles por parcela elemental. El número total de árboles por tratamiento era por tanto de 36. Se regó por goteo según la indicación de los tensiómetros.

### **Resultados**

Los aumentos porcentuales de la sección de tronco durante los 37 meses del experimento según el tratamiento fueron: a) 1.668, b) 1.750, c) 1.743, d) 1.777, e) 1.950, f) 2.232.

Al final del experimento los tratamientos con acolchado orgánico o plástico tenían una sección de tronco superior a los tratamientos sin acolchado.

### **Discusión**

De este experimento, y teniendo también en cuenta el experimento anterior, puede concluirse que:

- Los aguacates jóvenes crecen mejor con un acolchado orgánico o plástico, durante los primeros años.

- El efecto del acolchado es independiente del uso o no de herbicidas de pre o postemergencia.

- El acolchado plástico, película transparente de polietileno o aislante de poliestireno expandido, parece comportarse incluso mejor que el orgánico. No parece pues que, en estos experimentos a corto plazo, el acolchado orgánico ejerza su acción positiva a través de una mejor nutrición mineral u orgánica, ni de la mejora en las condiciones de aireación del suelo.

- No parece que los tratamientos ejerzan su influencia principalmente a través de su efecto en la temperatura del suelo, puesto que el polietileno transparente (tratamiento e) y el poliestireno expandido (tratamiento f) son los que producen temperaturas más dispares, siendo los que mejor comportamiento presentan.

### **Ensayo 3. Manejo del suelo aceptable por la agricultura ecológica en el aguacate**

#### **Materiales y métodos**

Se inició este ensayo en 1994 en una plantación de dos años de edad, y su duración se prevé indefinida. Los árboles son de la variedad Hass sobre patrón Topa-Topa y Zutano. Los tratamientos son: a) testigo acolchado con polietileno (PE) negro hasta 1995 y posteriormente con herbicida; b) acolchado con película de PE negro; c) acolchado con malla tejida de polipropileno (PP); d) malla cubierta con dos centímetros de grava; e) malla cubierta con 4 centímetros de grava. La franja acolchada tiene de 2 a 2,2 metros de anchura a lo largo de la fila, donde se encuen-

tran los goteros. El diseño es en bloques al azar con cuatro repeticiones y cuatro árboles por parcela elemental. Así pues, cada tratamiento tiene 16 árboles.

### **Objeto del ensayo**

Los ensayos 1 y 2 parecen indicar que un método mixto de manejo del suelo, con un acolchado permanente no orgánico en la zona mojada bajo el árbol y césped segado en las calles, podría ser adecuado por varias razones:

- Bajo coste de mantenimiento dado que inhibiría el crecimiento de hierbas en la crítica zona regada. Su efecto reductor sobre la evaporación desde la superficie del suelo (comunicación personal de L. Olalla) podría ser económicamente importante donde el agua sea cara.
- Buen crecimiento y producción del árbol. Ello puede ser debido al mantenimiento de la humedad en los centímetros superficiales del suelo, críticos para árboles de enraizamiento superficial como el aguacate y el chirimoyo.
- Compatibilidad con la agricultura ecológica incluyendo, como más adelante se detalla, un efecto beneficioso sobre la población de hormigas granívoras. Además del efecto de los tratamientos sobre el árbol y el suelo, deberá comprobarse la duración de los materiales. La malla tejida protegida por grava debería permanecer en buen estado durante la vida de la plantación, de unos 35 años. Entonces probablemente deberá retirarse grava y malla para permitir un cultivo herbáceo durante varios años que evite infecciones de insectos, nemátodos y hongos patógenos para el árbol. No creemos difícil diseñar un dispositivo mecánico que, tras el corte y trituración de los árboles, permita la recuperación de la malla y gran parte de la grava para una plantación posterior.

### **Plagas**

**La mosca del mediterráneo** *Ceratitis capitata* produce los mayores daños, que en casos extremos pueden llegar al 40-50 % de los frutos. Las especies más sensibles son el chirimoyo y el mango. En La Mayora se estudia la susceptibilidad a ser atacadas que tienen las 259 introducciones del banco de germoplasma de chirimoya y la colección de cultivares de mango. En chirimoya se han utilizado mosqueros de vidrio con solución de fosfato biamónico, trampas sexuales con trimedlure y cromotrópicas amarillas.(Anon, 1993).

La combinación de estas técnicas con la higiene en el campo, es decir eliminando los frutos del suelo, debe permitir reducir el ataque medio al 4-7 % de la cosecha. Lamentablemente es impráctico determinar en el momento de la cosecha si un fruto está o no atacado, por lo que no es posible evitar que los frutos atacados alcancen el mercado. Esto causa un efecto negativo en el consumidor, por ser tan espectacular el efecto del ataque.

En la pasada campaña 1993/94 se ha estudiado la aplicación de agua caliente y vapor de agua a frutos de chirimoyos picados por la mosca (Presa, 1994). El porcentaje de frutos con volumen de pulpa atacada superior a 1 cm<sup>3</sup> aproximadamente, se reducía tras algunos tratamientos en un 75-85 por ciento. Ello implica que sería teóricamente posible reducir los ataques antes mencionados desde el 4-7 % al 0,5-2 %. Este ataque reducido podría ser aceptable por las cadenas de comercialización de frutos de cultivo ecológico.

Los tratamientos con agua caliente producen en algunos frutos ligeros pardeamientos de la epidermis. Seguramente se ensaye la aplicación de cera con el fin de restituir el color que se pierde por el tratamiento.

Algunos cultivares de chirimoyo tienen sistemáticamente un ataque bajo, inferior en algunos casos al 5 %, mientras que otros llegan a alcanzar el 50 %. Felizmente los cultivares Fino de Jete y Campas, más extendidos en España, tienen ataques bajos.

El porcentaje de frutos atacados es inferior en los mangos. Existe además abundante bibliografía sobre el tratamiento por inmersión en agua caliente de mangos en el estado maduro-verdoso (Sharp et al, 1989). En España el mango sólo recibe tratamientos contra el oidio. Hemos comprobado que, al igual que en Israel (Palti et al, 1974) el azufre en polvo o mojable ofrece un buen control, cuyo empleo está autorizado en la agricultura ecológica. Sin embargo la situación está lejos de ser satisfactoria, puesto que se conoce el efecto negativo del azufre sobre la fauna útil (comunicación personal de Cayetano Garijo).

**La cochinilla piriforme** *Protopulvinaria pyriformis*, endémica en el sur de España, es muy polífaga. Puede atacar virulentamente al aguacate, cítricos, laurel, yedra y otras especies leñosas. La susceptibilidad del aguacate depende de la variedad (Meijer et al, 1989), la ventilación de la plantación, la presencia de la hormiga argentina *Iridomyrmex humilis* (Greathead, 1976), y la cantidad de polvo en las hojas (Bedford y Villiers, 1991).

En la costa de Málaga y Granada la plaga no es grave en el aguacate si se tienen en cuenta estas condiciones. Parece que el principal parásito es la avispa *Metaphycus stanleyi* (Swirski et al, 1988).

**La cochinilla algodonosa o cotonet** *Pseudococcus citri* ataca los frutos de chirimoyo cuando la alta población de hormiga argentina dificulta el trabajo del depredador *Cryptolaemus montrouzieri* (Greathead, 1979).

**Los trips** *Heliethrips haemorrhoidalis* atacan al aguacate en lugares especialmente polvorientos y mal ventilados. Los cultivares de la raza antillana, poco cultivados en la Península, parecen ser mas susceptibles que los de las razas mejicana o guatemalteca.



La lima de las variedades Bearss o Tahití, cítrico tropical, es huésped en nuestra estación de **las moscas blancas** *Aleurothrixus floccosus*, *Parabemisia myricae* y *Paraleurodes minei*, además de las cochinillas *Protopulvinaria* y serpeta (*Lepidosaphes*).

**La hormiga argentina** *Iridomyrmex humilis* ha proliferado especialmente en las plantaciones sin cultivar, con sistemas fijos de riego. Se encuentra asociada al ataque de todos los insectos chupadores antes mencionados así como a los pulgones. Tradicionalmente se ha recomendado la utilización de bandas en los troncos para evitar su ascenso. En La Mayora se ha utilizado para este fin estopa y esponjas sintéticas cubiertas con polietileno negro. Ello permite aplicar pegamentos o insecticidas. Su coste es elevado y necesita un mantenimiento cuidadoso. Hemos observado que cuando se deja áreas en la plantación con la cubierta natural sin segar, hasta después de semillar en junio, aparecen especies de hormigas granívoras que disminuyen espectacularmente la población de hormiga argentina, lo cual facilita el control biológico de las plagas.

La mayoría de insectos chupadores antes mencionados son muy sensibles al lavado con agua a 40 kg/cm<sup>2</sup> de presión. Hemos obtenido excelentes resultados con un lavado anual, consumiendo 15 a 20 metros cúbicos de agua por hectárea.

Lamentablemente la **negrilla** de *Capnodium* es poco sensible al cobre. Será necesario estudiar el efecto sobre este hongo de los fungicidas autorizados en agricultura ecológica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anon. (1993) *Estudios sobre la problemática de la mosca de las frutas* *Ceratitis capitata*, *Wied en subtropicales*. Monografía. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca; Málaga.
- Bedford, E.C.G., E.A. de Villiers (1991) The effect of road dust on avocados and guavas. *Subtropica*, 12: 15-17
- Farré, J.M. (1979) *Water use and productivity of fruit trees: effects of soil management and irrigation*. Ph.D. thesis. University of London.
- Greathead, D.J. (1979) *A review of biological control in Western and Southern Europe*. Commonwealth Agricultural Bureau. Slough, Inglaterra.
- Mejve de A.H., M. Wysoki, E. Swirski, D. Blumberg, Izhar (1989) Susceptibility of avocado cultivars to the pyriform scale *Protopulvinaria pyriformis* (Cockerell) (Homoptera: Coccidae). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 25: 75-82.
- Palti, J., Y. Pinkas, M. Chorin, (1974) Powdery mildew of mango. *Plant Disease Reporter*, 58: 45-49.

- Presa Jaen, M.A. (1994) *Efecto del agua caliente sobre Ceratitis capitata, Wied en chirimoyo*. Trabajo de fin de carrera. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Sevilla.
- Sharp, J.L., M.T. Ouye, S.J. Ingle, M.G. Hart, W.R. Enkerlin, H. Celedonio, J. Toledo, L. Stevens, E. Quintero, J. Reyes, A. Schwarz (1989) Hot water quarantine treatments for mangoes from the state of Chiapas (Mexico), infested with Mediterranean fruit fly and *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) (Diptera: tephritidae). *J. Econ. Entomol.*, 82: 1.663-1.666.
- Swirski, E., M. Wysoki, Y. Izhar (1988) Integrated pest management in the avocado orchards of Israel. *Applied Agricultural Research*, 3: 1-7.

# **Colección de tomates en cultivo ecológico en invernadero**

**Carmen Gimeno, Jesús Calvillo**

*Asociación Biolur. Bergarako Nekazal Etxea, c/ Arteaga 23, 20570 Bergara (Gipuzkoa)*

## **RESUMEN**

En un túnel de plástico de Antzuola (Gipuzkoa) cultivamos del modo habitual en la zona cinco variedades autóctonas de tomate: Japonés, Loidi, Aziarregi, Igeldo y Koldo, y cinco híbridos: Santiago, Robin, Rambo, Himar y Comet: semillero en mesa de resistencias eléctricas, abonado con estiércol de oveja de un año, trasplante (el 23 de marzo de 1994) en cuatro hileras dobles con acolchado plástico y entutorado a una sola guía. Utilizamos abejorros para la polinización y no fue necesario ningún tratamiento contra plagas. Realizamos controles de mosca blanca, pulgones, míridos y otra fauna auxiliar, enfermedades, anomalías del desarrollo, fenología, polinización por los abejorros, producción y calibrado por variedades, y calidad organoléptica y visual de los frutos. Las variedades mejores fueron Aziarregi, Comet, Himar, Rambo y Robin fundamentalmente por su productividad y buenas características del fruto de cara a la venta. Frente a las híbridas, las variedades autóctonas están en desventaja en el invernadero.

## **INTRODUCCION**

Utilizamos variedades que se cultivan en nuestra provincia, por suponerlas mejor adaptadas a las condiciones ambientales y conocerse las técnicas de cultivo que permiten evitar los problemas de plagas. Recurrimos a híbridos recomendados por las casas comerciales para observar su polinización sin hormonas, ya que ésta va a ser obligatoria en poco tiempo y no hay experiencia al respecto sobre estas variedades.

Los objetivos del experimento fueron:

- Conocer y proteger las variedades de tomate locales o del país, recogiendo y observando los resultados de su cultivo en invernadero, comparándolos con algunas de las variedades comerciales más recomendadas.
- Conocer más las técnicas ecológicas en invernadero y empezar a establecer las

bases para la obtención de semillas procedentes de cultivo ecológico según la Norma de la CEE, para 1996.

- Estudiar los insectos auxiliares habituales (depredadores y parásitos de plagas) del cultivo de tomate en invernadero.
- Observar los resultados del uso de abejorros para la fecundación del tomate sin hormonas, especialmente en las variedades híbridas.

No es un ensayo en toda regla, habida cuenta la dificultad que hemos tenido para obtener algunas de las semillas en cantidad suficiente para el experimento. Realizamos éste con el objeto de seleccionar variedades para futuros ensayos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Hemos planteado esta preselección de variedades (Tabla 1) dentro de las actividades de la asociación de agricultura ecológica Biolur-Gipuzkoa. Las han cultivado en el Caserío Lapatza, en Antzuola, los veteranos Maje y Tomás, en un invernadero tipo túnel con cubierta Lumiterm 4 (EVA modificado), de 340m<sup>2</sup>, instalado recientemente.

Las sembramos en una mesa de resistencias el 20 de febrero de 1994 y la mayor parte las trasplantamos al invernadero el 23 de marzo. Trasplantamos la variedad Robin el 4 de abril, Igeldo el 8 de abril y Koldo el 18 de abril. La densidad de plantación inicial era de tres plantas/m<sup>2</sup>.

Tabla 1. Variedades de tomate utilizadas.

Variedad	Tipo	Procedencia	Nº	Observaciones
Japonés	-	Bergara	32	Local
Loidi	-	Loidi (Getaria)	63	Local
Aziarregi	-	Aziarregi (Getaria)	10	Local
Igeldo	-	Aristondo (Igeldo)	84	Local
Koldo	-	Koldo Zubizarreta (Aretxabaleta)	63	Local
Robin	Híbrido indeterminado.	Ramiro	124	Recomendado por esta casa comercial. Tardío
Rambo	Híbrido indeterminado.	Sluis Groot	131	Recomendado por la casa comercial por su calidad organoléptica
Comet	Híbrido partenocárpico	Sluis Groot	131	Temprano
Santiago	Híbrido indeterminado	Sluis Groot	122	Temprano
Himar	Híbrido determinado	Clauss	126	Temprano

Además cultivamos en el mismo túnel y en dos grupos separados 105 plantas de pimiento, sobre todo porque habitualmente se asocia al tomate y suele hospedar mucha fauna auxiliar que puede beneficiar al tomate. Así observamos la evolución conjunta de los dos cultivos y las interrelaciones entre los auxiliares.

Abonamos con 6 kg/m<sup>2</sup> de estiércol de oveja de un año de maduración. No realizamos ningún otro abonado ni hemos tratado contra las plagas en todo el periodo de cultivo. Este es su análisis: Materia seca: 292 g/kg; materia orgánica: 621 g/kg MS; nitrógeno total 24,2 g/kg MS; relación C/N 14,9; fósforo total 7,1 g/kg MS; potasio total 14,6 g/kg MS; calcio total 50,2 g/kg MS; magnesio total 2,6 g/kg MS.

El análisis de tierra hecho el 25 de febrero muestra un pH de 6,8, conductividad (2.240µS/cm), nitrógeno nítrico (39 mg/l) y fósforo extraíble (103 mg/l) normales. El potasio (886 mg/l) y el magnesio (347 mg/l) son elevados, aunque la relación entre ambos puede considerarse equilibrada.

El 22 de abril instalamos una colmena de abejorros de la marca Biobest. El 31 de mayo instalamos una malla de sombreo sobre el plástico. Como es habitual instalamos un acolchado de polietileno negro en líneas. Entutoramos y conducimos las plantas a un solo tallo. El riego era por goteo.

Observamos la mosca blanca, pulgones, míridos y otra fauna auxiliar, enfermedades, anomalías del desarrollo, fenología, polinización por los abejorros, producción por variedades en peso y según calibre, y la calidad organoléptica y visual de los frutos, en seis visitas o inspecciones entre abril y julio. Pesamos y calibramos los frutos en julio y agosto, y probamos las cualidades organolépticas al final de agosto.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones meteorológicas de 1994 fueron bastante anómalas. Tras las altas temperaturas de marzo, a principios de abril nevó en las cumbres cercanas y a finales de este mismo mes sopló viento sur de nuevo con altas temperaturas. Hubo fuertes variaciones de temperatura en mayo -diurnas de 35 a 40 °C y nocturnas de 12 °C- que afectaron al cuajado de los primeros frutos tanto directa como indirectamente, al alterar el comportamiento de los abejorros.

Los resultados carecen de validez estadística por no tratarse de un ensayo en toda regla, de modo que hemos llegado a las siguientes conclusiones a través de la observación continuada de los factores que nos interesaba estudiar y conocer. En el momento de escribir este informe el cultivo está aún en el invernadero y seguimos recogiendo frutos de algunas variedades, pero esto no altera sustancialmente los datos que aquí exponemos. A lo sumo habrá que suponer una producción comercial algo mayor para Robin y una extensión de la cladosporiosis a casi todo el invernadero.

**Crecimiento y fenología.** Las anómalas condiciones meteorológicas citadas, junto a las diversas procedencias y características del material vegetal utilizado, han dado lugar a grandes diferencias en el desarrollo de las variedades. Mientras Comet y Rambo, seguidos por Japonés, mostraban un desarrollo inicial rápido en formación vegetal y altura, Koldo e Igeldo han sido durante todo el cultivo plantas pequeñas incluso con menor cantidad de racimos. También son plantas de menor desarrollo Robin y Aziarregi, mientras Loidi muestra gran variabilidad en el tamaño de sus plantas. El cuajado ha sido también afectado por las fuertes variaciones de temperatura en casi todas las variedades, pero sobre todo en las autóctonas (principalmente Japonés y Loidi), fallando el cuajado de prácticamente todo el tercer racimo en Comet e Himar. Esta última variedad ha sufrido problemas de asfixia por encharcamiento en la zona del invernadero en la que se encontraba.

**Plagas.** La plaga principal ha sido el pulgón, que ha aparecido en mayo en la variedad Comet y se ha extendido luego a Rambo, Koldo y Loidi, adyacentes a la primera. Al final aparecía en todo el invernadero provocando la aparición de negrilla sobre todo en Comet y en menor proporción en Robin, Loidi e Igeldo, por ese orden. No hemos determinado aún con exactitud su especie pero probablemente se trate de *Macrosiphum euphorbiae* Thomas. También ha afectado levemente al pimiento, donde ha sido frenado principalmente por himenópteros parásitos y larvas de sírfidos. La mosca blanca casi no ha aparecido. Sólo la hemos observado a partir de mediados de mayo en la variedad Loidi y luego en Koldo y Comet. Han aparecido algunas orugas de noctuidos principalmente en la variedad Robin, pero no han causado daños importantes. No ha habido problemas importantes debidos a las enfermedades. Sólo apareció en julio algo de botritis en la variedad Rambo y de cladospora en agosto en Santiago. En esta variedad también surgió una clorosis foliar muy marcada al final del cultivo por causas desconocidas.

**Auxiliares.** Observamos la presencia de diversos parásitos de pulgones que se han desarrollado en el cultivo (*Praon* e himenópteros no identificados) así como depredadores varios: larvas de dípteros (sobre todo sírfidos, muy probablemente procedentes del pimiento, ya que no son habituales en el tomate), mariquitas (adultos y larvas) y crisopas (larvas y adultos). Observamos que la población de míridos no aparecieron hasta julio aunque en gran número sobre Comet, Loidi, Robin e Himar.

**Polinización por abejorros.** No ha sido efectiva. El cuajado de los primeros racimos ha sido irregular, y los abejorros estaban más fuera que dentro del invernadero. Había marcas de su actividad en las flores de Himar, Santiago y Robin pero esto no se ha traducido en un correcto cuajado de sus frutos ni en un aumento de su precocidad. En las dos primeras variedades el tamaño de los primeros frutos ha sido

bueno, pero el cuajado fue irregular y no podemos relacionar el resultado observado con la actividad de los abejorros.

**Producciones y calibre de los frutos** (Tabla 2 y Figura 1). La densidad final (real) de plantación ha sido de 2,6 plantas/m<sup>2</sup>. En las variedades con fecha de plantación 23 de marzo destacan en producción temprana Comet (inicio de recolección el 15 de abril), Santiago y Loidi. Entre las de fecha de plantación posterior Robin y Koldo han tenido un periodo plantación-primera recolección similar al resto de las variedades. Tardan en producir sobre todo Igeldo (106 días), Himar y Rambo.

Tabla 2. Producción comercial en kg/m<sup>2</sup>, sin contar destrío: frutos deformes, dañados o de calibre menor de 47 mm.

Variedad	Días entre la plantación y la 1ª recogida comercial	Temprana hasta 15 jul.	Acumulada hasta 31 jul.	Acumulada hasta 20 ago.
Santiago	97	2,60	5,40	7,50
Comet	84	3,74	5,40	6,90
Robin	91	1,01	2,50	6,80
Loidi	97	3,92	4,50	5,20
Aziarregi	101	1,82	3,12	4,90
Rambo	103	0,53	2,40	4,90
Himar	103	2,29	2,85	4,70
Japonés	97	2,03	2,80	3,80
Igeldo	106	-	0,70	2,30
Koldo	96	-	0,80	1,80

Santiago, Comet y Robin han obtenido los mejores resultados de producción acumulada hasta el 20 de agosto. Si sumamos este dato al de la precocidad, destacan por su buen resultado las dos primeras. Por el contrario, producen muy poco Koldo, Igeldo y Japonés, y además Igeldo tarda en hacerlo. Hay que tener en cuenta que Himar ha visto mermada su producción total debido a errores de poda que han dado lugar a bastante plantas ciegas.

En cuanto a los calibres para la producción desde el 7 de julio al 20 de agosto, los mayores calibres corresponden a Loidi, Koldo y Santiago (Tabla 3) y los menores a Japonés, Rambo y Comet. Sin embargo Loidi ha presentado calibres extremadamente grandes, considerables como excesivos para la venta, y Aziarregi, Rambo y Comet presentan tamaños adecuados.

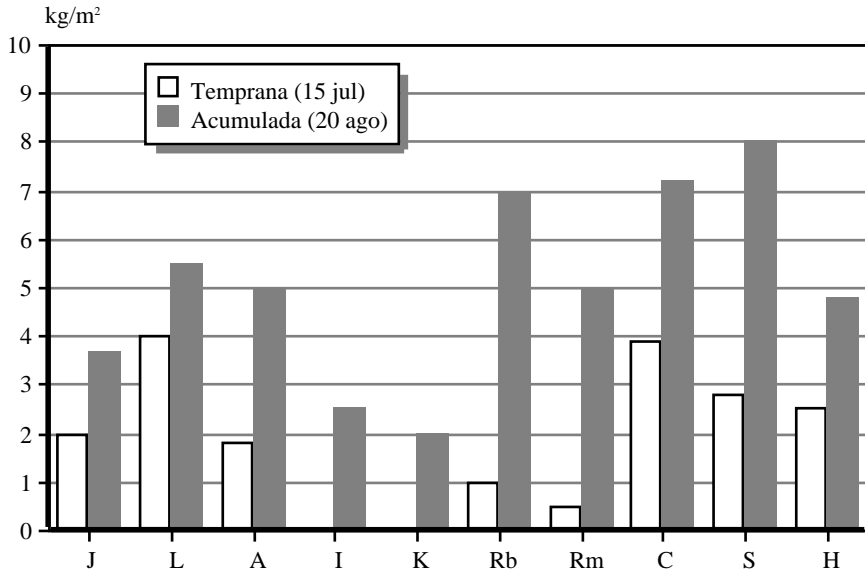


Figura 1. Producciones tempranas y acumuladas

Tabla III. Porcentaje de frutos según calibres en mm. Producción del 17 de julio al 20 de agosto

Varietad	>77	77-57	57-47	<47 (destrío)
Loidi	84,6	7,8	2,0	5,6
Koldo	72,5	23,0	2,3	2,0
Santiago	72,4	19,7	3,0	4,8
Robin	57,1	22,8	11,5	8,5
Japonés	50,0	19,0	-	31,0
Himar	40,9	46,1	7,3	5,8
Igeldo	32,7	53,5	12,7	1,1
Comet	27,0	46,5	17,0	9,5
Rambo	25,0	53,4	13,0	8,6
Aziarregi	17,8	82,2	-	-



**Sabor, aspecto y dureza de los frutos.** Siete personas ofrecidas voluntariamente cataron y puntuaron las cualidades organolépticas de cada variedad. Una serie de factores pueden haber influido negativamente en la fiabilidad de sus resultados aparte de la subjetividad intrínseca de la prueba. Quizás el principal fue que el estado de maduración de los frutos tomados para la prueba no fue homogéneo: algunos estaban aún verdes y otros estaban muy maduros. Sin embargo decidimos presentar su resultados porque pueden ser algo orientativos.

Las variedades más puntuadas fueron Rambo, Santiago y Comet. A continuación se valoraron Aziarregi y Robin, y el resto obtuvo puntuaciones más bajas. Fue muy valorado por su sabor el testigo Aziarregi procedente de cultivo al aire libre.

En cuanto al aspecto se ha distinguido Santiago por ser demasiado acostillado y feo y en el sentido contrario Robin y Rambo, ambos de forma y color atractivos aunque el segundo algo pequeño. Se ha destacado también Koldo por tener un peculiar color avinado y venderse muy bien, debido al parecer a su buen sabor y larga conservación.

Finalmente medimos la dureza de los frutos mediante un penetrómetro (Tabla 4) con tres medidas por variedad en cada uno de los periodos (excepto dos en Loidi, Koldo y Japonés): en verde, cuando inicia el cambio de color (no lo mostramos por su poca representatividad); en el momento de su venta, cuando se recoge para comercializar (es el factor principal de esta valoración); y maduro, cuando el tomate está rojo en la planta. Por lo tanto existe una considerable pérdida de dureza en Loidi y Koldo mientras que la mantienen Comet, Santiago y Rambo. Este es un dato que nos indica su aptitud para la conservación tras la venta (que obviamente es mejor en las variedades híbridas). Por tanto podemos considerar como las más favorables Santiago, Rambo, Himar e Igeldo (Comet presenta una dureza baja en el momento de la venta).

Tabla 4. Grado de dureza del fruto

Variedad	Venta	Maduro
Igeldo	7,3	2,4
Himar	6,4	2,9
Loidi	6,4	1,4
Koldo	6,2	2,2
Rambo	5,5	3,6
Santiago	5,2	4,1
Robin	4,6	3,3
Aziarregi	4,5	2,8
Comet	4,3	4,2
Japonés	3,5	2,4

## CONCLUSIONES

La conclusión principal ha sido la dudosa ventaja que supone utilizar las variedades locales en cultivo de invernadero. Están bien adaptadas al cultivo al aire libre en nuestras condiciones y son de gran valor en este terreno pero no pueden competir con los híbridos preparados (“diseñados”) para el cultivo bajo plástico. Teniendo esto en cuenta, hemos seleccionado unas cuantas variedades que pueden ser buenas en cultivo de invernadero para lograr los objetivos mencionados al principio y que proyectamos incluir en un ensayo el próximo año. Mostramos a continuación las razones que nos han llevado a ello:

- Comet: Es prematuro y al ser partenocárpico no tiene problemas de fecundación. Sin embargo después de los primeros frutos produce tamaños muy pequeños, de dureza baja y tiene problemas con pulgones y mosca blanca. Se puede utilizar como complemento de un cultivo para obtener tomates tempranos.
- Himar: Tiene una buena producción y el fruto de un tamaño muy comercial, de dureza adecuada. Además parece ser el más atractivo para los abejorros, factor muy importante de cara a los objetivos perseguidos.
- Rambo: Buen crecimiento vegetativo y fruto atractivo, duro y de buen sabor aunque algo pequeño, con producción relativamente baja y tardía. Sin embargo puede ser muy comercial.
- Robin: Produce buen fruto en cantidad, tamaño y aspecto aunque es algo tardío. Puede ser un excelente complemento para el fin de la temporada de invernadero temprano. Ha sido el más afectado por las orugas y convendría utilizar Bacillus.
- Aziarregi: Su principal cualidad es el sabor y no tenemos muchos datos más ya que sólo hemos podido disponer de unas pocas plantas. Es una variedad local que podría ser interesante probar junto con las anteriores.

Del resto podemos mencionar algunas cualidades positivas pero quedan contrarrestadas en general por su escasa productividad. Se sale de esta norma Loidi: Presenta tomates de gran tamaño (casi excesivo) lo que hace que su producción comercial haya sido elevada, pero en baja cantidad, dureza y mala conservación. Santiago también podría ser un buen tomate por su producción, calibre, sabor y dureza pero es demasiado acostillado, con un aspecto que le da mala venta.

En cuanto al cultivo ecológico restan por solucionar los fallos en el cuajado. Al margen de esto no han aparecido problemas que lo hayan puesto a prueba realmente.

# **Efectos de los ácidos húmicos y de tres preparados biodinámicos en el crecimiento de plántulas de trigo**

**G. Deffune, A.M. Scofield**

*Sustainable Agriculture Research Group. Wye College, University of London,  
Wye, Ashford, Kent TN25 5AH. Reino Unido*

## **INTRODUCCIÓN**

La agricultura biodinámica difiere de otros métodos de agricultura ecológica por la utilización de los preparados biodinámicos, que son extractos vegetales, animales y minerales, normalmente fermentados, dinamizados por agitación y aplicados después en forma diluida. En el presente trabajo observamos el crecimiento de plántulas de trigo utilizando ácidos húmicos y los preparados biodinámicos 500, 505 y 507, para verificar sus posibles efectos alelopáticos, en el sentido de Rice (1984).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para los experimentos, ciegos y en tres bloques completos al azar, usamos plántulas de trigo en cultivo axénico y con sales de Murashige-Skoog a razón de 1,15 g/litro: En el experimento 1, con estructura factorial, probamos tres diluciones diferentes:  $10^3$ ,  $10^{11}$  y  $10^{25}$  de los preparados biodinámicos (BD) P500, P505 y P507; tres extractos de ácidos húmicos: uno de laboratorio comercial (HALab), otro de compost (HAcomp), y un tercero obtenido del preparado 500 (HA500), extraídos por el método del álcali fuerte (Stevenson, 1982); y un testigo o control positivo con ácido indol-3il-acético (AIA) en dilución más baja:  $10^8$ . En el experimento 2, aplicamos los mismos tratamientos anteriores, salvo que sólo usamos la dilución más baja y sin agitación rítmica o dinamización.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el experimento 1 sobre la interacción entre tratamientos y diluciones, tanto los preparados BD, como los HA y el AIA aumentaron significativamente el peso

seco total y la extensión del tallo (con un grado de significación  $P = 0,042$ ) (Figura 1). Utilizando los “contrastes de interés” definidos por Pearce (1992) también mostraron aumentos significativos similares:

- las medias de peso seco y la extensión del tallo (0,235 g y 182 mm) de los tres preparados BD en sus diluciones de campo aproximadas (P500 media, P505 alta y P507 baja) frente al testigo (0,197 g y 152 mm);  $P = 0,013$  para ambos parámetros;
- la media del tallo del P505 (169 mm) frente al testigo (152 mm);  $P = 0,028$ ;
- el P507 (0,226 g y 181 mm) frente al testigo (0,197 g y 152 mm);  $P = 0,023$  para el peso,  $P = 0,029$  para el tallo;
- La media de los tres HA en baja dilución (0,23 g y 180 mm) frente al testigo (0,197 g y 152 mm);  $P = 0,031$  para el peso y  $0,023$  para el tallo.

Los tres preparados BD se han mostrado más efectivos en las tres diluciones diferentes respectivamente, indicando diferentes principios activos (Goldstein y Koepf, 1982).

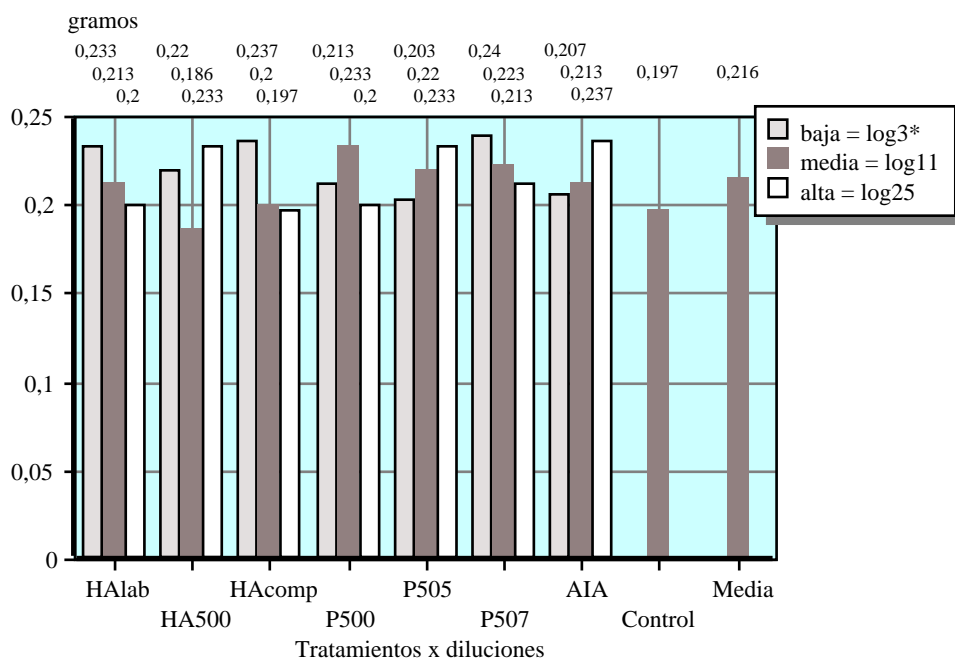


Figura 1. Experimento 1. Peso seco de plántulas de trigo tratadas con ácidos húmicos (HA), preparados biodinámicos (P) y ácido indolacético (AIA) en tres diluciones. S.e.d. 0,0183. \* log 8 para el AIA.

Los mejores efectos de los ácidos húmicos han sido HA500 en dilución  $10^{25}$ , mientras que HALab y HAcomp en la dilución más baja ( $10^3$ ), probablemente debido a la adsorción de nutrientes y la disminución de la tensión superficial en las soluciones (Vakhmistrov et al., 1987).

En el experimento 2, las únicas diferencias significativas han sido en el peso seco, entre HALab (0,1767 g) frente a la media de los otros dos HA (0,1583 g);  $P = 0,024$ . La actividad en diluciones tan altas como  $10^{25}$  es aún inexplicable mediante teorías convencionales, aunque se ha sugerido modificaciones en la estructura molecular del medio diluyente (Unger, 1970).

### **Agradecimientos**

Agradecemos a la Dra. Juana Labrador su revisión del texto en español, y a la Dra. T. Watt su asesoría en estadística.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Goldstein, W., H. Koepf (1982) *Elem der Naturwis*, 36: 41-53.  
Pearce, S.C. (1992) *Exper. Agric.*, 28: 245-253.  
Rice, E.L. (1984) *Allelopathy*. Academic Press; Orlando, EEUU.  
Stevenson, F.J. (1982) *Humus Chemistry*. J. Wiley.  
Unger, G. (1970) *Schweizerische Apothekerzeitung*, 108: 868-872.  
Vakhmistrov, DB et al. (1987) *Doklady Akad. Nauk.*, 293: 1.277-1.280.

# Alelopatía en los sistemas biológicos y biodinámicos: investigación sobre la calidad y productividad del trigo y la patata

G. Deffune, P. Simunek, A.M. Scofield, H.C. Lee, L. López

*Sustainable Agriculture Research Group. Wye College, University of London, Wye, Ashford, Kent TN25 5AH. Reino Unido*

## INTRODUCCIÓN

Muchas sustancias orgánicas y minerales tienen efectos alelopáticos en los sistemas agrícolas (Almeida, 1988). Rice (1984) define como alelopáticas las interacciones bioquímicas de naturaleza inhibidora o estimulante entre plantas y microorganismos. Se puede considerar a los preparados biodinámicos (BD) como el primer conjunto de extractos vegetales y soluciones utilizados sistemáticamente como una forma de alelopatía aplicada (Deffune, 1990). Estamos investigando sus efectos sobre trigo de primavera de la variedad Canon y patatas de las variedades Cara y Pentland Crown.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Realizamos los experimentos en el campo, por el método del doble ciego, con seis bloques completos al azar, utilizando un "split plot" con dos variedades de patatas de diferentes resistencias a *Phytophthora infestans*: Cara, tolerante, y Pentland Crown, susceptible. Las variantes de los tratamientos de suelo y pulverizaciones son: A = testigo o control sin abono y con agua pura; A+ = abono químico (125 kg N/ha) y foliar; B y C = compost (0,6% N, 60 t/ha) y "soluciones patrón" del mismo color y olor, con y sin preparados biodinámicos (Koepf, 1976): P500 junto con los preparados 502 a 507; P501; extractos de cola de caballo (*Equisetum arvense*) y ortiga (*Urtica dioica*) (Peterson y Jensen 1985).

Evaluamos la productividad, la sanidad, aspectos de calidad nutritiva (Smith, 1993) y de almacenaje o conservación, siguiendo dos métodos:

– *sistémico*, en que comparamos los conjuntos de técnicas biológicas (= orgánicas, en el término inglés) y biodinámicas (códigos secretos B o C) con el testigo A y

- con la simulación agroquímica A+, cultivando las mismas parcelas durante tres años (1993, 1994 y 1995) e intercalando en la rotación abonos verdes;
- *específico*, utilizando un diseño estadístico en "split plot" con tratamientos simples, que combina cinco pulverizaciones (extractos a 10% de compost B y C, ortiga, solución nutritiva A+ y agua) y abonado de la tierra (A, A+, B y C) en 1994 y 1995.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los primeros resultados usando los “contrastes de interés” (Pearce, 1992) muestran las siguientes diferencias significativas:

En el **trigo**, la productividad más alta (Figura 1) sigue el orden  $A+ > B, C > A$  ( $P = 0,0014$ ). Esto se justifica por la gran dosis de nitrato amónico en A+.

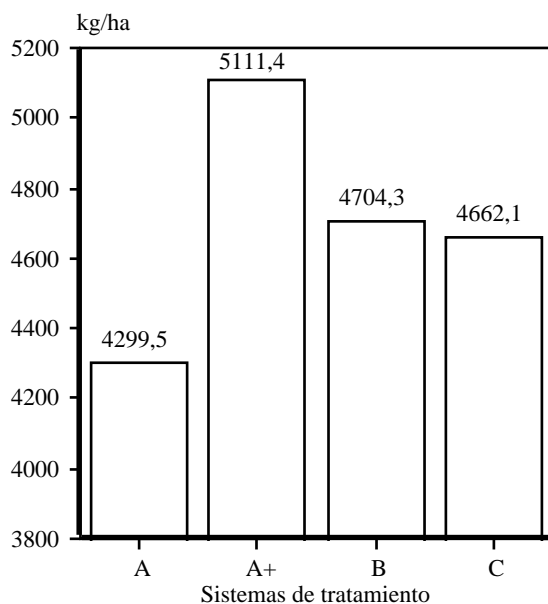


Figura 1. Productividad media de trigo variedad Canon, en 1993. Experimento ciego, en bloques completos al azar, comparando los sistemas biodinámico y biológico (B o C: 60 t/ha de compost con 0,6% de nitrógeno), control A y A+ (125 kg N/ha de nitrato amónico). S.E.D. = 169,8; F. Prob. = 0,0014; Contrastes: A frente a B y C ( $P = 0,011$ ); A+ frente a B y C ( $P = 0,0113$ )

También A+ presenta la más baja calidad para panificación según el Hagberg Falling Number, valor inverso de la actividad de la alfa-amilasa, en este orden: BD > biológico, testigo > agroquímico ( $P = 0,017$ ) (Figura 2). El tratamiento biodinámico ha presentado una puntuación HFN de 249,83, muy próxima al ideal de 250.

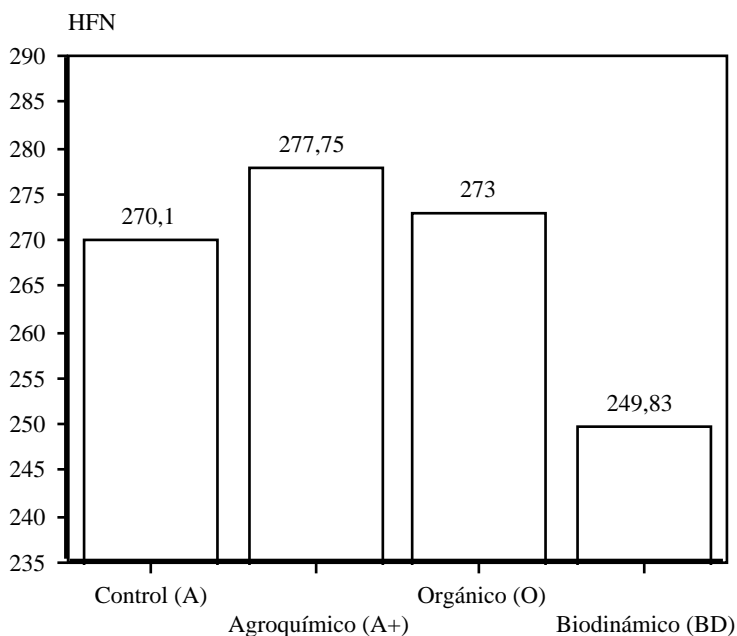


Figura 2. Calidad para panificación de trigo variedad Canon, por el método HFN. Experimento doble ciego, comparando cuatro sistemas de producción, en 1993. Hagberg Falling Number (inverso de la actividad de la alfa-amilasa) < 150 = masa pegajosa; entre 200 y 300 = aceptable (250 ideal); > 300 = masa seca. S.E.D. = 7,85. Contrastes: A+ frente a biológico (O) y BD (F. Prob. = 0,031); O frente a BD ( $P = 0,0105$ )

Asimismo BD, biológico,  $A \gg A+$  ( $P = 0,0087$ ) para el peso de mil granos (TGW, Figura 3).

El análisis de la proteína bruta por el método Kjeldhal (amonio total) resultó:  $A+ \gg BD$ , biológico ( $P = 0,0001$ ) y biológico,  $BD > A$  ( $P = 0,026$ ) apuntando a la necesidad de usar un método de identificación de “proteína verdadera” y aminoácidos libres, pues el análisis de nitratos en el grano no muestra las diferencias encontradas en la tierra ( $A+ \gg A, B, C$ ) (Figura 8). El contenido de fósforo es el más



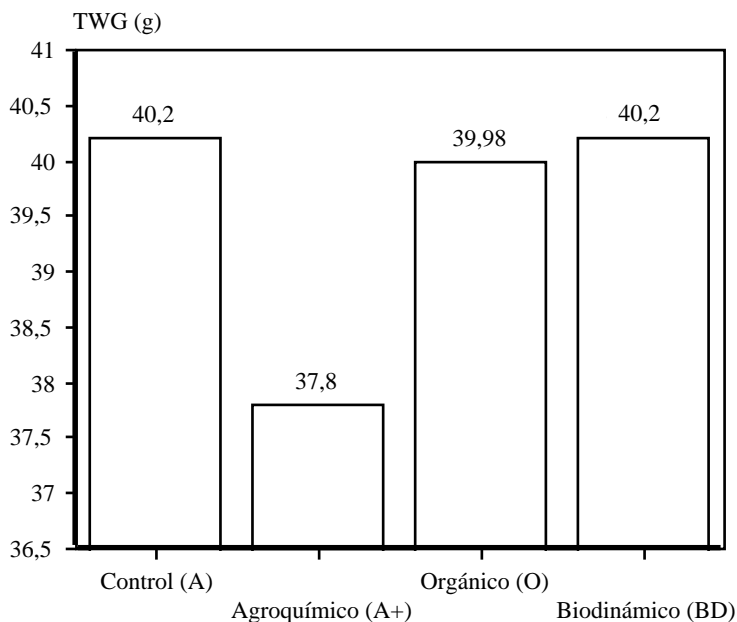


Figura 3. Pesos medios de mil granos (TWG) de trigo Canon. Experimento doble ciego, comparando cuatro sistemas de producción, en 1993. S.E.D. = 0,639. Contrastes: A+ frente a biológico (Orgánico, O) y biodinámico (BD) (F. Prob. = 0,0010)

alto en el sistema biológico, con biológico  $\gg$  BD ( $P = 0,0057$ ), mientras que las cantidades de otros elementos químicos no varían significativamente.

En las **patatas**, la productividad (Figura 4) sigue el orden  $A+ > A, B, C$  ( $P = 0,026$ ) que es un reflejo de la gran dosis de NPK aplicada, no significativa todavía en términos de peso seco.

Respecto al contenido en materia seca (Figura 5), A+ presenta los valores más bajos, en el orden  $A, B, C \gg \gg A+$  ( $P = 0,0007$ ).

El oscurecimiento de los tejidos (Figura 6) muestra los contrastes  $A > B, C$  ( $P = 0,012$ ) y  $A+ > B, C$  ( $P = 0,044$ ).

La cantidad de tubérculos con un tamaño por debajo del exigido comercialmente (40 mm) muestra diferencias en el contraste  $B > C$  ( $P = 0,044$ ), pero todavía no hemos decodificado los tratamientos (Figura 7).

Los resultados del primer año indican la presencia de efectos alelopáticos y la influencia de los preparados biodinámicos en una mejor calidad de los productos, obtenida por medio de técnicas simples y directamente accesibles a los agricultores en general (Reganold, 1993).

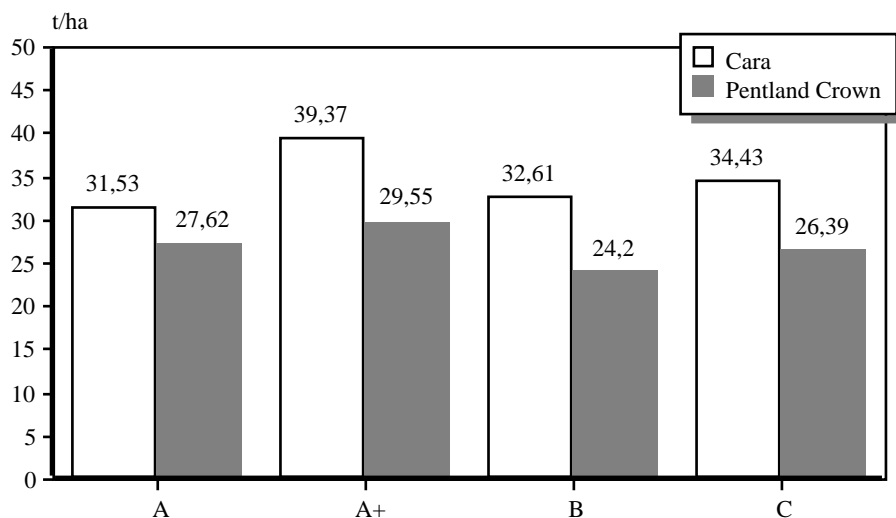


Figura 4. Productividad neta de patatas en 1993. Experimento en "split plot" ciego, comparando cuatro sistemas de cultivo: A = control; A+ = NPK (670 kg/ha de 15-15-20); B y C = biodinámico o biológico (60 t/ha de compost, 0,6 % N total). S.E.D. = 1,77. Contrastes: A+ frente a B y C ( $P = 0,076$ ).  $P$  (sist) = 0,029.  $P$  (var) = 0,0001.

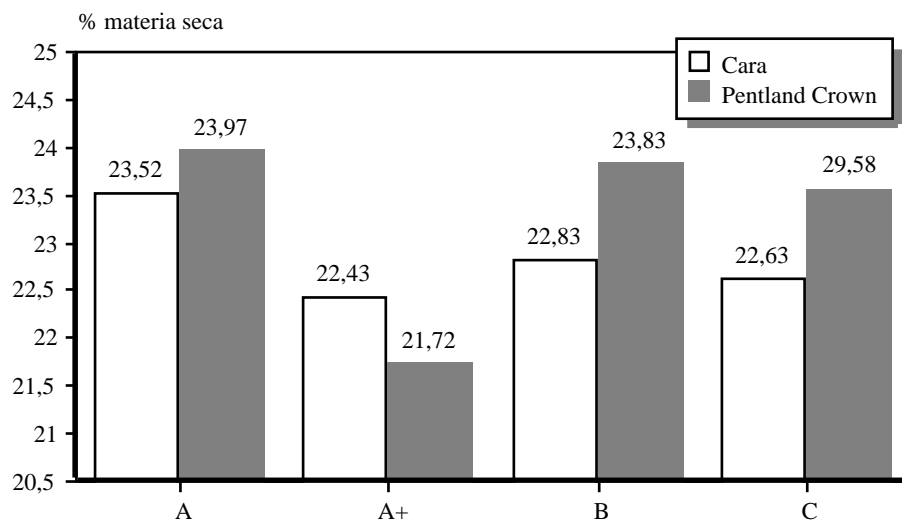


Figura 5. Porcentajes de materia seca tras 6 meses de almacén, en el mismo experimento de la Fig. 4. S.E.D. = 0,51.  $P$  (sist) = 0,006.  $P$  (var) = 0,001. Contraste A+ frente a B y C ( $P = 0,028$ )

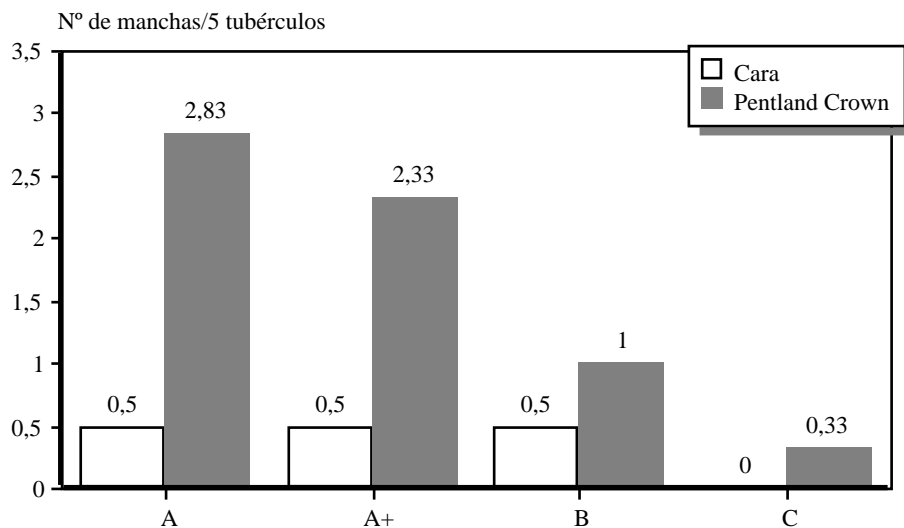


Figura 6. Oscurecimiento de tejidos ("spraing") en seis meses de almacenaje, en el mismo experimento de la Figura 4. S.E.D. = 0,76. Contraste A frente a B y C ( $P = 0,032$ ); A+ frente a B y C ( $P = 0,044$ ) para la variedad Pentland Crown

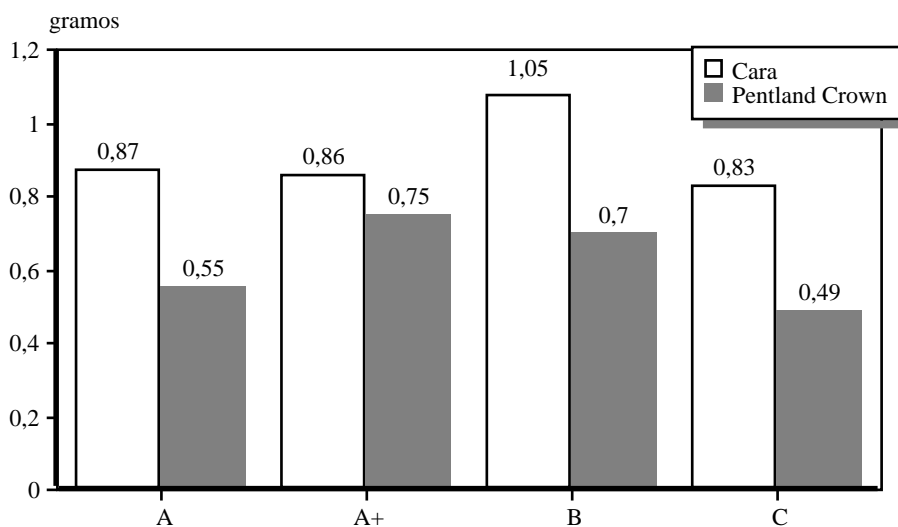


Figura 7. Tubérculos menores del diámetro comercial ("chats",  $< 4\text{ cm}$ ) en el mismo experimento de la Figura 4. S.E.D. = 0,145. Contraste B frente a C ( $P = 0,054$ )

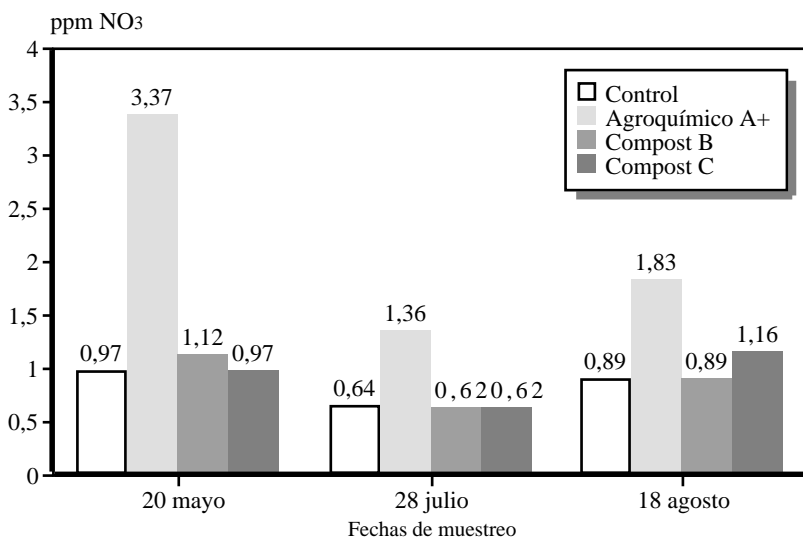


Figura 8. Medias de nitrato en la tierra de 24 parcelas de trigo en 1993. Experimento ciego en bloques completos al azar, comparando testigo y tres sistemas de tratamiento: A+ control agroquímico (125 kg/ha nit. amón.); B y C biológico y BD (80 t/ha compost con 0,6 % de N)

### Agradecimientos

Agradecemos a la Dra. Juana Labrador la revisión del texto en español, y a la Dra. T. Watt su asesoría estadística.

### BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, F.S. (1988) A alelopatia e as plantas. *Circular* n° 53, Inst. Agron. do Paraná; Londrina, Brasil.
- Deffune, G. (1990) Effects of humic acids and three bio-dynamic preparations on the growth of wheat seedlings. Tesis MSc, Wye College, sin publicar.
- Koepf, H.H., B. Petersson, W. Schaumann (1976) *Bio-dynamic Agriculture: an introduction*. Anthroposophic Press.
- Pearce, S.C. (1992) Data analysis in agricultural experimentation. I - Contrasts of interest. *Experimental Agriculture*, 28: 245-253.
- Peterson, R., P. Jensen (1985) Effects of nettle water on growth and mineral nutrition of plants. *Biol. Agr. & Hort.*, 2: 303-314; 4: 7-18.
- Reganold, J.P. et al. (1993) Soil quality and financial performance of biodynamic and conventional farms in New Zealand. *Science*, 260: 344-349.
- Rice, E.L. (1984) *Allelopathy*. Academic Press.
- Smith, R.L. (1993) Organic foods vs supermarket foods: element levels. *Journal of Applied Nutrition*, 45: 35-39.

# Prácticas culturales en la gestión ecológica de los sistemas agrarios

**Gabriel Guet**

*La Bergerie Les Illes. F-84840 Lapalud (Francia)*

## INTRODUCCIÓN

La agricultura ecológica es demasiado importante para confinarla a los parques naturales y los ecomuseos. Debemos modernizar la tradición si queremos salvarla. La perdurabilidad, en nuestro contexto sociocultural, es en primer lugar de orden socioeconómico. La calidad es la aptitud de satisfacer las demandas de los consumidores, lo cual relativiza la idea de calidad y hace que nos preguntemos sobre las causas del estancamiento del mercado de los alimentos de la agricultura ecológica.

“La agricultura ecológica consiste en gestionar el agroecosistema como un sistema autónomo, basado en la capacidad productiva de la tierra en unas condiciones ambientales dadas, con fin de garantizar una producción alimentaria de calidad, suficiente y perdurable”. Esta definición de Altieri tiene dos aspectos criticables, uno es la idea de autonomía, poco compatible con las tendencias actuales y que debe ser relativizada, y otro es que en las condiciones ambientales dadas, que en general comprenden las condiciones edáficas y climáticas, debería incluir, al menos para un agricultor ecológico profesional, el ambiente socioeconómico.

Esta definición es bastante vaga y permite muchas interpretaciones. El tema es amplio, evoluciona, y en parte es subjetivo.

Por otra parte, la expresión “prácticas culturales” del título de esta ponencia, también es muy amplio y puede entenderse en dos sentidos. El fin de la agricultura ecológica no puede limitarse a algunas reglas técnicas restrictivas, ya que una técnica no puede separarse, en sus aplicaciones, del contexto sociocultural donde se utiliza. En el sistema occidental liberal, la agricultura ecológica profesional debe tener en cuenta la eficacia económica y es necesario un compromiso entre los ideales de la definición de “sistema autónomo”, “producción suficiente y de calidad”, “perdurabilidad”, y la valoración en el mercado de estos esfuerzos particulares.

Ya se ve un primer escollo: la divergencia de prioridades entre los agricultores ecológicos profesionales, que tienen la obligación de obtener resultados a corto plazo, y las otras personas que se interesan por el mismo tema, pero sin obligación de resultado económico.

Así pues, existen dos tipos de agricultura ecológica:

- Con obligación de resultado
  - Agricultura ecológica profesional
  - Su motivación principal es la económica
- Sin obligación de resultado
  - Agricultura ecológica de subsistencia
  - Huerta familiar
  - Finca experimental
  - Agricultura a tiempo parcial
  - Granja escuela

Tiene gran variedad de motivaciones: ecológica, ideológica, moda, salud, etc.

Esto es un problema para el asesor, que debe adaptarse, y un problema para las asociaciones, que deben lograr la convivencia de los dos tipos.

Esta dualidad provoca a menudo problemas de definición y de interpretación de las normas, porque ecología y economía se contradicen en el nivel individual a corto plazo.

### **Las principales amenazas ecológicas de origen agrícola (Tabla 1)**

- Contaminación de las aguas dulces y marítimas
  - por abonos químicos, sobre todo nitrógeno y fósforo, en zonas intensivas
  - por residuos orgánicos en zonas de cría industrial
  - por plaguicidas
- Contaminación del aire, cuya parte de origen agrícola es difícil de separar
  - amoníaco de abonos químicos y de estiércol semilíquido, que forma parte de las lluvias ácidas
  - plaguicidas en suspensión, sobre todo tratamientos de bajo volumen y aéreos
  - emisiones de fábricas de abonos
- Degradación de las tierras
  - disminución de la fertilidad por supresión de aportaciones de materia orgánica, simplificación de rotaciones o reducción de la diversidad biológica
  - erosión o transporte de tierra por el agua y el viento
  - salinización, alcalinización, hidromorfía en caso de irrigación
  - contaminación por exceso de fertilizantes y otros productos químicos
  - compactación por el paso frecuente de material pesado o ganado

Tabla 1. Diversidad e intensidad de las amenazas ecológicas en los principales sistemas agrícolas del mundo, según C. Beau, en "Peut-on nourrir le monde." Fondation pour le progrès de l'homme, 1993)

Agriculturas de regiones templadas y frías			
Tipo	Localización	Características	Impacto o riesgo
Ganadería intensiva sin tierra	Todos los continentes	Concentración animal. Compra de alimentos fuera	Contaminación del aire, las aguas y la tierra
Invernaderos	Europa occidental, EEUU	Gran uso de tratamientos y energía	Consumo de energía; contaminación de la tierra
Policultivo con ganado	Europa occidental y del Este, China, América del Sur, etc.	Superficie media; mecanización; compras al exterior	Contaminación de aguas variable según magnitud de insumos
Agricultura ecológica; agricultura integrada	Europa occidental, EEUU	Abono orgánico, pocos plaguicidas	Impacto negativo reducido, excepto en el caso de fuerte intensificación
Fincas modernas especializadas	Europa occidental	Fuerte mecanización; compras al exterior	Compactación de la tierra, disminución de la fertilidad, contaminación de aguas, simplificación del agroecosistema
Antiguas fincas del Estado	Europa de Este	Mecanización; compras al exterior fuertes	Erosión, contaminación de aguas, salud de trabajadores
Fincas con cereales extensivos	EEUU, Canadá	Mecanización ; rendimientos bajos	Fuerte erosión; compactación de la tierra; simplificación de los agroecosistemas
Cría extensiva de montaña	Europa	Mecanización y compras al exterior reducidos	Impacto negativo limitado

## Agriculturas de zonas tropicales húmedas

Tipo	Localización	Características	Impacto o riesgo
Agricultura con riego	Asia, América Latina	Pequeñas superficies intensivas	Emisión de metano en arroz; salinización de las tierras
Fincas familiares; policultivo con ganado	África, Asia, América Latina	Pequeñas superficies; mecanización reducida	Disminución de la fertilidad de las tierras; impacto negativo reducido excepto por la quema
Pequeñas plantaciones	África, Asia, América Latina	Pequeñas superficies; mecanización reducida	Deforestación
Grandes plantaciones (monocultivo)	África, Asia, América Latina	Grandes superficies; mecanización; compras fuertes	Deforestación; disminución de la fertilidad de la tierra
Grandes fincas modernizadas (cultivos anuales)	América Latina	Grandes superficies; mecanización; compras fuertes	Erosión; compactación de la tierra; contaminación de aguas y tierra; disminución de la fertilidad
Colonización de tierra virgen	África, Asia, América Latina	Superficies medias; pocas compras	Deforestación; erosión; disminución de la fertilidad
Agricultura itinerante después de quemas	África, Asia, América Latina	Pequeñas superficies, barbecho prolongado, pocas compras	Erosión; disminución de la fertilidad si se reduce el barbecho; emisión de CO <sub>2</sub>
Grandes fincas de ganado	América Latina, EEUU	Grandes superficies extensivas	Deforestación; erosión



## Agriculturas de zonas secas

Tipo	Localización	Características	Impacto o riesgo
Agricultura con riego	Países mediterráneos; Oriente Medio	Grandes superficies; mecanización; muchas compras	Erosión; salinización; disminución del nivel de las aguas
Fincas “modernizadas”	África sahariana	Superficies más grandes; mecanización; compras	Disminución de la fertilidad; deforestación
Fincas tradicionales	África sahariana	Poca mecanización; pocas compras; quemas	Disminución de la fertilidad; deforestación
Antiguas fincas del Estado	África del norte	Grandes superficies; mecanización; compras	Erosión; disminución de la fertilidad
Pastoralismo	Países mediterráneos; Oriente Medio	Cría itinerante	Riesgo de desertificación

- Reducción de la biodiversidad
  - conquista de nuevas tierras para agricultura: deforestación, drenaje, monocultivo de grandes superficies
  - abandono de tierras cultivadas durante mucho tiempo, que mantenían ecosistemas particulares (montañas, zonas húmedas, etc.)
  - simplificación de ecosistemas por monocultivo y uso de plaguicidas
  - reducción de variedades vegetales y razas animales
  - riesgo ligado a las manipulaciones genéticas
- Consumo excesivo de energía fósil en agriculturas llamadas modernas
  - nitrógeno de síntesis, maquinaria
  - elaboración y transporte de alimentos, a veces por avión
- Modificación del clima
  - por producción de metano
  - por producción de dióxido de carbono debido a la deforestación y la chamicera o quema
  - aceleración del ciclo del agua

- Otras amenazas
  - alteración de paisajes
  - cría en condiciones intensivas
  - calidad de los alimentos
  - seguridad del abastecimiento de alimentos
  - condiciones de vida y de trabajo de los agricultores

### **Determinantes mayores del desequilibrio de los sistemas agrícolas**

- Concepción científica. Visión analítica, sin tener en cuenta la síntesis ni las interacciones. El mito del especialista. Resultado: simplificación excesiva de los agroecosistemas y mayor artificialización de la agricultura.
- Presión demográfica. En los países en desarrollo destruye las costumbres que han protegido la tierra.
- Presión económica. Las condiciones miserables de los agricultores les obligan a dar prioridad al corto plazo. La preocupación ecológica, que es a largo plazo, supone que están resueltos los problemas de supervivencia inmediata.
- Precariedad del derecho al uso de la tierra. La seguridad en el uso de la tierra es previa al mantenimiento y a la mejora de su fertilidad. En las fincas del Estado, los asalariados no tienen la misma preocupación, y tampoco los pequeños colonos con contrato renovado cada año.

### **Dar prioridad a las medidas preventivas contra las plagas**

El aumento o la permanencia de problemas fitosanitarios indica la ruptura del equilibrio biótico. La agricultura ecológica trata de mantener la resistencia o la tolerancia permanente de la planta o el animal a las plagas (Tabla 2). Para ello trata de eliminar preventivamente las causas de aumento de las pérdidas debidas a las plagas, que pueden ser éstas:

- Variedades nuevas más sensibles
- Simplificación de las rotaciones
- Descuidos en el manejo: residuos de cosecha, poda, compactación de la tierra
- Cultivos fuera de estación
- Resistencia de los insectos a insecticidas y de los hongos a los fungicidas
- Eliminación de los enemigos naturales
- Modificación de la fisiología de las plantas por los fungicidas
- Relajamiento en las normas
- Exceso de abono, en particular nitrogenado.

Tabla 2. Prevención de las plagas en horticultura

Medida preventiva	Enfermedad prevenida
Varietades resistentes o tolerantes	Alternaria, antracnosis, bacteriosis, Botrytis, fusariosis, mildiu, oidio, podredumbre de las raíces, roya, septoriosis, verticiliosis, virosis
Semillas sanas, desinfectadas si hace falta	Alternaria, antracnosis, bacteriosis, cercosporiosis, fusariosis, esclerotinia, septoriosis, virosis
Rotación larga	Antracnosis, cercosporiosis, fusariosis, mildiu, esclerotinia, fomesis, Phytophthora, Rhizoctonia, septoriosis, verticiliosis
Eliminación de residuos de la cosecha precedente	Alternaria, bacteriosis, mildiu, esclerotinia, roya, septoriosis, verticiliosis
Utilización de materia orgánica bien decompuesta	Antracnosis, esclerotinia, fomesis, Phytophthora, Rhizoctonia
Abono nitrogenado moderado	Bacteriosis, Botrytis, oidio, mildiu, etc.
Riego moderado, localizado; sin mojar las hojas	Alternaria, bacteriosis, mildiu, esclerotinia, Rhizoctonia, podredumbre de las raíces
Aireación de los invernaderos	Antracnosis, Botrytis, cladosporiosis, Fusarium, mildiu, oidio, esclerotinia
Mantillo sano, o esterilizado	Fusarium, esclerotinia, Pythium
Mallas anti-insectos en viveros	Virosis transmitidas por pulgones
Densidad que permite una buena aireación	Botrytis, Bremia
	Insecto y ácaro prevenido
Moderar el vigor. Limitar las aportaciones de nitrógeno	Ácaros, trips, moscas diversas, pulgones, escarabajos
Espolvorear azufre	Ácaros
Introducción de plantas no contaminadas del vivero	Moscas blancas; escarabajos; nematodos; pulgones; polilla del puerro.

Trampas atrayentes con cola	Amarillas contra mosca blanca y moscas. Azules contra trips
Eliminar los residuos de la cosecha precedente, rotación	Minadores, polilla del puerro, de la patata, nematodos, elatérico de la patata
Rotación + distancia	Mosca de las agallas, diversas orugas defoliadoras y moscas, escarabajo de la patata
Siembra temprana o tardía	Escarabajo de la patata, otros escarabajos, moscas diversas
Aradas frecuentes	Escarabajos, nematodos, minadores.
Especies y variedades tolerantes	Nematodos, elatéricos
Desinfección del invernadero antes de introducir un cultivo	Ácaros (azufre), minadores, nematodos (solarización)
Malla anti-insectos en las aberturas de los invernaderos, y sobre los viveros	Moscas blancas, pulgones, trips; escarabajos
Introducción de insectos útiles	Ácaros, moscas blancas, pulgones; trips; minadores

---

## **Economizar los recursos no-renovables**

### *Economizar los abonos de origen mineral*

Insistir en una buena condición física de la tierra, en particular para favorecer un buen desarrollo de las raíces. (Tabla 3 y Figuras 1 y 2)

### *Economizar la energía*

Es un tema conocido, planteado ya por Claude Aubert hace más de 20 años (Tabla 4 y Figura 3)

### *Economizar el agua*

El agua es un recurso renovable, pero cada vez más escaso. Los usos no-agrícolas interfieren progresivamente. Esta presión es mayor en las islas, Baleares y Canarias, y cerca de las grandes ciudades.

- Hay que mejorar la capacidad de retención de la tierra, para que almacene una cantidad de lluvia mayor, y aumentar su materia orgánica, ya que físicamente actúa como una esponja.

Tabla 3. Fijación de nitrógeno por diversas leguminosas, en función de la temperatura de la tierra y del tiempo, en invernadero

Especie y °C	% de fijación del nitrógeno en			
	42 días	63 días	84 días	105 días
<b>Veza villosa</b>				
10	100	108	147	223
20	46	88	67	122
30	14	8	12	30
<b>Meliloto blanco</b>				
10	21	46	67	66
20	52	86	128	122
20	136	124	122	134
30	22	12	11	4
<b>Lespedeza</b>				
10	0	4	3	0
20	9	29	93	145
30	16	22	60	176
<b>Guisante forrajero</b>				
10	36	48	29	51
20	38	21	12	8
30	12	10	6	0
<b>Trébol blanco</b>				
10	20	54	88	162
20	39	78	108	153
30	2	0	40	38
<b>Soja inoculada</b>				
10	31	33	37	34
20	116	215	315	415
30	94	163	260	291
<b>Trébol encarnado</b>				
10	43	43	72	107
20	54	79	86	56
30	9	2	14	5

Las cifras están expresadas en porcentaje de la fijación de nitrógeno hallada en *Vicia villosa* a 10 °C en 42 días, referencia fijada arbitrariamente para la comparación. Para traducir estos porcentajes a las cifras originales medidas (en mg/maceta), multiplicar por 1,1339.

Fuente: Zachariassen, J. A. y J. F. Powers (1987) Soil temperature and the growth, nitrogen uptake, dinitrogen fixation, and water use by legumes. En *The role of Legumes in Conservation Tillage* (J.F. Power ed.) pp 24-26. Soil Conservation Society of America; Ankeny (Iowa).

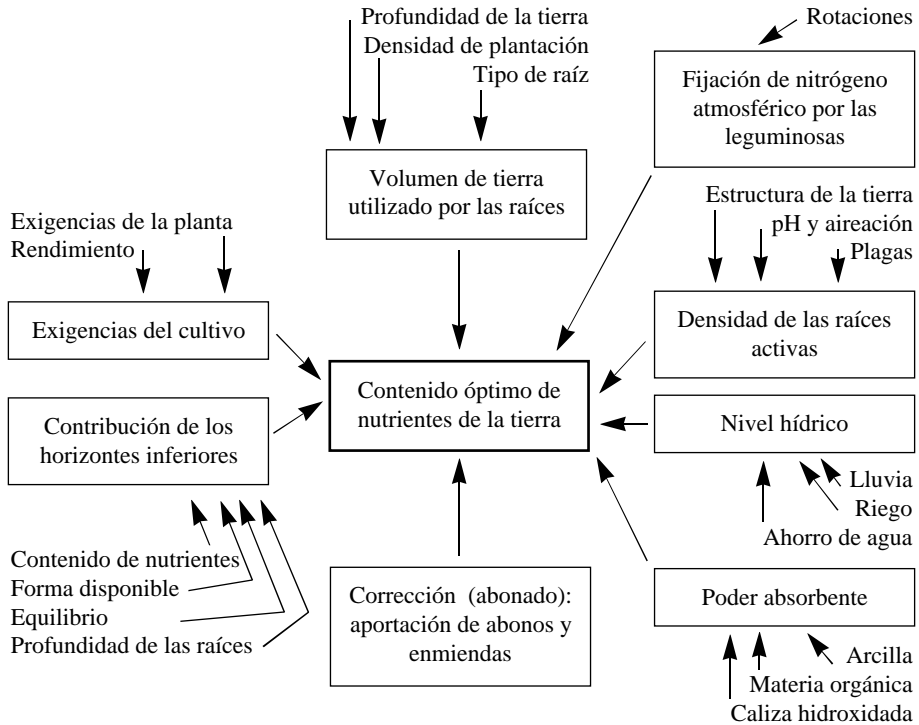


Figura 1. Fertilidad y abonado

- Hay que favorecer el desarrollo de las raíces en profundidad, para aprovechar más la humedad. A esto contribuyen todas las mejoras físicas que se hagan sobre la tierra.
- Hay que reducir la evaporación con la bina, la siega de hierbas, el acolchado con paja o plástico.
- Problemas de salinización y de nitratos por la intensificación.

*Una condición previa:* para economizar los recursos no-renovables, las costumbres de consumo deben cambiar

La alimentación ecológica se ha de basar en productos de la región (o del país), del tiempo y poco o nada elaborados. Al ser de la región se economiza el transporte, y los productos son más frescos. Al ser del tiempo son producidos con menos dificultad ecológica en comparación con los cultivos protegidos y los invernaderos, que necesitan más tratamientos y consumen más energía. Al estar poco elaborados se

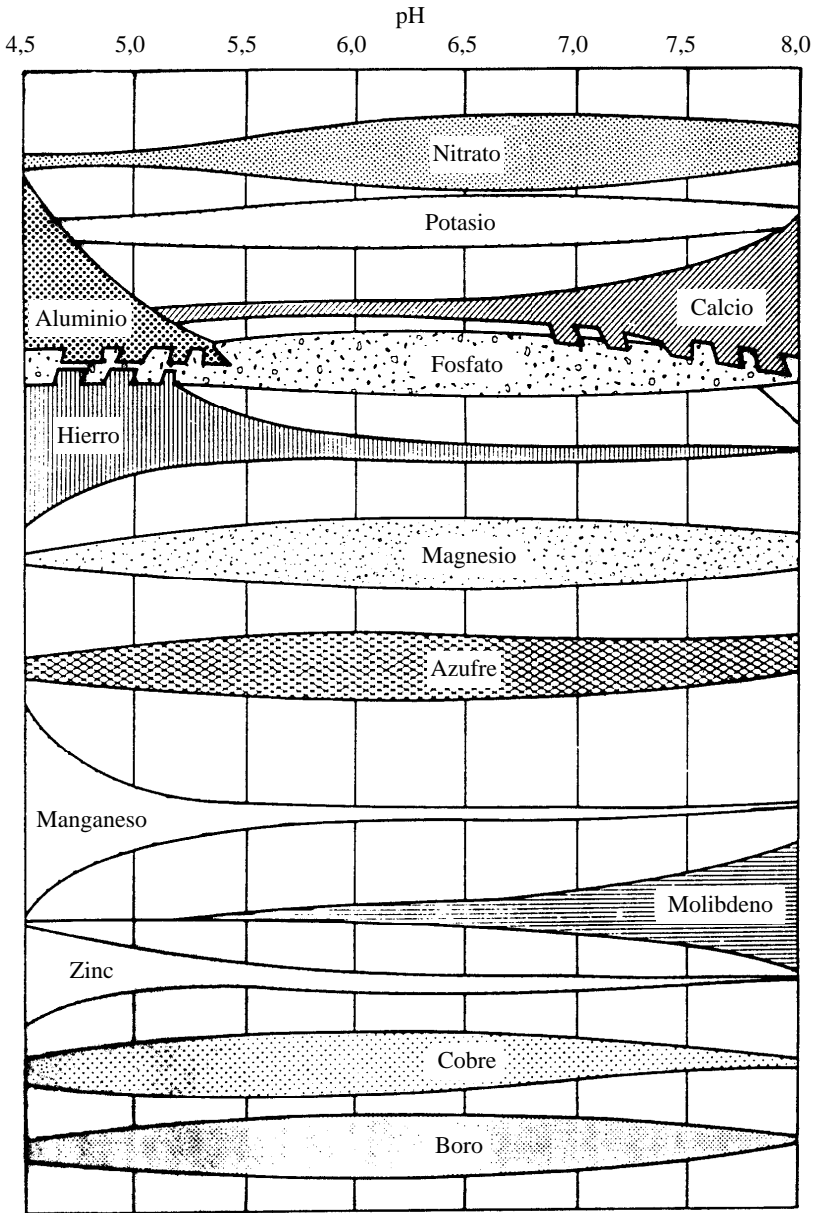


Figura 2. Disponibilidad de doce elementos en la tierra, dependiendo del pH

Tabla 4. Cantidad de energía fósil (en calorías) usada para producir una caloría de alimento

Nº calorías	Tipo de producción
0,01 a 0,05	Agricultura tradicional en las regiones sin industrializar y en Europa antes del s. XIX
0,05 a 0,1	Cultivo del arroz en Tailandia; patata extensiva; horticultura ecológica
0,1 a 0,2	Cultivo de leguminosas de semilla (soja, lenteja, judía); arroz en Europa; cultivo ecológico de cereales, patatas y producciones vegetales
0,2 a 0,5	Cultivo de cereales, maíz, patata y otras producciones vegetales
0,5 a 0,9	Avicultura familiar; vacuno extensivo (rancho); vacuno lechero ecológico con pastos
1 a 2	Vacuno lechero ecológico con pastos; pesca costera
2 a 5	Vacuno de carne con pastos; avicultura industrial; vacuno lechero industrial
5 a 10	Vacuno de carne intensiva
10 a 20	Ganadería de carne industrial; pesca en alta mar
Unas 500	Lechugas de invierno bajo invernadero

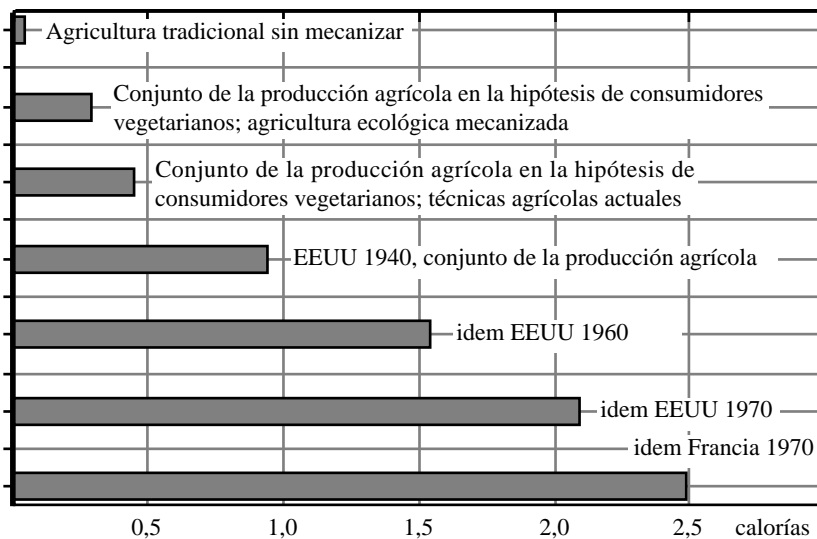


Figura 3. Cantidad de energía fósil utilizada para producir una caloría de alimento, dependiendo del tipo de producción



evita gastos de energía suplementarios y pérdidas de calidad nutritiva mayores o menores. Véanse las Tablas 5 a 7, que proceden del libro *Postharvest Technology of Horticultural Crops* (1992) (Adel A. Kader, editor técnico) Vol. 3.311. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources (6701 San Pablo Avenue, Oakland, CA 94608-1239).

Tabla 5. Consumo de energía según la manipulación de la patata y la manzana, en MJ/t

Sistema	Producción	Elaborado	Transporte	Distribución	Almacenado doméstico	Cocinado	Total
<b>Patata</b>							
Fresca	950	–	2.250	90	–	3.710	7.040
Congelada	950	5.650	1.480	1.330	490	1.210	11.110
Deshidratada	950	7.950	420	170	–	1.060	10.550
<b>Manzana</b>							
Fresca	2.200	–	4.740	370	1.140	*	8.450
Zumo	2.200	680	1.660	230	750	–	5.520
Jarabe	2.200	3.430	3.640	600	–	–	9.870
Seca	2.200	2.090	710	140	–	–	5.140

\* Añadir 5.900 MJ/t cuando se prepara crujientes (“crisp”)

Tabla 6. Consumo de energía según el sistema de transporte, en MJ/t y km

Barco	0,35
Tren	0,54
Camión	1,78
Avión	30,90
Automóvil con 5 kg de fruta	1.315,00

Tabla 7. Efecto del color de la superficie y la orientación en la temperatura máxima del exterior. Claro 21 de junio en Fresno, Calif.

Aire exterior	35 °C
Pared al sur de color claro	46 °C
Pared al sur de color oscuro	57 °C
Techo plano oscuro	77 °C

La tendencia actual del mercado, incluso en los alimentos ecológicos, es de abastecerlos durante todo el año (tomates, patatas) y de más y más lejos. Por ejemplo se trae los ajos de China, y la mayoría de los mangos del mercado alemán llegan por avión.

### **Reducir las pérdidas y los despilfarros**

*Mejorar la formación para:*

- reducir las pérdidas de cosecha y en el almacén (el 20 % en los países mediterráneos)
- mejorar la productividad
- reducir los costes, y así ampliar la clientela
- mejorar la renta de los agricultores

Estos factores dependen en gran parte de iniciativas internas a la agricultura ecológica (AE):

- mejorar la circulación de la información existente; desarrollar la enseñanza de AE
- verificar la fiabilidad de las informaciones habituales sobre AE (métodos importados sin adaptación)
- evitar la separación entre investigación y aplicación concreta.
- utilizar la información generada fuera de los círculos de la AE.

*Adaptar las normas de la AE*

Las normas de la AE son como un filtro o un tamiz: si los agujeros son demasiado finos, se tapa; si son demasiado anchos, deja pasar todo. Han de ser:

- adaptadas a problemas técnicos específicos; por ejemplo permitir la inducción floral en la piña tropical, o las trampas con insecticida de síntesis contra moscas
- adaptadas a condiciones particulares de tierra y clima; por ejemplo permitir el uso de superfosfato en tierra calcárea donde no se dispone de la forma autorizada, o la descomposición en superficie en vez del compostaje en montón en la mayoría de situaciones mediterráneas.
- flexibles cuando hay un problema técnico sin resolver; por ejemplo la varroa.
- libres del dogma que un producto de origen natural es siempre ecológicamente preferible a un producto de síntesis.

*Utilizar los conocimientos y las técnicas recientes* si son compatibles con las normas de la AE, como en la refrigeración o las trampas con feromonas. La AE es la más antigua de las biotecnologías, y no es un método del pasado.

*Modificar los reglamentos y de las costumbres de consumo*

- Relativizar los aspectos cosméticos; por ejemplo en las categorías I y II de las

- manzanas, o el reciente debate en la CE sobre la forma de los plátanos
- Buscar vitaminas, minerales o la energía en la alimentación ecológica en vez de en la farmacia.

### **Proteger la tierra y mantener su fertilidad**

Estos temas están bien tratados en otras partes:

- reducir la erosión
- reducir las contaminaciones de origen agrícola del aire, el agua y la tierra
- mejorar la fertilidad

### **Economizar la energía humana**

En principio es la medida que más está a nuestro alcance. En el interior de las organizaciones de AE tienen este espacio para progresar.

- Evitar la dispersión de los esfuerzos: distinguir bien entre diversidad y dispersión. Por ejemplo es innecesaria la proliferación de asociaciones miembros de IFOAM. No repetir las investigaciones ya hechas en el extranjero, sino adaptarlas.
- Introducir aspectos económicos en las publicaciones técnicas.
- Modernizar los conceptos de la AE. Distinguir entre creencia y saber.

El saber se aplica a las realidades que nuestros instrumentos pueden observar, medir, reproducir en condiciones dadas. La creencia supone que hay otras realidades diferentes a las que podemos observar, medir y eventualmente manipular. Es una actitud subjetiva. La creencia no se puede verificar.

Aunque los principios son claros, la aplicación provoca a menudo interpretaciones: se confunde creencia y saber, y esto es un motivo fundamental para ser incomprendidos.

Los principios de la AE han nacido de intenciones y creencias. Poco a poco se van codificando en un saber -el Congreso de la SEAE contribuye a aumentar la parte de saber en la aplicación de la idea de la AE- pero en algunos “métodos” aún se solapa creencia y saber. En ciertas publicaciones de AE hay demasiadas afirmaciones expresadas en condicional o irreproducibles.

- Aceptar la diversidad de opiniones expresadas de buena fe.

### **Inserción de las prácticas ecológicas en la economía de mercado**

#### *Dificultades*

- La economía de mercado no valora los esfuerzos particulares de orden ecológico o

social en la producción agrícola, salvo en los productos certificados, pero se trata de un mercado reducido. Esto puede explicarse de tres maneras:

- los esfuerzos de carácter ecológico no se ven en el producto
  - la empresa que quiere mantenerse, no está motivada por el desarrollo de sus empleados o de la ecología, sino por la expansión de su actividad y el enriquecimiento de sus propietarios o accionistas -esto aparece también en las empresas del sector ecológico
  - la publicidad permite a las empresas crearse una imagen ecológica sin el esfuerzo debido para seguir unas normas estrictas.
- La mayoría de las prácticas ecológicas dan resultado a largo plazo. A corto plazo aumentan los costes sin compensación. Su aplicación en una finca aislada puede dar resultados incompletos.
- La teoría dice que el liberalismo es ecológico: contribuye a favorecer la producción donde los medios de producción son utilizados del modo más eficaz. Pero este principio es válido solamente con leyes sociales y ecológicas estrictas y aplicadas unánimemente. Si no es así, la empresa o el país que explota más a sus empleados, o que explota más a la Naturaleza, es quien tiene costes más bajos y gana los mercados. Por ejemplo el DDT es un insecticida eficaz y barato, y por eso lo utilizan algunos países; el ajo de China o los tomates de Marruecos compiten con el ajo o los tomates de otros países; el salario de un recolector de algodón en Tanzania es cerca de 120 ptas al día ¿cuál es el del algodón certificado?

#### *Introducción de los costes ecológicos y sociales en los precios de venta*

El agua limpia, el aire puro, el trabajo en un ambiente sano tienen un valor que se descubre cuando están ya alterados.

Algunas directrices:

- gravar los abonos nitrogenados
- gravar los embalajes no reciclables, como en Alemania
- prohibir la publicidad sobre plaguicidas, como se hace para el tabaco en algunos países
- desarrollar la información independiente
- aplicar más estrictamente la ley sobre uso y los residuos de plaguicidas en los alimentos.

#### *Agricultura ecológica e intensificación*

Las características de la intensificación son:

- la búsqueda de rendimientos máximos por unidad de superficie
- la búsqueda de precocidad y retraso en las producciones
- la diversificación se entiende como tener varias cosechas al año si se puede regar, y en invernadero.

Esta intensificación supone algunas prácticas difíciles de conciliar con la AE:

- aumento de la densidad
- abonado elevado
- variedades de gran rendimiento
- más tratamientos sobre plantas más frágiles
- tierra buena
- regulación del microclima
- inversiones elevadas
- buena capacidad técnica y organizativa de los empresarios

#### *Necesidad de la intensificación*

Como en agricultura convencional, hay costes fijos que se cubren más con una producción mayor. En agricultura ecológica, además de las condiciones indicadas, la intensificación tiene escollos particulares: la escasez de publicaciones técnicas, la dificultad en el manejo de abonos orgánicos, la limitación en el uso de tratamientos.

#### *Limitaciones a la intensificación*

- contenido en nitratos de la producción
- problemas fitosanitarios agudos
- dificultad de conservación u otros problemas de calidad
- exigencias particulares de un mercado, si hay una compensación económica a estas exigencias.

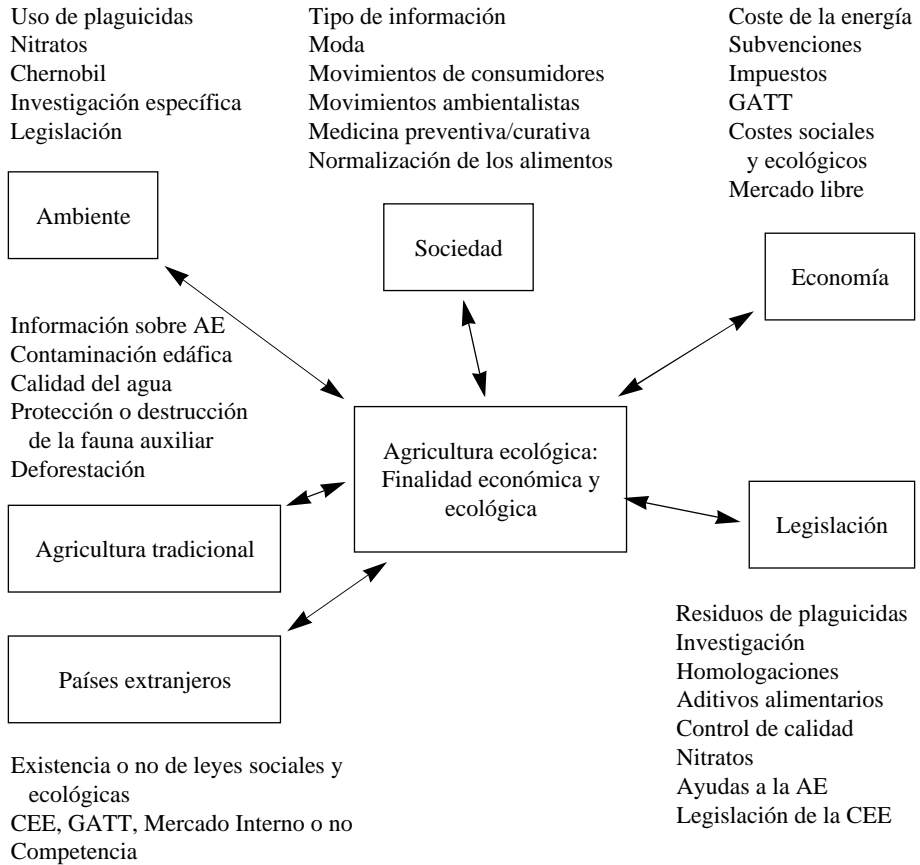
## **CONCLUSIONES**

La viabilidad concreta de unas prácticas culturales más ecológicas en el contexto socioeconómico actual, depende de muchos factores externos a las organizaciones de agricultura ecológica (Figura 4).

Para terminar, algunas sugerencias amistosas para la Sociedad Española de Agricultura Ecológica.

Investigar sobre la optimización y cuantificación de la fijación del nitrógeno por las leguminosas en varios ambientes mediterráneos; mantener los experimentos durante cinco años, para que los resultados sirvan a más largo plazo; introducir el aspecto económico en las técnicas; y estudiar la fermentación de los residuos en superficie, en vez de en montón. En general, mantener una proporción de agricultores profesionales dentro de la SEAE, para evitar el riesgo de consanguinidad entre investigadores, pues hay dos peligros: la polémica y la unanimidad.

Figura 4. Interdependencia en la agricultura ecológica



# **Fertilidad de la tierra y estado nutritivo de cítricos en cultivo ecológico**

**F. Pomares, J. Olmos, M. Estela, F. Tarazona.**

*IVIA, Generalidad Valenciana. Apartado oficial, 46113 Moncada (Valencia)*

## **RESUMEN**

En la campaña de 1993 estudiamos y comparamos la fertilidad de la tierra y el estado nutritivo de las plantaciones de 21 parcelas de cítricos en cultivo ecológico y 10 parcelas en cultivo convencional. Las únicas características de la tierra que presentaron diferencias significativas entre los valores medios de ambos grupos fue la proporción de materia orgánica y el  $\text{CO}_3\text{H}$  en el extracto de saturación. En relación con los nutrientes en las hojas, a pesar de no obtener diferencias significativas entre ambos grupos, observamos que en las plantaciones ecológicas el porcentaje de parcelas con poco o muy poco nitrógeno y magnesio era mayor que en las plantaciones convencionales.

## **INTRODUCCIÓN**

La fertilidad de las tierras y el estado nutritivo de las plantaciones de cítricos convencionales de la Comunidad Valenciana ha sido estudiada por varios autores (Hernando, 1969; Legaz y Primo, 1988) pero no existe información sobre estos aspectos de las plantaciones en cultivo ecológico, que comenzaron a introducirse en la Comunidad Valenciana en la pasada década.

El presente estudio se realizó con la finalidad de conocer el estado actual de fertilidad de la tierra y su relación con la nutrición mineral de un grupo de 21 plantaciones de cítricos desde hace varios años en agricultura ecológica.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Para el estudio seleccionamos en la provincia de Valencia 21 parcelas de cítricos: 15 de naranja, 4 de mandarina clementina y 2 de mandarina satsuma, en cultivo ecológico desde 3 a 8 años. Seleccionamos 10 parcelas más de cítricos en cultivo

convencional, similares a otras tantas de cultivo ecológico en características de la tierra, condiciones microclimáticas, patrón, edad, desarrollo, etc.

Durante el otoño tomamos muestras de tierra y foliares en cada una de las 31 parcelas seleccionadas. Cogimos las muestras de tierra en la capa superficial (0-20 cm), y tras su secado, trituración y tamizado, analizamos su pH (H<sub>2</sub>O), materia orgánica (M.O.), nitrógeno orgánico (N.O.), P (método de Olsen), cationes extraíbles con acetato amónico (Ca, Mg, Na y K), conductividad eléctrica (C.E.), así como cationes y aniones en el extracto de saturación, siguiendo los métodos oficiales del Ministerio de Agricultura (Anónimo, 1986) o modificaciones de éstos. También evaluamos los contenidos de Fe, Cu, Mn y Zn extraíbles con DTPA (Lindsay y Norvell, 1978).

Para los análisis foliares seleccionamos en cada parcela unas 100 hojas de 7 a 8 meses de edad, situadas en brotes no fructíferos. Tras su lavado, secado y trituración evaluamos los contenidos de nutrientes esenciales. Evaluamos el N siguiendo el método Kjeldahl, y solubilizamos los restantes elementos tratándolos con una mezcla de ácido nítrico y ácido perclórico, y posteriormente evaluamos el K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y Zn mediante espectrofotometría de absorción atómica, y el P mediante colorimetría según el método de la AOAC (Anónimo, 1980).

La comparación de medias entre el cultivo ecológico y el cultivo convencional se realizó según el test t de Student, y el análisis de regresión lineal entre diferentes parámetros de la tierra y foliares mediante el programa Statgraph.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características químicas de la tierra

Los resultados de los análisis de tierra realizados en las plantaciones ecológicas y convencionales se presentan en las Tablas 1 y 2, indicándose además de los valores medios, la desviación típica, y el rango de variación.

El pH de las parcelas ecológicas presentó valores próximos o superiores a 8,0, con un valor medio de 8,38, y en las plantaciones convencionales los valores resultaron algo más bajos (valor medio 8,18), si bien las diferencias entre ambos grupos de plantaciones no resultaron significativas.

La materia orgánica (M.O.) es el parámetro edáfico en el que se registraron mayores diferencias entre los dos grupos de parcelas. Los valores medios obtenidos fueron 2,66 y 1,84 % en las plantaciones ecológicas y convencionales, respectivamente, aumento que resultó significativo al nivel del 5%. Los efectos de este mayor contenido en M.O. se deberían reflejar en una mayor capacidad de retención de cationes en la tierra. La interpretación de los resultados de la M.O. con los niveles críticos aportados por Legaz y Primo (1988) revela que el porcentaje de tierras con



Tabla 1. Características químicas de la tierra en plantaciones ecológicas y convencionales

Parámetro	Ecológica	Convencional	Significación
pH	8,38 ± 0,15 (7,90 - 8,69)	8,18 ± 0,58 (6,58 - 8,50)	NS
M.O. (%)	2,66 ± 0,97 (0,97 - 4,24)	1,84 ± 0,83 (0,63 - 3,29)	*
N.O. (%)	0,149 ± 0,055 (0,050-0,230)	0,111 ± 0,046 (0,039- 0,190)	NS
P (ppm)	98 ± 46 (36 - 196)	99 ± 47 (38 - 200)	NS
Ca acet. amon. (meq/100g)	20,3 ± 4,8 (8,0 - 29,0)	18,7 ± 6,1 (3,2 - 25,4)	NS
Mg acet. amon. (meq/100g)	2,05 ± 1,00 (1,01 - 4,39)	1,60 ± 0,94 (0,98 - 3,91)	NS
Na acet. amon. (meq/100g)	0,17 ± 0,12 (0,05 - 0,36)	0,12 ± 0,06 (0,06 - 0,23)	NS
K acet. amon. (meq/100g)	0,89 ± 0,55 (0,09 - 3,20)	0,71 ± 0,33 (0,19 - 1,27)	NS

Tabla 2. Salinidad y micronutrientes asimilables de la tierra en plantaciones ecológicas y convencionales

Parámetro	Ecológica	Convencional	Significación
C.E. extr. sat. (dS/m)	0,72 ± 0,35 (0,28 - 2,02)	0,71 ± 0,48 (0,30 - 1,65)	NS
Na extr. sat. (meq/l)	1,11 ± 1,04 (0,33 - 1,87)	0,91 ± 1,03 (0,14 - 2,92)	NS
CO <sub>3</sub> H extr. sat. (meq/l)	4,39 ± 1,34 (2,19 - 7,35)	3,23 ± 1,08 (1,62 - 5,50)	*
Cl extr. sat. (meq/l)	1,06 ± 1,40 (0,27 - 5,30)	0,93 ± 0,78 (0,28 - 2,34)	NS
S.A.R. extr. sat.	0,62 ± 0,62 (0,08 - 1,57)	0,42 ± 0,36 (0,09 - 1,06)	NS
Fe extr. DTPA (ppm)	8,6 ± 5,2 (3,0 - 22,7)	12,0 ± 9,8 (3,4 - 36,2)	NS
Cu extr. DTPA (ppm)	6,1 ± 6,6 (1,0 - 20,8)	4,4 ± 4,6 (1,0 - 14,5)	NS
Mn extr. DTPA (ppm)	7,9 ± 3,0 (1,7 - 13,5)	8,2 ± 3,7 (2,3 - 13,5)	NS
Zn extr. DTPA (ppm)	7,6 ± 14,0 (0,4 - 63,5)	2,6 ± 2,0 (0,4 - 6,5)	NS

poca o muy poca M.O. en las parcelas ecológicas era el 9%, frente a un 20% en las convencionales (Tabla 3).

Como era lógico esperar, el contenido de nitrógeno orgánico (N.O.) en las parcelas ecológicas también resultó mucho mayor que en las convencionales, aunque las diferencias entre los valores medios de ambos grupos de plantaciones no resultaron significativas. El índice de correlación entre el N.O. y la M.O. en el grupo de parcelas ecológicas resultó positivo, con una alta significación estadística.

A pesar de obtenerse una correlación positiva entre el P asimilable y la M.O. en el conjunto de plantaciones ecológicas, los valores medios de este parámetro resultaron similares en ambos grupos de plantaciones. Cabe destacar el alto porcentaje de parcelas con niveles de P asimilable alto o muy alto, 90 y 95% en las plantaciones ecológicas y convencionales, respectivamente (Tabla 3).

Los contenidos de los cationes disponibles (Ca, Mg, Na y K) resultaron ligeramente más altos en las plantaciones ecológicas que en las convencionales. El análisis de regresión realizado en el grupo de parcelas ecológicas reveló que sólo el Mg y K presentaron una correlación positiva con la M.O. La interpretación de los resultados de K asimilable respecto a los niveles críticos, revelan una mejor provisión de este nutriente en las tierras de las plantaciones ecológicas que en las de las convencionales (Tabla 3).

Tabla 3. Porcentaje de plantaciones de cítricos ecológicas y convencionales, correspondiente a cada uno de los niveles críticos de materia orgánica, fósforo y potasio asimilables

Par.	Nivel	EC	CV
MO	MB	0	0
	B	9	20
	N	19	40
	A	9	30
	MA	62	10
P	MB	0	0
	B	0	0
	N	5	10
	A	24	20
	MA	71	70
K	MB	5	0
	B	19	50
	N	52	20
	A	5	30
	MA	19	10

Par.: Parámetro edáfico; EC: Ecológico; CV: Convencional;  
MB: muy bajo; B: bajo; N: normal; A: alto; MA: muy alto.

La salinidad resultó escasa en casi todas las parcelas de ambos tipos de cultivo. La comparación de los valores medios de los distintos parámetros, sólo reveló diferencias significativas entre ambos grupos de plantaciones en el caso del contenido de  $\text{CO}_3\text{H}$  en el extracto de saturación, alcanzándose un valor medio más alto en las parcelas ecológicas, debido probablemente al mayor contenido de M.O. en estas tierras.

Las cantidades de micronutrientes de la tierra (Fe, Cu, Mn y Zn) extraíbles con DTPA resultaron similares en ambos grupos de plantaciones, y no hubo diferencias significativas, a pesar de que en el conjunto de las parcelas ecológicas se obtuvo una correlación positiva entre las cantidades de Cu y Mn asimilables y la de M.O. de la tierra.

### Los nutrientes en las hojas

Los resultados de los análisis foliares realizados en las plantaciones ecológicas y convencionales se presentan en la Tabla 4, con los valores medios, la desviación típica y el rango de variación.

Tabla 4. Contenido de nutrientes en hojas de cítricos en plantaciones ecológicas y convencionales

Nutriente	Ecológica	Convencional	Significación
N (%)	2,43 ± 0,30 (1,86 - 2,96)	2,63 ± 0,28 (2,18 - 3,12)	NS
P (%)	0,163 ± 0,025 (0,13 - 0,25)	0,146 ± 0,015 (0,12 - 0,16)	NS
K (%)	1,22 ± 0,40 (0,44 - 1,98)	1,16 ± 0,26 (0,79 - 1,59)	NS
Ca (%)	4,28 ± 0,84 (3,00 - 7,26)	4,76 ± 0,80 (3,75 - 6,30)	NS
Mg (%)	0,24 ± 0,08 (0,14 - 0,38)	0,27 ± 0,07 (0,17 - 0,38)	NS
Fe (ppm)	85,9 ± 22,1 (46,0 - 144)	94,2 ± 18,5 (54,0 - 118)	NS
Cu (ppm)	11,3 ± 13,7 (5,0 - 70)	9,3 ± 6,8 (4,0 - 27)	NS
Mn (ppm)	38,0 ± 44,7 (7,5 - 153)	27,6 ± 33,2 (7,0 - 120)	NS
Zn (ppm)	59,0 ± 42,0 (14 - 203)	42,5 ± 14,1 (27,0 - 70)	NS

El contenido de N en el grupo de plantaciones ecológicas resultó algo menor que en las convencionales, con valores medios de 2,43 y 2,63%, respectivamente. El análisis estadístico no reveló diferencias significativas entre ambos grupos de plantaciones. Alrededor del 50% de las parcelas ecológicas presentaron poco o muy poco N foliar, frente al 40% en las convencionales (Tabla 5). En un estudio prospectivo en plantaciones convencionales, Legaz y Primo (1988) observaron que el 70% de las parcelas tenían niveles de N foliar superiores al considerado óptimo.

Al contrario de lo observado con el N, el contenido de P en las hojas resultó algo mayor en las parcelas ecológicas que en las convencionales, si bien las diferencias entre los valores medios no presentaron significación estadística. La interpretación de los resultados obtenidos con los niveles críticos indica que el 100% de las parcelas ecológicas estaba dentro del rango considerado normal o excesivo, frente al 90% registrado en las convencionales (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentaje de plantaciones de cítricos ecológicas y convencionales, correspondiente a cada uno de los niveles críticos de macronutrientes foliares.

Nut. Nivel EC CV				Nut. Nivel EC CV			
N	MB	33	10	Fe	MB	0	0
	B	19	30		B	14	0
	N	38	40		N	81	100
	A	10	10		A	5	0
	MA	0	10		MA	0	0
P	MB	0	0	Cu	MB	0	0
	B	0	10		B	0	10
	N	62	90		N	95	80
	A	33	0		A	0	0
	MA	5	0		MA	5	10
K	MB	0	0	Mn	MB	48	40
	B	14	10		B	24	40
	N	5	30		N	28	20
	A	38	40		A	0	0
	MA	43	30		MA	0	0
Mg	MB	9	0	Zn	MB	5	0
	B	52	60		B	5	0
	N	38	40		N	85	100
	A	0	0		A	5	0
	MA	0	0		MA	0	0

Nut.: Nutriente foliar; EC: Ecológico; CV: Convencional; MB: muy bajo; B: bajo; N: normal; A: alto; MA: muy alto.

En cuanto al K foliar, el valor medio obtenido en el grupo de plantaciones ecológicas resultó similar al de las convencionales, los porcentajes de parcelas con valores de K normal o excesivo resultaron 86 y 90, respectivamente (Tabla 5). El análisis de regresión en el grupo de plantaciones ecológicas puso de manifiesto una correlación negativa entre el K foliar y la M.O. de la tierra, y entre el K foliar y el K disponible en la tierra. Estos sorprendentes resultados cabe atribuirlos al conocido antagonismo del  $\text{NH}_4$  sobre la absorción del K.

El contenido de Mg en las hojas resultó algo más bajo en las plantaciones ecológicas que en las convencionales, pero una vez más, los valores medios no resultaron significativamente distintos. En el conjunto de plantaciones ecológicas se obtuvo un alto porcentaje (61%) de parcelas con poco o muy poco de Mg foliar, frente a ninguna parcela en las convencionales (Tabla 5). Al igual que con el K foliar, las cantidades de Mg foliar presentaban correlación negativa con la M.O. de la tierra. El antagonismo del  $\text{NH}_4$  sobre el Mg puede ser la causa de estos resultados.

En relación a los micronutrientes foliares, el grupo de las plantaciones ecológicas dio un valor medio similar al de las convencionales. De la interpretación de los resultados de los análisis foliares con los niveles críticos, se observa que el micronutriente más problemático es el Mn. La proporción de parcelas que tenían poco o muy poco de Mn foliar fueron el 72 y 80% en las plantaciones ecológicas y convencionales respectivamente. El análisis de regresión entre los contenidos de nutrientes y las características químicas de la tierra, reveló una correlación positiva entre el contenido de Zn en hojas y la M.O. de la tierra.

Deseamos expresar nuestro profundo agradecimiento al INIA por la subvención económica aportada. Reconocemos la valiosa colaboración aportada por Dora Yuste, Carmen Santonja, Alfredo Gómez, José Ramón Badenes y Alex Ribes en la provisión de parcelas colaboradoras y el seguimiento de las mismas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, C.E., C. García, A.E. Carracedo (1988) Soil fertility and mineral nutrition of an organic banana plantation in Tenerife. *Biological Agriculture and Horticulture*, Vol. 5:313-323.
- Anónimo (1980) *Official Methods of Analysis of the AOAC*, AOAC; Washington D.C.
- Anónimo (1986) *Métodos Oficiales de Análisis*. Tomo III. MAPA; Madrid, 532 pp.
- Hernando, V. (1969) Soil and leaf analysis of orange tree orchards on several types of soils in Valencia province. *Proc. First Int. Citrus Symp.* Vol. 3:673-688.
- Legaz, F., E. Primo-Millo (1988) *Normas para la fertilización de los agrrios*. Consell. de Agric. y Pesca. Fullets Divulgació, Nº 5-88. 29 pp.
- Lindsay, W.L., W.A. Norvell (1978) Development of a DTPA Soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 42:421-428.

# **Influencia del manejo de la tierra del olivar sobre sus propiedades físicas**

**J.M. De Haro Bailón\*, F.J. Aguilar Torres\*, J.V. Giráldez Cervera\*\*, P. González Fernández\***

*\* Departamento de Suelos y Riegos, Centro de Investigación y Desarrollo Agrario de Córdoba. Apartado. de Correos 240, 14080 Córdoba. \*\* Dpto. de Agronomía de la Universidad de Córdoba.*

## **RESUMEN**

Estudiamos la influencia de tres técnicas de manejo de la tierra en el olivar sobre las propiedades físicas que afectan a su balance hídrico: laboreo tradicional (L), laboreo nulo con suelo desnudo (NL), y la incorporación cada 2 o 3 años con un laboreo mínimo de 45 t/ha de basura urbana fermentada (NLC).

Realizamos el ensayo en una tierra franco-arenosa, catalogada como un xerofluvent típico, en la finca Alameda del Obispo, perteneciente al Centro de Investigación y Desarrollo Agrario (CIDA) de Córdoba. Medimos su conductividad hidráulica saturada, densidad aparente y contenido en materia orgánica, y elaboramos las curvas de retención de humedad, que ajustamos a distintos modelos .

Observamos diferencias significativas en la conductividad hidráulica saturada, mayor en L y NLC que en NL. Obtuvimos relaciones entre el contenido de materia orgánica, la densidad aparente y la conductividad hidráulica saturada. También apreciamos diferencias significativas en la capacidad de retención de agua en las distintas técnicas de manejo de la tierra evaluadas, así como en parámetros relacionados con las curvas de retención.

## **INTRODUCCIÓN**

El olivar es el tercer cultivo en importancia en el ámbito nacional y ocupa el 10% del área cultivada. En Andalucía su importancia relativa es aún mayor, y cuenta con un millón de hectáreas. Se sitúa así por delante de otros cultivos como el viñedo, las restantes especies frutales y otras especies herbáceas. Sin embargo tradicionalmente las zonas donde se cultiva suelen ser marginales y con fuertes pendientes, lo que unido al sistema de manejo, y a las condiciones climáticas del sureste español hace que las tierras de olivar sean especialmente sensibles a la erosión.

El laboreo altera el equilibrio natural de la materia orgánica (Russel, 1973), afecta a la estabilidad estructural de los agregados (Van Huyssteen y Weber, 1980) y contribuye en ocasiones a la pérdida de tierra y a la disminución progresiva de la fertilidad. En los últimos años, debido a la importancia de su extensión y a la mejora coyuntural de su rentabilidad, se están introduciendo técnicas alternativas de manejo, como el laboreo nulo, que permiten disminuir la pérdida de tierra sin afectar la cosecha (Pastor, 1991). Sin embargo este sistema da lugar a la formación de una costra superficial, sobre todo en tierras francas, que puede limitar el intercambio de gases y agua entre la tierra, y la atmósfera (Trocme y Gras, 1977).

En este artículo exponemos las mejoras que sobre las características físicas de la tierra supone, frente al laboreo nulo (NL) y al laboreo tradicional (L), la aplicación de una nueva técnica de manejo consistente en el suministro periódico (cada 2 o 3 años) de materia orgánica en forma de basura urbana fermentada, incorporándola con una ligera labor superficial (NLC). Intentamos así mantener las ventajas del laboreo nulo en cuanto al freno de la erosión, y al mismo tiempo aumentar la fertilidad de la tierra incluida la disponibilidad de agua para la planta.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La parcela de ensayo está situada en la finca Alameda del Obispo, perteneciente al CIDA de Córdoba y dedicada al cultivo del olivo, donde se emplea el sistema de laboreo nulo con suelo desnudo desde 1983. La tierra, un xerofluvent típico, tiene una textura franco-arenosa y escasa materia orgánica: < 1%.

Sobre esta parcela dispusimos tres sistemas diferentes de manejo de la tierra. En una parte conservamos el sistema de no laboreo original; en otra empezamos a labrar tradicionalmente a principios del otoño de 1993; y en la última, en enero de 1994, incorporamos con una ligera labor de cultivador en los primeros 5 a 10 cm de tierra 45 t/ha de basura urbana fermentada, suministrada por la empresa municipal Saneamientos de Córdoba, que en el momento de su aplicación tenía el 30% de humedad relativa y el 57% de materia orgánica.

A finales de mayo de 1994, recogimos en superficie un total de 27 muestras inalteradas, 9 por cada sistema de manejo, mediante cilindros metálicos de 5,5 cm de diámetro y 6,0 cm de altura, para estimar la conductividad hidráulica saturada  $K_s$  y la densidad aparente  $\rho_a$ , siguiendo las recomendaciones de Klute (1986). En los sistemas de NL y aplicación de basura también determinamos el agua retenida después de dejar drenar durante 48 horas las muestras saturadas de agua (equivalente a la capacidad de campo), con el método gravimétrico.

En junio de 1994 recogimos de nuevo 9 muestras inalteradas por cada sistema de manejo, para establecer la curva de retención en cilindros de 5,0 cm de diámetro y 2,0 cm de alto. Para tensiones pequeñas (de 10, 50, 80 cm) utilizamos la copa de Haines, y para tensiones mayores (de 300, 1.000, 3.000 cm) la placa de Richard.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Observamos diferencias significativas en los valores de  $K_s$  (cm/h) para los distintos sistemas de manejo: L  $3,84 \pm 1,34$ ; NLC  $3,15 \pm 2,35$ ; NL  $0,95 \pm 0,37$ . El NL afecta negativamente a la infiltración de agua en la tierra.

No hay diferencias significativas entre L y NLC, pero sí entre ambos y NL ( $p < 0,05$ ), y observamos mayor uniformidad en las medidas de  $K_s$  en NL y L que en NLC. Cuando medíamos volúmenes de agua percolada a intervalos constantes de tiempo, observamos variaciones en estos volúmenes en laboreo L (Figura 1) que atribuimos a la presencia de una estructura consolidada en los casos de NL y NLC, con lo que la  $K_s$  no desciende. En cambio en L, baja desde niveles iniciales de 4,21 cm/h hasta niveles finales de 3,48 cm/h, aumentando simultáneamente su densidad aparente da desde  $1,32 \text{ Mg/m}^3$  hasta  $1,41 \text{ Mg/m}^3$ . Esto parece indicar que la tierra labrada presenta una estructura “provisional” que es susceptible a la dispersión y posterior desecación, lo que da lugar a la necesidad de nuevas labores para mantener la capacidad inicial de infiltración.

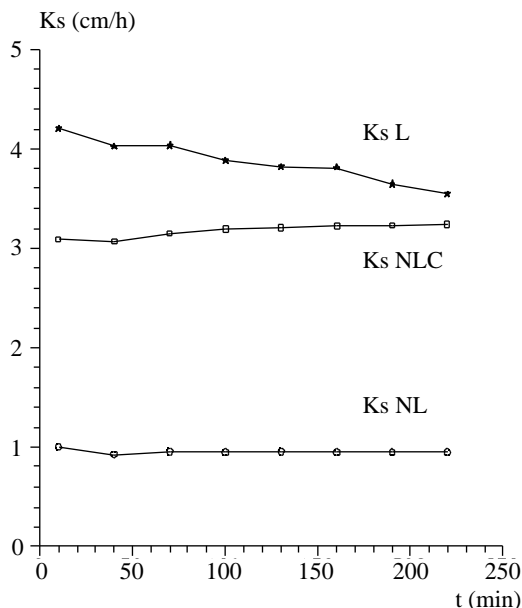


Figura 1. Variación de la conductividad hidráulica saturada  $K_s$  (cm/h), a lo largo del tiempo de ensayo



En la Figura 2 aparecen valores de la conductividad hidráulica saturada y la densidad aparente, con una disminución de  $K_s$  a medida que aumenta la compactación de la tierra y disminuye su porosidad.

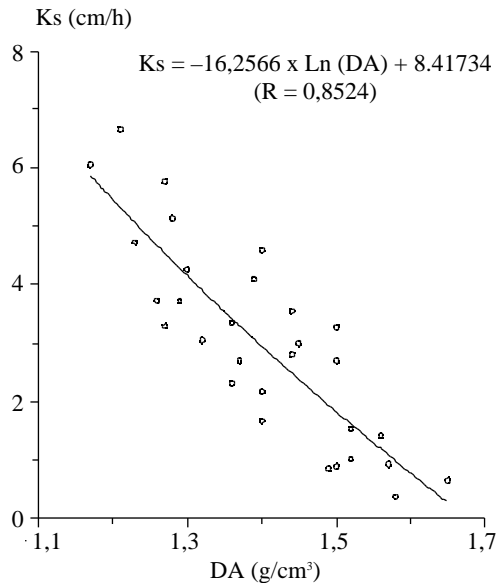


Figura 2. Variación de la conductividad hidráulica saturada  $K_s$  (cm/h) a medida que aumenta la densidad aparente  $d_a$  (g/cm<sup>3</sup>)

Los datos medios de densidad aparente,  $d_a$ , y capacidad de campo,  $cc$ , para los tres sistemas de manejo se muestran en la Tabla 1, donde se aprecian diferencias significativas entre L y NLC, respecto a NL ( $p < 0,01$ ). La aplicación de materia orgánica en forma de basura urbana fermentada, mediante una ligera labor, mejora tanto la capacidad de infiltración de la tierra (Aguilar, González, 1994) como su capacidad de campo, que alcanza proporciones semejantes a las conseguidas con un sistema más agresivo para la estructura de la tierra como el laboreo, y es más resistente a la pérdida de la estructura inicial.

La curva de retención para los tres sistemas analizados aparece en la Figura 3, donde se aprecian importantes diferencias entre los distintos métodos de manejo. La tierra tratada con basura presentó valores de humedad superiores a los que se encontraban en L y NL, no sólo a tensiones pequeñas sino que a valores superiores las

Tabla 1.

	L	NLC	NL
da (g/cm <sup>3</sup> )	1,32	1,28	1,55
cc (l/m <sup>3</sup> )	-	341,40	260,49

diferencias se mantenían. Junto con una mayor capacidad de almacenar agua entre los niveles de capacidad de campo y punto de marchitez permanente, se produce una cesión más gradual en NLC. Esto permitiría que a potenciales mátricos muy bajos en los que la estructura de la tierra en L y NL no puede retener agua , en NLC sí lo hace.

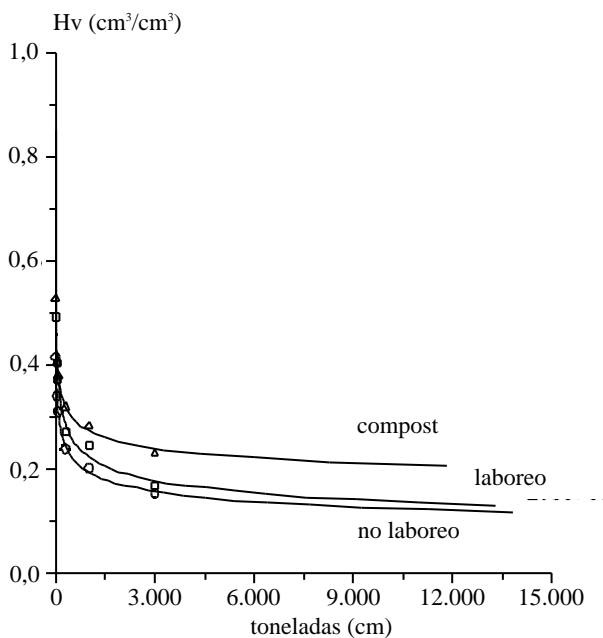


Figura 3. Datos de la curva de retención para los tres sistemas de manejo analizados, laboreo, laboreo nulo, no-laboreo con aplicación de basura, ajustados al modelo de Van Genutchen

Los datos experimentales de la curva de retención y la  $K_s$ , se ajustaron a distintos modelos (Van Genuchten, 1991) para estimar la variación de la difusividad y conductividad hidráulica en función del grado de humedad en cada uno de los sistemas de manejo.

Tabla 3. Coeficientes de regresión para los modelos aplicados

	$r^2$ Brooks y Corey	$r^2$ Van Genuchten (m y n variables)	$r^2$ Van Genuchten (m = 1-1/n)
NLC	0,58639	0,99657	0,99647
L	0,93416	0,98918	0,98889
NL	0,94480	0,99761	0,99738

El modelo de Brooks y Corey (1964) describe la relación entre el potencial matricial,  $h$ , y el contenido volumétrico de agua en la tierra mediante la ecuación:

$$S_e = \left( \frac{h_b}{h} \right) ; S_e = \frac{\Theta - \Theta_r}{\Theta_s - \Theta_r} \quad [1]$$

Donde  $S_e$  es la humedad normalizada,  $h$  es el componente matricial del potencial del agua en cm,  $h_b$  el valor correspondiente al estado de entrada del aire y  $\lambda$  un parámetro relacionado con la distribución del tamaño de poros que afecta a la pendiente de la curva de retención. El ajuste que se obtuvo con este modelo es el más pobre en todos los casos, especialmente en el caso de NLC, y explica que el modelo se ajusta mal a espacios porosos con una amplia distribución de tamaño de poros y trazado irregular.

El modelo de Van Genuchten (1980) describe la relación anterior mediante la ecuación:

$$S_e = \frac{1}{[1+(\alpha h)^n]^m} \quad [2]$$

Donde  $\alpha = 1/h_b$ ,  $n$  y  $m$  son constantes empíricas que afectan a la forma de la curva de retención. En este caso los ajustes con los datos experimentales fueron bastante aceptables, tanto cuando se consideraban  $m$  y  $n$  independientes, como cuando se imponía la restricción  $m = 1-1/n$ . Este último caso fue el utilizado para estimar la

conductividad hidráulica subsaturada y la difusividad según Mualem, ya que sin afectar apenas el grado de ajuste, es más simple y tiene solución para valores inferiores a la unidad, caso que puede plantearse cuando  $m$  y  $n$  son variables. Van Genuchten et al. (1991) recomiendan utilizar  $m$  y  $n$  variables solamente cuando se dispone de un gran número de puntos de la curva de retención. En tierras con textura gruesa, caracterizadas por una abundancia de poros grandes, este modelo sí ha dado mejores resultados.

Tabla 4. Valores obtenidos para los parámetros del modelo de Van Genuchten con la restricción de  $m = 1-1/n$ .

	$\Theta_r$	$\Theta_s$	$n$	$\lambda a$	$h_b$
NLC	0,0985	0,8521	0,1958	0,1958	0,57000
L	0,0001	0,5304	1,2095	0,2095	16,077
NL	0,0001	0,4585	1,1932	0,1932	11,806

Se ven diferencias en cuanto a la humedad residual  $\Theta_r$ , a favor del sistema de NLC frente a L y NL, donde prácticamente es nula. Esta humedad puede ser importante para la actividad biológica edáfica en condiciones de sequedad extrema. La humedad de saturación  $\Theta_s$ , es mucho mayor en NLC que en L o NL debido a la capacidad de almacenamiento de agua de la materia orgánica y al aumento de volumen de la tierra. La entrada de aire una vez evacuada el agua se produce a humedades cercanas a saturación en NLC, y en el resto a tensiones mayores.

Para la estimación de la conductividad hidráulica subsaturada se empleó el modelo de Mualem (1976) adaptado a los datos obtenidos para las curvas de retención según Van Genuchten et al. (1991).

$$K(S_e) = K \left( \frac{\Theta - \Theta_r}{\Theta_s - \Theta_r} \right) = \frac{K_s n^2 S_e^{1+2+\frac{2}{mn}}}{[(mn+1)B(p,q)]^2} \quad [3]$$

Siendo  $l$  un parámetro relacionado con la conectividad de los poros (0,5 para la mayoría de las tierras),  $p = m + 1/n$  y  $q = 1-1/n$ , constantes del modelo y  $B(p, q)$ , la función beta.

En la Figura 4 (izquierda), presentamos la relación entre la conductividad hidráulica y el contenido en humedad. Se ve cómo el valor máximo de conductividad hidráulica se alcanza en L, y el mínimo en laboreo nulo, la aplicación de basura mejora sensiblemente las conductividad hidráulica saturada, y no se encuentran diferencias significativas entre L y NLC.

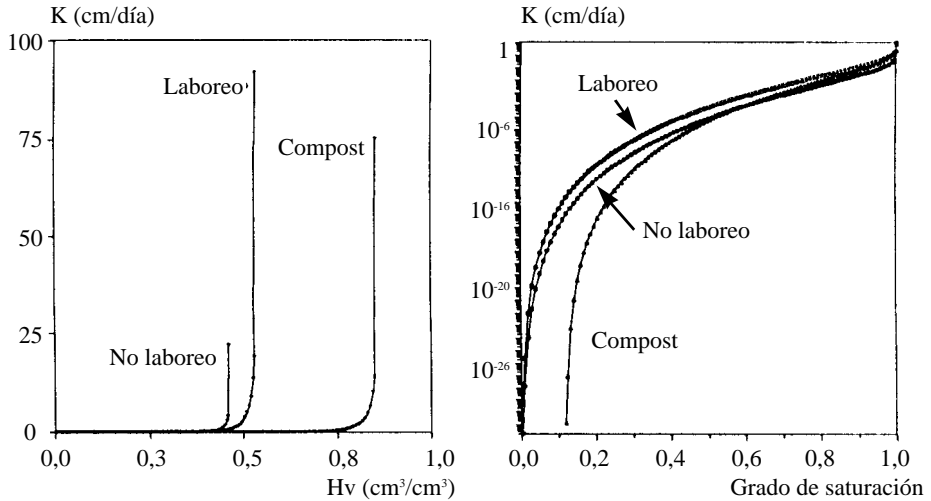


Figura 4. Conductividad hidráulica subsaturada según el modelo de Mualem (1976), con la restricción  $m=1-1/n$  (izquierda). Conductividad hidráulica subsaturada (escala logarítmica) frente al grado de saturación ( $\Theta/\Theta_s$ ) (derecha).

El parámetro de difusividad  $D$  que aparece en la ecuación general de movimiento del agua en la tierra despreciando el movimiento horizontal

$$\frac{\delta}{\delta z} \left( D \frac{\delta \Theta}{\delta z} \right) + \frac{\delta k}{\delta m} = \frac{\delta \Theta}{\delta m} \quad [4]$$

Se estima a partir de los datos de salida de los modelos anteriores mediante la expresión:

$$D = \frac{k(\Theta)}{\quad} \quad [5]$$

Según los resultados de los modelos, podría esperarse en NLC una difusividad mucho menor que en L, y en NL intermedia. En NLC se produciría un retraso en alcanzar la máxima conductividad hidráulica (Figura 5). Esto se hallaría en consonancia con la sospecha de que a pesar de que la basura es capaz de aumentar el espacio poroso de la tierra, lo que explica el aumento de la conductividad hidráulica

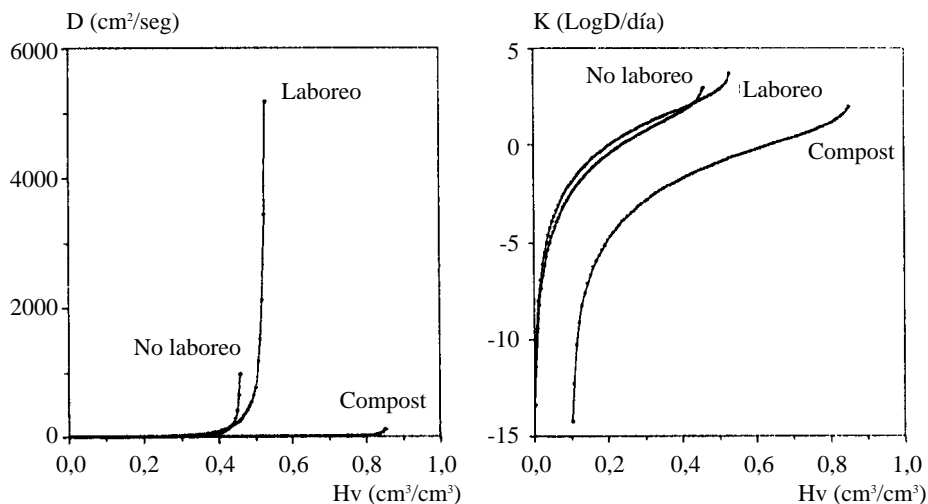


Figura 5. Variación de la difusividad  $D$  en función del grado de humedad volumétrica  $H_v$  ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ).

saturada, las propiedades de retención hídrica de las sustancias húmicas harían que disminuyese significativamente la difusividad frente a los otros sistemas.

## CONCLUSIONES

La disponibilidad de agua para la planta es comparable en el laboreo tradicional y laboreo nulo con aplicación de basura, expresado como diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente, y muy superior en ambas al sistema de no laboreo.

La estructura de la tierra labrada es susceptible de alterarse más rápidamente, aumentando su densidad aparente. La aplicación de materia orgánica aumenta la permanencia de la estructura inicial y conserva la capacidad de almacenamiento de agua.

La conductividad hidráulica saturada es del mismo orden en laboreo y no laboreo con aplicación de basura y significativamente superior al laboreo nulo.

A partir de los datos obtenidos con el modelo de Van Genuchten, restricción  $m = 1-1/n$ , y Mualem, es de esperar que aunque los valores de conductividad hidráulica saturada sean similares en laboreo y laboreo nulo con aplicación de basura, la humedad volumétrica a la que se alcanza este punto sea mayor en tierras con basura.

Esto implicaría un retraso en la consecución de un régimen permanente de infiltración .

### **Agradecimientos**

La realización de este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo de la empresa Saneamientos de Córdoba S.A., promotora del proyecto donde se engloba, y la Caja Provincial de Ahorros de Córdoba por su contribución financiera.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Aguilar F., P. González (1994) Efectos de la aplicación de compost de residuos sólidos urbanos en el régimen hídrico del olivar en no laboreo. En *Actas del XII Jornadas de la Asociación Española de Riegos y Drenajes*. pp 45-52. Pamplona.
- Brooks, R.H., A.T. Corey (1964) *Hydraulic properties of porous media*. Hydrology paper nº 3. 7 pp. Colorado State University; Fort Collins, Colorado.
- Klute, A. (ed.) (1986). *Methods of soil analysis. Part I. Physical Analysis*. Monog. 9. Wisconsin.
- Mualem, Y. (1976) A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. *Water Resour. Res.*, 12: 513-522.
- Pastor, M. (1991) *Estudio de diversos métodos de manejo de suelo alternativos al laboreo en el cultivo del olivo*. Diputación Provincial de Jaén, Instituto de Estudios Jiennenses; Jaén
- Russel, D.W. (1973) *Soil conditions and plant growth*. Longman; Londres.
- Trocme, S., R. Gras (1977) Un essai d'entretien du sol en verger de pommiers. *Ann. Agron.*, 28 (3).
- Van Genuchten, M. Th. (1980) A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 44: 892-898.
- Van Genuchten, M.Th., F.J. Leij, R.S. Yates (1991) *The RETC Code for quantifying the hydraulic functions of unsaturated soils*. EPA/600/2-91/06. ADA; Oklahoma 74820.
- Van Huyssteen, H.W. Weber (1980) The effects of selected minimum and conventional tillage practices on vineyard cultivation in vine performance. *Afri. J. Enol. Vitic.*, Vol I.

# **Control biológico del pie negro de la remolacha azucarera mediante una formulación industrial con *Trichoderma harzianum***

**E. Monte\*, I. Grondona\*, A. Pérez de Algaba\*\*, P. García Benavides\*\*\*, I. García-Acha\***

\* *Departamento de Microbiología y Genética, CSIC/Universidad de Salamanca.*

\*\* *Sección de Protección de los Vegetales, Junta de Andalucía, Córdoba.*

\*\*\* *Centro Regional de Diagnóstico, Junta de Castilla y León, Aldearrubia (Salamanca)*

## **RESUMEN**

La enfermedad del pie negro de la remolacha azucarera está producida por un conjunto de hongos edáficos o que llegan a la tierra e infectan a las semillas. No existe un fungicida químico capaz de controlar la diversidad de patógenos existentes en el patosistema tierra, y por eso no es fácil el tratamiento del pie negro. En nuestro laboratorio hemos seleccionado cepas de *Trichoderma harzianum* para ser aplicadas como agentes de control biológico en ambiente natural. Probamos con éxito la utilización de tres cepas de este antagonista en una formulación industrial pildorada alrededor de semillas de remolacha, en cultivo de siembra primaveral y otoñal, en Castilla y León, y Andalucía, respectivamente. En comparación con los tratamientos químicos tradicionales, el control biológico no aumentó ni disminuyó significativamente el contenido de azúcar de las remolachas, pero en presencia del antagonista idóneo aumentó el rendimiento de la cosecha al ser mayor el número de plántulas emergidas

## **INTRODUCCIÓN**

Baker y Cook (1974) definen el control biológico como “la reducción de la densidad de inóculo o de las actividades productoras de enfermedad de un patógeno o parásito, en su estado activo o durmiente, mediante uno o más organismos, lograda



de manera natural o a través de la manipulación del ambiente, del huésped o del antagonista, o por la introducción masiva de uno o más antagonistas.”

Una definición de control biológico capaz de dar cabida a las nuevas técnicas de biología molecular aplicadas a la biotecnología, ha sido enunciada por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (NAS, 1987): “utilización de organismos naturales o modificados, genes o productos génicos, para reducir los efectos de organismos indeseables y para favorecer organismos útiles para el ser humano, tales como cultivos, árboles, animales y microorganismos beneficiosos.” Según esta definición, la obtención de cultivares genéticamente resistentes a una enfermedad también es una forma de control biológico. No obstante, existe todavía polémica en torno a lo que se puede considerar estrictamente control biológico (García *et al.*, 1990).

Según Schroth y Hancock (1981) el control biológico se puede lograr mediante:

- el aprovechamiento del control natural, en aquellos casos en que se pueda disponer de tierras supresivas
- la introducción de antagonistas (o plaguicidas microbianos)
- la manipulación del ambiente, en beneficio de aquellos posibles antagonistas presentes en el ecosistema, que pudieran controlar la interacción del patógeno con su huésped.

En un ámbito más restringido, el control biológico de una enfermedad infecciosa consiste, por regla general, en la introducción artificial de microflora antagonista en el ambiente, para frenar el patógeno y favorecer a la planta, reduciendo el inóculo del patógeno o la intensidad de los síntomas posteriores a la infección. Estos agentes de control biológico pueden actuar de muy diversas formas, por lo que es importante conocer la proporción y duración de cada uno de los mecanismos de acción (Deacon y Berry, 1992).

Existe una enorme diversidad de agentes de control biológico, conocidos como antagonistas: virus, bacterias, hongos, protozoos e incluso nematodos. Se denominan micoplaguicidas a los hongos utilizados como agentes de control biológico. Estos, a su vez, se conocen como micofungicidas, micoinsecticidas, miconematocidas, y micoherbicidas, según se utilicen, respectivamente, en la lucha contra hongos, ácaros e insectos, nematodos y malas hierbas (Monte y García-Acha, 1991).

Los micoplaguicidas son hongos enemigos naturales o extraños de las plagas, malas hierbas o de los agentes causantes de enfermedades de las plantas cultivadas o silvestres, que se añaden al ecosistema para que se propaguen masivamente y reduzcan la población del patógeno o de la plaga (incluida la mala hierba) hasta unos límites considerados como soportables. De todos ellos, son los micofungicidas (hongo frente a hongo) los que, casi con toda seguridad, se vienen utilizando más profusamente como agentes de control biológico en fitopatología.

Más de la mitad de los micofungicidas utilizados para aplicar a la tierra o proteger a las plántulas, pertenecen al grupo de los hifomicetos, y de ellos la mitad

pertenecen a los géneros *Trichoderma*, *Gliocladium* (Papavizas, 1985) y *Penicillium*. La principal característica que se exige a un micoplaguicida es que sea muy específico, para evitar efectos nocivos sobre la vida silvestre y sobre otras especies. Por ello es preciso vigilar su estabilidad genética, dadas las enormes posibilidades de variación que poseen los hongos a causa de su micelio multinucleado y heterocariótico, y las distintas formas de reproducción, que favorecen los cambios genéticos (Muthumeenakshi *et al.*, 1994).

A diferencia de los plaguicidas químicos, que poseen un amplio espectro de actividad, y por ello son poco específicos, los micoplaguicidas son agentes bióticos vivos, seleccionados entre los antagonistas específicos de un determinado patógeno y en general son inocuos para el resto del ecosistema (Harman, 1990).

El pie negro de la remolacha azucarera es una enfermedad fúngica que tiene lugar en las primeras etapas del desarrollo de la planta. Los principales síntomas de esta enfermedad son un ennegrecimiento de la raíz, con o sin estrangulamiento del hipocótilo, y la subsiguiente muerte de la plántula. Los agentes de esta enfermedad son un conjunto de hongos edáficos y de las semillas entre los que cabe destacar *Phoma betae*, *Pythium ultimum*, *P. debaryanum*, *P. aphanidermatum*, *Rhizoctonia* spp., *Rhizoctonia solani*, *Aphanomyces cochlioides*, *Alternaria alternata* y *Fusarium* spp. (Whitney y Duffus, 1986; Monte *et al.*, 1991; Grondona, 1994).

El control de los patógenos del pie negro se realiza mediante la aplicación de plaguicidas químicos como tiram, himexazol, procloraz y benomilo (Durrant *et al.*, 1988; Ahrens, 1990), no siempre efectivos, dada la enorme diversidad de los hongos implicados en esta enfermedad.

La rotación de cultivos (Rush y Winter, 1990), la utilización de variedades de remolacha tolerantes a los distintos patógenos (Bugbee y Campbell, 1990; Osinska y Szymczak-Nowak, 1990) y la aplicación de algunos microorganismos antagonistas como *Pseudomonas* sp. (Blakeman y Brodie, 1977), *Bacillus subtilis* (Krezel y Stankiewicz, 1984) y *Laetisaria arvalis* (Martin *et al.*, 1984), han sido insuficientes para controlar a todos los hongos responsables del pie negro.

Con objeto de adecuar un método de control biológico a un patosistema con estas características, decidimos utilizar a *Phoma betae* como microorganismo diana para iniciar nuestro trabajo, posiblemente el más difícil de frenar entre todos los patógenos del pie negro, ya que presenta la particularidad de infectar a la remolacha en todas las etapas del cultivo. Además conocemos bien su ciclo biológico (Monte, 1986).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Como **patógenos** utilizamos dos aislamientos: *P. betae* 10, correspondiente a DSM 63181 y CECT 2348 (aislado de remolacha, Italia) y *P. betae* B (aislado de

raíz de remolacha en Bornos, Cádiz). Preparamos suspensiones de 500.000 conidios/ml (Monte y García-Acha, 1988).

Como agentes de control biológico **antagonistas** usamos la cepa de *Trichoderma harzianum* IMI 352940, aislada en nuestro laboratorio a partir de raíz de remolacha, así como las cepas *T. harzianum* IMI 352939 y *T. harzianum* IMI 352941. Cultivamos estos microorganismos en Potato Dextrose Agar (PDA, Difco) y los conservamos a 4 °C durante un año. No observamos cambios en su actividad antifúngica.

Utilizamos **semillas pildoradas** monogermen de remolacha, sin tratamiento químico previo, de las variedades Monivera (campo 1), Monauta (campos 2, 3 y 4) y Oryx (campos 5, 6 y 7).

Para el campo 1, después de desinfectar las semillas durante dos períodos de 10 minutos de tratamiento con calor a 60 °C, con un intervalo de 24 horas entre ellos, las cubrimos con goma de acacia (2 ml/5 g de semillas) y carbón activo (6 g/5 g de semillas). Para pildorar 5 g de semillas utilizamos 10 ml de suspensión de antagonista, obtenida suspendiendo el contenido de una placa de PDA de 10 días en 100 ml de agua estéril.

Para los campos 2 a 7 pildoramos las semillas monogermen Oryx y Monauta con 45.000 a 50.000 conidios de *T. harzianum*/semilla, siguiendo un método de SES Ibérica (Zaragoza), patentado. Los resultados de los ensayos de germinación de semillas fueron 91,75 a 98,8% después de 4 días y 97 a 99,9% después de 14 días. Los conidios de *T. harzianum* permanecieron viables después de almacenarlos a 4 °C durante más de un año.

Diseñamos los **experimentos de campo** con 5 repeticiones correspondientes a 5 bloques con 15 tratamientos y 2 m de separación entre bloques. La unidad experimental estaba formada por hileras de semillas de 5 m de longitud, con 400 semillas/hilera, con una separación de 65 cm entre hileras. Inoculamos las remolachas de siembra otoñal (campos del 1 al 4) en el momento de la siembra, antes de cubrir las semillas, pulverizando cada hilera con 80 ml de una suspensión de conidios de cada aislamiento de *P. betae*. Llevamos a cabo estos experimentos con el consentimiento de las autoridades de Agricultura de la Junta de Andalucía en Córdoba, en campos en agricultura convencional propiedad de agricultores. En ningún caso inoculamos las remolachas de siembra primaveral (campos del 5 al 7) con *P. betae* ni otros patógenos de plantas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos entre 1990 y 1993 en cultivos de remolacha de siembra otoñal, infectada artificialmente con *P. betae*, y cultivos de remolacha de siembra primaveral, no infectadas artificialmente con *P. betae*.

Tabla 1. Porcentaje de plantas emergidas sanas en cuatro campos de remolacha de siembra otoñal, en Córdoba, infectados artificialmente con *P. betae* (campos 1 a 4) y en tres campos de remolacha de siembra primaveral, en Castilla y León, no infectados (campos 5 a 7). Los resultados corresponden al valor medio de cinco repeticiones excepto en los campos 6 y 7, que fueron de 6 repeticiones. El valor 100 % se asignó al número máximo de plantas emergidas sanas en cada experimento. Todos los porcentajes se refieren a lecturas efectuadas ocho semanas después de la siembra.

Tratamiento	Campo 1 A. Obispo (1990-91)	Campo 2 Carnicera (1991-92)	Campo 3 Carnicera (1992-93)	Campo 4 La Reina (1992-93)
Testigo: semillas pildoradas	7,9	20,2	85,6	61,2
<i>T. harzianum</i>	100	96,5	100	98,8
Himexazol/tiram	NE	87,2	95,4	100
<i>P. betae</i> B	16,6	18,9	82,9	51,8
<i>P. betae</i> B + <i>T. harzianum</i>	34,8	90,2	88,4	72,8
<i>P. betae</i> B + himexazol/tiram	NE	49,2	92,7	81
<i>P. betae</i> 10	10,2	19,1	73,8	51
<i>P. betae</i> 10 + <i>T. harzianum</i>	43,8	100	87,7	69,3
<i>P. betae</i> 10 + himexazol/tiram	NE	55,7	92,2	74,6

	Campo 5 Horcajo (1991)	Campo 6 Zorita (1991)	Campo 7 Aldearrubia (1992)
Testigo: semillas pildoradas	90,9	97,2	61,5
<i>T. harzianum</i>	100	100	100
Himexazol/tiram	98,5	80,1	77,1

NE: No ensayamos el tratamiento químico.

**Campo 1** (Alameda del Obispo, Córdoba. Campaña 90-91). El porcentaje de plantas emergidas sanas en el control no inoculado fue menor que el valor obtenido cuando las mismas semillas fueron infectadas con *P. betae*. Ello se debió a la presencia de hongos patógenos más virulentos presentes en el campo donde se llevó a cabo el experimento, como *R. solani*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* y *Pythium* spp., que fueron identificados usando plantas cebo. Las condiciones climáticas de elevada humedad y altas temperaturas favorecieron la acción de *P. betae*, los otros patógenos y el antagonista. *T. harzianum* fue capaz de frenar no sólo a *P. betae* sino también a otros hongos edáficos responsables de la caída de plántulas de remolacha.

**Campo 2** (La Carnicera, Córdoba. Campaña 91-92). Tanto *P. betae* como otros hongos patógenos infectaron a las plántulas de remolacha. Las temperaturas muy altas durante las primeras semanas después de la siembra redujeron la germinación de las semillas en aproximadamente un 25%. Los plaguicidas químicos fueron menos eficaces que *T. harzianum*.

**Campo 3** (La Carnicera, Córdoba. Campaña 92-93). Este ensayo se vio afectado por una fuerte sequía y restricciones de agua en el valle del Guadalquivir. Bajo estas condiciones, con ausencia de agua tanto para los patógenos como para sus antagonistas, no observamos diferencias significativas entre los tratamientos químico y biológico.

**Campo 4** (La Reina, Córdoba. Campaña 92-93). Este ensayo se vio afectado, igual que el anterior, por la sequía y restricciones de agua. Sin embargo el encharcamiento subsiguiente al primer riego después de la siembra, hizo que los valores obtenidos con semillas no inoculadas y semillas infectadas con *P. betae* fueran más bajos que en el campo anterior. No detectamos diferencias significativas entre los tratamientos químico y biológico. Bajo las condiciones del ensayo, de humedad inicial, así como calor y sequía después de la segunda semana, el número de plantas emergidas en presencia de himexazol y tiram fue ligeramente más alto.

**Campo 5** (Horcajo, Ávila. Campaña 1991). Debido a las heladas y a la sequía durante el ensayo, el número de plantas emergidas fue irregular. Observamos poca caída de plántulas y no detectamos diferencias significativas entre el control químico y biológico.

**Campo 6** (Zorita, Salamanca. Campaña 1991). La caída de plántulas causada por hongos fue escasa. Sin embargo, el tratamiento con *T. harzianum* fue significativamente mejor que el pildorado químico.

**Campo 7** (Aldearrubia, Salamanca. Campaña 1992). En este campo intentamos favorecer la caída de plántulas por hongos edáficos, con una siembra tardía. La falta de agua durante el ensayo dio lugar a recuentos irregulares. No obstante, *T. harzianum* fue de nuevo significativamente mejor que los plaguicidas químicos.

## CONCLUSIONES

En el campo *T. harzianum* ha sido eficaz en el control biológico de *Phoma betae* y otros hongos patógenos implicados en la caída de plántulas de remolacha. Por tratarse de un producto biológico, el éxito de su aplicación dependerá de condiciones climáticas y ambientales que favorezcan el desarrollo de *T. harzianum*, aunque estas condiciones también sean, paradójicamente, las óptimas para el patógeno que pretendemos frenar (campos 1 y 2).

Bajo condiciones climáticas extremas, con sequía (campos 4 y 7), fuerte sequía (campos 3, 5 y 6), calor (campos 3 y 4) y frío (campos 5 y 6), el uso de plaguicidas

químicos no fue significativamente superior que el control biológico, y en dos casos (campos 6 y 7) *T. harzianum* fue hasta un 20% mejor.

### Agradecimientos

El presente trabajo ha sido realizado con la financiación de la Fundación Areces y la colaboración de SES-Ibérica (Zeneca-Seeds) y AIMCRA.

### BIBLIOGRAFÍA

- Ahrens, W. (1990) Efficiency of Tachigaren (active compound: hymexazole) against *Aphanomyces* root rot of sugar beet. *Gesunde-Pflanzen*, 42: 120-123
- Baker, K.F., R.J. Cook (1974) *Biological Control of Plant Pathogens*. W.H. Freeman & Co.; San Francisco.
- Blakeman, J.A., I. Brodie (1977) Competition for nutrients between epiphytic microorganisms and germination of spores of plant pathogens on beetroot leaves. *Physiological Plant Pathology*, 10: 29-42.
- Bugbee, W.M., L.G. Campbell (1990) Combined resistance in sugar beet to *Rhizoctonia solani*, *Phoma betae* and *Botrytis cinerea*. *Plant Disease*, 74: 353-355.
- Deacon, J.W., L.A. Berry (1992) Modes of action of mycoparasites in relation to biocontrol of soilborne plant pathogens. En *Biological Control of Plant Diseases. Progress and Challenges for the Future* (E.C. Tjamos, G.C. Papavizas, R.J. Cook eds.), NATO ASI Series, pp. 157-167. Plenum Press; Nueva York.
- Durrant, M.J., P.A. Payne, J.W.F. Prince, R. Fletcher (1988) Thiram steep seed treatment to control *Phoma betae* and improve the establishment of the sugar beet plant stand. *Crop Protection*, 7: 319-326.
- García, R., L.E. Caltagirone, A.P. Gutiérrez (1990) R. García, L.E. Caltagirone and A.P. Gutiérrez reply. *BioScience*, 40: 207.
- Gron dona, I. (1994) Control biológico del pie negro de la remolacha azucarera. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca.
- Harman, G.E. (1990) Deployment tactics for biocontrol agents in plant pathology. En *New directions in biological control: Alternatives for suppressing agricultural pests and diseases*. (R.R. Baker, P.E. Dunn, eds.) pp. 779-792. A.R. Liss; Nueva York.
- Krezel, Z., M. Stankiewicz (1984) Effect of *Bacillus subtilis* 93 on the infection of sugar beet seedlings with *Phoma betae*. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent*, 49: 517-523.
- Martin, S.B., G.S. Abawi, H.C. Hoch (1984) Influence of the antagonist *Laetisaria arvalis* on infection of table beets by *Phoma betae*. *Phytopathology*, 74: 1092-1096.
- Monte, E. (1986) Morfología y fisiología del hongo fitopatógeno *Phoma betae*. Intentos de control biológico. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca.
- Monte, E., I. García-Acha (1988) Germination of conidia in *Phoma betae*. *Transactions of the British Mycological Society*, 91: 133-139.
- Monte, E., I. García-Acha (1991) Control biológico. Micopesticidas. En *Temas de Microbiología IV*. (T.G. Villa, A. Chordi, eds.). Ediciones Universidad de Salamanca; Salamanca.

- Monte, E., A. Pérez de Algaba, I. Grondona, García-Benavides, P. Martín, Cid Delgado, I. García-Acha (1991) Control biológico: Principios generales y su aplicación en el cultivo de la remolacha. *Phytoma*, 8: 46-51.
- Muthumeenakshi, S., P.R. Mills, A.E. Brown, D.A. Seaby (1994) Intraspecific molecular variation among *Trichoderma harzianum* isolates colonizing mushroom compost in the British Isles. *Microbiology*, 140: 769-77.
- NAS (1987) *Report of the research briefing panel on biological control in managed ecosystems*. National Academy of Sciences; Washington.
- Osinska, B., J. Szymczak-Nowak (1990) Results of the investigations on selection of sugar beet resistance against damping-off caused by *Aphanomyces cochlioides*. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji-Roslin*, 173-174: 109-112.
- Papavizas, G.C. (1985) *Trichoderma* y *Gliocladium*: biology and potential for Biological Control. *Annual Review of Phytopathology*, 23: 23-54.
- Rush, C.M., S.R. Winter (1990) Influence of previous crops on *Rhizoctonia* root and crown rot of sugar beet. *Plant Disease*, 74: 421-425.
- Schroth, M.N., J.G. Hancock (1981) Selected topics in Biological Control. *Annual Review of Microbiology*, 35: 453-476.
- Whitney, E.D., J.E. Duffus (1986) *Compendium of Beet Diseases and Insects*. APS Press; St. Paul, EEUU.

# Nematodos edáficos y gestión ecológica de un sistema cerealista en Castilla-La Mancha

A. Bello, S.C. Arcos, M. Alía, J. Rodríguez Señas, M.P. Golvano

*Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC. Serrano 115 dpdo, 28006 Madrid.*

## RESUMEN

Analizamos la estructura de la nematofauna en un agrosistema característico de los cereales de invierno en Castilla-La Mancha, su función en el cultivo y el impacto de una agricultura productivista, con el fin de establecer un modelo de gestión ecológico. El estudio se centra en un suelo pardo no cálcico, en la finca experimental La Higuera (Santa Olalla, Toledo), comparando dos rotaciones de cultivo y diferentes niveles de fertilización nitrogenada, donde se encuentran representados los diferentes grupos tróficos de nematodos. Las poblaciones de los grupos patógenos no llegan a perjudicar, al estar condicionados por los sistemas de manejo. Resalta el efecto negativo de la fertilización nitrogenada, que reduce el número de individuos y especies de nematodos, afecta a su metabolismo, especialmente a los del orden *Dorylaimida*, y reduce la nodulación de *Rhizobium* en veza, leguminosa utilizada en la rotación.

## INTRODUCCIÓN

Los nematodos se encuentran en todos los ambientes y pueden agruparse, desde el punto de vista trófico, en fitoparásitos, saprófagos, omnívoros y depredadores. Los fitoparásitos pueden causar problemas graves en los cultivos, pero a la vez son los principales herbívoros subterráneos y contribuyen a la renovación del sistema radicular. Hay dos grandes grupos de nematodos fitoparásitos: los **ectoparásitos**, con géneros de estilete muy débil, que se alimentan de los pelos radiculares (*Tylenchus*), de las células epidérmicas de la raíz (*Helicotylenchus*, *Merlinius*, *Trichodorus* y *Tylenchorhynchus*) y de células de los tejidos profundos, como los transmisores de virus que poseen un estilete muy largo (*Longidorus* y *Xiphinema*). Otros son **endoparásitos**, unos móviles (*Pratylenchus*), otros sedentarios, principalmente los



que presentan hembras de forma esférica (*Heterodera* y *Meloidogyne*), y un tercer grupo son parásitos de tallos y partes aéreas (*Anguina*, *Ditylenchus* y *Subanguina*).

Rivoal y Cook (1993) señalan el interés para los cultivos de cebada y trigo de los nematodos siguientes: *Anguina tritici*, *Ditylenchus dipsaci*, *Heterodera avenae*, *H. hordecalis*, *H. latipons*, *Meloidogyne arenaria*, *M. artiellia*, *M. chitwoodi*, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. naasi*, *Pratylenchus crenatus*, *P. neglectus*, *P. penetrans*, *P. thornei* y *Subanguina radicola*; y consideran que *Belonolaimus*, *Helicotylenchus*, *Longidorus belloi*, *L. elongatus*, *L. leptcephalus*, *Merlinius*, *Trichodorus* y *Tylenchorhynchus* pueden ser patógenos en determinadas áreas. De estos nematodos se ha citado en cereales en nuestro país a *A. tritici*, *D. dipsaci*, *Helicotylenchus* spp., *H. avenae*, *H. latipons*, *L. belloi*, *L. elongatus*, *M. artiellia*, *M. incognita*, *Merlinius* spp., *P. crenatus*, *P. neglectus*, *P. penetrans*, *P. thornei*, *Trichodorus* spp. y *Tylenchorhynchus* spp.

Los nematodos formadores de quistes del género *Heterodera* son los de mayor interés patológico, del cual destaca *H. avenae* especialmente en ambientes de clima templado y *H. latipons* en los mediterráneos. Entre los formadores de nódulos del género *Meloidogyne*, *M. artiellia* se reproduce bien sobre trigo y cebada en Andalucía; y en suelos con temperaturas medias alrededor de 21 °C se puede encontrar *M. incognita*. De los nematodos de las partes aéreas, *D. dipsaci* parasita cebollas, ajos, leguminosas y trigo; y *A. tritici* forma agallas en las semillas y se puede controlar con la selección de semillas sanas o por rotación de cultivos. Los nematodos endoparásitos migratorios del género *Pratylenchus* producen en los campos infestados rodales cloróticos y engrosamientos irregulares y necrosis en las raíces. Entre las especies encontradas, *P. thornei* y *P. neglectus* impiden a las raíces la absorción de agua; *P. crenatus* y *P. penetrans* están principalmente en los suelos con pH bajo; y se ha observado que *P. neglectus* aumenta al utilizarse cultivares resistentes a *H. avenae*. Por último, *L. belloi* induce la formación de agallas en trigo y cebada, *L. elongatus* reduce el rendimiento de la cebada en Inglaterra, y la combinación de poblaciones de *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Helicotylenchus*, *Longidorus* y *Trichodorus* puede causar pérdidas en los cultivos en Escocia.

En la provincia de Toledo y en el área de estudio se ha citado: *H. avenae*, *M. incognita*, *P. thornei*, *L. elongatus* y *L. belloi* (Sánchez y Bello, 1984). Por otro lado, la estructura de la nematofauna de los suelos pardos no cálcicos de la Facies Madrid ha sido estudiada por Nombela *et al.* (1994), quienes distinguen un grupo de nematodos característico de los sistemas de rotación, constituido en orden de importancia por *Pratylenchus*, *Ditylenchus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Rotylenchus*, *Dorylaimidae*, *Plectus* y *Tylenchus*; un segundo grupo característico de los monocultivos de cereales, representado por *Heterodera*, *Criconemoides*, *Discolaimus* y rabdítidos; y por último un grupo representativo de áreas naturales con *Paratylenchus*, *Xiphinema*, *Hemicycliophora*, *Mononchus*, *Tripyla* y *Alaimus*. Nombela *et al.* (1993) analizan la variación espacial y temporal de la nematofauna

en un sistema cerealista en un suelo pardo no cálcico en Santa Olalla (Toledo) e indican que su variación espacio-temporal está relacionada con la planta huésped y el contenido de arcilla que regula la humedad del suelo.

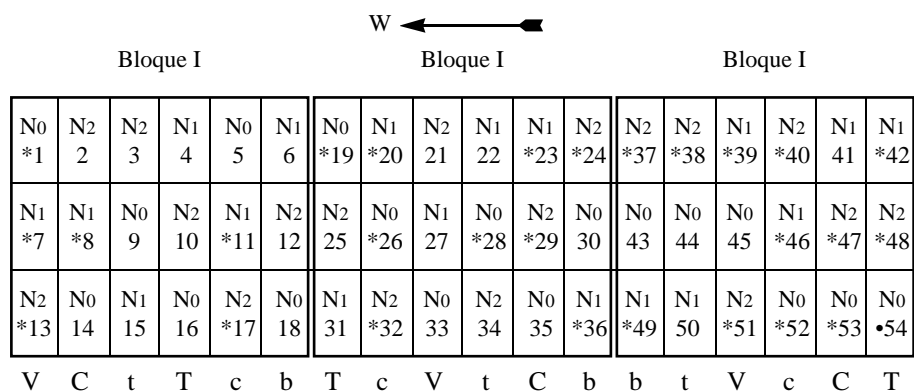
La aplicación de nematicidas en el control de los nematodos patógenos de los cereales resulta en la mayoría de los casos antieconómico, además de contaminar el suelo y las aguas, así como por una serie de efectos secundarios sobre la biología del suelo, al eliminar tanto a los nematodos patógenos como a los beneficiosos, con lo cual disminuye la capacidad de autorregulación del sistema. Por otro lado, es preocupante el efecto del abonado nitrogenado sobre los nematodos del suelo, puesto que se ha visto que puede afectar a la diversidad de la fauna edáfica (Tamm, 1991) y es tóxico para los nematodos (Gupta, 1988a, b).

Este trabajo tiene por fin valorar los efectos de la rotación de cultivos en la reducción de los problemas fitonematológicos en un sistema cerealista de Castilla-La Mancha, conocer los efectos de la utilización de distintas dosis de nitrógeno sobre los nematodos edáficos y cómo puede verse afectada la nodulación por bacterias fijadoras de nitrógeno en veza, leguminosa utilizada en la rotación. Así como conocer la función de los nematodos en los sistemas agrícolas, que permita elaborar un modelo de gestión ecológico en los cultivos de cereales.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Iniciamos el trabajo experimental en 1981 en la finca experimental La Higuera, Santa Olalla (Toledo), sobre un suelo pardo no cálcico (López-Fando y Bello, 1987). Comparamos dos rotaciones de cultivo: barbecho-trigo-cebada y veza-trigo-cebada, con tres niveles de fertilización: uno sin ninguna fertilización ( $N_0 P_0 K_0$ ); otro con el recomendado por el análisis de suelo ( $N_1 P_1 K_1$ ) y el tercero con la misma fertilización fosfopotásica que el segundo pero con doble dosis de nitrógeno ( $N_2 P_1 K_1$ ). El diseño del experimento (Figura 1) era de parcelas subdivididas; las parcelas principales correspondían a seis alternativas en las dos rotaciones, y las distribuimos en bloque al azar con tres repeticiones. Cada parcela principal estaba dividida en tres subparcelas, correspondientes a los tres niveles de fertilización y que habíamos distribuido al azar dentro de cada parcela. El número total de subparcelas fue 54.

Tomamos las muestras en tres puntos: en los extremos y el centro de cada subparcela, para elaborar una muestra media, y a tres profundidades distintas teniendo en cuenta la morfología del suelo: A (3 a 10 cm), B (10 a 25 cm) y C (más de 25 cm). Tomamos las muestras del 21 al 25 de marzo de 1994, y recogimos en total 162 muestras medias. Extrajimos los nematodos por centrifugación a partir de 100 cc de suelo (Nombela y Bello, 1986). Analizamos los resultados mediante la separación de medias muestrales con la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de



Hojas	Años			Hojas	Años		
	1°	2°	3°		1°	2°	3°
1	Barbecho	Trigo	Cebada	1	Veza	Trigo	Cebada
2	Trigo	Cebada	Barbecho	2	Trigo	Cebada	Veza
3	Cebada	Barbecho	Trigo	3	Cebada	Veza	Trigo

Tratamiento	Unidades fertilizantes en kg/ha	Sementera					
		Cobertura			Cebada		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	N	N
N0P0K0	0	0	0	0	0	0	
Trigo	N1P1K1	60	72	200	40+24	—	
Cebada		50	90	200	—	16	
Trigo	N2P1K1	120	72	200	80+48	—	
Cebada		100	90	200	—	32	
Veza	N1P1K1	20	80	150	—	—	
Veza	N2P1K1	40	80	150	—	—	

Figura 1. Esquema del experimento realizado y efecto de los sistemas de la rotación sobre el nematodo de los cereales *Heterodera avenae*. Quistes muertos \*; vivos •

nivel de significación, a fin de establecer la influencia de la fertilización nitrogenada en la evolución de las poblaciones de nematodos.

Contamos los nódulos producidos por *Rhizobium* en las raíces de veza (*Vicia sativa* L.), que habían crecido en parcelas con distinta fertilización nitrogenada. Con el fin de observar el desorden metabólico que produce la fertilización nitrogenada, determinamos mediante un autoanalizador clínico los parámetros necesarios para estudiar el balance electrolítico y el metabolismo de hidratos de carbono, lípidos y proteínas. Centramos el estudio bioquímico sobre los doriláimidos por ser los nematodos de mayor tamaño, y estudiamos el homogeneizado de diez hembras adultas en agua bidestilada, con seis repeticiones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta los problemas fitonematológicos que afectan a los cereales de invierno (Rivoal y Cook, 1993), sólo hemos encontrado en el área de estudio nematodos de los géneros *Helicotylenchus*, *Heterodera*, *Longidorus*, *Pratylenchus*, *Trichodorus* y *Tylenchorhynchus* (Tabla 1). De estos nematodos, *Helicotylenchus* y *Trichodorus* han presentado una abundancia muy baja: 3-2 individuos/100 cc de suelo. Sólo hemos considerado patógeno el género *Tylenchorhynchus* cuando aparece en interacción con otros géneros. *Longidorus* y *Pratylenchus* presentan poblaciones con gran número de individuos, localizados a profundidades superiores a los 10 cm, fundamentalmente a 25 cm, por lo cual sólo actúan sobre el cultivo cuando se realizan labores profundas y la planta se halla en condiciones e estrés, puesto que las raíces de cebada y trigo sólo alcanzan estas profundidades al final de su ciclo, con lo cual estos nematodos pueden ser de interés para iniciar los procesos de descomposición de las raíces y su transformación en materia orgánica. Con relación a los nematodos formadores de quistes, *Heterodera avenae* apareció en 28 de las subparcelas (54,1%) (Figura 1). Sus quistes estaban vacíos, salvo en la subparcela número 54, donde encontramos cinco hembras en la raíz, posiblemente por contaminación de las áreas próximas.

La estructura de la nematofauna del área de estudio (Nombela *et al.*, 1994) coincide con la característica de los cultivos de cereales donde se utiliza rotación, aunque en nuestro muestreo no son abundantes los hoploláimidos (*Helicotylenchus* y *Rotylenchus*) y no está presente *Ditylenchus*. Por otro lado el género *Xiphinema* abunda mucho en el cultivo de cereales, y aparece en los muestreos a más de 10 cm de profundidad, mientras que en los trabajos anteriores sólo aparecía en las áreas naturales. Escasean *Alaimus*, *Aphelenchus*, los criconemátidos, *Discolaimus*, monónquidos y *Paratylenchus*, característicos de las áreas naturales. Los géneros *Longidorus* y *Xiphinema* aparecen en los horizontes con mayor contenido de arcilla y confirman los resultados de los trabajos anteriores (Nombela *et al.*, 1993).

Tabla 1. Número total de nematodos encontrados según la distribución en profundidad de las muestras y el abonado nitrogenado

Nematodos	A (3-10 cm)			B (10-25 cm)			C (> 25 cm)		
	N0	N1	N2	N0	N1	N2	N0	N1	N2
<i>Alaimus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Aphelenchus</i>	0	1	1	1	1	1	0	0	0
Criconemátidos	0	0	0	0	0	3	0	0	0
<i>Discolaimus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Doriláimidos	435	106	59	336	109	39	400	121	38
<i>Helicotylenchus</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>Heterodera</i> *	2	9	8	13	18	17	0	0	2
<i>Longidorus</i>	0	0	0	12	3	7	161	95	84
<i>Monónquidos</i>	0	0	0	5	0	0	4	0	3
<i>Paratylenchus</i>	0	0	1	20	0	0	2	2	0
<i>Pratylenchus</i>	13	3	2	93	48	8	286	170	205
Rabditidos	296	139	110	110	86	57	17	9	13
<i>Trichodorus</i>	0	0	0	0	0	0	3	2	0
<i>Tylenchorhynchus</i>	237	49	37	323	109	69	134	101	98
<i>Tylenchus</i>	35	5	2	44	0	0	0	0	0
<i>Xiphinema</i>	1	0	0	137	41	0	106	63	58
Total	1.017	303	212	1.081	397	184	1.118	563	501
Media	56,5	16,8	11,8	60,1	22,1	10,2	62,1	31,3	27,8

(\*) Por ser quistes vacíos no se incluyen en el cálculo de los totales ni de las medias.

Tabla 2. Efecto del abono nitrogenado sobre el metabolismo de los doryláimidos

Constituyentes bioquímicos	N0	N2
Fósforo inorgánico	1,5 ± 0,2	0
Colesterol	13,4 ± 0,9	11,6 ± 0,7
Triglicéridos	115 ± 13	55,0 ± 2,5
Proteínas totales	2.500 ± 100	3.000 ± 163
Glucosa hexoquinasa	1,5 ± 0,1	1,1 ± 0,1
Ácido úrico	1,0 ± 0	1,0 ± 0
Magnesio	6,0 ± 0,1	5,5 ± 0,1
Sodio	0	0
Potasio	3,7 ± 0,0	3,0 ± 0,3

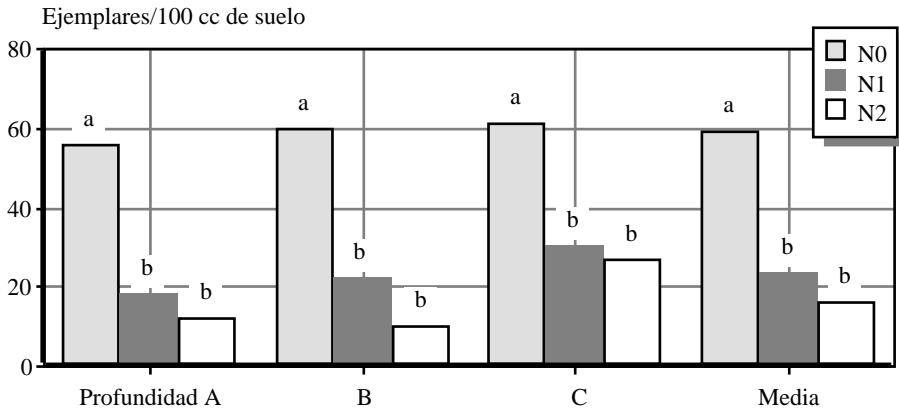


Figura 2. Efecto del abonado nitrogenado sobre la nematofauna. Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes

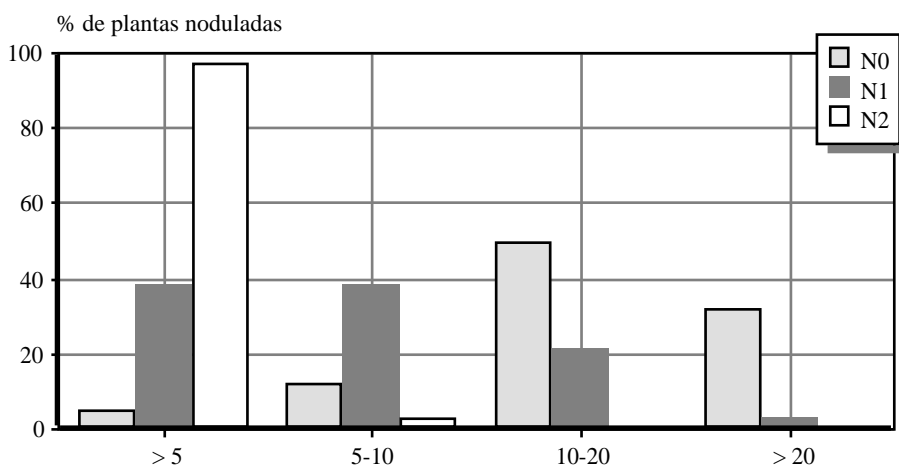
Observamos diferencias significativas (Figura 2) entre el total de individuos encontrados en las muestras de suelos sin tratar con fertilizante nitrogenado (N<sub>0</sub>) y las que procedían de suelos abonados con nitrógeno. No encontramos diferencias significativas entre las dos dosis de nitratos aplicadas (N<sub>1</sub> y N<sub>2</sub>).

Ante el efecto negativo del abonado nitrogenado sobre la abundancia de la nematofauna, estudiamos su influencia sobre el metabolismo del orden *Dorylaimida* para ver si existían diferencias entre los nematodos de los suelos tratados con diferentes dosis de nitrógeno. En los nematodos tratados con un fertilizante nitrogenado observamos la inexistencia de fósforo inorgánico y la disminución de carbohidratos, triglicéridos y magnesio (Tabla 2).

El fósforo es uno de los principales componentes del sistema enzimático que interviene en la síntesis, almacenamiento y transporte de carbohidratos y lípidos, tanto en vertebrados como invertebrados (Kochman y Kwiatkowska, 1972). Los carbohidratos intervienen en la contracción muscular (Barret, 1973) y formación de quitina, polisacárido estructural componente de la cutícula de los nematodos. No hay evidencia de que los lípidos almacenados sean el producto final del catabolismo de los carbohidratos (Brand, 1973). Posiblemente la disminución de los triglicéridos se debe a la carencia de las enzimas de  $\beta$ -oxidación, como hemos observado en ratas wistar tratadas con aguas contaminadas con nitratos (Alía *et al.*, 1994), confirmando los trabajos de Ward y Fairbairn (1970), quienes encontraron que en los huevos de los nematodos la actividad específica y propiedades de estas enzimas eran similares a las existentes en los riñones e hígado de rata.

Tabla 3. Efecto del abono nitrogenado en la nodulación de la veza por *Rhizobium*

Nº nódulos	N0		N1		N2	
	plantas	%	plantas	%	plantas	%
> 5	1	4,1	12	37,5	34	97,1
5-10	3	12,5	12	37,5	1	2,8
10-20	12	50,0	7	21,8	0	0
> 20	8	33,3	1	3,1	0	0
Total	24		32		35	

Figura 3. Efecto del abonado nitrogenado sobre la nodulación de la veza por *Rhizobium*

Paralelamente estudiamos el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la nodulación por *Rhizobium* en veza (Tabla 3) y encontramos que inhibe la función de los nódulos. Este efecto es múltiple: disminuye la capacidad de infección del *Rhizobium*, el número de nódulos, la masa nodular y la fijación del nitrógeno por la nitrógenasa de los bacteroides (Streeter, 1988; Lang *et al.*, 1993). Los resultados (Figura 3) muestran que en ausencia de nitrógeno (N0) la nodulación es mayor, y disminuye al aumentar la dosis de nitratos (N1 y N2).

## CONCLUSIONES

- El empleo excesivo de fertilizante nitrogenado ejerce un efecto nematocida. Esto repercute negativamente en la capacidad de autorregulación del sistema por la reducción de los nematodos beneficiosos, especialmente depredadores y saprófitos.
- Los nitratos inhiben la fijación del fósforo inorgánico en los nematodos, componente esencial del ácido adenosíntrifosfórico, indispensable en los procesos metabólicos para la síntesis de lípidos y carbohidratos. Esto puede ser una de las causas de la disminución de la nematofauna.
- El exceso de nitrato tiene un efecto negativo en la simbiosis *Rhizobium*-leguminosa, disminuye la nodulación y por tanto la capacidad de fijación biótica del nitrógeno.
- Las rotaciones barbecho-trigo-cebada y veza-trigo-cebada, junto con las labores superficiales, reducen los problemas planteados por los nematodos fitoparásitos, favoreciendo al mismo tiempo la recuperación de la fauna edáfica beneficiosa, lo cual es de interés en la elaboración de modelos de gestión ecológica de los cultivos de cereales.

## Agradecimientos

Agradecemos a J.A. González, M. Escuer, J.A. López-Pérez y M. Arias su colaboración, así como a C. Martínez, A. Harguindey y M. Fernández y al personal de la finca experimental La Higuera, del CSIC, por su ayuda en los trabajos de campo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alfá, M., A. Bello, J.M. Lozano, A. Gil, A. Bustos (1994) Contaminación de suelos y aguas subterráneas en cultivos de maíz y cebada de regadío en la cuenca media del río Jarama. *Rev. Toxicol.*, 11: 26-31.
- Barret, J. (1973) Nucleoside triphosphate metabolism in the muscle tissue of *Ascaris lumbricoides* (Nematoda). *Int. J. Parasit.*, 3: 393-400.
- Brand, T. (1973) *Biochemistry of parasites* (2nd ed.). Academic Press; New York, London.
- Gupta, M.C. (1988a) Influence of carbonaceous and nitrogenous amendments on population dynamics of *Tylenchus* and *Criconeoides* in soil. *Indian Journal of Nematology*, 18: 207-211.
- Gupta, M.C. (1988b) Effect of certain carbonaceous and nitrogenous amendment on *Monochus* and *Dorylaimus* in soil. *Indian Phytopathol.*, 41: 263-264.
- Kochman, M., D. Kwiatkowska (1972) Purification and properties of fructose diphosphate aldolase from *Ascaris suum* muscle. *Archs. Biochem. Biophys.*, 152: 856-868.
- Lang, P., R. Martín, M.P. Golvano (1993) Effect of nitrate on carbon metabolism and nitro-



- gen fixation in root nodules of *Lupinus albus*. *Plant Physiol. Biochem.*, 31: 639-648.
- López-Fando, C., A. Bello (1987) *Finca Experimental La Higuera*. 54 pp. Instituto de Edafología y Biología Vegetal de Madrid, CSIC; Madrid.
- Nombela, G., A. Bello (1986) Modificaciones al método de extracción de nematodos fitoparásitos por centrifugación en azúcar. *Boletín del Servicio de Defensa contra Plagas e Ins-pección Fitopatológica*, 9: 183-189.
- Nombela, G., A. Navas, A. Bello (1993) Spatial and temporal variation of the nematofauna in representative soils of the central region of Iberian peninsula. *Nematologica*, 39: 81-91.
- Nombela, G., A. Navas, A. Bello (1994) Structure of the nematofauna in spanish mediterranean continental soils. *Biol. Fertil. Soils*, 18: 183-192.
- Rivoal, R., R. Cook (1993) Nematode pest of cereals. En *Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture* (R. Evans, D.L. Trudgill, J.M. Webster, eds) pp 259-303. CAB International, Wallingford.
- Sánchez, A., A. Bello (1984) Valoración y estudio de los problemas fitonematológicos en la provincia de Toledo. En *Estudio agrobiológico de la provincia de Toledo*, pp 325-358. Instituto Provincial de Investigación y Estudios Toledanos; Toledo.
- Streeter, J.G. (1988) Inhibition of legume nodule formation and N fixation by nitrate. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 7: 1-23.
- Tamm, C.O. (1991) *Nitrogen in terrestrial ecosystems. Questions of productivity, vegetational changes, and ecosystem stability*. Ecological Studies, vol. 81, 115 pp. Springer-Verlag; Heidelberg.
- Ward, C.W., D. Fairbairn (1970) Enzymes of  $\beta$ -oxidation and their function during development of *Ascaris lumbricoides* eggs. *Develop. Biol.*, 22: 366-387.

# **Epidemiología de las virosis en el sureste peninsular**

**J.L. Porcuna\*, B.S. Gimeno\*\*, A. Jiménez\***

*\*Servicio de Sanidad y Certificación Vegetal. Silla. \*\*CIEMAT. Madrid.*

## **RESUMEN**

El desarrollo y la manifestación de virosis en los cultivos hortícolas del área mediterránea peninsular, presenta características muy específicas que dificultan la interpretación del desarrollo epidemiológico desde el punto de vista clásico. La incorporación de otros parámetros al análisis, como las influencias de los fotooxidantes ambientales; los potenciales de oxidorreducción, el pH y la resistividad; el potencial biótico de las tierras; y las zonas bioclimáticas, proporcionan una visión más amplia del problema y sirven para definir cuáles pueden ser las líneas de trabajo y su interpretación.

## **INTRODUCCIÓN**

El final de la década de los 80 se caracterizó por la aparición de virosis en los cultivos hortícolas, con una intensidad desconocida hasta entonces en el arco levantino. Los cultivos tradicionales de primavera-verano al aire libre (tomate, pimiento, melón, etc.) han venido sufriendo durante estos años daños muy importantes a consecuencia de ello. Esta situación ha contribuido, junto a otros factores no sanitarios, a provocar una gran reducción de las superficies de cultivo, cifrada según datos oficiales en más de 10.000 ha en las cuatro campañas desarrolladas entre 1988 y 1992.

## **Método de evaluación**

El análisis epidemiológico de las virosis en los cultivos hortícolas implica un estudio pormenorizado sobre su distribución en el espacio y en el tiempo así como el grado de intensidad con que se manifiestan. Por lo tanto, para evaluar las manifestaciones víricas se hace necesario disponer de un método objetivo que permita

definir el grado de incidencia del virus en la parcela como unidad productiva, y en la zona en que se encuadra como unidad ambiental.

La incidencia viral en la parcela como unidad se basará en:

- A. Tipos de manifestaciones en la interacción planta-virus.
- B. Grado de incidencia en la parcela.

La incidencia viral en la zona, como unidad ambiental se basará en:

- C. Nivel de unidades elementales (parcelas) que manifiestan la interacción virus-planta.

De esta manera, la problemática causada por las virosis quedará definida dentro de una unidad ambiental, entendiendo ésta en el sentido amplio, como un conjunto con características comunes de flora, fauna y clima, con los siguientes parámetro:

A. Tipo de manifestación:

- 1. Sin que afecte al desarrollo de la planta. Síntomas dudosos.
- 2. Desarrollo ligeramente mermado. Síntomas claros de infección viral.
- 3. Desarrollo mermado. Daños en frutos. Síntomas muy claros.
- 4. Planta con poca o ninguna producción comercial.

B. Grado de incidencia:

- 1. Síntomas presentes sólo en plantas aisladas.
- 2. Plantas aisladas poco frecuentes (5-25%).
- 3. 25-50% de plantas con síntomas.
- 4. Más del 50% de plantas con síntomas.

C. Nivel de incidencia en la zona:

- 1. Parcelas aisladas.
- 2. Parcelas aisladas poco frecuentes (5-25%).
- 3. 25-50% de las parcelas con síntomas.
- 4. Más del 50% de las parcelas con síntomas.

De este modo, cada zona con características bioclimáticas y ambientales homogéneas vendrá definida por tres valores que delimitan las características epidemiológicas.

## **Epidemiología**

Aunque en algunos meses del invierno (de diciembre a febrero) pueden aparecer parcelas aisladas al aire libre o en invernaderos con daños importantes por virosis, éstos no cobran una importancia significativa hasta la primavera (mayo y junio) y final de verano (septiembre).

En los seguimientos realizados por el Servicio de Sanidad y Certificación Vegetal hemos podido determinar durante la primavera la existencia de tres zonas de desarrollos epidemiológicos diferentes (Figura 1).

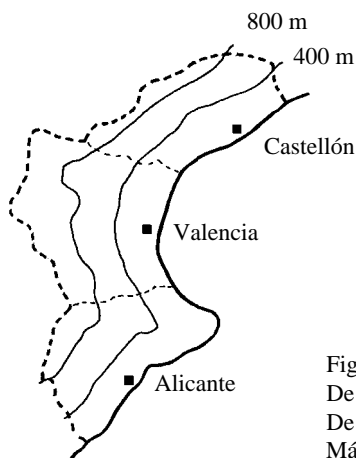


Figura 1. Pisos bioclimáticos de la Comunidad Valenciana  
 De 0 a 400 m, incidencia grave de virosis  
 De 400 a 800 m, zona de transición  
 Más de 800 m, incidencia no significativa

Zona A: Las virosis se desarrollan principalmente en mayo y junio. Más del 50% de las parcelas presentan algún tipo de virus. Esta zona abarca todo el litoral y penetra hacia el interior hasta los 400 metros sobre el nivel del mar. La media de ésta zona corresponde a unos valores 2-3/2-3/4.

Zona B: Las virosis se desarrollan principalmente a partir de julio. Entre el 25 y 50% de las parcelas presentan problemas virales. A medida que transcurre el verano esta zona va evolucionando hasta las características de la zona A. Corresponde al espacio comprendido entre las cotas 400 y 800 aproximadamente. Los valores que se obtienen son: julio (1-2/1-2/3) y septiembre (2-3/2-3/4).

Zona C: Esta zona abarca el espacio comprendido por encima de los 800 m de altitud, y en ella las virosis no se suelen desarrollar significativamente. La valoración de esta zona es: 1/1/2-3/.

Esta clasificación coincide en gran parte con los estudios realizados en Hawai por Cho et al. (1983), donde encuentra dos zonas de desarrollo epidemiológico distintos de TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus) en hortalizas, una desde 0 hasta 336 m y otra desde 336 hasta 643 m de altitud sobre el nivel del mar.

## **Relación entre virosis y factores culturales y ambientales**

Generalmente los trabajos sobre incidencia de virosis se suelen realizar en relación con la mayor o menor presencia de vectores y su eficacia como transmisores. Sin embargo existen otros factores que pueden determinar la manifestación de las virosis como enfermedades y que no están suficientemente estudiados.

Un primer grupo estaría formado por los factores culturales:

- Semilleros industriales
- Flora espontánea
- Tratamientos anti-vectores
- Cantidad de abono
- Barreras y cortavientos
- Suelos.

Un segundo grupo estaría formado por los factores ambientales:

- Físicos: humedad, temperatura
- Químicos: presencia de fotooxidantes.

### **Semilleros industriales**

Durante mucho tiempo, la agronomía convencional viene proponiendo la utilización de semilleros industriales con el fin de garantizar la sanidad de los cultivos, sin embargo esta práctica puede contribuir, en algunos casos, a la dispersión de las virosis.

En un sistema complejo como el mediterráneo, resulta prácticamente imposible mantener aislado de vectores un semillero que permanezca en el interior de una zona o comarca contaminada, incluso con la instalación de mallas y doble puerta en los accesos (medidas que aún no están presentes en gran parte de nuestros semilleros).

Por lo tanto, en un agroecosistema como el nuestro, en el que las virosis toman categoría de pandemia, y en el que la mayor parte de posibles insectos vectores portan inóculos activos de algún tipo de virus, la entrada de algún agente vector en el semillero está prácticamente garantizada y va a suponer una ocasión ideal para su dispersión, puesto que junto a las condiciones óptimas de humedad y temperatura en las que se suelen encontrar estas instalaciones, se une el estado joven de todas las plantas, que las hace especialmente susceptibles al desarrollo de la enfermedad viral. El estado de los semilleros durante la campaña 1993-94 (Figura 2) confirma su importancia como centros de dispersión de inóculo, re infectando zonas ya infectadas con otros ejemplares del virus u otros tipos o razas diferentes que no estaban presentes, o introduciéndolos en zonas desprovistos de ellos.

En cualquier caso, la función de los semilleros en un sistema contaminado, en el que un gran porcentaje de plantas sin síntomas albergan virus, así como innumerables plantas espontáneas, va a ser poco significativa en cultivos al aire libre,

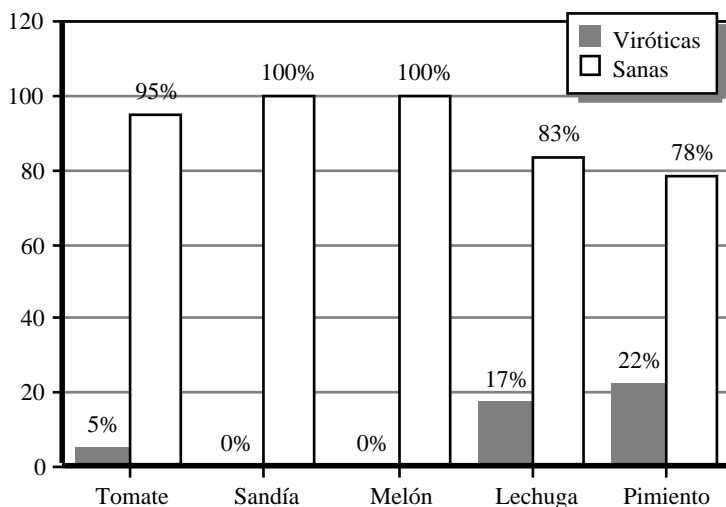


Figura 2. Porcentaje de muestras aleatorias de semilleros con virus. Silla 1993.

aunque puede determinar la aparición más precoz de virosis en zonas no infectadas o con bajos niveles de infección, y especialmente en invernaderos.

En este sentido, De Miguel (1992) no encuentra diferencias significativas en los porcentajes de plantas viróticas que aparecen en parcelas situadas dentro de zonas contaminadas entre lotes de lechugas procedentes de semilleros sin protección ni con distintos tipos de mallas de aislamiento, aunque otros autores en zonas distintas obtienen resultados diferentes.

Tabla 1. Resumen de la situación frente a los semilleros industriales, en zona contaminada (ZC) y zona libre de virus (ZLV)

**Aire libre**

Invierno ZC - En los cultivos que no suelen tener problemas de virosis, si se forman focos viróticos, normalmente no desarrollan más

ZLV - No utilizar semilleros de otras zonas

Primavera ZC\* - Instalar cultivos inmunes

y verano ZLV - Destruir las plantas contaminadas  
- No utilizar semilleros de otras zonas

Otoño ZC - El éxito del cultivo dependerá del semillero y las primeras fases del cultivo  
- Retrasar al máximo la plantación

ZLV - No utilizar semilleros de otras zonas

(sigue)

**Invernadero**

- Con mallas ZC - Destruir las plantas contaminadas  
 - Evitar semilleros procedentes de semilleros sin mallas
- ZLV - Destruir las plantas contaminadas  
 - No utilizar semilleros de otras zonas
- Sin mallas ZC\* - Ventilar impidiendo la entrada directa del viento dominante  
 - Destruir las plantas contaminadas  
 - Instalar mallas
- ZLV - Destruir las plantas contaminadas  
 - No utilizar semilleros de otras zonas

(\*) Situación problemática en la Comunidad Valenciana  
 Cultivos sensibles: tomate, pimiento, lechuga y escarola

**Flora espontánea**

Entre las prácticas recomendadas habitualmente como medidas sanitarias en el control de virosis aparece siempre el control de la flora espontánea, tanto en el interior de la parcela cultivo como en sus lindes y márgenes.

Sin embargo, en las prospecciones realizadas en campos que presentaban algún tipo de virosis no hemos encontrado nunca relación directa alguna en cuanto a que la flora espontánea tenga una función determinante en el desarrollo o no de la virosis.

Habría que realizar un estudio específico que determine si esa función es realmente o no determinante, sobre todo teniendo en cuenta que en la diversa flora mediterránea están presentes la gran mayoría de las especies vegetales citadas como reservorios para cada virus.

**Tratamientos anti-vectores**

Aunque algunos autores (Lacasa y Contreras, 1993) encuentran en algunos casos concretos algún tipo de relación entre poblaciones de trips y el nivel de virosis (*Frankliniella occidentalis* y TSWV), en general la mayoría de los estudios no obtienen éxito con tratamientos químicos dirigidos contra vectores para hacer frente a la enfermedad.

Este comportamiento no es de extrañar en cultivos al aire libre en el mediterráneo, ya que la aparición de la enfermedad se encuentra posiblemente relacionada con migraciones de vectores desde cultivos virosados o plantas reservorios hasta los cultivos (Bald, 1937). La gran facultad de desplazarse que tienen los principales vectores trips y pulgones por medio del viento a media y larga distancia, implica que la parcela está recibiendo en todo momento nuevos vectores procedentes de lugares más distanciados, y que al proceder de la misma zona contaminada también serán, probablemente, portadores de inóculos activos.

En los trabajos de muestreo realizados por el Servicio de Sanidad y Certificación Vegetal tampoco hemos encontrado relación alguna de este tipo en parcelas al aire libre. Sin embargo en invernaderos sí hemos observado numerosas relaciones entre presencia de vectores, tipos de mallas de aislamiento en puertas y ventanas, y presencia de virosis. Cuando las ventilaciones del invernadero no están protegidas, tampoco se encuentra relación entre el número de tratamientos anti-vectores y el nivel de virosis.

**Cantidad de abono**

Los desequilibrios nutritivos debilitan la planta, que pierde capacidad para hacer frente a las presiones ambientales o patógenas. En las parcelas que tenían más nitrógeno debido a abundantes abonados nitrogenados hemos observado una mayor facilidad para desarrollar virosis. En la Universidad Politécnica de Valencia se intenta definir la significación de este elemento en las manifestaciones viróticas.

**Barreras y cortavientos**

Los estudios realizados en parcelas de pimiento y tomate al aire libre bordeadas por setos de maíz, parecen indicar cierta relación entre el desarrollo de las virosis y la existencia o no de barreras, pues afectan a la primera instalación de los vectores, que permanecen más o menos tiempo en ellas en función de su estado fenológico, la calidad de sus jugos o pólenes nutritivos y de que sean o no molestados por depredadores o parásitos. En consecuencia, el seto podría retrasar levemente el desarrollo de la virosis en la parcela, aunque no sea una protección significativa.

**Humedad, temperatura, dirección de vientos y lluvias**

Aunque las virosis se manifiestan con mayor agresividad a finales de primavera y principios de otoño, épocas térmicamente óptimas para el desarrollo viral (Tabla 2), no es raro encontrar otras épocas del año con desarrollos virales muy agresivos, incluso con extremos térmicos, especialmente en la lechuga, cultivo en el que suelen aparecer campos aislados durante agosto y enero, con niveles 3/3/1.

Tabla 2. Inactivación térmica (TIP) y longevidad in vitro (LIV) de distintos virus (Harrison y Murant, 1970 y 1978)

Grupo de virus	TIP	LIV
Tomato Spotted Wilt Virus	40-46	2-5 h
Closterovirus	40-63	1 d - 2 d
Potyvirus	45-75	8 h - 20 d
Rhabdovirus	50-58	2,5 h - 44 h



Basándonos en estos datos y en el desarrollo epidemiológico de las virosis, deducimos que en general no existen amplios periodos en el ambiente mediterráneo en los que por efecto térmico se produzca una inactivación de los virus. En todo caso esta inactivación correspondería a cortos periodos en zonas muy determinadas del interior.

Consideración distinta merece el efecto que pueden provocar los vientos como transportadores de vectores. Numerosas observaciones zonales sobre la disposición de las virosis entre parcelas, indican la función determinante de los vientos, sobre todo de los dominantes, en la progresión de los virus hacia parcelas situadas en su dirección.

En las parcelas más próximas a la costa del mar Mediterráneo, las brisas hacen que se observen avances de las virosis en direcciones perpendiculares a la costa fundamentalmente, y en muy pequeña proporción este avance es en dirección paralela a la costa. Los trabajos realizados en la zona de invernaderos de El Perelló por Julio Quilis confirman estas observaciones, sobre todo cuando la disposición de invernaderos-túneles es perpendicular a la costa.

### **Fotooxidantes ambientales**

La mayoría de las hortalizas son plantas anuales, por lo que debido a su corto periodo de vida invierten gran parte de su esfuerzo en la reproducción, y los momentos de floración y fructificación son estados claves en los que incluso sacrifican las estrategias defensivas. La selección humana efectuada a lo largo de la historia ha agravado esta circunstancia, en el sentido de que tenemos cultivos muy especializados en la producción de los órganos que nos interesan (frutos, hojas, bulbos, raíces, etc.) en detrimento del equilibrio de la propia planta. Esta reducida capacidad de defensa hace que en muchos casos sean las primeras especies en sentir cualquier tipo de estrés ambiental, como sequía, calor o fitotoxidades.

Las primeras observaciones de fitotoxicidad por fotooxidantes ambientales en España, se hicieron en 1987 sobre sandía variedad Toro, en la finca Migjorn en el Delta del Ebro (Tarragona).

En 1988 se iniciaron los estudios tendentes a tipificar los efectos de fotooxidantes, utilizándose para ello cámaras descubiertas (Open Top Chambers) en las que se cultivaron sandías y judías en distintas condiciones de concentración de ozono. Las conclusiones fueron que, además de los daños visibles (Reinert et al., 1990) existían diferencias significativas en el número total de frutos producidos y el contenido de sólidos solubles, entre las parcelas con aire filtrado y las de aire ambiental, en detrimento de éstas últimas (Gimeno et al, 1993).

Aunque las distintas especies, y dentro de éstas las variedades, tienen resistencias distintas frente al ozono, en general se considera que a partir de 30 ppb de ozono como media, empiezan a aparecer daños significativos, según señala la Directiva de la UE. En este sentido, en el sureste peninsular tenemos zonas cuyas

medias mensuales durante abril, mayo y junio siempre superan estas concentraciones, lo cual implicaría un debilitamiento general del agroecosistema, que se manifestaría sobre todo en las especies más sensibles, en disminución del sistema radicular, desequilibrios en la permeabilidad de las membranas celulares, y oxidación de los contenidos celulares.

## DISCUSIÓN

En principio los cultivos ecológicos deberían presentar una mayor adaptación y equilibrio, y en consecuencia una mayor capacidad para hacer frente a las presiones ambientales. Esta mayor capacidad estaría fundamentada en un potencial biótico de las tierras mayor que el de las convencionales, en la menor aplicación de técnicas de forzado y en la utilización de variedades autóctonas.

Los planteamientos anteriores, básicamente lógicos, encierran algunas contradicciones importantes cuando se analizan detenidamente.

En primer lugar, cuando hablamos de equilibrios nutritivos, estamos pensando general y exclusivamente en la tierra, olvidando que casi el 95% de los componentes que constituyen las plantas provienen de la atmósfera.

En los tiempos actuales, ¿es equilibrada la composición del agua de lluvia o del rocío? ¿la composición del aire con el que la planta mantiene un permanente intercambio gaseoso? ¿la radiación ultravioleta que recibe la planta del sol? ¿la gran densidad de inóculo viral presente en los sistemas de producción agrícola intensiva? (Figura 3)

La proliferación sobre la tierra de la plaga humana (denominada Primatemia Diseminada por J. Lovelock) ha alterado los equilibrios en muy corto espacio de tiempo y aún no estamos preparados para evaluar cuál está siendo y será su impacto real sobre la vida vegetal, especialmente en las plantas cultivadas.

Una tierra protegida de las agresiones químicas y las prácticas agrícolas desfavorables para su estabilidad física y biótica, ¿podría ser suficiente para contrarrestar los problemas provocados por los demás factores desequilibrados?

La importancia de la conservación y mejora de las variedades autóctonas se fundamenta en la importancia de estos materiales por su capacidad de adaptación, entre otros motivos. En este sentido, en los foros agroecológicos se preconiza la necesidad de revitalizar su uso. Pero una reflexión sosegada nos puede descubrir aspectos contradictorios en este tema, como los siguientes.

– La detención en el tiempo de los procesos generalizados de selección masal o, en el mejor de los casos, su reducción, justamente cuando se han producido variaciones rápidas del ambiente, que en circunstancias normales hubiesen evolucionado en cientos o miles de años, ha provocado un desfase entre evolución adaptativa y condiciones ambientales, evidente para cualquier agrónomo o agricultor.

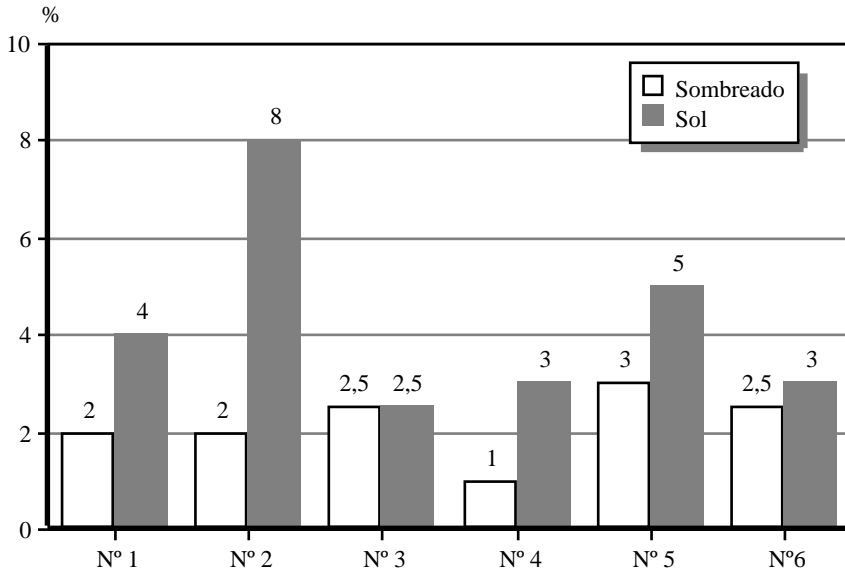


Figura 3. Porcentajes de plantas viróticas en tratamientos antioxidantes para virosis de lechuga en Benicarló, en 1993. Nº 1: Testigo. Nº 2: Estándar. Nº 3: Algas. Nº 4: Vitamina E + algas. Nº 5: Vit. C + algas. Nº 6: Aceite + Vit. E + Vit. C + algas. Sombreado por malla de hilos con densidad de 10 x 10.

- La mayoría de las variedades autóctonas funcionan mal -también las otras, aunque enmascaradas con el vigor híbrido presente en la mayoría de las variedades comerciales modernas-, y nos preguntamos si habrían sido capaces de adaptarse a las situaciones actuales si la selección masal generalizada se hubiera mantenido hasta nuestros días, o habrían sido rebasadas igualmente por la rapidez de los cambios (Figura 4).
- Las semillas, cuya evolución ha estado detenida en el tiempo, comienzan a desarrollar sus raíces en una tierra física, química y biológicamente alterada (en el pH y el potencial de reducción, por la presencia de sales residuales debida a la utilización masiva de abonos, metales pesados, restos de plaguicidas, de estructura modificada como consecuencia del uso de potente maquinaria pesada, con escasa materia orgánica, sin micorrizas por la utilización de abonos fosforados, sin bacterias nitrificantes, una micoflora telúrica alterada por la química, la repetición de cultivos, etc.) y en consecuencia nos vemos obligados a dejar de hablar de adaptabilidad y pasar a hacerlo de variedades tradicionales o autóctonas inadaptadas, asumiendo la paradoja que encierra la utilización de estos términos.

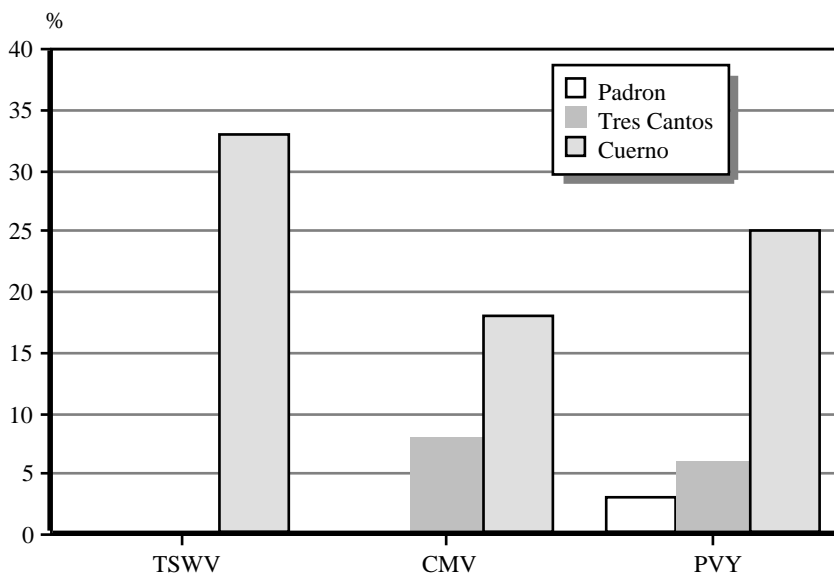


Figura 4. Porcentajes de presencia de virosis (detectada con la prueba ELISA) en pimientos sin síntomas, respecto a 79 muestras (Navarrés, 1991). Cuerno es una variedad autóctona.

La prueba de estos cambios ambientales y los procesos de adaptación que han provocado, la constituyen las variaciones en las densidades de estomas de las hojas de especies espontáneas y arbóreas, en relación con las hojas de estas mismas especies conservadas en laboratorios, atribuidas al mayor nivel de CO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>.

### Gestiones integrales frente a intervenciones masivas

Tratar de hacer frente a la situación creada por las virosis en los cultivos hortícolas del Levante español, supone replantear algunos conceptos manejados hasta ahora por la agronomía convencional.

- Las actuaciones a nivel de parcela se han mostrado en mayor o menor medida ineficaces contra el desarrollo de las virosis al aire libre.
- En invernaderos, las medidas que han dado buenos resultados han sido siempre las de aislamiento mediante mallas en puertas y ventanas, unidas lógicamente a la utilización de semilleros sanos. Estas medidas de aislamiento se han intentado trasladar a los cultivos al aire libre mediante distintos tipos de cubiertas flotantes (agrotexiles).

– Las actuaciones deben ser a nivel de todo el agroecosistema constituido por el piso bioclimático, delimitado entre 0-400 m a lo largo de la costa, es un punto en común entre los técnicos e investigadores, sin embargo el problema surge al determinar el tipo de actuaciones, como las siguientes:

- \* Tratamientos insecticidas masivos a cultivos y flora espontánea de los lindes y márgenes.
- \* Tratamientos herbicidas masivos para la misma flora, junto a insecticidas, para impedir los lugares de refugio y reproducción de los insectos vectores.
- \* Plan general de control de siembras que evite, al menos por un año y durante el invierno que los cultivos sensibles puedan servir de puente de inóculos para la primavera.
- \* Control riguroso de los semilleros y su aislamiento con mallas en puertas y ventanas.
- \* Destrucción masiva de los restos de cultivos o cultivos abandonados mediante quema o tratamientos insecticidas o herbicidas. Etc.

Quizás estas medidas podrían llevar a corto plazo a una disminución momentánea de la incidencia de virosis, pero a medio y largo plazo podrían aumentar el problema. Excepto el aislamiento de semilleros, desde un punto de vista agroecológico son medidas que suponen la apertura del agrosistema hacia el exterior, una invitación a la instalación en él de nuevos insectos, plantas, hongos, etc. Las intervenciones que simplifican el agroecosistema (tratamientos insecticidas, herbicidas, quemados de rastrojos, etc.) lo desequilibran, ya que la estabilidad de éste depende, entre otros factores, de su capacidad para impedir, controlar o filtrar los intercambios con el exterior, incluidos los seres vivos.

Por otra parte, el control de siembras para evitar el traslado a la primavera de vectores e inóculos virales, no tiene en cuenta la capacidad de unos y otros para refugiarse en setos, cultivos arbóreos y plantas espontáneas. En el caso de TSWV se han citado más de 500 especies (Jordá et al., 1993) como posibles huéspedes, estando la gran mayoría de ellos presentes en nuestros campos. La compleja diversidad de los ambientes mediterráneos haría ineficaz la medida en el sentido que los inóculos y sus vectores permanecerían en otros huéspedes y refugios.

La propuesta para hacer frente a esta problemática requiere abandonar el esquema mental en el que habitualmente nos movemos, en el sentido que plantea la sanidad alopatía de “buscar algo contra la enfermedad”, e intentar sustituir ese esquema por otro que intente aproximarse al “por qué” del problema. ¿Por qué se manifiestan las virosis como problema principal en el cultivo de hortalizas durante los últimos años?

¿Por qué las virosis se manifiestan como problema principal en otras especies como naranjo (tristeza), frutales de hueso (sharka), y adquiere cada vez mayor relevancia en otros cultivos como la vid (entrenudo corto)?

¿Por qué se manifiestan con distinta relevancia en el mismo piso bioclimático

(Valle del Guadalquivir, litoral de Málaga y Granada, Vega Extremeña) (Figura 5), a pesar de la presencia en él de vectores e inóculos y huéspedes similares? (Jordá et al., 1984).

¿Qué relación tienen con la problemática viral, las degeneraciones y pérdidas de productividad que se dan en otros cultivos como alcachofas, melones, sandías, etc.?

¿Por qué se manifiestan con distinta agresividad en distintos pisos bioclimáticos, a pesar de estar confirmada la presencia de vectores e inóculos, cuando los distintos pisos recorren las bandas térmicas dentro de las cuales el virus se manifiesta con mayor intensidad?

¿Qué otros factores influyen en las virosis para que su comportamiento nos parezca errático? Diferencias de 15 días en las fechas de siembra pueden provocar desarrollos epidémicos absolutamente distintos en parcelas colindantes y a veces dentro de la misma parcela, o manifestarse con gran intensidad en meses fríos (enero, febrero), fuera de su banda óptima de desarrollo.

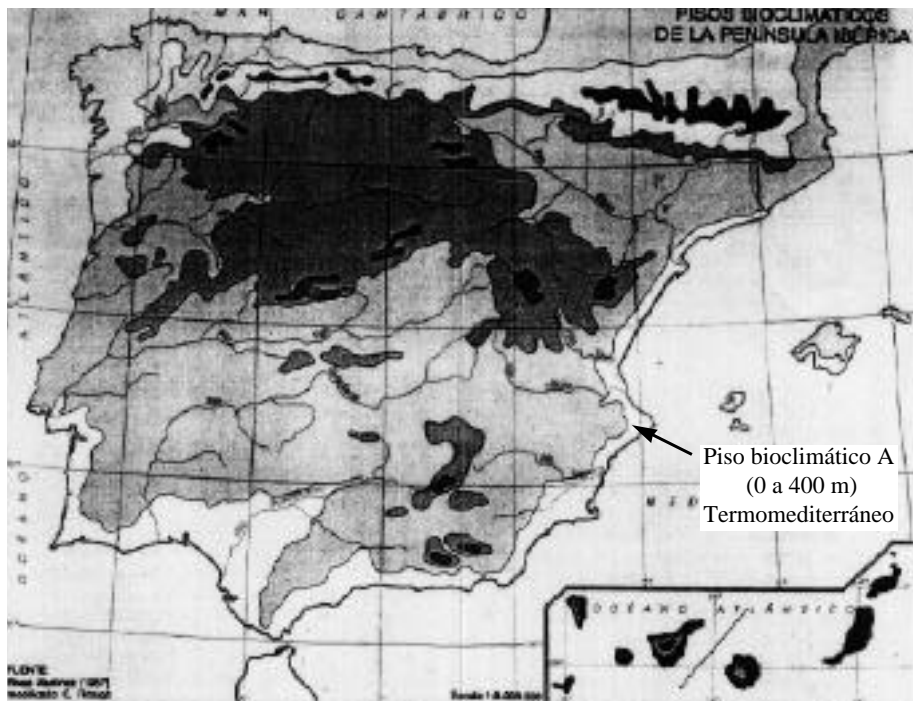


Figura 5. Pisos bioclimáticos de la Península Ibérica, Baleares y Canarias, de Rivas Martínez (1987) modificado por Fidalgo.

Contestar todas estas preguntas resulta extremadamente complicado y evidentemente aún no tenemos los suficientes conocimientos o no hemos reflexionado con atención para poder captar la realidad que se manifiesta ante nosotros.

Sí podemos determinar sin embargo, lo que no es, es decir, aquellos factores que no son suficientes para provocar manifestaciones epidemiológicas distintas o no tienen relación directa determinante en las enfermedades víricas.

Relacionamos a continuación las actuaciones realizadas o seguidas por el SSCV y que no han impedido el desarrollo de las virosis (a nivel de daños superiores al 5%) en cultivos al aire libre:

- Disminución de abonos nitrogenados, incluso anulando completamente las aportaciones de nitrógeno mineral.
- Cantidades distintas de materia orgánica.
- Procedencia de aguas con cantidades distintas de nitratos, detergentes, cloruros, etc.
- Procedencia del material de transplante (semilleros aislados, semilleros al aire libre, semilleros procedentes de zonas no contaminadas).
- Utilización de distintas variedades, incluso de variedades autóctonas, para los virus más importantes TSWV, CMV, Carna 5.

## CONCLUSIONES

El primer piso bioclimático (0-400 m) del arco mediterráneo peninsular -desde el norte de Barcelona hasta el sur de Almería- manifiesta unas características epidemiológicas, en cuanto a desarrollo de virosis en cultivos herbáceos, propias y distintas a las demás zonas que abarca el mismo piso.

El único factor común que hemos encontrado en esta zona con capacidad de desequilibrio general es la presencia de ozono troposférico, fotooxidante, desde abril a septiembre, en concentraciones fitotóxicas para grupos de plantas sensibles.

La debilidad del agroecosistema se manifiesta en que los virus son también el problema más importante en cultivos cítricos, frutales de hueso, etc. incluso en aquellas parcelas que se aplican las técnicas de la agricultura ecológica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bald (1937) *Aust. Council Sci. Ind. Res. Bull.*, 106.
- Bellardi, M.G., V. Vicchi (1990) TSWV: nuova insidia per la produzione agricola italiana. *Informatore Fitopatologico*, 3: 17-24.
- Cho, J.J., Mitchell, R.F.L. Mav, B.P. Sakimura (1987) Epidemiology of Tomato Spotted Wilt Virus Disease on Crisphead Lettuce in Hawaii. *Plant Disease*, 71: 505-508.
- De Miguel, A. (1992) Prevención de virosis mediante cultivo bajo malla y cubierta flotante.

- En *Memoria de Actividades. Convenio para la mejora de la competitividad del sector hortícola en la Comunidad Valenciana*. pp 91-96.
- Gimeno B.S., J.M. Salleras, V. Bermejo, M.J. Ochoa, A. Tarruel (1989) Efectos del ozono sobre plantas de sandía en el Delta del Ebro. Sintomatología (II). *Phytoma*, 12: 19-26.
- Harrison, Murrant (1978) *Handbook of Plant Virus Infections and Comparative Diagnosis*. pp 509.
- Jordá, C. (1993) Nuevas virosis de mayor incidencia en cultivos hortícolas. *Phytoma*, 50: 13-19.
- Lacasa, A. (1990) Datos de taxonomía, biología y comportamiento de *F. occidentalis*. *Phytoma*, 50: 9-16.
- Lacasa, A., Contreras (1993) Implicaciones parasitarias de *F. occidentalis* P. en gerbera. *Bol. San. Veg. Plagas*, 19: 193-209.
- Pitarch Roda, C. (1993) Barreras de maíz como protección a los cultivos hortícolas. En *Memoria del Servicio de Sanidad Vegetal de la Comunidad Valenciana*.
- Seuffert, G., U. Arndt (1986) *Allg. Forstzeitschrift* zz, 345.



# **Compostaje de sarmientos de vid como fuente de materia orgánica en agricultura ecológica**

**C. Lacasta\*, R. Meco\*\*, J. Dorado\*\***

*\* Finca Experimental La Higuera, Centro de Ciencias MedioAmbientales, CSIC, 45530 Santa Olalla (Toledo). \*\*Laboratorio de Fitopatología, Consejería de Agricultura y Medio-Ambiente de Castilla-La Mancha, Apdo. 190. 45071 Toledo.*

## **RESUMEN**

Los sarmientos de la vid, antes utilizados como combustible doméstico, han sido sustituidos por otras fuentes de energía. Se produce así una gran acumulación de este residuo, que constituye un problema para el agricultor, quien lo elimina a menudo quemándolo en el propio campo, con el consiguiente despilfarro de biomasa, pues en España se produce cinco millones de toneladas al año de sarmientos. Basándonos en los trabajos realizados en laboratorio por Lobo (1985) sobre la biodegradación y humificación del sarmiento de la vid, hemos llevado a cabo un ensayo sobre su compostaje a la intemperie en montones de una tonelada añadiendo diferentes materiales nitrogenados: gallinaza, tierra y urea, con el fin de disminuir la relación C/N inicial. Utilizamos como testigo el sarmiento sin aditivo, con una relación C/N de 74. Trituramos los sarmientos a 2,5 cm, y durante el tiempo de fermentación de 5 meses vigilamos periódicamente la humedad y la temperatura. Volteamos los montones una vez a la semana. Al principio y al final analizamos las propiedades físicas y químicas del producto. Observamos diferencias importantes respecto al proceso de fermentación realizado en laboratorio y entre los materiales empleados. Confirmamos la buena capacidad de digestión aerobia de los sarmientos de la vid y su equiparación con otros abonos orgánicos.

## **INTRODUCCIÓN**

Los sarmientos de la vid, que fueron utilizados como combustible doméstico, han sido sustituidos en la actualidad por otras fuentes de energía, por lo que se pro-

duce una gran acumulación de este residuo, que constituye un problema para el agricultor, el cual lo suele eliminar quemándolo en el propio campo.

España es un país con una gran extensión vitícola, que según nuestros cálculos y para vides de la variedad Garnacha, produce alrededor de una t/ha de sarmiento. Según los factores de conversión utilizados por Fabregues *et al.* (1975), en todo el territorio español se produce cinco millones de toneladas al año. Si a esto se añade el bajo nivel de materia orgánica de nuestras tierras, la quema de sarmientos se convierte, igual que la quema de otros residuos agrícolas, en un despilfarro de biomasa.

La Consejería de Agricultura y Medio-Ambiente de Castilla-La Mancha, Comunidad con el 45 % de la superficie de viñedo de toda España, en colaboración con el Centro de Ciencias Medioambientales (CCMA) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), lleva a cabo un proyecto para la reutilización de los subproductos de la vid. Este trabajo forma parte de dicho proyecto.

El compostaje es el método de aprovechamiento de residuos agrícolas más antiguo y se basa en un proceso biológico que tiene la capacidad de convertir los residuos orgánicos biodegradables en un producto con menor volumen, con mayor estabilidad biológica y con la posibilidad de ser utilizado sin perder su poder energético. Durante el desarrollo del proceso, los microorganismos presentes en los residuos utilizan parte del carbono y del nitrógeno disponibles, así como otros elementos nutrientes, aumentando la temperatura por el calor generado en las oxidaciones biológicas. Los constituyentes químicos de los residuos se alteran como resultado de esta actividad microbiana. Este cambio en la naturaleza de la materia orgánica produce un enriquecimiento de sustancias húmicas y elementos minerales asimilables.

Lobo (1985) realizó una serie de trabajos en laboratorio sobre la biodegradación y humificación del sarmiento de la vid y la caracterización agrobiológica de los abonos así obtenidos. Las conclusiones más destacables de la investigación son:

- La digestión aerobia de los sarmientos de la vid es elevada y supera el 70 % a los dos meses de fermentación.
- Cuando se comparan los abonos así obtenidos con otros productos empleados como abonos orgánicos, se observa que los contenidos en elementos asimilables son del mismo orden, a excepción del calcio, que es inferior.
- No hay sustancias fitotóxicas.
- Las sustancias húmicas no tienden a aumentar con el tiempo de fermentación. Las transformaciones que experimentan las sustancias de tipo húmico son más cualitativas que cuantitativas.
- La disminución en la relación C/N mide muy bien el grado de fermentación del compost.

Estos resultados son lo suficientemente elocuentes para intentar sistematizar el compostaje de sarmientos en condiciones de campo y su posterior utilización por el agricultor, y para conocer si los resultados obtenidos en el ambiente no-controlado del campo coinciden con los obtenidos en el laboratorio.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Utilizamos los sarmientos de vides de la variedad Garnacha, cultivadas en la Finca Experimental La Higuera del CCMA, el mismo material empleado por Lobo (1985). Trituramos este material a un tamaño de 2,5 cm. Para ello se extiende el sarmiento en una era y se le pasa varias veces una desbrozadora acoplada a un tractor, y queda con una longitud de 5 a 10 cm de largo. Posteriormente se pasa por una trituradora de jardín con una criba de 2,5 cm. El material utilizado por Lobo (1985) estaba triturado a 1 cm.

De las características del sarmiento (Tabla 1) cabe destacar la relación C/N de 87,2 mientras la de Lobo (1985) es 74. Los microorganismos utilizan generalmente 30 partes de carbono por una de nitrógeno, por lo que teóricamente esta relación debe ser la óptima en los materiales que van a fermentarse (Bhoyard *et al.*, 1979). De ahí la necesidad de añadir algún material nitrogenado para que el proceso no se prolongue excesivamente. Lobo (1985) utiliza cinco materiales nitrogenados, de los cuales elegimos para el presente trabajo dos: la gallinaza, por ser más rico en elementos químicos y en microorganismos (Tabla 1), y la urea, por ser un producto de síntesis simple. Junto a estos dos tratamientos mantuvimos como testigo el sarmiento sin otros materiales e introdujimos otro nuevo: tierra de la finca, de textura franco-arenosa. La tierra es más ventajosa a priori por la diversidad bioquímica que contiene, por conservar bien la humedad y ser fácilmente utilizable por los agricultores.

Tabla 1. Datos analíticos de los materiales empleados

Producto	Carbono %	Nitrógeno %	C/N	Fósforo mg/100g	Potasio mg/100g	Calcio mg/100g	Magnesio mg/100g
Sarmiento	43,6	0,5	87,2	80	500	670	160
Gallinaza	40,6	3,3	12,3	1.500	2.300	12.700	460
Tierra	1,6	0,15	10,9	43	47	165	18

Las mezclas fermentan en montones de 1.000 kg a la intemperie, desde el 1 de julio al 30 de noviembre de 1.993. Lobo (1985) obtuvo sus resultados en armario de cultivo a 30 °C, en montones de 10 kg y a los dos meses de fermentación la consideró terminada en todas las mezclas. En nuestras condiciones climáticas es en los meses de julio y agosto (Figura 1) cuando las temperaturas se aproximan a las utilizadas en el laboratorio, y de este modo los resultados pueden ser contrastados con los obtenidos por Lobo (1985). Agrupamos los datos climáticos por semanas, al

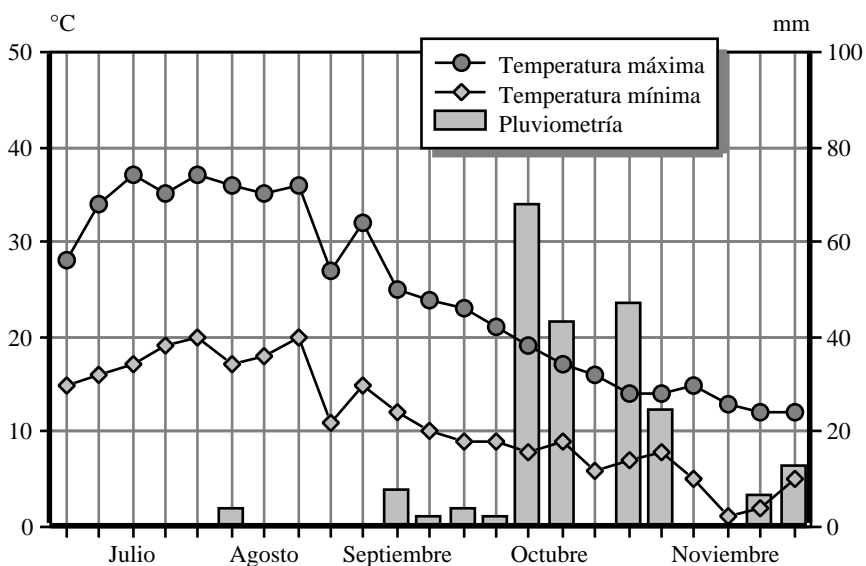


Figura 1. Datos meteorológicos

igual que la evolución de las temperaturas de la fermentación, para poder superponerlos y conocer las condiciones climáticas en cada momento.

En las mezclas de sarmiento con gallinaza y urea, con el fin de conseguir una relación C/N inicial de 30, utilizamos un sistema de ecuaciones que relaciona el porcentaje de carbono y nitrógeno de los componentes de la mezcla de compost, siendo A y B el peso de los componentes de la mezcla:

$$\% C (A) + \% C (B) = C$$

$$\% N (A) + \% N (B) = N$$

$$C/N = 30$$

$$A + B = 1.000$$

Tabla 2. Composición de las mezclas del compost

	Sarmiento (S)	S + gallinaza	S + urea	S + tierra
C/N	87,2	30	30	63,5
Sarmiento (kg)	1.000	670	980	400
Aditivo (kg)	0	330	20	600

Para mantener una humedad óptima durante todo el proceso, cada mes analizamos la capacidad de retención de agua a presión atmosférica en los diferentes montones y con estos datos ajustamos las cantidades que se debe aplicar en ese mes cada día, considerando también la evaporación, precipitaciones y la apreciación personal, para mantener la humedad entre 40 y 60 % de la capacidad de retención en cada compost. Por debajo del 40 %, la velocidad de descomposición de la materia orgánica disminuye, y por encima de 60 %, las condiciones tienden a ser anaerobias.

Al inicio del proceso aportamos unos 400 litros de agua por montón, humedeciendo adecuadamente el material que va iba a fermentar. Tomamos las temperaturas de los cuatro montones todos los días a las 8 hora solar, a 5 y 50 cm y en cuatro puntos diferentes orientados al norte, sur, este y oeste. De esta forma vigilamos las etapas termófila ( $> 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y mesófila ( $< 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) del proceso. Después agrupamos los datos por semanas y obtuvimos las medias de las cuatro mediciones diarias.

Para mantener la aireación en condiciones óptimas y evitar la proliferación de microorganismos anaerobios, con el consiguiente retardamiento en el proceso y la producción de  $\text{SH}_2$  (Poincelot, 1974), volteamos los montones todas las semanas con una pala retroexcavadora.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Evolución de la temperatura.** Hay grandes diferencias entre nuestros resultados y los obtenidos en el laboratorio (Figura. 2). Según Lobo (1985), las temperaturas más elevados en todas las mezclas son de 45 a 47  $^{\circ}\text{C}$  entre el 4 $^{\circ}$  y 5 $^{\circ}$  día, y a partir de aquí, la temperatura desciende a la temperatura ambiente de 30  $^{\circ}\text{C}$  a los 15 días. La fase termófila dura en el mejor de los casos una semana, y en el testigo (sarmiento sin mezcla) la temperatura prácticamente no presenta ningún máximo, sino que se mantiene constante a lo largo de todo el proceso. En nuestro compost de sarmiento y tierra la fase termófila se inicia el tercer día y dura una semana, 7 semanas en el testigo, 9 semanas en el compost con urea y 12 semanas en el compost con gallinaza. Este último alcanza temperaturas superiores a los 60  $^{\circ}\text{C}$  durante las 7 primeras semanas. Las temperaturas de la superficie evolucionan de forma semejante a las temperaturas tomadas en el interior del montón, pero con una diferencia media de 10  $^{\circ}\text{C}$  menos, que coincide con lo observado por Chang y Hudson (1976) en la fermentación de paja de trigo, donde conviven microorganismos mesófilos y termófilos.

A partir de la semana 12, coincidiendo con la bajada de temperatura de final de septiembre (Figura 1), se produce un descenso brusco de la temperatura en el testigo y el compost con urea y con gallinaza. En el compost con tierra, una vez superada la fase termófila, la temperatura sigue pareja unos grados por encima de la temperatura máxima del aire. Esto puede indicar que el proceso es más lento que en las otras

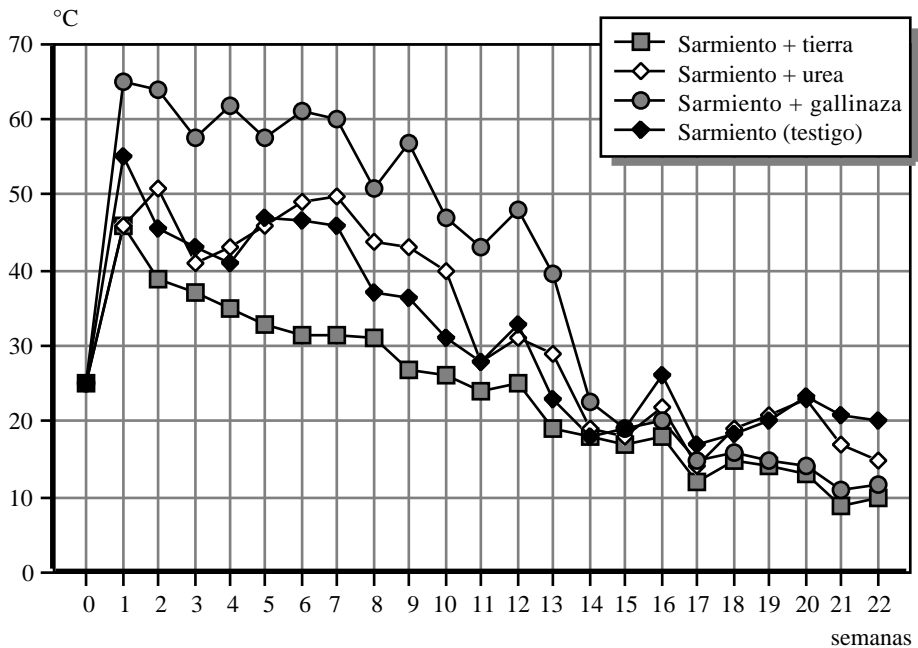


Figura 2. Temperatura de la fermentación

mezclas. También se puede achacar a que la tierra apelmaza el montón y por tanto está peor aireado.

La temperatura del compost con gallinaza a partir de la semana 14 es semejante a la temperatura media del aire, lo cual muestra que el proceso ha concluido. Comportamiento idéntico tiene el compost con tierra, pero aquí no se puede hacer la misma deducción ya que la evolución de la temperatura ha sido muy diferente e inferior, lo cual no indica que la fermentación haya finalizado.

En los montones testigo y urea desciende la temperatura en octubre igual que en el compost con gallinaza, pero con la diferencia de que vuelve a aumentar la temperatura por encima de la máxima del aire, y por tanto el proceso continúa. Esta interrupción del proceso a primeros de octubre se debe a que las precipitaciones producidas en esa época (Figura 1) humedecieron excesivamente los montones, por encima del 90 % de la capacidad de retención, y provocaron una falta de aireación. Al final de los cinco meses, en el compost con urea, la temperatura desciende a cerca de la media de la temperatura del aire, lo cual indica que el proceso está concluyendo; pero no ocurre lo mismo con el testigo, que mantiene la temperatura por encima de la máxima del aire, lo que indica que la fermentación no ha concluido.

**Evolución de la humedad.** La capacidad de retención aumenta según evoluciona el proceso (Figura 3), a excepción del compost con tierra, que a partir del 2° mes se mantiene constante, indicando de que no hay aumento de porosidad y sí posibles problemas de aireación. Esto contrasta con los resultados de Lobo (1985), que indican lo contrario: “La cantidad de agua retenida por el compost disminuye con el tiempo de compostaje.” Ella observa un máximo a los siete días y a partir de ahí disminuye la capacidad de retención en todas las mezclas. En cambio nuestros resultados coinciden con los de otros autores (García, 1990, y Lossn, 1971), que para otros materiales en fermentación observan el mismo aumento de retención de agua.

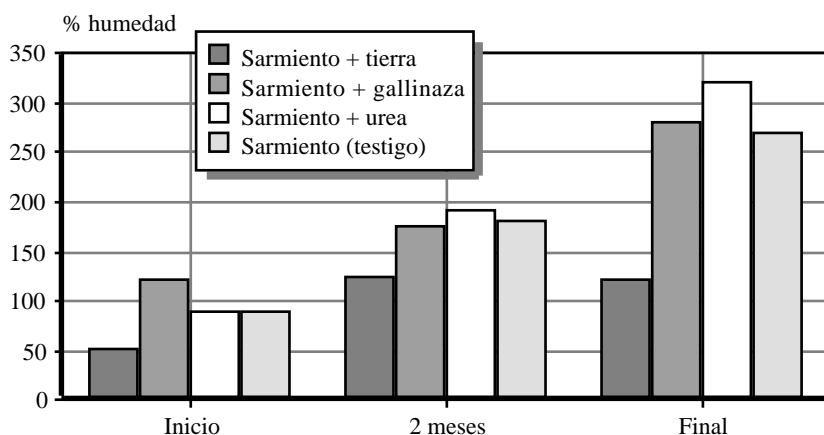


Figura 3. Evolución de la capacidad de retención de agua

Aplicamos diariamente una cantidad de agua a cada montón para mantener la humedad dentro del intervalo 40-60 % de su capacidad de retención (Tabla 3). A la vista de la diferencia en la capacidad de retención que tiene el compost de tierra respecto a los demás, se le tiene que adicionar menos agua. En los meses de octubre y noviembre, debido a las lluvias, la aportamos cuando era necesario.

**Relación C/N.** El análisis de la relación C/N (Figura 4) ratifica lo observado en la evolución de la temperatura. En todas las mezclas la relación C/N disminuye por la mineralización de la materia orgánica, así como por el aumento de compuestos orgánicos nitrogenados que pasan a formar parte de sustancias resistentes a la biodegradación (Lobo, 1985).

Tabla 3. Promedio de litros de agua aportada a los montones de compost

Mes	Sarmiento + tierra		Resto tratamientos	
	lit/día	lit/mes	lit/día	lit/mes
Julio	25	775	35	1.085
Agosto	30	930	40	1.240
Septiembre	20	600	25	750
Octubre	6,5	200	6,5	200
Noviembre	6,5	200	6,5	200

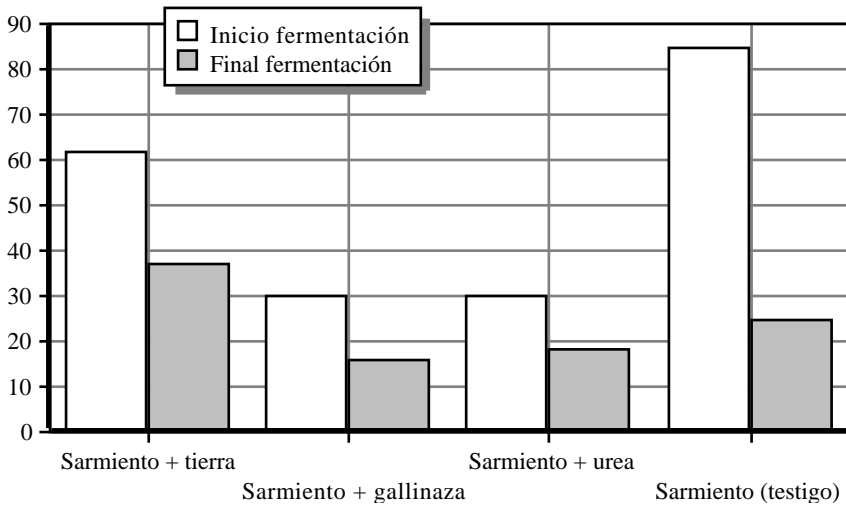


Figura 4. Evolución de la relación carbono/nitrógeno

En las mezclas con gallinaza y urea, la relación C/N está por debajo de 20, lo que permite ser utilizadas como abono orgánico sin ningún problema.

En el compost testigo, la relación C/N es de 25,8 al final del ensayo, lo que indica que todavía queda un poco para terminar su fermentación. Si se utiliza este producto aún inmaduro, aparecerán problemas de competencia con las plantas de cultivo por el nitrógeno presente en la tierra.

Al cabo de cinco meses de fermentación, en el compost de tierra la relación C/N es 36,6, lo cual señala la dificultad que el sarmiento tiene para su fermentación con



este material. Se supone que la tierra es un material fino y por tanto fácilmente compactable, cualidad que se acentúa según va degradándose el sarmiento, como permite ver la evolución de las temperaturas y la capacidad de retención de agua.

**Tamaño de las partículas.** Al analizar el tamaño de las partículas al final de la fermentación (Tabla 4), se puede destacar que el abono hecho con tierra es el que tiene más partículas finas (41 % menores de 2 mm), que corresponde prácticamente a la tierra, que es un 60 %. El testigo, al no haber concluido la fermentación, es el que tiene mayor cantidad de partículas superiores a 5 mm (40 %).

Tabla 4. Tamaño de las partículas de los abonos al final del ensayo, a los cinco meses

Tratamientos	>5mm	2-5mm	<2mm
Testigo (sarmiento)	39,7	29,5	30,8
Sarmiento + urea	32,8	30,8	36,4
Sarmiento + gallinaza	29,7	32,5	37,8
Sarmiento + tierra	32,3	26,8	40,9

**Nitrógeno.** A diferencia de lo que le ocurre a Lobo (1985), que en todos los tratamientos aumentan los valores de nitrógeno, incluso se duplican al finalizar la fermentación, en nuestro caso se mantienen prácticamente constantes (Tabla 5). Estos resultados coinciden con los de otros autores (Bhoyard *et al.*, 1979, Inoko *et al.*, 1979), donde el contenido en nitrógeno no varía significativamente en la fermentación. Sin embargo el carbono se pierde, hasta 1/3 del contenido inicial, por lo que la relación C/N disminuye durante el proceso.

Tabla 5. Evolución del carbono y nitrógeno en porcentaje en la fermentación

Tratamiento	Carbono		Nitrógeno		C/N	
	inicio	final	inicio	final	inicio	final
Testigo (sarmiento)	43,6	20,6	0,5	0,8	87,2	25,8
Sarmiento + urea	42,1	29,6	1,4	1,6	30,0	18,5
Sarmiento + gallinaza	42,0	20,7	1,4	1,4	30,0	14,8
Sarmiento + tierra	18,4	11,0	0,3	0,3	61,3	36,6

**Elementos asimilables.** Se consideran nutrientes asimilables los que pueden ser extraídos de la tierra por medio de determinadas soluciones extractantes, que teóricamente ejercen el mismo efecto de movilización de bases que las raíces de los vegetales y por tanto se encuentran a disposición de las plantas. En general durante la fermentación se produce un aumento de nutrientes solubles. Los mayores contenidos corresponden al compost con gallinaza principalmente por efecto de los nutrientes de ésta.

Los contenidos de potasio oscilan entre 500-1.200 mg/100g (Figura 5), valores semejantes a los obtenidos en laboratorio por Lobo (1985): 700-1.000 mg/100g. El compost con tierra casi triplica su contenido inicial.

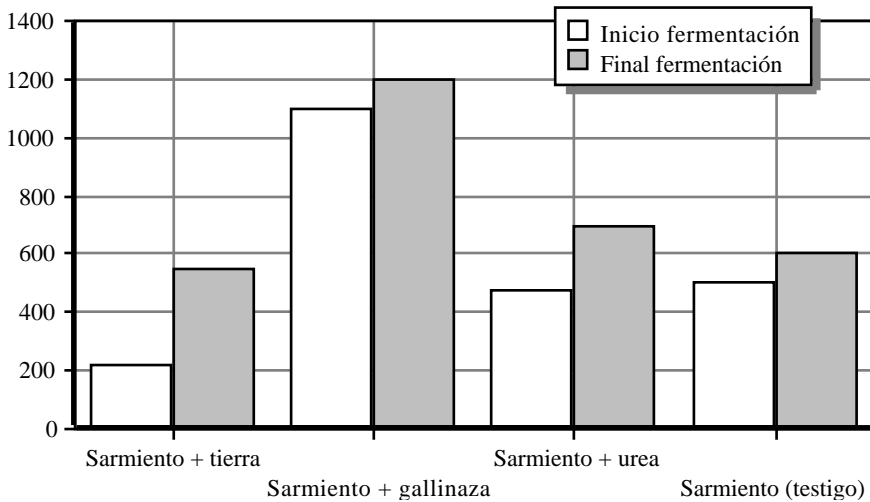


Figura 5. Evolución del potasio, en mg/100g

Al final del ensayo, el magnesio oscila entre los 400-600 mg/100g (Figura 6), valores más altos que los obtenidos por Lobo (1985): 80-500 mg/100g. En todos los casos existe un aumento considerable: se triplica en el testigo y los compost urea y gallinaza. Vuelve a destacar el aumento del compost con tierra, que es siete veces mayor.

Los contenidos en fósforo oscilan entre 90-500 mg/100g (Figura 7), valores más bajos que los obtenidos por Lobo (1985): 130-1.000 mg/100g. Los aumentos de este elemento son menores proporcionalmente a los otros elementos asimilables, e incluso se produce una disminución en el compost con gallinaza.

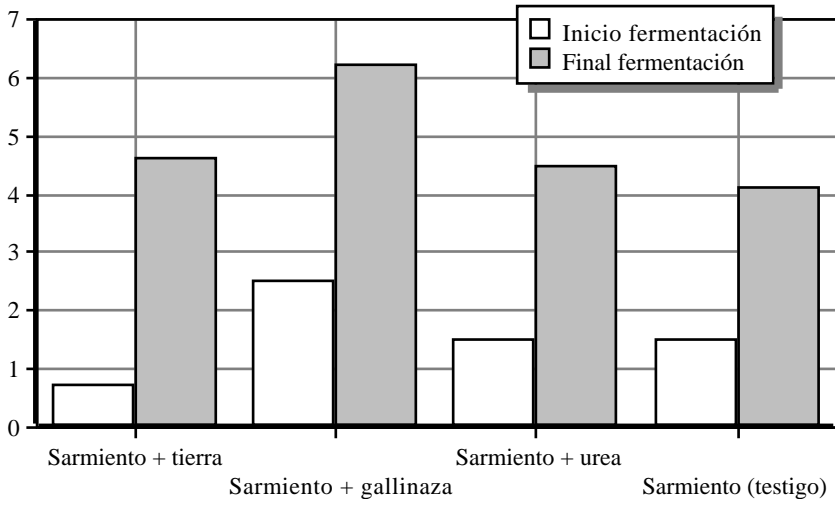


Figura 6. Evolución del magnesio, en g/100g

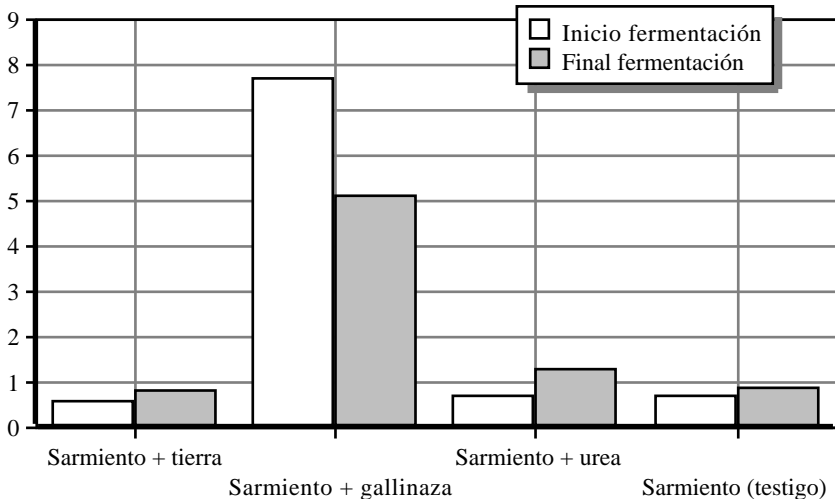


Figura 7. Evolución del fósforo, en g/100g

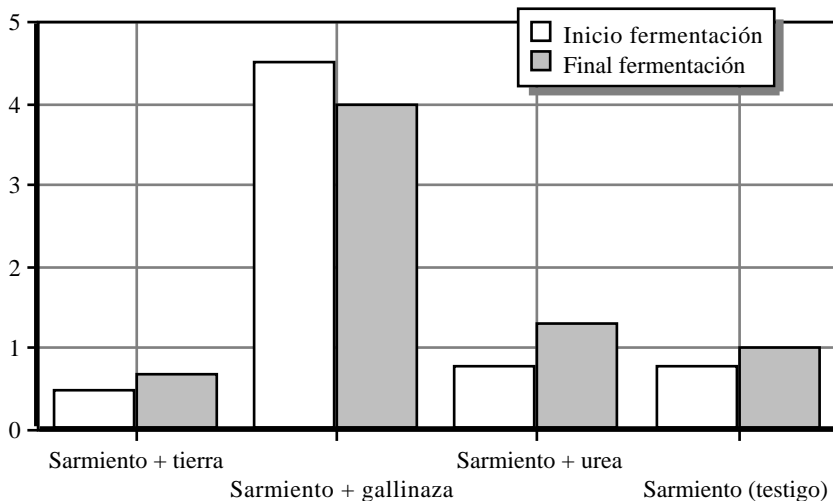


Figura 8. Evolución del calcio, en g/100g

Los contenidos de calcio oscilan entre 600-4.000 mg/100g, valores muy semejantes a los obtenidos por Lobo (1985): 700-3.500 mg/100g. El compost con urea duplica el contenido respecto al comienzo (Figura 8).

## CONCLUSIONES

Se confirma la elevada capacidad de transformación aerobia de los sarmientos de la vid. Aparecen diferencias importantes entre el proceso de fermentación en el laboratorio (ambiente controlado) y a la intemperie. Se puede deber principalmente al tamaño del montón de compost. Las diferencias más importantes son:

- En el campo la fase termófila ( $> 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) es mucho más larga, llega a durar hasta 12 semanas en el caso de que se añada gallinaza. El testigo (sarmiento sin aditivo), que en el laboratorio no tiene fase termófila, en el campo la mantiene durante siete semanas.
- En el campo la capacidad de retención de agua de los materiales fermentados aumenta según va evolucionando la fermentación, al contrario de lo que ocurre en laboratorio.
- La fermentación de las diferentes mezclas, que se termina en el laboratorio a los dos meses, en el campo necesita entre cuatro y seis meses, según se utilice un

material nitrogenado o no, siempre y cuando la temperatura ambiental sea alta (verano).

- La disminución de la relación C/N, que nos permite medir la progresión de la fermentación, en el campo se debe exclusivamente a la pérdida de carbono por las oxidaciones producidas por los microorganismos. En el laboratorio, la relación C/N disminuye también por producirse un aumento de nitrógeno.

Utilizar la tierra como material nitrogenado para el compostaje de sarmientos perjudica el proceso, por compactar el montón y disminuir la aireación.

Durante la fermentación aumentan los nutrientes solubles en todas las mezclas. Los resultados obtenidos en elementos asimilables son equiparables a los obtenidos en el laboratorio. Confirmamos que los sarmientos fermentados tienen una riqueza en elementos asimilables equiparable a otros abonos orgánicos, a excepción del calcio, que es inferior.

### **Agradecimientos**

Agradecemos a José Ramón Vadillo la colaboración en la toma de temperaturas y control de humedad; a Luis Martín de Eugenio, Catalino Gómez y Gregorio Gómez, por la recogida y trituración de los sarmientos así como por realizar las mezclas de materiales en la elaboración de los montones de compost; y a Antonio Bello por sus orientaciones y asesoramiento.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Bhoyard, R.V., M.S. Olaniya, A.D. Bmide (1979) Citado por Lobo (1985).  
Chang, Y., H.J. Hudson (1976) Citado por Lobo (1985).  
Fabregues (1975) Citado por Lobo (1985).  
García, C. (1990) Estudio de compostaje de residuos orgánicos. Valoración agrícola. Tesis doctoral. Universidad de Murcia.  
Inoko, A., K. Miyamatsu, K. Sugahara, Y. Harada (1979) Citado por Lobo (1985).  
Lobo, M.C. (1985) Biodegradación y humificación del sarmiento de la vid. Caracterización agrobiológica de los compost obtenidos. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.  
Lossn (1971) Citado por Lobo (1985).  
Poincelot, R.P. (1974). Citado por Lobo (1985).

# **Experiencia piloto en agricultura ecológica en la finca El Aguilarejo. Un modelo de rotaciones y asociaciones en cultivos extensivos de riego del Guadalquivir**

**S. Cubero Navarro\***, **I. Amián Novales\*\***

*\* Delegación de Investigación y Desarrollo Agrícola y Ganadero, Diputación Provincial de Córdoba. Plaza Colón 15. Córdoba. \*\* Finca Las Cuevas del Pino. 14710 Villarribia (Córdoba).*

## **Antecedentes**

Durante el 15 y 16 de abril de 1993 la Diputación Provincial de Córdoba celebró unas jornadas sobre agricultura ecológica, fruto de la colaboración entre esta Delegación y la “Asociación Umbela para el desarrollo de la agricultura ecológica en Andalucía”. Tuvieron un carácter eminentemente divulgativo, ya que se organizaron para promocionar y fomentar la agricultura ecológica entre los agricultores de la provincia de Córdoba, implicando para ello a profesionales del sector y dándoles información de nuevas técnicas y experimentos que se están desarrollando de cara al futuro, que en nuestra opinión se dirige a este tipo de agricultura.

Durante la celebración de estas Jornadas se detectó entre otros temas, la necesidad de ampliar el número de experimentos que en este tipo de agricultura se llevan a cabo.

Nuestra Delegación ha creído conveniente incluir entre su actividad el estudio y la potenciación de este tipo de agricultura, que entendemos factible de implantar en la provincia, como una nueva salida para los agricultores, bastante desconcertados con la Política Agraria Común (PAC), dado que la producción ecológica no tiene el problema de los excedentes de la agricultura intensiva, a la vez que ayuda a la conservación ambiental.

En este sentido, la Comisión de Gobierno aprobó por unanimidad el 15 de noviembre de 1993 el proyecto de la experiencia piloto que nos ocupa en la finca Llanos del Aguilarejo, que la Diputación posee en el km 8,5 de la carretera de Córdoba a Palma del Río, con una extensión de 16,8 hectáreas.

## Objetivos

El experimento tiene como objetivo múltiple:

- Demostrar la viabilidad técnica y económica de un modelo de rotación de cultivos comunes en la zona del riego extensivo del valle del Guadalquivir, buscando el equilibrio entre las entradas y salidas de los elementos básicos nitrógeno, fósforo y potasio, y fomentando la diversidad biológica.
- Servir de centro de difusión de la agricultura ecológica entre los agricultores y técnicos de la zona y de toda la provincia de Córdoba, mediante la organización de jornadas, seminarios, encuentros y demostraciones.
- Experimentar una serie de técnicas que vayan dando respuestas a problemas concretos que se plantean hoy a los agricultores ecológicos, por ejemplo respecto a los tipos de labores de la tierra, las asociaciones de cultivos, y las plagas, observando su efecto directo en la producción y en la rentabilidad finales, y realizando investigaciones específicas.
- Obtener semillas de los cultivos que entren en nuestras rotaciones y que no exijan unas condiciones especiales para su reproducción, como las semillas de cereales y leguminosas.
- Asesorar a otros experimentos que se puedan poner en marcha como consecuencia de este proyecto, en Ayuntamientos u otras entidades dependientes de la Diputación Provincial.

Los datos y resultados que se obtengan estarán a disposición de cualquier persona o entidad, independientemente del ámbito de actuación uniprovincial de la Diputación de Córdoba.

## Descripción y desarrollo del experimento

**El modelo de rotación** propuesto es a cinco años con cultivos de diferente ciclo productivo y diferente capacidad de utilización de la tierra, para mejorar su fertilidad natural con leguminosas, abonos verdes y aportaciones de materia orgánica y alguna enmienda mineral si fuera necesario.

Elegimos cultivos comunes en la zona, de manejo conocido por todos, susceptibles de ser subvencionados según la legislación vigente y relacionados con las demandas y las carencias del mercado de los productos ecológicos en Andalucía. Evidentemente estos cultivos podrán ser sustituidos respondiendo a las exigencias del mercado o de las necesidades de experimentación, pero respetando siempre los principios básicos de las rotaciones.

La parcelación estuvo determinada por elementos del paisaje como la acequia de riego, el camino junto a ella y un pequeño desagüe o arroyo. Así delimitamos cinco parcelas similares, aunque P1 y P2 son ligeramente inferiores (Figura 1).

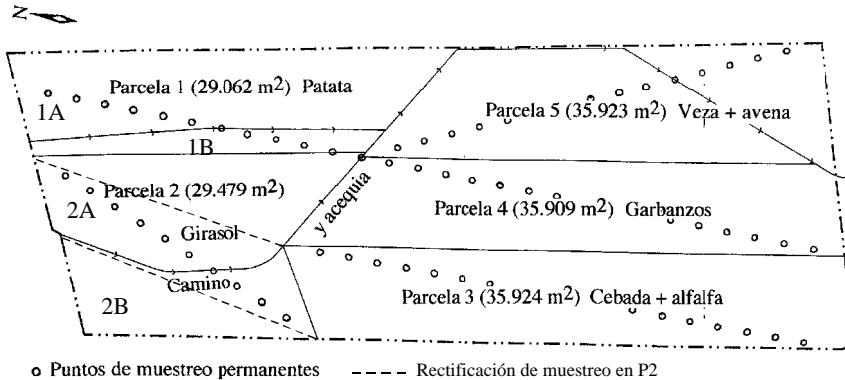


Figura 1. Plano de la finca con las cinco parcelas, su superficie y rotación de cultivos, y puntos para tomar muestras de tierra

Tratando de armonizar los múltiples objetivos del experimento -como las condiciones físicas del terreno, la infraestructura existente y unos mínimos criterios de mercado- para iniciar **la transformación** de la finca elegimos los siguientes cultivos: veza + avena, judía para grano, alfalfa, girasol, y patata.

Las condiciones meteorológicas y la falta de riego independiente de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, quien comunicó con bastante antelación que las disponibilidades de agua para riego eran mínimas en esta campaña, nos hizo introducir dos cambios: asociar la alfalfa con cebada para obtener al menos una cosecha de cebada, y en el caso de un clima favorable la cobertura del suelo por la cebada en una primera fase impediría la invasión de plantas adventicias de un cultivo lento en invierno como la alfalfa. El otro cambio fue sustituir las judías para grano por garbanzos. La rotación quedó como se puede ver en la Figura 1

**El balance de nitrógeno, fósforo y potasio** se efectuará analizando las disponibilidades de estos nutrientes al sembrar, sumando las aportaciones y la fijación de las leguminosas, y restando las salidas por cosechas, más una estimación de las pérdidas por lixiviación, volatilización, erosión, desnitrificación, etc..

En breve esperamos tener a punto el método, que conlleva un cálculo para los cinco años de la rotación. Este año hemos ubicado una serie puntos de muestreo permanentes, entre doce y veinte por parcela (Figura 1)

El Laboratorio Agroalimentario de Córdoba ha hecho los análisis de partida (Tabla 1) y de la parcela 1 después de la cosecha (Tabla 2).



Tabla 1. Análisis de tierra de todas las parcelas, de noviembre de 1993

	P1		P2		P3		P4		P5	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Elementos gruesos	17,6	28,6	25,8	11	23,1	9,3	18,3	20,9	16,4	6,1
Arcilla (%)	17,5	14	14,2	13,9	13,1	10,9	8,6	10,1	11,5	12,4
Arena (%)	40,9	45	46,8	41,3	45,8	44,2	54,6	49,3	45,6	46,9
Limo (%)	41,6	40,5	39	44,8	41,1	44,9	36,8	40,6	42,9	40,7
Capacidad de intercambio (meq/100g)	11,13	9,91	12,09	13,39	9,74	9,22	8,17	7,82	7,48	7,48
Ca de int. (meq/100g)	7,15	4,89	7,75	8,32	7,15	4,81	4,81	2,86	4,17	4,84
Mg de int. (meq/100g)	2,06	3,89	2,58	3,42	1,07	2,7	1,87	3,57	1,73	0,65
K de int. (meq/100g)	0,43	0,30	0,62	0,37	0,30	0,32	0,35	0,38	0,38	0,38
Carbonatos (%P/P)	0,00	0,00	0,83	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P asimilable (ppm)	18,5	15,5	70,0	24,0	20,9	17,4	16,9	13,5	13,3	10,5
K asimilable (ppm)	170	120	259	145	125	132	145	150	150	155
N orgánico (%)	0,07	0,07	0,11	0,13	0,09	0,08	0,06	0,06	0,06	0,05
pH (172,5)	8,12	7,66	8,03	7,98	7,87	7,69	7,97	7,222	7,04	6,76
pH (CIK)	7,36	6,96	7,44	7,33	7,05	7,00	7,31	6,41	6,40	6,04
MO oxidable (%)	1,57	1,47	2,41	2,65	1,78	1,64	1,54	1,34	1,31	1,04
Na intercambio (meq/100g)	-	1,49	1,14	1,28	1,22	1,39	1,14	1,01	1,20	1,17
Caliza activa (%)	-	-	0,83	0,87	-	-	-	-	-	-

Tabla 2. Análisis de la parcela 1, de septiembre de 1994

	1	2
Capacidad de intercambio	9,83	10,0
Ca de intercambio	6,17	6,04
Mg de intercambio	2,32	2,57
Na de intercambio	0,83	0,87
K de intercambio	0,51	0,52
Carbonatos	1,08	0,66
P asimilable	28,1	36,3
K asimilable	204	208
N orgánico	0,09	0,10
pH (172,5)	7,72	7,74
pH (CIK)	7,41	7,33
MO oxidable	1,71	1,88

- Hicimos las aportaciones o entradas en las parcelas de la siguiente forma:
- Aplicación de 37.000 kg de estiércol por hectárea en la P1 y 30.000 kg/ha en la P5, procedente de vacas, cerdos y ovejas de otra finca de la Diputación, situada a escasos kilómetros y acumulado durante años, repartido tras un volteo y un proceso de prefermentación en montón durante dos meses y medio en nuestra finca.
  - Siembras de abonos en verde en las P2 y P4. La mezcla de semillas utilizada por hectárea fue 5 kg de alfalfa, 20 kg de mostaza y 30 kg de veza. El abono verde se cortó con desbrozadora y se enterró con un pase de grada, pasada una semana, en el mes de febrero la P2 y marzo la P4.
  - Siembra de cultivos de leguminosas en las P3 (alfalfa) y P4 (garbanzos).

Las labores de cultivo y las fechas en las distintas parcelas pueden verse en la Tabla 3.

Tabla 3. Labores y operaciones realizadas en los cultivos desde noviembre de 1993 hasta agosto de 1994

Fecha	Operación	Parcela 1 <b>Patata</b> 1,7 ha	Parcela 2 <b>Girasol</b> 2,8 ha	Parcela 3 <b>Ceb.+alfal.</b> 3,4 ha	Parcela 4 <b>Garbano</b> 3,4 ha	Parcela 5 <b>Avena+veza</b> 3,4 ha
Oct.	Enterrar rastrojo		Un pase de grada de discos en todas las parcelas			
Nov.						
17	Prep. terreno		Pase de cultivador en todas las parcelas			
18	Siembra de abono verde con abonadora		Mezcla alfalfa + veza mostaza		Mezcla alfalfa + veza mostaza	
19	Tapar semillas		Pase de KongKilder preparando la tierra			
21	Desfonde	Pase cruzado de subsolador				Pase cruzado de subsolador
22	Siembra con abonadora Tapar semillas			Ceb.+alfal. Pase de Kong Kilder		
24/25	Toma de muestra		Análisis de tierra en todas las parcelas			
Dic.						
29/30	Aportación de estiércol					
Ene.						
18	Siembra con abonadora					Avena+veza
20	1ª siembra a máquina	Kennebec + Spunta				

Fecha	Operación	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5
26	2ª siembra Siembra separadores	Jaerla Moruna, mostaza y eneldo				
Feb. 3	3ª siembra	Semilla ecológ.				
14	Comienza la siembra de árboles				Fresnos franja entre P3 y P4	
18	Cortando abono verde		Desbrozadora			
19	Tratamiento			Oruga peluda ( <i>Ocnagina baetica</i> ) con pelitre	con pelitre	
Mar. 10	Siembra		Var. Florasol			
11	Picado abono verde				Desbrozadora	
12	Cultivando	Pase cultivador				
21	Escarda	1A manual				
22	Escarda	1A manual				
23	Escarda	1A manual				
27	Escarda	1A manual				
30	Fin siembra árboles				2 pases de grada para incorporar abono verde	
Abr. 4	Escarda	Manual				
5	Riego árboles					
11	Aporcado	Después escarda				
13	Riego	Por surcos con agua de pozo				
19	Riego	Canal Guadalmellato				
20	Riego	Del canal 1A y 1B				A manta
21/22	Preparación siembra				2 pases Kong Kilder Sembradora discos	
22	Riego	1B		A manta		
27	Cultivando		Escarificador			
28	Escarda	Manual				
May. 3	Escarda	Manual				
4	Riego	Por surcos				

Fecha	Operación	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5
	Tratamiento gusanos tierra	Purín ortigas con cebo de afrecho+pelitre				
16	Aporcado	1B tardías				
17	Control	rosquillas 1B				
31	Recolección	producción		Sólo cebada		
Jun.						
3	Arranque	A máquina				
	Recogida	A mano				
	Limpieza	Almacén espec.				
7	Riego	1B surcos	Por surcos			
	Empacado				Paja ceb. y alfal.	
14	Riego	Por eras a manta				
24	2ª recogida	Envas en campo				
30	3ª recogida	Envas en campo				
Jul						
1	Fin cosecha	1B siembra feb.				
6	Recolección	Manual moruna				
12	Cosecha	y mostaza				
26	Cosecha	Adelantado a su fecha			Diferencia de madurez entre veza y avena	
Ago.						
10	Control				Producción	Grada discos
	Picar-enterrar	Pase de grada	Pase de grada	de discos		paja ave.veza

Por último aplicamos el concepto de **infraestructura ecológica** elaborado por Vereijken (1994), del Ministerio de Agricultura holandés, para mejorar las condiciones ambientales y paisajistas desde el punto de vista ecológico y ayudar al equilibrio del ecosistema agrario, dedicando un 5% de la superficie a espacio natural. Este concepto debería armonizarse con el 12% de retirada forzosa de tierra que exige la ejecución de la nueva PAC para la obtención de las subvenciones. Puede ser una reivindicación planteable por el sector de la agricultura ecológica a las instancias políticas pertinentes y este Congreso es una buena ocasión para ello, en el sentido de solicitar la sustitución del concepto de retirada de tierras obligatoria, por el de “crear naturaleza mediante la cesión de un porcentaje de la superficie”.

Hemos aplicado este concepto sembrando masivamente árboles en las lindes a modo de setos y en franjas longitudinales separando cada parcela, siguiendo el sistema de riego por goteo establecido (Figura 2). En total, los setos y franjas entre los cultivos ocupan 8.147 m<sup>2</sup>, habiéndose sembrado 1.929 árboles gracias al Vivero de que posee esta Delegación de la Diputación y al cariño con que se está dotando el experimento.

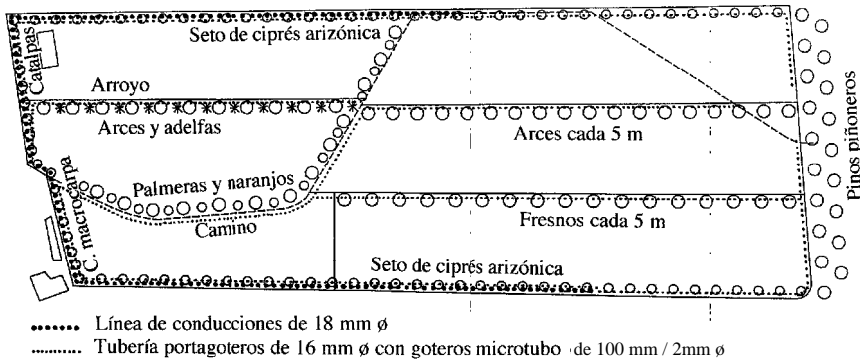


Figura 2. Protección de la naturaleza en los setos sembrados, y conducciones de riego

La distribución de la arboleda es como sigue: en el linde norte 272 cipreses macrocarpa y 28 catalpas; en el linde sur 35 pinos piñoneros; en el linde este 625 cipreses, de los cuales hay 446 piramidalis y 179 arizónicas, y faltan 55 para terminar; en el linde oeste 647 cipreses, de los cuales hay 9 macrocarpas, 151 piramidalis y 487 arizónicas; en el arroyo 57 arces y 28 adelfas; en el linde P3 con P4 hay 94 fresnos; en el linde P4 con P5 hay 73 arces; y en el camino de la acequia hay 35 naranjos amargos y 35 palmeras.

Además en el cultivo de patatas (P1) intercalamos surcos entre variedades, sembrados de mostaza, moruna (*Vicia articulata*) y eneldo, igualmente con idea de fomentar la diversidad biológica (Figura 3).

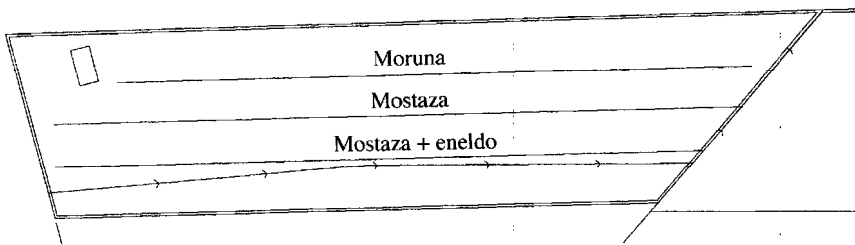


Figura 3. Surcos separadores de las variedades de patatas. Moruna = *Vicia articulata*.

Al experimento se han asignado tres trabajadores, contratados ex-profeso. La maquinaria y los aperos son alquilados en cada momento, lo cual ha disminuido algo la realización ideal de las labores, pero para empezar ha sido lo idóneo.

Hemos dedicado gran parte de nuestro trabajo a la mejora de la infraestructura de la finca y en la plantación y el cuidado de lo que hemos denominado infraestructura ecológica.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El balance de gastos e ingresos está realizado, sin embargo aún no están desglosados los jornales estrictos asignados a los cultivos y todos los gastos imputables a la puesta en marcha del experimento, a las inversiones y las mejoras de la infraestructura. El saldo estrictamente contable es negativo en este primer año, pero este es un problema relativo.

La Administración pública en sus diferentes estamentos está capacitada y obligada a la experimentación y la investigación, como se viene haciendo en todos los sectores económicos. No es frecuente la desviación de fondos públicos al modelo y sistema agronómico ecológico. Por eso nos congratulamos como agricultores, como miembros del sector de la agricultura ecológica y como ciudadanos, que la Diputación de Córdoba haya adoptado esta opción de futuro tan decididamente.

El período de transformación a la agricultura ecológica está poco estudiado y requiere mayores gastos, nueva dotación de maquinaria y sobre todo adaptación mental a los nuevos usos.

Una serie de circunstancias han limitado las producciones (Tabla 5) -el factor limitante fundamental ha sido la escasa lluvia de primavera: en marzo sólo 2 mm, y entre abril, mayo y junio apenas 67 mm- pero el resultado es positivo, pues confirma viejas experimentaciones y observaciones empíricas que hablan de resultados menos negativos en fincas ecológicas en los años climáticamente desfavorables, como hemos comprobado este año en los resultados del cereal en otras tres fincas ecológicas certificadas andaluzas, que han sido iguales o superiores a los convencionales colindantes.

Las producciones del primer año (1994) fueron, en kg/ha: 13.000 de patata (P1); 620 (P2-A) y 2.115 (P2-B) de girasol; 2.850 de grano de cebada y 2.900 de paja de cebada + alfalfa (P3); y 950 de avena y veza 95/5 (P5). La P4 no se cosecha.

La estructura de la tierra extremadamente compacta y la suela de labor a escasos centímetros hicieron imposible la siembra del garbanzo en su momento junto a la falta de lluvia de marzo, y perjudicaron el desarrollo de la mezcla de avena y veza sembrada tarde, el 18 de enero, con idea de obtener más grano que forraje. Por el contrario, la asociación de cebada y alfalfa sembrada en noviembre se desarrolló bastante bien, de igual forma que el girasol.

El cultivo de la patata quizá pueda considerarse un atrevimiento en un primer año de transformación, debido al desconocimiento del grado de infestación de insectos minadores y gusanos grises en la tierra. Estas plagas han tenido más relevancia sobre la producción, que la lluvia y la capacidad de riego, no planificables.

Entre las conclusiones más positivas de este primer año están las asociaciones de cereales y leguminosas. Sus efectos estaban poco comprobados en Andalucía en la corta historia de la agricultura ecológica, aunque la bibliografía menciona sus buenos resultados en países cercanos y en las prácticas tradicionales. Las siembras mezcladas son más adecuadas que la posterior siembra de trébol, por ejemplo entre las líneas del cereal en primavera, como acostumbran a hacer en los países centroeuropeos, por los graves problemas de competencia por el agua que se producirían. Tal asociación abre un interesante campo de estudio y comprobaciones que potencien el desarrollo tan escaso de los cereales en la agricultura ecológica en Andalucía.

En las parcelas del girasol P2A y B vemos que la cantidad de materia orgánica está muy relacionada con el aumento de los cationes de intercambio disponibles y de la producción del cultivo. En este primer año ya hemos observado importantes diferencias del comportamiento de la tierra relacionadas con el contenido de materia orgánica (Tabla 1). En la Tabla 1 no se diferencian apenas los contenidos de materia orgánica entre las parcelas P2A y P2B, sin embargo en la Tabla 2, de los análisis realizados tras la cosecha, es más representativa esta diferencia dado que se rectificaron las diagonales de toma de muestras. En la Figura 1 aparece con línea de trazos la toma de muestras rectificada.

Otro aspecto positivo se refiere a la capacidad de introducir nuevos parámetros de experimentación o investigación puntual a partir del modelo elegido. Así estamos en vías de formalizar una colaboración con el Centro de Investigación y Desarrollo Agrario Las Torres, de Sevilla, perteneciente a la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía.

A lo largo de 1994, diversos técnicos de la Escuela de Agrónomos de Córdoba han mostrado su interés y se ha iniciado una colaboración experimental. Algunos grupos de agricultores y estudiantes también han visitado la finca.

Invitamos a cuantos técnicos e investigadores interesados por la agricultura ecológica, a proponer colaboraciones en estudios e investigaciones que potencien el efecto divulgador que se pretende.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Altieri, M.A. (1985) *Agroecología. Bases científicas de la agricultura alternativa*. Ed. CETAL; Valparaíso.
- Altieri, M.A. (1992) *Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas*. Ed. CETAL; Valparaíso.
- Amián Novales, I. (1985) La agricultura biológica. En *I Congreso nacional sobre difusión de*

- tecnologías y desarrollo de recursos humanos en el medio rural*. Granada, octubre de 1984. pp 198-202. Ed. Junta de Andalucía.
- Amián Novales, I. (1989) Prólogo. En *Seminario de formación de asesores en agricultura ecológica*. Ed. Junta de Andalucía; Sevilla.
- Amián Novales, I. (1992) Marinaleda. En *Proceeding CAMAR Seminar in Vila Real (Portugal)*, 4-5 de noviembre de 1991. Ed. UE; Bruselas.
- Amián Novales, I. (1993) Los contenidos teóricos de la agricultura ecológica. En *Jornadas de trabajo sobre investigación, docencia y asesoramiento*, pp 9-16. Ed. SEAE; Madrid.
- Bourgignon, C. (1989) *El suelo, la tierra y los campos*. Ed. SPA; Barcelona.
- Greenpeace International (1992) *Green fields, grey future*. Ed. Greenpeace; Amsterdam.
- Hodges, R.D. (1983) Los argumentos de la agricultura ecológica. *Agricultura y Sociedad*, 26: 19-49.
- Jiménez, J.A. (1990) Introducción a la metodología de la agricultura biodinámica. En el Curso de formadores en agricultura ecológica. Priego de Córdoba, del 27 de septiembre al 9 de noviembre de 1990. Sin publicar.
- Naredo, J.M. (1983) La crisis del olivar como cultivo 'biológico' tradicional. *Agricultura y Sociedad*, 26: 116-123.
- Nogaard, R.B. (1985) *Bases científicas de la agricultura alternativa*. Ed. CETAL; Valparaíso.
- Remmers, G., I. Amián, J.C. Ávila (1992) *Investigación, docencia y desarrollo de la agricultura ecológica en los Países Bajos*. Informe interno. ISEC. Universidad de Córdoba.
- Stanhil (1989) The comparative productivity of organic agriculture. En *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 30: 1-26.
- Toledo, V. (1985) *Ecología y autosuficiencia alimentaria*. México.
- USDA Report (1980) Informe sobre la agricultura orgánica. *Agricultura y Sociedad*, 26: 159-166.
- Vasella, A. (1984) Permacultura, la agricultura permanente. *Integral*, 56: 57-61.
- Vereijken, P. (1989) From Integrated Control and Integrated Farming, an Experimental Approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 26: 37-43.
- Vereijken, P. (1994) *Designing Prototypes*. Research Network for EU and Associated Countries on Integrated and Ecological Arable Farming Systems; Wageningen.



# **Resultados preliminares de una rotación hortícola de tres años en la costa norte de Gran Canaria**

**J.A. Haroun, F. Rodríguez**

*Granja Agrícola Experimental. Cabildo Insular de Gran Canaria. c/ Bravo Murillo 23. 55003 Las Palmas (Gran Canaria)*

## **RESUMEN**

En tres parcelas cultivadas a la vez con diferentes hortalizas, en la Granja Agrícola Experimental del Cabildo Insular de Gran Canaria, al norte de la isla, a 85 m de altitud, evaluamos la efectividad de una rotación hortícola de tres años sobre la fertilidad de la tierra, las plagas y el desarrollo de los cultivos. En este primer año ensayamos dos variedades de tomates redondos y lisos así como la aplicación del producto Ret-Flo Px-357 frente a un testigo. Medimos el rendimiento neto y no encontramos diferencias significativas al 95% entre ninguno de los tratamientos. En dos variedades de puerros medimos el rendimiento neto y tampoco encontramos diferencias significativas al 95% entre ellos. Después de los puerros ensayamos dos variedades de lechugas y medimos el rendimiento neto, sin encontrar diferencias significativas al 95% entre ellos. Después de un abono verde ensayamos tres variedades de col repollo con una variante de estercolado y otra sin estercolar, medimos el peso medio por planta y no encontramos diferencias significativas al 95% entre dos de las variedades y sí con una tercera. No encontramos diferencias significativas entre las variantes estercoladas y las sin estercolar.

## **INTRODUCCIÓN**

Antes de la implantación general de la agricultura convencional en las Islas Canarias, las rotaciones y los policultivos, sobre todo en las zonas de medianías (de 500 a 1.200 m), eran una práctica usual (Lopez-Cepero, 1991). Sin embargo, la agricultura de exportación y el comercio obligaron al agricultor a limitar el número de especies cultivadas, de forma que poco a poco se generalizaron los monocultivos.

Uno de los mayores problemas de la agricultura convencional es la perdurabilidad de los monocultivos, porque presentan a largo plazo problemas de plagas y de contaminación difíciles de solucionar (Roelants du Vivier, 1988; Cozzo, 1989). La agricultura ecológica, considera indispensable la práctica de rotaciones de cultivos, sobre todo en la horticultura, para lograr una perdurabilidad a largo plazo de los sistemas agrarios (Dunant, 1988). Por esto parece necesario dirigir los esfuerzos de la experimentación hacia la búsqueda de rotaciones que permitan realizar cultivos de interés comercial, sin que se presenten graves problemas de plagas y de contaminación a largo plazo.

El objetivo del presente trabajo es evaluar la efectividad de una rotación hortícola de tres años de duración sobre la fertilidad de la tierra, las plagas y el desarrollo óptimo de los cultivos implicados, según las técnicas de la agricultura ecológica.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Desarrollamos los ensayos en tres parcelas experimentales de la Granja Agrícola Experimental del Cabildo Insular de Gran Canaria, cultivadas a un mismo tiempo pero con diferentes hortalizas en cada una (Tabla 1). Al cuarto año se iniciará de nuevo el ciclo.

Tabla 1. Cultivos ensayados durante los tres años de la rotación

Año/parcela	A	B	C
1°	Tomate Habichuela Calabacín	Puerro Lechuga	Abono verde Col Maíz dulce
2°	Abono verde Col Maíz dulce	Tomate Habichuela	Puerro Lechuga Calabacín
3°	Puerro Lechuga Calabacín	Abono verde Col Maíz dulce	Tomate Habichuela

Diseñamos la rotación teniendo en cuenta no repetir cultivos pertenecientes a la misma familia botánica, la necesidad de introducir cultivos con cierto interés comercial y su adaptación al riego por goteo.

Tabla 2. Distribución temporal de los cultivos en rotación

Cultivo	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set
Tomate	.....											
Habichuela							.....					
Puerro	.....											
Lechuga						.....						
Calabacín								.....				
Abono verde	.....											
Col					.....							
Maíz dulce								.....				

Actualmente el experimento se encuentra en su primer año de desarrollo.

Las parcelas tienen unos 200 m<sup>2</sup> cada una, están en la zona norte de la isla de Gran Canaria, a 28° 8' 30" de latitud norte y a 50 metros sobre el nivel del mar.

Consideramos similar el aspecto físico de la tierra de las tres parcelas (tierra franca).

Tabla 3. Análisis químico de la tierra

Determinaciones	Parcela		
	A	B	C
C.E. (micromhos) 1:5	1.529	1.238	1.165
E.S.	7.999	7.250	5.910
pH	7,52	7,57	7,47
Caliza (%)	5,28	5,06	4,84
Carbono (%)	1,04	1,04	0,80
Materia orgánica (%)	1,79	1,79	1,38
Nitratos (ppm)	171	106	148
Fósforo (ppm)	83	115	76
Potasio (me/100 g)	7,40	8,42	5,95
Sodio (me/100 g)	8,00	7,90	7,00
Calcio (me/100 g)	26,46	25,47	22,12
Magnesio (me/100 g)	11,27	10,21	8,14
C.I.C.	28	26	37

El agua empleada a lo largo del experimento procede de pozo y era C4 S4 según la clasificación Riverside, con 4.370 micromhos de conductividad eléctrica y pH 8,64. El sistema de riego es por goteo, con emisores tipo "key cleep" de 4 l/h de

caudal. La dosis de riego en el tomate fue 2.500 m<sup>3</sup>/ha; en el puerro 3.950; en la col 1.900 y en la lechuga 1.570 m<sup>3</sup>/ha.

Sembramos los cultivos en bandejas de poliuretano reticuladas. Condujimos las tomateras a un solo tallo por planta, y el resto de sus labores culturales y de las otras hortalizas fueron las habituales. Empleamos los tratamientos fitosanitarios autorizados por el Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica. Los principales fungicidas fueron el azufre y el oxiclورو de cobre y como insecticidas la rotenona y el Ret-92, cuya materia activa es una mezcla de dos especies bacterianas en proporción aproximada de 2 a 1: *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* y *Bacillus brevis*.

Tabla 4. Datos de los cultivos

Cultivo	Siembra	Plantación	Plantas/ha	Recolección	
				Inicio	Fin
Tomate	7 set 93	6 oct 93	22.200	13 ene 94	17 mar 94
Puerro	21 set 93	4 nov 93	88.800	4 abr 94	6 abr 94
Col	3 mar 94	23 mar 94	44.400	2 jun 94	14 jun 94
Lechuga	5 mar 94	15 abr 94	44.400	1 jun 94	6 jun 94

Tabla 5. Variedades hortícolas empleadas

Especie	Cultivar	Casa comercial
Tomate redondo liso	Vanessa FA-175	Vandenberg Zeraim Gedera
Puerro	Zorba Electra	Nickerson-Zwan Clause
Col repollo	Unigreen early Mercado de Copenhagen Centron	Ramiro Arnedo Ramiro Arnedo Nickerson-Zwan
Lechuga romana	Garza Bionda colosseo	Ramiro Arnedo Asgrow

Como aporte de materia orgánica empleamos estiércol de vaca, con cama de restos de plataneras, con aproximadamente seis meses de fermentación. El análisis

químico del estiércol dio: 23,80% de materia orgánica; 0,92% N; 0,56% P; 0,55% Na; 2,12% K; 2,50% Ca; 1,20% Mg; 1,57% Fe; 1.812 ppm Mn; 100 ppm Cu; 312 ppm Zn; pH 8,44; C.E. 1:5 8.820 micromhos.

Las cantidades de abonos y enmiendas aportados al inicio de la rotación fueron iguales en todas las parcelas -salvo en la parcela C, que recibió menos cantidad de estiércol- (en kg/ha): estiércol 45.000; yeso agrícola 3.800; fosfal 330; sulfato de hierro 330; patentkali 190.

Al mes de plantado el tomate, recibió 500 kg/ha de harina de carne con una riqueza en nitrógeno del 8 %. En el cultivo de la lechuga, que fue posterior al del puerro, no aportamos abono alguno. El cultivo de col, realizado en la parcela C, estuvo precedido por un abono verde compuesto por cebada y veza que previo a su siembra recibió las mismas cantidades de abonos y enmiendas antes citadas salvo en el estiércol, del que recibió 25.000 kg/ha en vez de 45.000 kg/ha. Posteriormente y junto con la incorporación del abono verde aplicamos a la mitad de la parcela 20.000 kg/ha de estiércol de vaca de las mismas características que el comentado antes.

En la parcela A, donde se comenzó cultivando tomates se aplicó a uno de los tratamientos el corrector de suelos Ret-Flo Px-357, a una dosis de 1,5 cc por planta. Es un cultivo de varias cepas de microorganismos en una solución líquida, entre los cuales destacan bacterias fijadoras de nitrógeno, bacterias humificantes, mohos productores de antibióticos, algas y actinomicetos.

En todas los experimentos empleamos un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones para el puerro y tres repeticiones para el tomate, la lechuga y la col. Aplicamos la prueba de múltiple rango Duncan para ver la significatividad entre los distintos tratamientos.

En el tomate empleamos dos cultivares con aplicación del corrector Ret-Flo Px-357 y los mismos cultivares sin aplicarlo, lo que hace un total de cuatro tratamientos. Cada repetición consta de 22 plantas. En el puerro empleamos dos cultivares, lo que hace un total de dos tratamientos. Cada repetición consta de 144 plantas. En la lechuga empleamos dos cultivares, lo que hace un total de dos tratamientos. Cada repetición consta de 72 plantas. En la col empleamos tres cultivares incorporando a una parte de la parcela estiércol y a otra no, lo que hace un total de seis tratamientos. Cada repetición consta de 44 plantas.

En todos los experimentos medimos el rendimiento neto al finalizar el cultivo. Al inicio y final de cada cultivo realizamos un análisis químico de tierra.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados parciales del primer año de rotación fueron los siguientes:

**Parcela A.** Cultivo de **tomate**. En la Tabla 6 están los rendimientos obtenidos

para los distintos tratamientos. El rendimiento obtenido es inferior a los rendimientos medios que se suelen obtener en un cultivo normal de tomate (100.000 kg/ha) debido al corto periodo de recolección que tuvo el cultivo, sólo dos meses frente a seis de un cultivo normal, debido a factores ambientales adversos.

Tabla 6. Rendimiento de los cultivares (c.v.) en kg/ha (excepto la col, en kg/planta)

Especie	c.v.	Tratamiento-repetición				Media	Duncan
		I	II	III	IV		
Tomate	Vanessa-R	41.000	36.000	32.000		36.333	a
	FA-175-T1	29.000	37.000	39.000		35.000	a
	Vanessa-T1	38.000	32.000	29.000		33.000	a
	FA-175-R	30.000	27.000	30.000		29.000	a
Puerro	Electra	24.156	30.582	29.107	29.542	28.346	a
	Zorba	26.000	29.066	25.804	23.124	25.998	a
Lechuga	Garza	16.133	15.135	11.964		14.407	a
	Bionda colosseo	14.689	13.887	12.911		13.829	a
Col	Mercado de Copen. E	1,31	1,29	1,24		1,28	a
	Mercado de Copen. T2	1,21	1,24	1,30		1,25	a
	Unigreen early E	1,10	1,27	1,26		1,21	a
	Unigreen early T2	0,95	1,13	1,39		1,16	a
	Centron E	1,00	0,79	0,75		0,85	b
	Centron T2	0,68	0,78	0,76		0,74	b

T1: testigo, c.v. sin la aplicación de Ret-Flo Px-357; R: c.v. con Ret-Flo Px-357; E: c.v. con la aplicación de estiércol. T2: testigo, c.v. sin la aplicación de estiércol.

El estudio estadístico (aplicar el test de Duncan al nivel del 5%) sobre los datos de la Tabla 6, ha indicado que los rendimientos de los distintos cultivares no dependen del tratamiento aplicado, así como que no existen diferencias significativas al 5 % entre los dos cultivares. Según los fabricantes del Ret-Flo Px-357, su efecto se nota a un plazo de tiempo más largo que el empleado en esta primera evaluación, por lo que habrá que esperar a finalizar el experimento.

**Parcela B.** El cultivar de **puerro** Electra dio los rendimientos más altos, aunque el estudio estadístico al aplicar el test de Duncan ha indicado que no existen diferencias significativas al nivel del 5 % entre los dos cultivares.

**Parcela B.** Cultivo de **lechuga** posterior al cultivo de puerro. Los rendimientos obtenidos son más bajos que los que normalmente se obtienen para un cultivo de lechuga, porque la densidad de plantación fue hasta dos veces más baja de lo normal, debido a la necesidad de adaptarla al sistema de riego instalado en la parcela.

La diferencia entre variedades no es significativa al nivel del 5 %.

**Parcela C.** Cultivo de **col** posterior al cultivo y enterrado de un abono verde: En el efecto de la aplicación de estiércol, frente a un testigo, sobre el rendimiento de tres cultivares de col, todos los cultivares estercolados dieron rendimientos superiores a los mismos cultivares sin la aportación de estiércol, pero sin llegar a ser significativos al nivel del 5 %. El cultivar Mercado de Copenhague dio los rendimientos más altos tanto estercolado como sin estercolar, sin embargo no existe diferencias al nivel del 5 % entre este cultivar y el cultivar Unigreen early, pero sí entre estos dos cultivares y el cultivar Centron.

Parece que no resulta interesante una aplicación de 20.000 kg/ha de estiércol al cultivo de la col para obtener mayores rendimientos, si ha tenido como cultivo precedente un abono verde de cebada y veza al que se le aportó 25.000 kg/ha de estiércol antes de sembrarlo.

Observamos una mayor tendencia al rajado en la variedad Unigreen early frente a las otras dos variedades, así como una mayor precocidad.

Estamos analizando la tierra de las distintas parcelas para conocer su fertilidad, por lo que aún sólo tenemos resultados parciales sobre ella. Habrá que esperar a la finalización del experimento para evaluar el efecto de la rotación de cultivos en la fertilidad.

No observamos la presencia de plagas difíciles de detener. Debido al corto periodo de experimentación, es necesario esperar a finalizar el experimento para evaluar el efecto de la rotación de cultivos sobre las plagas.

## CONCLUSIONES

- Las variedades ensayadas de tomate, puerro y lechuga según la agricultura ecológica, no presentaron entre sí diferencias significativas en cuanto al rendimiento.
- La aplicación del producto Ret-Flo Px-357 no influyó positivamente sobre el rendimiento de las variedades de tomate Vanessa y FA-175.
- Los rendimientos de las variedades de col Mercado de Copenhague y Unigreen early cultivadas según las técnicas de la agricultura ecológica no presentaron diferencias, pero sí fueron significativamente inferiores en la variedad Centron.
- La variedad de col Unigreen early presentó una mayor tendencia al rajado y una mayor precocidad que las otras variedades de col ensayadas.
- La aplicación de estiércol al cultivo de la col, cuyo precedente fue un abono verde de veza y cebada al que se le incorporó estiércol previamente, no influyó positivamente sobre el rendimiento de las variedades ensayadas.

**Agradecimientos**

La realización del presente trabajo ha sido posible gracias a una beca de formación e investigación concedida por el Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria a uno de sus autores.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Cozzo, R. (1989) *Lecciones de agricultura ecológica*. Editorial Mundi Prensa.
- Dunant, E. (1988) *Synthèse technique en maraichage biologique*. CERATAMIR.
- López-Cepero, J. (1991) *Agroecología*. Comunicación. Seminario Permanente de Agricultura Ecológica.
- Roelants du Vivier, F. (1988) *Agricultura europea y medio ambiente*. Asociación Vida Sana.



# **Efecto fertilizante NPK de un lodo de depuradora**

**I. Gómez, R. Moral, J. Navarro Pedreño, F. García-Orenes, J. Mataix**

*División de Agroquímica, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante.  
Apartado 99, 03080 Alicante*

## **RESUMEN**

El objetivo de este experimento es estudiar el poder fertilizante de un lodo procedente de la depuración de aguas residuales urbanas, como aporte de nitrógeno, fósforo y potasio, comparándolo con un abonado químico de las mismas características, observando su efecto sobre el desarrollo vegetal.

En tres bloques experimentales de suelo sin fertilización (S), suelo + lodo en relación 1,75 g de lodo/100 g de suelo (LO) y suelo + abono químico (en cantidad equivalente a la anterior en contenido NPK), llevamos a cabo tres muestreos a lo largo del tiempo de desarrollo de las plantas, y estudiamos la evolución del nitrógeno, fósforo y potasio en el suelo, así como el crecimiento y el rendimiento vegetal.

## **INTRODUCCIÓN**

La degradación de los suelos, sean agrícolas o forestales, es un hecho sumamente preocupante, ya que incide negativamente en los ecosistemas naturales y produce considerables pérdidas económicas. La incorporación de materia orgánica a los suelos de cultivo favorece sus propiedades físicas, químicas y biológicas, y para este fin, al menos potencialmente, se puede emplear diversos subproductos orgánicos, de origen vegetal y animal, como los lodos de depuradora, ricos en materia orgánica (Metzger y Yaron, 1987; Metzger et al., 1987; Guidi et al., 1981). Además en los últimos años ha aumentado notablemente la producción de lodo procedente de la depuración de las aguas, por lo que es necesario buscarle posibles aplicaciones, directas o tras un proceso de compostaje (Costa et al, 1987; Díaz-Burgos, 1990; Costa et al., 1991). Por otra parte este residuo presenta en ciertos casos contenidos relativamente elevados de elementos o compuestos no deseables, por lo que de aconsejarse su empleo agrícola, éste debe de ir refrendado por un estudio sobre

las características y composición del material orgánico. Sin embargo, la mayor parte de lodos que se utilizan con fines agrícolas, son producidos en zonas poco industrializadas y sus contenidos en metales y compuestos potencialmente tóxicos, se encuentran en niveles inferiores a los permitidos por la legislación. No obstante, la Comisión de las Comunidades Europeas no autoriza la aplicación de lodos de depuradora en las fincas en agricultura ecológica certificada (DOCE, 1994).

Este experimento tiene como objetivo el valorar el efecto de aportación de nitrógeno, fósforo y potasio de un lodo procedente de la estación depuradora de Benidorm (Alicante), al ser adicionado a un suelo calizo, comparándolo con un abonado químico equivalente.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Realizamos el experimento en un invernadero cubierto con plástico muy resistente a la lluvia, el calor y el viento, que permite el paso de la radiación adecuada para el cultivo del tomate (Decoteau et al, 1988), con lodo procedente del tratamiento de aguas exclusivamente urbanas, y suelo calizo, típico de la zona (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis físico-químico de los sustratos utilizados

Parámetro	Suelo	Lodo	Parámetro	Suelo	Lodo
pH	7,7	6,2	P (g/Kg)	0,036	17
Cond. eléctrica (mS/cm)	453	5510	Relación C/N	-	11
arena	42	-	K (g/kg)	0,29	1,7
Textura (%)   limo	30	-	Ca (g/kg)	5,31	66
arcilla	28	-	Mg (g/kg)	0,64	7
CaCO <sub>3</sub> total eq. (%)	62	-	Na (g/kg)	0,53	0,04
Caliza activa eq. (%)	15,3	-	Fe (mg/kg)	1,8	2300
M. orgánica oxid. (%)	2,45	57	Cu (mg/kg)	3,5	270
N-Kjeldahl (%)	1,4	30	Mn (mg/kg)	3	123
N-NO <sub>3</sub> (g/kg)	-	4,1	Zn (mg/kg)	7,8	235

Establecimos tres tratamientos: suelo sin abonar (bloque S); adición de 1,75 g de lodo por 100 g de suelo (bloque LO); adición de un abonado químico (inorgánico) equivalente al aplicado en forma de lodo respecto a NPK (bloque IN).

En todos los tratamientos cultivamos como planta testigo, tomate de la variedad Marmande.

Al establecer el plan de abonado tuvimos en cuenta informaciones de diversas

fuentes respecto a las necesidades de abono del tomate en su cultivo en invernadero (Guerrero, 1990; Verdú et al., 1992; Navarro Pedreño, 1993).

Como abono químico equivalente al lodo aplicado, utilizamos fosfato monoamónico 12/61/0, nitrato potásico 13/0/46 y nitrato amónico 98%.

Realizamos tres muestreos, coincidiendo con floración, fructificación y plena fructificación del cultivo, y tomamos en cada muestreo cuatro tiestos por tratamiento, analizando el suelo y las plantas correspondientes, en total 36 tiestos para todo el experimento.

En cada muestra de suelo analizamos el nitrógeno, por el método Kjeldahl; el fósforo, mediante una extracción por el método de Burriel-Hernando, y espectrofotometría visible-ultravioleta; y el potasio, mediante extracción 1/10 con acetato amónico, y determinándolo en absorción atómica.

En las muestras vegetales medimos el peso fresco de hojas y el peso y número de frutos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tablas 2 a 4 muestran la evolución de los resultados obtenidos en los contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio para cada bloque experimental y el análisis de las muestras vegetales. En el cálculo estadístico aplicado, los asteriscos \*\*\*, \*\* y \* indican la significación a  $p = 0,001$ ,  $0,01$  y  $0,05$  respectivamente (ANOVA). En cada columna, los valores medios con § indican que son significativamente iguales ( $p = 0,05$ ) (Duncan).

Tabla 2. Contenido en g/kg de nitrógeno, fósforo y potasio, y peso fresco de la hoja de los bloques experimentales S, LO y IN

	Muestreo				Muestreo		
	1°	2°	3°		1°	2°	3°
N Kjeldahl				Potasio			
S	1,33§	1,42§	1,39§	S	0,26	0,20§	0,24
LO	2,05	2,05	2,16	LO	0,18	0,12	0,15
IN	1,21§	1,31§	1,34§	IN	0,22	0,21§	0,28
F	87,7***	108***	206***	F	20,4***	50,4***	53,8***
Fósforo				Peso fresco de la hoja			
S	0,037§	0,029	0,025	S	24	42	25
LO	0,041§	0,045	0,041	LO	70§	82§	77
IN	0,098	0,075	0,081	IN	70§	87§	54
F	79,9***	33,7***	174***	F	67,1***	112***	103***

En relación al nitrógeno, que agrupa el N orgánico y el amoniacal en el suelo, se observa la mayor presencia en el bloque LO frente a los bloques IN y S, como es normal al realizar una adición orgánica.

De la evolución observada para el fósforo, se aprecia que en valor absoluto, el bloque experimental IN posee más que el LO y el S, en este orden. En todos los tratamientos se produce una reducción de la concentración de P con el tiempo de exposición al tratamiento.

En el potasio, en todos los muestreos se aprecia una similitud de valores en los bloques S e IN, mientras que el bloque de abonado orgánico se sitúa por debajo. La mayor presencia de potasio en los suelos S podría explicarse en función de la poca biomasa que relativamente se genera en este tratamiento, lo que lleva asociado un menor requerimiento potásico y consecuentemente menores extracciones del elemento. Por el contrario, el mayor desarrollo de las plantas de los tratamientos LO, coincide con menores contenidos de potasio en los suelos abonados orgánicamente.

Las plantas cultivadas en los tratamientos LO e IN, presentan un mayor desarrollo en cuanto a peso fresco de hojas, que las del tratamiento S, diferencia que aumenta con el tiempo de desarrollo.

Es claramente mayor el número de frutos por planta en el tratamiento LO, le sigue IN y luego S (Tabla 3). Sin embargo el tamaño de los frutos no parece verse afectado por el abono aplicado (Tabla 4).

Tabla 3. Producción de fruto por planta (g) y número de frutos por planta para los bloques S, LO e IN

Tratamiento	g/pla.	n° fru./pla.
S	459	7
LO	1.035	18
IN	711	12
F	35,4***	14,0**

Tabla 4. Rendimiento por tratamiento, en peso total y número de frutos total, y peso promedio de fruto para los bloques S, LO e IN

Trat.	g totales	n° fru tot	g/fruto
S	1.836	28	67,2
LO	4.140	71	61,4
IN	2.844	48	64,2

## CONCLUSIONES

La producción de tomates aumenta significativamente al abonar el sustrato de cultivo, con respecto a los tratamientos sin abonar. Al abonar con un lodo de depuradora se alcanzan mejores rendimientos que con el abonado químico en lo que a fruto se refiere.

Abonar con lodo resulta ser positivo en el balance en NPK del suelo, frente a los

no fertilizados. Respecto al abonado químico, el lodo aporta más nitrógeno, no así fósforo ni potasio, aunque su relación inicial sea similar. Esto se explica por la forma en que estos elementos se encuentran en los sustratos iniciales: en el lodo el fósforo y el potasio suelen estar ligados o formando parte de compuestos orgánicos, menos disponibles para la planta que los compuestos inorgánicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Costa, F., C. García, T. Hernández, A. Polo (1991) *Residuos orgánicos urbanos. Manejo y utilización*. CEBAS. CSIC.
- Costa, F., M.T. Hernández, J.I. Moreno (1987) *Utilización agrícola de lodos de depuradora*. CEBAS. CSIC
- Decoteau, D.R., M.J. Kasperbauer, D.D. Daniels, P.G. Hunt (1988) Plastic mulch color effects on reflected light and tomato plant growth. *Sci. Hortic.*, 34: 169-175.
- Díaz-Burgos, M.A. (1990) *Compostaje de lodos residuales: aplicación agrónomica y criterios de madurez*. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid.
- DOCE (1994). Reglamento (CE) nº 2381/94 de la Comisión, de 30 de septiembre de 1994, por el que se modifica el Anexo II del Reglamento (CEE) nº 2092/91 del Consejo sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, nº L 255 (1.10.94), 84-87.
- Guerrero, A. (1990) *El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos*. Ed. Mundi-Prensa; Madrid.
- Guidi, G., M. Plaglai, M. Giachetti (1981) *Modifications of some physical and chemical soil properties following sludge and compost applications*. Ed. Cartroux; Londres.
- Metzger, L., B. Yaron (1987) Influence of sludge organic matter on soil physical properties. *Adv. Soil Sci.* 7.
- Metzger, L., D. Levanon, U. Mingelgrin (1987) The effect of sewage sludge on soil structural stability: Microbiological aspects. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51, 346-351.
- Navarro-Pedreño, J. (1993) *Estudio de los efectos de la salinidad y de la adición al suelo de residuos orgánicos en plantas de tomate*. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante; Alicante.
- Verdú, I., I. Gómez, F. Burló, J. Mataix (1992) Incidencia del fósforo en la mineralización del nitrógeno orgánico de un lodo de depuradora en dos suelos calizos. Extracción mediante E.U.F. *Suelo Planta*, 2: 151-161.

# Control de *Thaumtopoea pityocampa* mediante extracto natural de meliáceas

A. Pardo, J. Casanova

*Escuela Politécnica de Huesca. Ctra de Zaragoza km 67. 22071 Huesca*

## RESUMEN

Evaluamos la eficacia de control de la procesionaria del pino (*Thaumtopoea pityocampa* Schiff), mediante la aplicación sobre colonias formadas en el pino carasco (*Pinus halepensis*) de dos extractos de nim (*Azadirachta indica*) al 0,3%, de distinta procedencia, un triturado de bayas del falso sicómoro (*Melia azederach*) y con un testigo. Realizamos cuatro repeticiones por cada tratamiento durante los tres estadios larvarios, con observaciones horarias y semanales de las orugas muertas sobre los 120 árboles de cada tratamiento. En el primer estadio, aparece una gran mortalidad a las 8 horas en los dos extractos de nim, y al cabo de 48 horas ha muerto alrededor del 90% de las orugas, pero el tratamiento de melia dio el 1,4% de bajas. En el segundo estadio se nota el efecto a partir de las 2 horas. En 48 horas hay en torno al 80% de bajas, 20% con el testigo y 1,3 % con el tratamiento de melia. En tercer estadio, a los 7 días han desaparecido el 86,6% y el 66,2% de las colonias en los tratamientos de los extractos, y el 0% en el testigo y el tratamiento con melia. A los 21 días prácticamente todas las colonias tratadas con extractos de nim han desaparecido, el 6,6% con melia y ninguna del testigo .

## INTRODUCCIÓN

La procesionaria del pino *Thaumtopoea pityocampa* Schiff., lepidóptero nocturno, es la plaga más importante y extendida en nuestras coníferas, y afecta a grandes superficies (Martin, 1991). En Aragón, de las 2.000.000 ha de pinares (Sopeña, 1993) se ven afectadas 346.350 ha. Los métodos comunes empleados para la intervención masiva son los tratamientos químicos del ultra bajo volumen con dos grupos de productos: los inhibidores del desarrollo tipo flufenoxurón y diflubenzurón, y los insecticidas microbianos basados en el *Bacillus thuringiensis*. Se utiliza feromonas principalmente para mantener bajas las poblaciones conseguidas tras un tratamiento de los anteriores.

La mariposa nocturna tiene una envergadura entre 36 y 39 mm. Realiza la puesta sobre acículas de una misma vaina y cubre los 100 o 300 huevos con escamas de la extremidad del abdomen. La oruga recién nacida mide 2,5 mm, durante su vida muda cuatro veces y en el quinto y último estadio alcanza de 25 a 40 mm de longitud. Las mariposas emergen al atardecer de los días de verano, copulan y ponen los huevos la misma noche.

A los 30 o 40 días nacen las orugas, que tienen un comportamiento gregario durante toda la vida. La primera muda ocurre a los 8 o 12 días. Las colonias se desplazan para alimentarse y realizan los daños más aparentes. En la segunda muda comienzan a tejer el bolsón. Esta fase dura de 12 a 18 días. En la tercera muda aparecen los pelos urticantes. Puede transcurrir entre un mes y todo el invierno en este estadio. Al terminar este período mudan al quinto estadio, en el que se alimentan muy activamente durante un período de unos 30 días. En los primeros días primaverales abandonan los pinos en procesión para dirigirse a los lugares de enterramiento. La permanencia bajo tierra o diapausa tiene una duración muy variable: desde poco menos de un mes hasta los cuatro años.

La familia de las meliáceas comprende 50 géneros y alrededor de 550 especies distribuidas por los países tropicales y subtropicales de todo el globo. Los extractos proceden de las especies *Melia azederach* L y *Azadirachta indica* A. Juss.

La actividad biológica de los extractos de *A. indica* y su principal principio activo, la azadiractina, se encontró hace algo más de dos décadas en laboratorios europeos por técnicas instrumentales de análisis (Butterworth y Morgan, 1968; Leuchesner, 1972; Ruscoe, 1972). Es uno de los inhibidores más potentes que se conocen (Kubo y Klocke, 1982) además de alterar el crecimiento y la metaforfosis en gran cantidad de insectos y nematodos (Jacobson, 1986). Independientemente de la variedad de explicaciones referentes al mecanismo de acción de la azadiractina, la mayoría de los equipos científicos (Schmutterer y Ascher, 1987; Kleeberg, 1992; Jacobson, 1984, 1986, 1989) coincide en los principales efectos de la azadiractina sobre los insectos, que en inglés se califican como: antifeedant (antiapetitivo), feeding inhibitor (inhibidor del apetito), repellent (repelente), deterrent (disuasor), growth disruptor (alterador del crecimiento), oviposition deterrent (disuasor de la puesta), sterilant (esterilizante) y ovicidal (ovicida).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Realizamos el ensayo en el municipio de Agüero (Huesca) sobre pino carrasco (*Pinus halepensis*), con un diseño al azar sobre 30 árboles para cada una de las tres fases larvarias y cuatro tratamientos diferentes por fase (lo que da en total 360 árboles muestreados, además de cuatro repeticiones para cada tratamiento), a saber: aceite de nim de Bioagro S.A. con 0,3% de extracto de nim (*Azadirachta indica* A.

Juss); drupas troceadas de *Melia azederach*; extracto de nim al 0,3% suministrado por la Universidad Liebig de Giessen, Alemania; y un testigo. Aplicamos los tratamientos mediante mochila manual y en dosis de un litro o un kg por árbol. Empleamos la prueba Anova II como análisis estadístico de la varianza, con dos factores de variación.

Muestreamos la mortalidad a las 2, 4, 8, 24 y 48 horas en 120 árboles elegidos al azar para cada uno de los estadios larvarios. Posteriormente realizamos un inventario visual de los bolsones a los 7, 14, 21 y 28 días del tratamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Cuadrados medios de la prueba Anova de las mortalidades relativas por horas con respecto al testigo (agua) durante el primer, segundo y tercer estadio

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios		
		Primer estadio	Segundo estadio	Tercer estadio
Producto	3	18.028,799***	14.276,351 ***	11.768,036 ***
Horas	5	10.973,554***	7.550,491 ***	4.171,081 ***
P x H	15	3.668,058***	2.105,945 ***	1.869,600 ***
Error	96	94,062	170,839	91,743

\*\*\* P < 0,001; \*\* P < 0,01; \* P < 0,05; ns = no significativo

Tabla 2. Valores medios observados a las horas transcurridas y con los distintos productos ensayados sobre larvas del primer, segundo y tercer estadio

Producto	0	2	4	8	24	48
Primer estadio						
Testigo	0	1,219	1,452	0,308	1,358	0,791
Biagro	0	0,359	0,285	68,416	85,822	95,652
Giessen	0	1,480	2,507	87,317	87,419	88,889
Melia	0	10,428	0,778	0,268	1,168	1,426
Segundo estadio						
Testigo	0	1,238	0,632	1,273	1,580	20,357
Biagro	0	1,460	1,258	43,688	62,852	76,541
Giessen	0	0,861	41,173	75,817	74,860	87,000
Melia	0	1,070	0,000	2,000	3,188	1,355

continúa en la página siguiente



Tercer estadio

Testigo	0	1,138	0,000	0,000	1,586	1,671
Biagro	0	0,889	1,503	34,170	56,872	86,356
Giessen	0	13,783	47,469	47,469	64,189	51,925
Melia	0	0,536	0,796	0,358	1,740	0,984

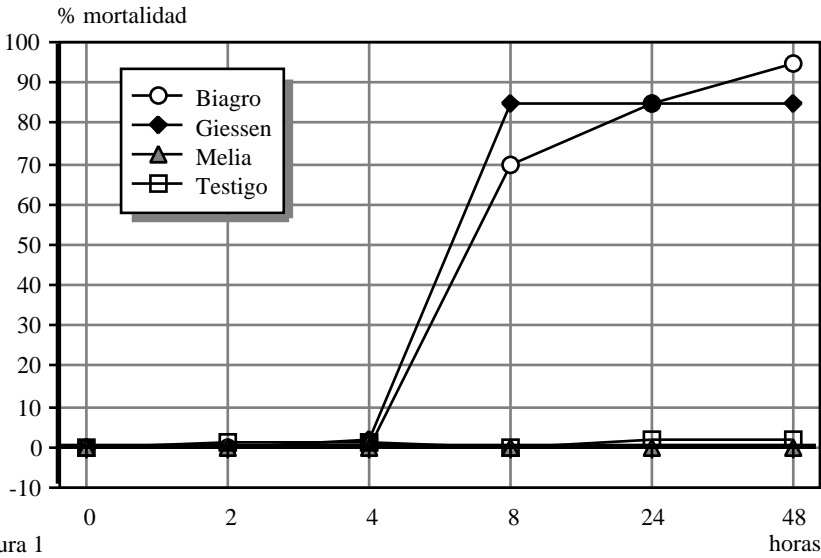


Figura 1

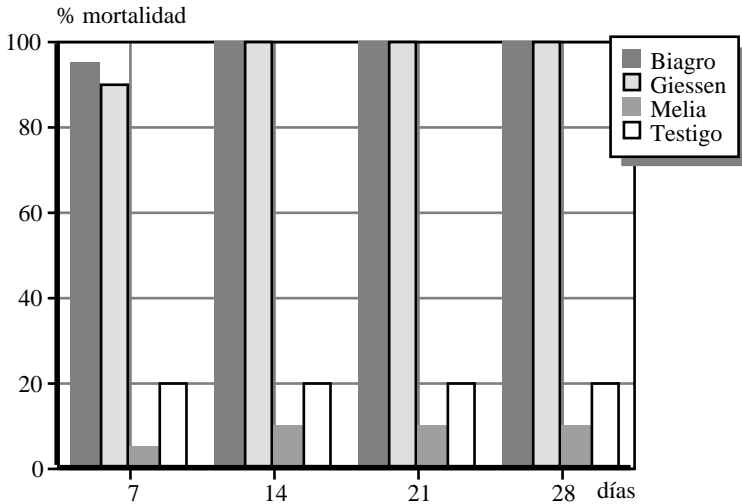


Figura 2

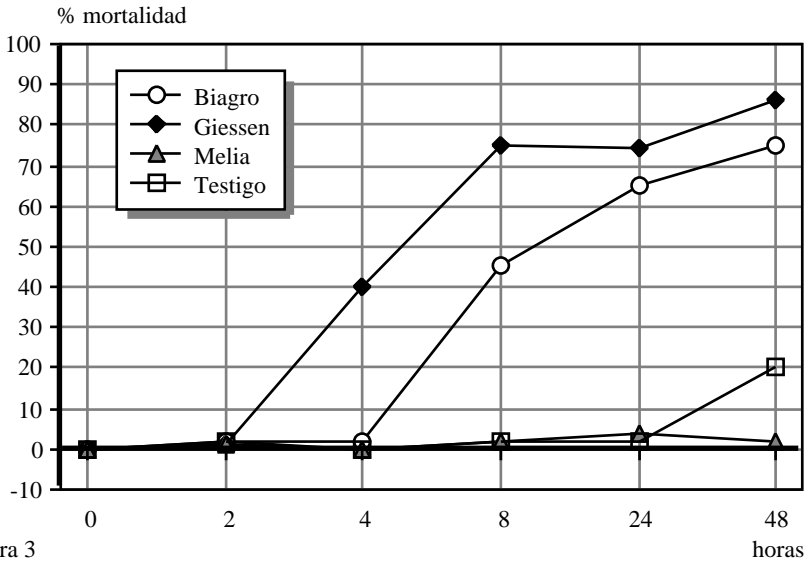


Figura 3

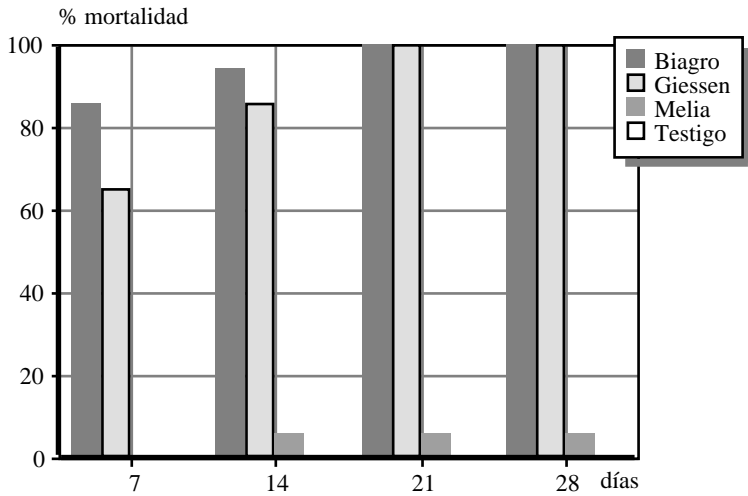


Figura 4

Figuras 1 a 4. Porcentajes de larvas muertas del primer estadio (Fig. 1 y 2) y del segundo estadio (Fig. 3 y 4), al cabo de horas (arriba) y días (abajo) después de tratar

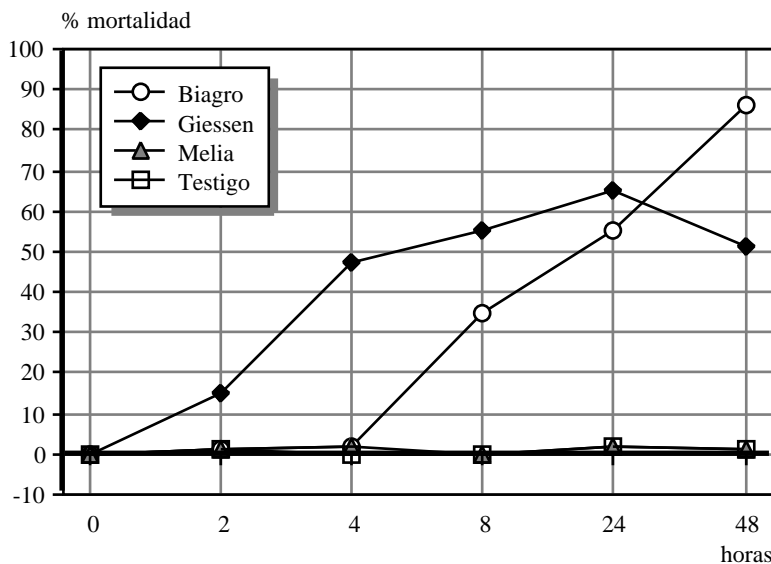


Figura 5. Porcentaje de larvas de tercer estadio muertas, al cabo de horas después de tratar

En el primer estadio, a los 14 días del tratamiento han muerto el 100% de las tratadas con nim de Giessen, el 93,3% de las tratadas con nim de Bioagro; el 10% de melia y el 6% del testigo.

En el segundo estadio, a los 14 días del tratamiento han muerto el 100% de las tratadas con nim de Giessen, el 100% de las tratadas con nim de Bioagro, el 10% de melia y el 20% del testigo.

En el tercer estadio, a los 14 días del tratamiento han muerto el 100% de las tratadas con nim de Giessen, el 100% de las tratadas con nim de Bioagro; el 6,6% de melia y el 0% del testigo.

## CONCLUSIONES

- Los extractos de meliáceas son eficaces contra las larvas del lepidóptero noctuido *Thaumtopoea pityocampa* Schiff o procesionaria del pino.
- Las drupas de *Melia azederach* no produjeron efectos fitotóxicos en el pino carcarasco *Pinus halepensis* ni parecen ejercer efectos negativos sobre el desarrollo normal del lepidóptero.
- El aceite de nim controla eficazmente las larvas de primer, segundo y tercer esta-

- dio al mismo tiempo que respeta a varios órdenes de insectos.
- Las aplicaciones al 0,3% pueden producir fitotoxicidad ligera en los brotes tiernos de *Pinus halepensis*.
  - No está claro que sea la azadiractina la única responsable de la muerte de las larvas del lepidóptero estudiado. Otros compuestos presentes en el extracto pueden tener efecto sinérgico.
  - La azadiractina comienza a actuar en las primeras 4 a 8 horas y provoca la muerte al cabo de una semana de la gran mayoría de la población. Previa a la mortalidad se detecta un estado de aletargamiento producido seguramente por su efecto inhibitor de la alimentación.
  - En el tercer estado larvario las colonias están alimentándose en el momento de iniciar los tratamientos. Ello influye en la eficacia del aceite de nim.
  - A partir de los 14 días tras el tratamiento no se observa variación en la mortalidad de las orugas, probablemente debido a la degradación del aceite de nim.

## BIBLIOGRAFÍA

- Belles, X., (1988) *Insecticidas biorracionales*. CSIC; Madrid.
- Bokel, Sawitzki (1981) New insect antifeedants from *Azadirachta indica* and *Melia azederach*. En *Proc. Ist. Int Neem Bonf.* pp 53-62.
- Bouchon, J. (1974) Mesures effectuées pour mettre en evidence les pertes de production. En *Rapport présenté a la réunion del grupo Processionnaire a Malauence*.
- Butterwirth, J. H., E.D. Morgan (1968) Isolation of a substance that suppresses feeding in locust. *J. Chem. Commun.*, pp 23-24.
- Cadahía, D., L. Enríquez, A. Sánchez (1975) Atracción sexual en *Thaumtopoea pityocampa* Schiff. *Boletín del Servicio de Defensa contra Plagas*, 1.
- Chiu (1985) *Recent research findings on meliaceae and other promising botanical insecticides in China*. China Agricultural University.
- Diputación General de Aragón (1988) *La procesionaria del pino y sus enemigos naturales*. Hoja informativa. Centro de Protección Vegetal.
- Jacobson, M. (1984) *Neem reseach in the US-Department of Agriculture: Chemical, Biological and Cultural Aspects*. US-Department of Agriculture.
- Jacobson, M. (1986) The neem tree: natural resistance par excellence. En *Proc. ACS Symposium series: Natural resistance of Plants to pest* (M.B. Freen y P.A. Hedin, eds.), pp 220-231.
- Jacobson, M. (1989) The Neem tree. En *Phytochemical Pesticides*, 1: 178. CRC Press; Boca Ratón.
- Jacobson, M., D.K. Reed, M.M. Crystal, D.S. Moreno, E.L. Soderstros (1978) Chemistry and biological activity of insect feeding deterrents from certain weed and crop plants. *Azadirachta indica*, tung oil trees, antifeedant properties. *Entomol. Exp. Appl.*, 24: 248-257.
- Jotwani, M.G., K.P. Srivastava (1981) *Neem, insecticide of the future as protectant against stored grain pest*. *Melia azadirachta pesticides*. Vol. 15: 19-23. Colour publications; Bombay.

- Kleeberg, H. (1992) *The Neem Azal conception: Test of systemic activity*. Trifolio-M GmbH; Lahnau.
- Kubo, Klocke (1983) *Human welfare and the environment rational and biorational design of pesticides and growth regulators*. 169 pp. Pergamon Press; Nueva York.
- Leuchesner, K (1972) Effect of an unknown substance on a shield bug. *Naturwissenschaften*, 59: 217.
- Martin, E, (1986) *La procesionaria del pino en Aragón. Zonas de actuación dontra la procesionaria del pino. 1983-86*. Centro de Protección Vegetal. Diputación General de Aragón.
- Molera, A. (1993) Efecto del aceite de neem en el control de plagas del cultivo de tomates. Comunicación personal.
- Montoya, R. (1992) *La procesionaria del pino*. Separata divulgativas. Servicio de Protección Vegetal.
- Ruscoe, C.N.E. (1972) Growth disruption effects of an insect antifeedant. *Nature*, 236: 159-160.
- Saxena, R.C. (1989) Insecticides from neem. *ACS Symp. Ser.*, 387: 110-135.
- Schmutterer, H., K.R.S. Ascher (1987) Natural pesticides from the Neem tree and others tropical plants. En *Proc. 3rd Intl. Neem Conf. Nairobi 1986*, Schriftenreihe der GTZ, No. 206, 703 pp.

# Competencia de una cubierta herbácea con la flora arvense de un huerto de cítricos con cultivo ecológico

**J. García-Camarero, F. Ingelmo**

*Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Apartado oficial. 46113  
Moncada (Valencia)*

## RESUMEN

Evaluamos los efectos de la competencia de cubiertas herbáceas con la flora arvense en huertos de cítricos con cultivo ecológico, en dos ensayos, A y B, durante 1993 y 1994. En el ensayo A probamos nueve cubiertas de leguminosas cultivadas frente a un testigo sin cubierta. Durante la primavera de 1993, dedujimos que en las parcelas con cubierta herbácea, independientemente del tipo de cubierta, hubo una reducción de vegetación arvense (frente al testigo) del 63% en el número total de ejemplares, y apareció una mayor diversidad en el testigo. Realizamos el ensayo B en dos años consecutivos en tres parcelas: dos con cultivo ecológico y una testigo con cultivo convencional. En las primeras sembramos en las interfilas de naranjos, excepto en las fajas de 30 cm más próximas a ellos, una mezcla de *Avena sativa* (60%) y *Vicia sativa* (40%) a razón de 120 kg/ha, como cubierta herbácea. En la parcela testigo, eliminamos la flora arvense mediante el laboreo de las interfilas de naranjos, excepto en las fajas de 30 cm más próximas a ellos. De los inventarios realizados al final de la primavera dedujimos que la cobertura total de las cinco especies arvenses dominantes fue menor en las parcelas con cobertura herbácea que en el testigo, y que la diferencia aumentó el segundo año. Además, *Oxalis corniculata* (primer año) y *Malva neglecta* (segundo año) sólo aparecen con cierto grado de dominancia en el testigo.

## INTRODUCCIÓN

Dentro del cultivo ecológico es necesario encontrar métodos para conservar el suelo, evitar la transmisión de enfermedades, modificar el hábitat de algunas especies arvenses invasoras, etc.

El cultivo de cubiertas en interlíneas durante el invierno y la primavera puede ser un método adecuado para esos objetivos (Altieri y Whitcomb, 1979; William, 1981; Butler, 1986; Hoyt y Hargrove, 1986; Norris, 1986; Skroch y Shribbs, 1986).

Actualmente en el IVIA se desarrollan dos proyectos que tienen como finalidad potenciar estas técnicas para su transmisión a los agricultores dedicados al cultivo ecológico.

El objetivo de este trabajo consiste en probar el efecto del cultivo de cubiertas herbáceas de leguminosas y gramíneas sobre la vegetación arvense en huertos de cítricos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Hemos realizado dos ensayos, A y B.

En el ensayo A, en una parcela del IVIA sin cultivo probamos las competencias existentes entre nueve cubiertas constituidas por diferentes mezclas de leguminosas (Tabla 1) (tratamientos T1, T2, T3,...T9) frente a un testigo sin cubierta (T10).

En el ensayo B, en una parcela de Capacitación Agraria de Carcagente, probamos las competencias de una cubierta cultivada de *Avena sativa* (60%) y *Vicia sativa* (40%) a razón de 120 kg/ha) tratamiento T1, frente a un testigo sin cubierta cultivada, tratamiento testigo T2. El T1 se desarrolló en dos parcelas a y b que diferían en que la primera poseía 12 filas de naranjos jóvenes (plantones de 3 años) y suelo arenolimoso; la parcela b tenía 12 filas de naranjos adultos (plantones de 15 años) y suelo arenoso. El T2 se realizó en una parcela de características similares a las de la parcela a.

Llevamos a cabo el ensayo A en bloques al azar con 6 repeticiones, con subparcelas de 6 m<sup>2</sup>. En febrero de 1993 sembramos las nueve cubiertas de mezclas de leguminosas y no aplicamos más que un riego moderado al comienzo de la emergencia. Las dejamos agostar hasta finales de junio. Se había producido una considerable disminución de la cobertura de las leguminosas, que había dado paso a una invasión de vegetación arvense. Por estas fechas contamos todos los pies existentes de cada especie, en cada una de las 6 repeticiones, de cada uno de los 9 tratamientos y del testigo. Los resultados de este conteo están inventariados en las tablas analógicas 1 y 2, en las que ordenamos las especies por grado de dominancia (competencia o número de pies presentes de la especie considerada) de mayor a menor.

También desarrollamos el ensayo B en bloques al azar con dos repeticiones en cada parcela. Durante los otoños de 1992 y 1993, en las interfilas de los naranjos sembramos las cubiertas de cereal y leguminosas mencionadas. En abril de 1993 y 1994, antes de segar la cubierta y dejarla como acolchado, inventariamos las coberturas arvenses. En T1 realizamos el inventario sobre dos fajas-borde-laterales de dos interfilas, elegidas al azar, de entre las 12 existentes, y en cada una de las dos par-

las a y b. Estas dos fajas laterales suponían el 20% de la superficie total de las interfilas. El tratamiento T2 (testigo) consistió en realizar una práctica habitual de pase de arado, dejando reservadas dos fajas laterales (del 20% de superficie) a donde no llega bien el arado, para la inventariación, que realizamos también en abril de 1993 y 1994. Los resultados están en las tablas analógicas 3, 4, y 5, con las especies ordenadas por grado de dominancia de cobertura (suma del % de coberturas de los pies de cada especie) de mayor a menor y además divididas en tres grupos de dominancia (I, II y III) decreciente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de número de pies de cada especie arvense del ensayo A están en las tablas 1 y 2. Los resultados en % de cobertura vegetal de cada especie arvense del ensayo B, se encuentran en las tablas 3, 4 y 5.

### Ensayo A

- El número de pies de flora arvense de los tratamientos (167 pies), descendió un 63% respecto al número de pies arvenses de las parcelas testigo (453 pies).
- En todos los tratamientos, el descenso del número de pies arvenses (en relación con los del testigo) ha sido siempre superior al 50%. Los tratamientos que han influido más para este descenso fueron los T5, T3 y T8 con descensos respectivos de 78, 68 y 66%, lo que muestra un gran poder de competencia por parte de *Vicia villosa*, *Onobrychis viciaefolia* y *Pisum sativum*, especies bien representadas en estos tratamientos.
- Ordenadas las especies arvenses por dominancia decreciente, se observa:
  - *Chenopodium album* es la más dominante tanto en el testigo como en todos los tratamientos, aunque en estos últimos la dominancia desciende globalmente un 38%.
  - *Cyperus rotundus* desciende del segundo lugar, en los testigos, al 6º en el conjunto de los tratamientos, con una pérdida relativa de dominancia del 98% (la de mayor pérdida de todas las especies).
  - De la última columna de la Tabla 2 se deduce que las tres especies más persistentes (que pierden menos poder de competencia después de introducir las leguminosas) son *Rumex intermedius* (pese a ser la especie menos dominante tanto en testigos como en las cubiertas), *Piptatherum miliaceum* y *Chenopodium album*.
  - En general, se deduce que la presencia de cubiertas conduce a una pérdida de biodiversidad en relación al testigo.



Tabla 1. Inventario del número de pies de cada especie arvensis en cada uno de los diez tratamientos en el ensayo A de la parcela del IVIA\*

Orden dominancia	Especies	Tratamientos										T10 N° pies total
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
1ª	<i>Chenopodium album</i> L. N° (P%)*	120 (72)	151 (77)	122 (84)	147 (88)	94 (79)	136 (74)	108 (66)	131 (84)	161(79)	209(46)	1.379(70)
2º	<i>Cyperus rotundus</i> L.	13 (8)	8 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	3 (2)	0 (0)	1 (1)	143 (32)	169 (9)
3º	<i>Melilotus indica</i> (L.) All.	10 (6)	10 (5)	15 (10)	7 (4)	8 (7)	26 (14)	21 (13)	3 (2)	10 (5)	44 (10)	154 (8)
4ª	<i>Sonchus tenerrimus</i> L.	9 (5)	11 (6)	2 (1)	8 (5)	9 (8)	8 (4)	6 (4)	7 (4)	10 (5)	14 (3)	84 (4)
5ª	<i>Piptatherum nitaceum</i> (L.) Cosson	8 (5)	9 (5)	4 (3)	2 (1)	3 (3)	2 (1)	10 (6)	10 (6)	15 (7)	7 (2)	70 (4)
6ª	<i>Portulaca oleracea</i> L.	5 (3)	7 (4)	2 (1)	1 (1)	2 (2)	7 (4)	10 (6)	3 (2)	1 (0)	8 (2)	46 (2)
7º	<i>Geranium purpureum</i> Vill.	1 (1)	0 (0)	0 (0)	2 (1)	1 (1)	0 (0)	5 (3)	0 (0)	3 (1)	11 (2)	23 (1)
8ª	<i>Diploptaxis erucoides</i> (L.) DC.	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	17 (4)	22 (1)
9ª	<i>Rumex intermedius</i> DC.	1 (1)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	4 (2)	0 (0)	1 (1)	2 (1)	0 (0)	10 (1)
Nº pies total de todas las esp.		167	197	146	167	119	184	164	156	204	453	1.957
Diferencias D1 (%)		63	59	68	63	78	58	64	66	53	0	198
Diferencias D2 (nº)		286	256	307	286	334	251	289	297	231	0	-

\* Véase la leyenda de esta Tabla al final del texto, cinco páginas más adelante.

Tabla 2. Ordenamiento de especies por dominancia del número de pies

Dominancia total 9 tratamientos + testigo		Dominancia global de los 9 tratamientos		Dominancia en las parcelas testigo		Dominancia de especies y descenso global de número de pies en las parcelas de tratamiento					
Ord.	Especie	Media n° pies	Ord.	Especie	Media y n° pies	Ord.	Especie	N° pies	Ord.	Especie	% pies perdidos
1°	<i>C. album</i>	138	1°	<i>C. album</i>	130	1°	<i>C. album</i>	209	1°	<i>R. intermedium</i>	+100
2°	<i>C. rotundus</i>	17	2°	<i>M. indica</i>	12	2°	<i>C. rotundus</i>	143	2°	<i>P. miliaceum</i>	0
3°	<i>M. indica</i>	15	3°	<i>S. tenerrimus</i>	8	3°	<i>M. indica</i>	44	3°	<i>C. album</i>	-38
4°	<i>S. tenerrimus</i>	8	4°	<i>P. miliaceum</i>	7	4°	<i>D. erucoides</i>	17	4°	<i>S. tenerrimus</i>	-43
5°	<i>P. miliaceum</i>	7	5°	<i>P. oleracea</i>	4	5°	<i>S. tenerrimus</i>	14	5°	<i>P. oleracea</i>	-50
6°	<i>P. oleracea</i>	5	6°	<i>C. rotundus</i>	3	6°	<i>G. purpureum</i>	11	6°	<i>M. indica</i>	-73
7°	<i>G. purpureum</i>	2	7°	<i>G. purpureum</i>	1	7°	<i>P. oleracea</i>	8	7°	<i>G. purpureum</i>	-90
8°	<i>D. erucoides</i>	2	8°	<i>D. erucoides</i>	1	8°	<i>P. miliaceum</i>	7	8°	<i>D. erucoides</i>	-94
9°	<i>R. intermedium</i>	1	9°	<i>R. intermedium</i>	1	9°	<i>R. intermedium</i>	0	9°	<i>C. rotundus</i>	-98
N° total de pies		1.957			1.503			453			
Medias		196			167			453	Dif. %		-63

Tabla 3. Ordenación de especies por dominancia de coberturas. Muestreo nº 1, 16 de abril de 1993, El Mirador de Carcagente

Dominancia de parcela (a)			Dominancia de parcela (b)			Dominancia global (a + b)			Dominancia testigo (T)		
Ord.	Especies	Media cober.	Ord.	Especies	Media cober.	Ord.	Especies	Media cober.	Ord.	Especies	Media cober.
<b>Grupo I</b>											
1°	<i>Melilotus indica</i> (L.) All.	20	1°	<i>M. nigra</i>	20	1°	<i>M. indica</i>	19	1°	<i>M. nigra</i>	30
2°	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	16	2°	<i>M. indica</i>	18	2°	<i>M. nigra</i>	18	2°	<i>F. officinalis</i>	15
3°	<i>Medicago nigra</i> (L.) Kro.	15	3°	<i>F. officinalis</i>	11	3°	<i>S. oleraceus</i>	13	3°	<i>M. indica</i>	12
4°	<i>Urtica urens</i> L.	10	4°	<i>S. oleraceus</i>	10	4°	<i>F. officinalis</i>	10	4°	<i>O. corniculata</i>	10
5°	<i>Fumaria officinalis</i>	9	5°	<i>U. urens</i>	10	5°	<i>U. urens</i>	9	5°	<i>P. argemone</i>	9
<b>Grupo II</b>											
6°	<i>Capsella bursa-p.</i> (L.) Med.	7	6°	<i>P. dubium</i>	4	6°	<i>C. bursa-pastoris</i>	4	6°	<i>S. oleraceus</i>	7
7°	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	5	7°	<i>P. argemone</i>	4	7°	<i>L. amplexicaule</i>	4	7°	<i>C. bursa-pastoris</i>	6
8°	<i>Papaver argemone</i> L.	4	8°	<i>L. amplexicaule</i>	3	8°	<i>P. argemone</i>	3	8°	<i>M. neglecta</i>	5
9°	<i>Papaver dubium</i> L.	2	9°	<i>L. rigidum</i>	2	9°	<i>P. dubium</i>	3	9°	<i>P. dubium</i>	4
10°	<i>Oxalis corniculata</i> L.	1	10°	<i>O. corniculata</i>	1	10°	<i>O. corniculata</i>	1	10°	<i>U. urens</i>	3
<b>Grupo III</b>											
11°	<i>Matva neglecta</i> Wallr.	1	11°	<i>P. sativum</i>	1	11°	<i>P. sativum</i>	1	11°	<i>L. amplexicaule</i>	2
12°	<i>Pisum sativum</i> L.	1	12°	<i>Solanum nigrum</i> L.	1	12°	<i>L. rigidum</i>	1	12°		
13°	<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	+	13°	<i>C. bursa-pastoris</i>	+	13°	<i>S. nigrum</i>	+			
Cobertura total de especies arvenses (suma)		91			85			86			103

Tabla 4. Ordenación de especies por dominancia de coberturas. Muestreo n° 2. Abril de 1994. El Mirador de Carcagente

Dominancia de parcela (a)			Dominancia de parcela (b)			Dominancia global (a + b)			Dominancia testigo (T)		
Ord.	Especies	Media cober.	Ord.	Especies	Media cober.	Ord.	Especies	Media cober.	Ord.	Especies	Media cober.
<b>Grupo I</b>											
1°	<i>Medicago nigra</i> (L.) Kro.	16	1°	<i>F. officinalis</i>	22	1°	<i>F. officinalis</i>	16	1°	<i>M. nigra</i>	22
2°	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	12	2°	<i>M. nigra</i>	14	2°	<i>M. nigra</i>	15	2°	<i>F. officinalis</i>	20
3°	<i>Capsella bursa-p.</i> (L.) Med.12	12	3°	<i>M. indica</i>	9	3°	<i>M. indica</i>	10	3°	<i>C. bursa-pastoris</i>	15
4°	<i>Papaver argemone</i> L.	12	4°	<i>P. dubium</i>	8	4°	<i>S. oleraceus</i>	10	4°	<i>S. oleraceus</i>	12
5°	<i>Urtica urens</i> L.	11	5°	<i>S. oleraceus</i>	8	5°	<i>U. urens</i>	8	5°	<i>P. dubium</i>	10
<b>Grupo II</b>											
6°	<i>Melilotus indica</i> (L.) All.	10	6°	<i>M. neglecta</i>	7	6°	<i>P. argemone</i>	8	6°	<i>M. neglecta</i>	8
7°	<i>Fumaria officinalis</i> L.	9	7°	<i>U. urens</i>	5	7°	<i>C. bursa-pastoris</i>	6	7°	<i>O. corniculata</i>	7
8°	<i>Maha neglecta</i> Wallr.	3	8°	<i>L. rigidum</i>	5	8°	<i>M. neglecta</i>	5	8°	<i>M. indica</i>	9
9°	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	3	9°	<i>P. argemone</i>	4	9°	<i>P. dubium</i>	5	9°	<i>P. argemone</i>	5
10°	<i>Oxalis corniculata</i> L.	2	10°	<i>L. amplexicaule</i>	4	10°	<i>L. rigidum</i>	3	10°	<i>L. amplexicaule</i>	4
<b>Grupo III</b>											
11°	<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	2	11°	<i>Misopates orontium</i>	3	11°	<i>L. amplexicaule</i>	3	11°	<i>A. blitoides</i>	4
12°	<i>Papaver dubium</i> L.	2	12°	<i>A. blii</i> . S. Waston	3	12°	<i>O. corniculata</i>	2	12°	<i>H. murinum</i>	2
13°	<i>Bromus hordeaceus</i> L.	1	13°	<i>Hordeum. murinum</i>	2	13°	<i>A. blitoides</i>	1	13°	<i>L. rigidum</i>	2
14°	<i>Solanum nigrum</i> L.	+	14°	<i>S. nigrum</i>	2	14°	<i>M. oro.</i> (L.) Rafim	1	14°		
15°	<i>Amaranthus blitoides</i>	+	15°	<i>O. corniculata</i>	1	15°	<i>S. nigrum</i>	1	15°		
16°			16°	<i>Digitaria sanguinalis</i>	1	16°	<i>B. hordeaceus</i>	1	16°		
17°			17°	<i>B. hordeaceus</i>	1				17°		
18°						18°	<i>D. san.</i> (L.) Scoop +				
Cobertura total de especies arvenses					99	Cobertura total de especies arvenses					116
(suma)					95	(suma)					96

Tabla 5. Dominancia de grupos de arvenses y su descenso en el interior de las cubiertas cultivadas

Grupo	Primer año (1993)		Disminución D = T1-T2	Segundo año (1994)		Disminución D = T1-T2
	T1(a+b)	T2		T1(a+b)	T2	
I	69	76	- 7	59	79	- 20
II	15	25	-10	27	29	- 2
III	2	2	0	8	8	0

### Ensayo B

- Considerando la cobertura total de todas las especies arvenses del tratamiento 1 (parcela a + parcela b), esta cobertura descendió un 17% respecto a la de las parcelas testigo (tratamiento 2), tanto en 1993 como en 1994.
- *Melilotus indica*, *Medicago nigra* y *Fumaria officinalis*, en los dos años de ensayo son las arvenses dominantes en las parcelas de tratamiento con cobertura, y *Medicago nigra* es la especie claramente dominante en los dos años en la parcela testigo. El segundo año *Melilotus indica* cede el primer puesto de dominancia a *Fumaria officinalis*, la cual es mucho más dominante en la parcela b que en la a (22% y 9% respectivamente), mientras la b es la más arenosa. *Oxalis corniculata* (primer año) y *Malva neglecta* (segundo año) sólo aparecen con cierto grado de dominancia en el testigo.
- Realizando un ordenamiento de dominancia de especies por grupos de cinco en cinco especies, obtuvimos tres grupos: I, II, III, de dominancia decreciente, cuyos resultados se expresan en la Tabla 5. En el grupo I se deduce que la cobertura de las especies arvenses en las parcelas T1 desciende en relación a las de las parcelas testigo un 7% en 1993 y un 20% en 1994. En el grupo II este descenso es del 10% en 1993 y del 2% en 1994. En el grupo III de dominancia tanto en 1993 como en 1994 no se experimenta descenso ni ascenso de especies arvenses de las parcelas de tratamiento en relación a las testigo.

### CONCLUSIONES

La presencia de la cubierta cultivada de leguminosas supuso:

- una reducción del 63% del número de pies arvenses con relación al testigo. Destacan en este sentido los tratamientos con *Vicia villosa*, *Pisum sativum* y *Onobrychis viciaefolia*.
- un descenso del 38% en la especie arvense más dominante: *Chenopodium album*,

y del 98% en *Cyperus rotundus*. No hubo efecto de reducción de pies arvenses sobre *Rumex intermedius* ni *Piptatherun miliaceum*, que también estaban poco representadas en el testigo.

- una tendencia a la disminución de la diversidad, como consecuencia de lo señalado en los dos apartados anteriores.

La presencia de la cubierta cultivada de leguminosas y gramíneas dio lugar a:

- una disminución del 17% de la cobertura de arvenses con relación al testigo, durante los dos años que duró el ensayo, siendo dominantes en este último *Medicago nigra*, *Melilotus indica* y *Malva neglecta*. Mientras que en las parcelas con cubierta cultivada dominaban *Medicago nigra* y *Fumaria officinalis*. Un caso particular lo muestra *Oxalis corniculata*, que mientras domina en el testigo, tiende a desaparecer bajo la cubierta cultivada de leguminosas.
- una disminución progresiva de la cobertura de las arvenses dominantes, con relación al testigo, durante los dos años que duró el ensayo. Las especies menos dominantes no resultaron afectadas por el tratamiento.

### Agradecimientos

El trabajo se ha realizado en colaboración con el EEA de Carcagente (Valencia), gracias a la financiación de los proyectos CICYT AGF092-0245 e INIA 9559.

### BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M.A., W.H. Whitcomb (1979) The potential use of weeds in the manipulation of beneficial insects. *Hort Science*, 14: 12-18.
- Butler, J.D. (1986) Grass Interplanting in Horticulture Cropping Systems. *Hort Science*, 21: 394-397.
- Hoyt, G.D., W.L. Hargrove (1986) Legume Cover Crops for Improving Crop and soil Management in the Southern Unites States. *Hort Science*, 21: 397-402.
- Norris, R.F. (1986) Weeds and Integrated Pest Management Systems. *Hort Science*, 21(3): 402-410.
- Skroch, W.A., J.M. Shribbs (1986) Orchard Floor Management: An Overview. *Hort Science*, 21: 390-394.
- William, R.D. (1981) Complementary interaction between weeds, weed control practices and pest in horticultural cropping systems. *Hort Science*, 16: 508-513.

## Leyenda de la Tabla 1

\*Orden de dominancia teniendo en cuenta conjuntamente la suma de todos los pies de las parcelas testigos + todos los pies de todos los tratamientos (última columna)

\* N°: número de pies existentes de la especie considerada.

P (%): porcentaje de pies de cada especie en relación con el n° de pies de todas las especies de cada tratamiento, o del total (anteúltima fila).

D1 (%) = Diferencias en % de vegetación arvense de cada tratamiento respecto al T10 = (T10 - Ti) 100/T10

D2 (n°) = Diferencias del n° de pies de la vegetación arvense de cada tratamiento respecto al T10 = T10 - Ti.

Los T1, T2, T3... se refieren a la composición de cada tratamiento, es decir a las diferentes mezclas de semillas de leguminosas utilizadas.

T1 = *Vicia villosa* (1/3) + *Vicia faba* (2/3)

T2 = *V.v.* (1/3)+*V.f.* (1/3)+*Vicia faba minor* (1/3)

T3 = *V.v.* (1/3) + *V.f.* (1/3) + *Pisum sativum* (variedad 1.) (1/3)

T4 = *V.v.* (1/3) + *V.f.* (1/3) + *Pisum sativum* variedad 2 (1/3)

T5 = *V.v.* (2/3)+ *V.f.* (1/3)

T6 = *V.v.* (1/3)+ *V.f.* (1/3) + *Trifolium subterraneum* variedad 1 (1/3)

T7 = *V.v.* (1/3) + *V.f.* (1/3) + *Trifolium subterraneum* variedad 2 (1/3)

T8 = *V.v.* (1/3)+ *V.f.* (1/3) + *Onobrychis viciaefolia* (1/3)

T9 = *V.v.* (1/2)+ *V.f.* (1/2)

T10 = Testigo (omisión de siembra de semillas).

# Efectos de una cubierta herbácea en las características físicas de un huerto de cítricos

**F. Ingelmo, J. García, A. Ibáñez**

*I.V.I.A. Apdo. oficial. 46113 Moncada (Valencia)*

## RESUMEN

En dos parcelas de cítricos con manejo ecológico: A, de tierra arenolimsa, con plantones de la variedad Clemenules, y B, arenosa con árboles de la variedad Navelina y Fortune, sembramos en septiembre de 1992 una cubierta herbácea de Vicia sativa y Avena sativa en las interfilas en la proporción 40/60 con dosis de siembra de 120 kg/ha. En la primavera de 1993 establecimos en bloques al azar con dos repeticiones los siguientes tratamientos: E, cubierta enterrada, y M, cubierta segada y dejada como acolchado, con una biomasa seca total media en A de 4,5 y B de 3,8 t/ha. Otra parcela, C, de características similares a la A, con manejo convencional y sin cubierta herbácea, recibió en la misma fecha un laboreo como el del tratamiento E. Al cabo de un mes medimos en el horizonte superficial del suelo las siguientes características físicas: humedad (%); densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>); diámetro medio de tierra fina (mm) e infiltración de agua (mm/h). El tratamiento M conservó mayor humedad que el E: 10,3 frente a 8,1; dio mayores valores de densidad: 1,46 frente a 1,24; y de diámetro: 0,55 frente a 0,47; y menores valores de infiltración: 61 frente a 119. La parcela C tuvo los menores valores de humedad (5,1) y de diámetro (0,43) y valores intermedios de densidad y de infiltración (1,34 y 102).

## INTRODUCCIÓN

Las transformaciones de nuevas tierras para su dedicación al cultivo intensivo de cítricos en la Comunidad Valenciana exigen cada vez mayores insumos económicos. De ahí que sea necesario disponer de criterios de mantenimiento y a ser posible de mejora de la productividad del sistema transformado.

En este contexto de conservación de recursos, la fertilidad física intrínseca de las tierras adquiere un carácter dinámico (Monnier *et al.*, 1982) ligado a la modalidad



de manejo practicada, de manera que en función de ésta, el sistema puede dirigirse hacia su mantenimiento, hacia su mejora, o hacia su degradación.

Como señalan Winston *et al.* (1973) la elección de una determinada práctica de manejo por el agricultor no siempre se encuentra basada en principios probados por la vía científica experimental, sino en conocimientos empíricos ligados a la tradición. Así, en el ámbito de la denominada agricultura ecológica (Pérez *et al.*, 1992) es necesario investigar con métodos científicos prácticas de manejo complementarias que contribuyan al mantenimiento o a la mejora de la productividad y ayuden a la toma de la decisión por parte del agricultor.

La práctica de conservación de tierras que consiste en el establecimiento de cubiertas herbáceas con diferentes modalidades (policultivos; rotación de cultivos; abonado en verde; acolchado, etc.) se encuentra hoy muy extendida a diferentes condiciones climáticas y a diferentes cultivos (Papendick *et al.*, 1990; Lal, 1991) tanto en secano como en regadío. Como señalan Skroch & Shribbs (1986), Butler (1986), Hoyt y Hargrove (1986) y Folorunso *et al.* (1992) este tipo de prácticas pueden tener repercusiones positivas y negativas en la conservación de recursos (tierra y agua), la defensa frente a las plagas, incluidas las hierbas, y la fertilidad de la tierra.

El objetivo de este trabajo se centra en el estudio del efecto de una cubierta herbácea de leguminosas y gramíneas sobre algunas características físicas de un huerto de cítricos, y en su comparación con las de otro con manejo convencional sin cubierta herbácea.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en tres parcelas (A, B, C) de un huerto de cítricos durante la campaña 1992-1993. Las tierras de las parcelas A y C son de textura arenolimososa y la de la parcela B, de textura arenosa. Los contenidos de materia orgánica (M.O.) del horizonte 0-20 cm en las tres parcelas antes del ensayo fueron, A:  $1,14 \pm 0,03$ ; B:  $1,76 \pm 0,09$ ; y C:  $1,44 \pm 0,07$ . Las parcelas A y C tienen plantones de cítricos de tres años de la variedad Clemenules, con marco de plantación de 5 x 3.5 m, y la parcela B cítricos de 15 años de las variedades Navelina y Fortune, con el mismo marco de plantación. La parcela A se cultiva ecológicamente desde su plantación; la B está en periodo de transformación a la agricultura ecológica y en la C el cultivo se maneja convencionalmente.

En septiembre de 1992, en las parcelas A y B se sembró una cubierta herbácea de *Vicia sativa* y *Avena sativa* en la proporción 40/60 con dosis de siembra de 120 kg/ha (Mela, 1966). En la primavera de 1993 se establecieron en bloques al azar con dos repeticiones los siguientes tratamientos. E: cubierta herbácea enterrada como abono verde, y M: cubierta herbácea segada y dejada sobre la superficie como

acolchado. La biomasa seca total media en estas parcelas fue de A:  $4,5 \pm 0,6$  t/ha y B:  $3,8 \pm 0,7$  t/ha. La parcela C recibió el mismo laboreo inicial que las A y B y laboreos frecuentes para combatir la vegetación arvense. La biomasa seca media en esta parcela, medida en la primavera de 1993, fue de  $0,7 \pm 0,3$  t/ha, y se incorporó mediante laboreo en la misma fecha que el tratamiento E.

Al cabo de un mes de establecidos los tratamientos AE, AM, BE, BM y C, medimos en el horizonte superficial (0-10 cm) de las tierras de cada tratamiento las siguientes características físicas (Ingelmo y Cuadrado, 1986): humedad gravimétrica (%), densidad aparente ( $\text{g/cm}^3$ ), infiltración de agua (mm/h) y diámetro medio de los agregados de la tierra fina (mm). Los tres primeros análisis con cuatro repeticiones al azar en cada parcela y el último sobre una muestra compuesta procedente de cuatro cilindros de 12,5 cm de diámetro y 6 cm de altura, como los utilizados para la medida de las otras características físicas mencionadas.

Analizamos las diferencias significativas con la prueba Anova simple, y la clasificación en grupos homogéneos, con LSD al 95% de confianza, en cada tratamiento y manejo (considerando o no el efecto de la parcela) para las tres primeras características físicas, y para la última un análisis comparativo con relación al obtenido en el tratamiento y manejo C. Ajustamos las tasas de infiltración de agua a la siguiente ecuación de Horton (1940):

$$i = i_c + (i_o - i_c) e^{-kt} \quad (\text{ecuación 1})$$

siendo,  $i$  la tasa de infiltración (cuatro repeticiones) a cualquier tiempo, mientras que  $i_o$  e  $i_c$  son la tasa de infiltración inicial y estacionaria, respectivamente. La constante  $k$  determina el grado de rapidez de la disminución de la tasa de infiltración ( $i$ ) desde  $i_o$  hasta  $i_c$ . Estos parámetros han sido determinados por ajuste de mínimos cuadrados de los datos a la ecuación 1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las diferencias de las características físicas (Tabla 1) entre los tratamientos son todas significativas ( $P < 0.1$ ) mientras que en cuanto al sistema de manejo (sin considerar diferencias entre parcelas) sólo son significativamente diferentes a este nivel de probabilidad la densidad aparente y la infiltración básica, ya que la humedad y la infiltración inicial son mucho más variables (y están interrelacionadas) y, sobre todo la última, depende mucho de las variaciones en la estructura de la tierra debido a los ciclos de humectación y desecación (Stengel, 1982) y de la actividad biótica (Skroch & Shribbs, 1986; Roberson *et al.*, 1991).

Tabla 1. Resultados del análisis de varianza de algunas características físicas

Variable estudiada	Factores de variación	Grados de libertad	F ratio	Nivel de significación
Humedad	Tratamiento	4	54.263	***
Densidad aparente	Tratamiento	4	38.117	***
Infiltración inicial	Tratamiento	4	35.505	***
Infiltración básica	Tratamiento	4	46.076	***
Humedad	Manejo	2	18.295	**
Densidad aparente	Manejo	2	48.827	***
Infiltración inicial	Manejo	2	9.712	*
Infiltración básica	Manejo	2	41.593	***

\*\*\*  $p > 99,99\%$ ; \*\*  $p > 99\%$ ; \*  $p > 95\%$

En la Tabla 2 destacan los mayores valores de humedad y de densidad aparente, y los menores de infiltración en el sistema de manejo M, en concordancia con lo señalado por Roberson *et al.* (1991). El menor valor de densidad aparente se obtuvo en el tratamiento BE, que sin embargo, no muestra el mayor valor de infiltración básica (que no es significativamente diferente del encontrado en la parcela C). Esto hace pensar que, a pesar de su textura arenosa, en esta parcela debe de existir algún horizonte subsuperficial compactado, posiblemente debido al propio sistema de riego por inundación, como señalan Meek *et al.* (1992), que proviene de la etapa anterior con manejo convencional. Por ejemplo, la presencia de la cubierta herbácea habría mejorado las características del horizonte superficial pero no las de los horizontes inferiores. Este hecho se confirma también para el tratamiento BM. Los mayores valores de infiltración inicial en los tratamientos AE y C se deben a una mayor capacidad de sorción y a la presencia de grietas (estas últimas sobre todo en C).

En la Tabla 3 se muestra para cada tratamiento los parámetros ajustados  $i_o$ ,  $i_c$  y  $k$  para la construcción de los gráficos de la Figura 1.

Destacan los valores altos de infiltración inicial en AE y C, con mayor velocidad de decrecimiento en AE. También cabe señalar en cuanto a este parámetro los mayores valores de BM en relación con AM (aun no siendo diferentemente significativos) ya que en BM se llega antes a la tasa de infiltración básica, lo que concuerda con la hipótesis de que en la parcela B existe algún impedimento heredado en horizontes subsuperficiales.

En concordancia con lo señalado por Roberson *et al.* (1991), los mayores valores de  $D_{50}$  corresponden al sistema de manejo M y los menores al C (Tabla 4), a pesar de que en este último tenga lugar una alta actividad estructurante debido a cic-

Tabla 2. Valores medios y LSD de algunas características físicas en relación con tratamientos y sistema de manejo

	Humedad	Densidad aparente	Infiltración inicial	Infiltración básica
<b>Tratamientos</b>				
AE	6,4	1,25	904	132
AM	10,4	1,50	174	65
BE	9,7	1,22	350	106
BM	10,2	1,42	211	57
C	5,6	1,34	612	102
LSD	0,9	0,06	155	14
<b>Manejo</b>				
E	8,1	1,24	627	119
M	10,3	1,46	192	61
C	5,6	1,34	612	102
LSD	1,7	0,06	276	17

Tabla 3. Valores de los parámetros de ajuste de la ecuación de infiltración de agua

Tratamiento	$i_0$	$i_c$	k
AE	1305±92	149±14	8.6±1.0
AM	181±4	59±6	1.6±0.3
BE	390±23	108±13	2.7±0.6
BM	268±12	58±3	5.8±0.6
C	688±43	75±35	2.2±0.5

$i_0$  = infiltración inicial;  $i_c$  = infiltración básica  
k = constante

los de humectación-deseccación, predominando el sentido de degradación de la estructura debido al mayor laboreo y a la acción destructiva del agua de riego y de las gotas de lluvia sobre el suelo desnudo.

### Agradecimientos

Hemos realizado el trabajo gracias a la financiación de dos proyectos: CICYT-AGF92-0245 e INIA-9559 y a la colaboración del Centro de Capacitación Agraria de Carcagente (Valencia).

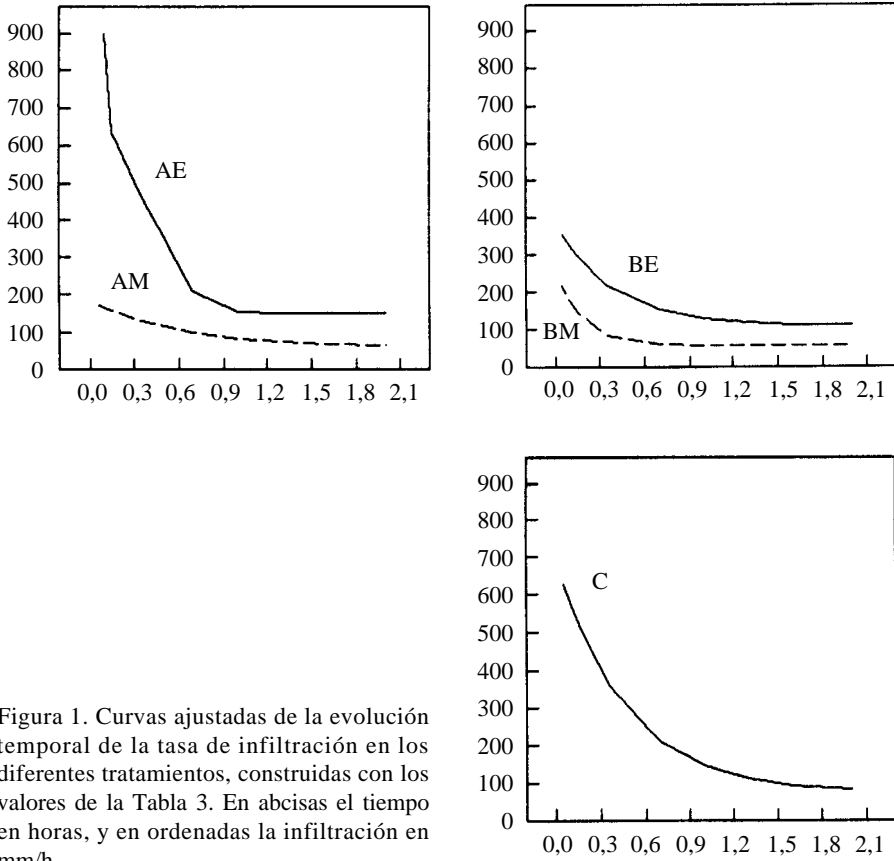


Figura 1. Curvas ajustadas de la evolución temporal de la tasa de infiltración en los diferentes tratamientos, construidas con los valores de la Tabla 3. En abscisas el tiempo en horas, y en ordenadas la infiltración en mm/h.

Tabla 4.- Distribución porcentual según la talla de los agregados de tierra fina ( $\phi < 2$  mm) y valor del diámetro medio (D50) en cada tratamiento

Tratamientos	% Agregados de la talla (mm)					D50
	2-1	1-0,6	0,6-0,2	0,2-0,1	< 0,1	
AE	9,9	5,9	61,8	18,0	4,5	0,47
AM	15,8	7,9	60,0	13,2	3,2	0,56
BE	9,3	6,6	60,6	20,1	3,4	0,47
BM	13,4	8,7	57,4	18,6	2,0	0,53
C	7,6	5,6	58,6	26,9	1,3	0,43

**BIBLIOGRAFÍA**

- Butler, J.D. (1986) Grass interplanting in horticulture cropping systems. *Hortscience*, 21: 394-397.
- Folorunso, O.A., D.E. Rolston, T. Prichard, D.T. Louie (1992). Soil surface strength and infiltration rate as affected by winter cover crops. *Soil Techn.*, 5: 189-197.
- Horton, R.E. (1940) An approach toward a physical interpretation of infiltration capacity. *Soil Sci. Soc. Am. Pro.*, 5: 399-417.
- Hoyt, G.D., W.L. Hargrove (1986) Legume cover crops for improving crop and soil management in the Southern United States. *Hortscience*, 21: 397-402.
- Ingelmo, F., S. Cuadrado (1986) *El agua y el medio físico del suelo*. Monografía 18, 101 pp. CSIC, Diputación Provincial de Salamanca; Salamanca.
- Lal, R. (1991) Myths and scientific realities of agroforestry as a strategy for sustainable management for soils in the tropics. En *Advances in Soil Science* (B.A. Stewart, ed.), vol. 15, pp 90-137. Springer-Verlag New York Inc.; New York.
- Meek, B.D., E.R. Rechel, L.M. Carter, W.R. de Tar (1992) Bulk Density of a sandy loam: Traffic, tillage, and irrigation method effects. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56: 562-565.
- Mela, P. (1966) El suelo y los cultivos de secano. *Agrociencia*. Zaragoza.
- Monnier, G., P. Stengel, J. Gerif (1982) Recherche de critères de la fertilité physique du sol et son évolution en fonction du système de culture. En *Evolution du niveau de fertilité des sols dans différentes systèmes de culture: Critères pour mesurer cette fertilité*. (F. Lanza, ed.), pp 35-52. Instituto Sperimentale Agronomico de Bari; Bari.
- Papendick, R.I., J.F. Parr, R.E. Meyer (1990) Managing crop residues to optimize crop/livestock production systems for Dryland Agriculture. En *Adv. in Soils Sci.* (B.A. Stewart, ed.) vol. 13, pp 253-272. Springer-Verlag New York Inc.; New York.
- Pérez, J., A. Molina, R. Colmenares, J.A. Jiménez (1992) Agricultura ecológica: una alternativa con futuro. *Agricultura*, 294-301.
- Roberson, E.B., S. Shlomo, M.K. Firestone (1991) Cover crops management of polysaccharide-media aggregation in an Orchard soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55: 734-739.
- Skroch, W.A., J.M. Shribbs (1986) Orchard Floor Management: An overview. *Hortscience*, 21: 390-394.
- Stengel, P. (1982) Sewlling potential of soil as criterum of permanent direct-drilling suitability. En *9th. Conference of ISTRO*, pp 131-136. Osijek, Yugoslavia.
- Winston, W.J., J.W. Embleton (1973) Soil management and cover crops. En *The Citrus Industry* (R. Walter, ed.) Vol III, 98-121. University of California. Div. Agric. Sci.; Riverside, California.

# Uso en la patata del abono procedente de compost de RSU de recogida selectiva

**F.J. Aguilar, J. Revilla, J.J. de León, O. Porcel, J. Diz**

*Saneamientos de Córdoba S.A. Avda Gran Capitán 6, 14001 Córdoba*

## RESUMEN

Estudiamos los efectos de la aplicación de un abono procedente de compost de residuos sólidos urbanos (RSU) de recogida selectiva sobre un cultivo de patata variedad Jaerla. Empleamos dosis de 22 t/ha (C1) y 44 t/ha (C2), además del correspondiente testigo con idénticas prácticas culturales y de abonado químico (en todos los casos). Observamos una nascencia ligeramente inferior para la dosis alta, e igual a la del testigo la dosis media. Registramos diferencias significativas al nivel 5% en producción, de mayor a menor: C1, C2 y testigo. El peso medio de la patata fue mayor para el tratamiento C2 seguido de C1 y testigo ( $p < 0,05$ ). En la densidad la respuesta fue similar.

## INTRODUCCIÓN

El uso de materiales orgánicos va unido a la actividad agrícola desde sus orígenes, y su empleo ha estado ligado, de manera histórica, directamente con la fertilidad y productividad de las tierras de cultivo. En los sistemas agrícolas tradicionales, los pequeños agricultores mantenían la fertilidad de sus tierras y producción de cosechas cerrando los ciclos de energía, agua y nutrientes.

El progreso de las estructuras agrarias y los avances tecnológicos dieron paso a una serie de mejoras importantes en la forma de producción, sin embargo han sido la causa de la pérdida, a menudo irreversible, del equilibrio dinámico mantenido durante milenios entre el ser humano y el medio agrícola. La magnitud de las consecuencias de esta forma de actuar se han puesto de manifiesto sobre todos los componentes del agroecosistema, y han incidido de manera alarmante en el medio edáfico, fundamentalmente en los agroecosistemas mediterráneos, y en especial en uno de sus componentes más importantes: la materia orgánica.

A causa de la desaparición de sistemas agroganaderos estables que permitan la incorporación ordenada de materia orgánica a nuestras tierras agrícolas, se hace

necesaria la búsqueda de nuevas fuentes de este material. Por otra parte, la generación de basura en nuestras ciudades es un problema cuya solución correcta desde el punto de vista ambiental pasa por la recogida selectiva y la recuperación de sus componentes, entre los que está la materia orgánica, que debe reciclarse.

Según numerosos autores (Pagliai *et al.*, 1981; Hernando, 1987; Guidi y Petruzzelli, 1989) la fracción orgánica de la basura urbana fermentada aeróbicamente, representa una fuente importante de materia orgánica y nutrientes para la tierra, que mejora sus propiedades físico-químicas.

En este estudio, aunque no pertenece al ámbito de la agricultura ecológica porque utilizamos abonos de síntesis en todos los casos, valoramos la utilización del abono de basura procedente de recogida selectiva en el cultivo de la patata. El procedimiento de separación en origen mejora la calidad del compost y disminuye de forma notable su contenido en metales pesados (Del Val, 1993).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación de la utilidad de este abono en el cultivo de patata utilizamos un diseño experimental en bloques completos al azar con tres tratamientos y tres repeticiones.

Las subparcelas experimentales tenían unas dimensiones de 10 x 10 m, y las dosis empleadas fueron las siguientes:

Dosis alta (C2)	44 t/ha
Dosis baja (C1)	22 t/ha
Testigo (T)	0 t/ha

La parcela experimental estaba en el término municipal de Córdoba, su tierra era de textura franca con escasa materia orgánica (< 1%) (Tabla 1).

La variedad de patata empleada fue Jaerla, patata temprana de buen rendimiento y origen holandés, muy extendida en España.

Entre las características del abono utilizado en el ensayo (Tabla 2) destaca su mínimo contenido en metales pesados, muy inferior al marcado por la Directiva 86/278 CEE, transcrita a la legislación española por el RD 1310/1990. Lo incorporamos al campo el 18 de enero de 1994 mediante una labor de cultivador.

En presiembra aplicamos 735 kg/ha de abono NPK (8-15-15) en todas las subparcelas del ensayo y realizamos la plantación el 30 de enero de 1994. Además incorporamos 735 kg/ha de sulfato amónico (33%) como abono de cobertera en todos los tratamientos.

Cosechamos las patatas el 30 de mayo y evaluamos la producción midiendo el número de plantas/m<sup>2</sup>, patatas/planta, peso medio de la patata y densidad.

Para el análisis estadístico de los datos utilizamos el análisis de la varianza para bloques completos al azar (prueba F) y el test de Duncan para separación de medias.



Tabla 1. Características de la tierra utilizada en el ensayo. Laboratorio Agroalimentario de Córdoba

Parámetro	Profundidad	
	0-15 cm	15-30 cm
pH (1:5 H <sub>2</sub> O)	8,70	8,74
Conduct. eléct. (mmhos/cm)	0,196	0,165
CIC (meq/100 g)	9,30	13,13
Materia orgánica oxidable	0,74%	0,90%
Carbonatos	22,62%	17,38%
P asimilable (ppm)	15,20	10,40
Ca intercambio (meq/100 g)	6,78	10,35
Mg intercambio (meq/100 g)	1,55	1,72
Na intercambio (meq/100 g)	0,57	0,62
K intercambio (meq/100 g)	0,40	0,44

Tabla 2. Características del compost utilizado en el ensayo (según materia seca, humedad media 30%). Laboratorios Agroalimentario y del Servicio Andaluz de Salud de Córdoba

M.O. total	57%	C oxidable	32,60%
pH (1:5 H <sub>2</sub> O)	7,50	C.E. (1:5)	9,6 mS/cm
Carbonatos	10,15%	N total	1,80%
P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1,07%	K (K <sub>2</sub> O)	0,74%
Mg	0,61%	Fe	0,30%
C/N	18	Na	0,64%
Ca	5,92%	Cd	0,002 ppm
Cu	188 ppm	Ni	28 ppm
Pb	0,009 ppm	Zn	385 ppm
Hg	89 x 10 <sup>-7</sup> ppm	Cr	19 ppm

## RESULTADOS Y DISCUSION

La nascencia fue ligeramente inferior en el tratamiento C2 que en T o C1, expresado como plantas/m<sup>2</sup> (Figura 1). Teniendo en cuenta el corto espacio de tiempo transcurrido entre la aplicación del abono orgánico y la plantación de las patatas, estos defectos en la nascencia para la dosis alta pueden deberse a efectos fitotóxicos producidos por compuestos orgánicos típicos de un abono poco fermentado, como hidrocarburos policíclicos aromáticos, fenoles y ácidos orgánicos (propiónico y butírico fundamentalmente) (De Haan, 1981; Gallardo-Lara y Nogales, 1987).

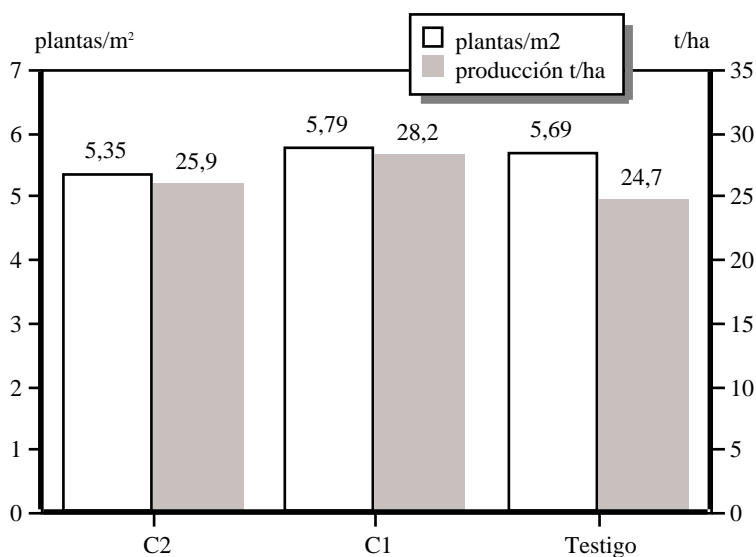


Figura 1. Ensayo de patata en la finca La Hormiguita, en el término municipal de Córdoba. Nascencia en plantas/m<sup>2</sup> y producción de tubérculos en t/ha

El número de patatas/m<sup>2</sup> fue superior en los tratamientos C1 y T respecto a C2 ( $p < 0,05$ ), debido a la peor nascencia en C2 y a un menor número de patatas por planta en la dosis alta (Tabla 3).

Tabla 3.

	C1	C2	T
Plantas/m <sup>2</sup>	22,21	17,59	22,03
Patatas/planta	3,88	3,25	3,87

La producción de tubérculos fue superior en el tratamiento C1 que en el C2 y T ( $p < 0,05$ ) (Figura 1), pero las patatas fueron de mayor peso y densidad para el tratamiento con dosis alta, seguido del tratamiento con dosis baja. En último lugar se sitúa el tratamiento testigo (Figura 2).

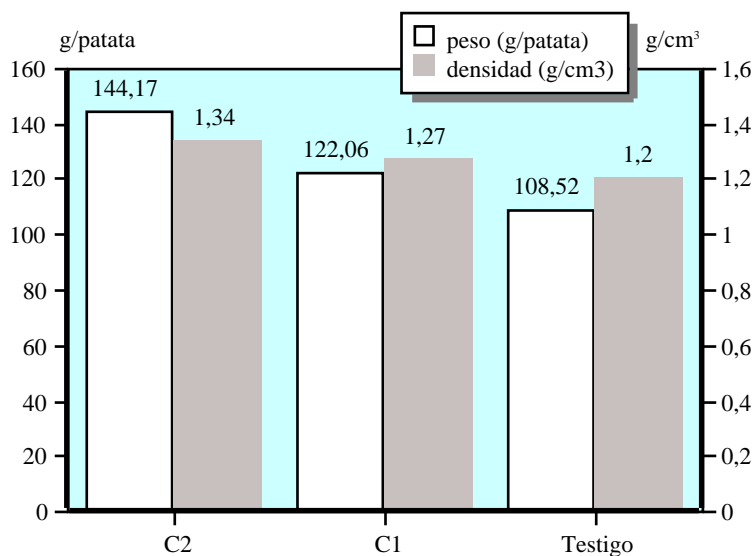


Figura 2. Ensayo de patata en la finca La Hormiguita, en el término municipal de Córdoba. Peso de patata en gramos por tubérculo y densidad en gramos/cm<sup>3</sup>

Este último resultado muestra que aunque el abono orgánico poco fermentado puede presentar efectos fitotóxicos, estos efectos desaparecen al finalizar su fermentación en la propia tierra. Por eso observamos cómo el desarrollo de las patatas en las parcelas C2 es superior a las restantes, aunque la producción final es inferior a las C1 debido a una peor nascencia.

## CONCLUSIONES

La aplicación de materia orgánica fermentada procedente de basura urbana recogida selectivamente es una alternativa válida. La elaboración de un abono de buena calidad pasa por una separación doméstica previa, que asegure la eliminación de elementos indeseables como vidrio o plástico, y por un proceso de fermentación adecuado.

Es aconsejable incorporar el compost al menos un mes antes de la siembra del cultivo, y aumentar este periodo conforme la fermentación del compost se ha prolongado menos.

En el caso de la patata se comprueba un mejor aprovechamiento del abono químico NPK cuando se aplica este abono orgánico, como también lo han observado Ryan *et al.* (1985) quienes mantienen que su aplicación en cultivos de ciclo corto potencia la asimilación del abono químico, que entonces puede reducirse...

### Agradecimientos

Agradecemos a la Caja Provincial de Ahorros de Córdoba el apoyo financiero, sin el cual hubiera sido imposible la realización del proyecto de investigación donde se engloba este artículo. Agradecemos a Manuel Fernández Carmona la cesión desinteresada de la finca donde se realizó el ensayo y su ayuda durante el seguimiento del desarrollo del cultivo.

### BIBLIOGRAFÍA

- De Haan, F.A.M. (1981) Results of municipal waste compost research over more than fifty years at the Institute for Soil Fertility at Haren Groningen, The Netherland. *Neth. J. Agri. Sci.*, 29: 49-61.
- Del Val, A. (1993) *El libro del reciclaje. Manual para la recuperación y aprovechamiento de las basuras.* pp 240. Integral; Barcelona.
- Hernando, S. (1987) Aprovechamiento de RSU como fuente de materia orgánica y sus efectos sobre las propiedades físicas y químicas del suelo. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- Gallardo-Lara, F., Nogales (1987) Effect of application of town refuse compost on the soil-plant system: A review. *Biological Waste*, 19: 35-62.
- Guidi, G., G. Petruzzelli (1989) Effects of compost on chemical and physical characteristic of soil. p. 53-60. En *Compost production and use; Technology, management, application and legislation. Proc. Int. Symp. on compost, S. Michele all'Adige, Italy, June 1989.*
- Pagliai, M., Guidi, M. La Marca, M. Giachetti, G. Lucamante (1981) Effects of sewage sludge and compost on soil porosity and aggregation. *J. Environ. Qual.*, 10: 556-561.
- Ryan, J., S.N. Hank, R. Shwairy (1985) A short-term greenhouse evaluation of non-conventional organic waste. *Agricultural Waste*, 12: 241-249.

# **Prácticas ecológicas y control de nematodos fitoparásitos en Castilla-La Mancha**

**M. Escuer, J.A. López Pérez, M. Arias**

*Departamento de Agroecología, CCMA, CSIC. c/ Serrano 115 dpdo, 28006 Madrid.*

## **RESUMEN**

Revisamos los problemas planteados por los nematodos fitoparásitos en los principales cultivos de Castilla-La Mancha en relación con los factores climáticos, edáficos, geomorfológicos y técnicas agronómicas, con el fin de conocer los factores y prácticas ecológicas que inciden en el desarrollo de estos nematodos. Los problemas nematológicos en Castilla-La Mancha según su importancia económica, son: 1. especies formadoras de nódulos, localizadas fundamentalmente en cultivos de huerta, garbanzos, tabaco, higuera y viña; 2. nematodos de los tallos en zonas productoras de ajos y cebollas, aunque pueden afectar a leguminosas y gramíneas; 3. nematodos formadores de quistes, específicos de cereales, remolacha y leguminosas; 4. nematodos transmisores de virus en cultivos de huerta y principalmente viñedo; 5. nematodos de champiñón; 6. endoparásitos y 7. ectoparásitos, fundamentalmente en frutales, hortalizas, cereales y viñedos. Es interesante profundizar en el conocimiento de la distribución y características morfológicas y biológicas de los nematodos patógenos en Castilla-La Mancha, a fin de evitar la introducción de especies procedentes de otras áreas, así como, evaluar los factores edáficos y climáticos que afectan al desarrollo de las poblaciones de nematodos productores de enfermedades en Castilla-La Mancha.

## **INTRODUCCIÓN**

La Comunidad de Castilla-La Mancha, la primera en superficie cultivada de las comunidades españolas, centra su actividad agraria en una serie de prácticas agrícolas tradicionales, originadas y desarrolladas a través de los siglos por los agricultores (Gomez Sal y Bello, 1983). Mediante la rotación de cultivos, el barbecho, los pastos y forrajes, y sobre todo a través de la selección de razas y variedades adaptadas al medio, han conseguido diversificar el sistema en función de las características

geográficas, climáticas y geomorfológicas, y permitido una producción equilibrada en los sistemas agrarios, con menor uso de abono químico, que en el nitrógeno llega a un tercio de la media nacional (Esteban Barahona, 1991), y menor uso de plaguicidas por ser esta un área sin grandes epidemias de plagas (Bello *et al.*, 1990).

Los cambios en la agricultura tradicional hacia los años sesenta, con la mecanización y el desarrollo de los planteamientos productivistas, se hallan entre los responsables mayores de la erosión y la contaminación de la tierra y de las aguas superficiales y freáticas. La sociedad está preocupada por los problemas surgidos por el exceso de producción y el efecto que sobre la salud y el ambiente tiene el uso excesivo de productos agroquímicos, y por ello los investigadores tratan de encontrar técnicas alternativas que permitan una agricultura rentable que sea además eco-compatible. Han aparecido numerosas alternativas a la agricultura mal hecha, que reciben denominaciones diferentes, según el país o los intereses de cada grupo: agricultura ecológica (biológica, orgánica), integrada, de conservación, “sostenible”, etc. (Porta, 1991).

La agricultura debe integrar el conocimiento científico con el conocimiento empírico de los campesinos, de modo que los valores de la diversidad y complementariedad característicos de la agricultura tradicional se desarrollen teniendo en cuenta diferentes alternativas en el manejo de la tierra, basadas en el conocimiento científico de la estructura y funcionamiento de los agrosistemas representativos. Los valores de calidad y productividad de los cultivos dependen de la estabilidad, conservación de la tierra, así como, de su diversificación por las prácticas agronómicas (Bello *et al.*, 1990), valores que se pueden determinar investigando las biocenosis edáficas, por su valor de indicadores de procesos o estados del sistema y además por su influencia en la productividad de los cultivos.

Buena parte de los estudios sobre las características de las enfermedades producidas por nematodos se han basado en aspectos temporales, como desarrollo de epidemias, adaptación y dinámica de poblaciones, y en el estudio de la relación huésped-parásito. Más recientemente los trabajos epidemiológicos se centran en la caracterización de la estructura espacio-temporal (Bello *et al.*, 1986), y de los mecanismos o factores que favorecen el desarrollo de las poblaciones de los patógenos y su control (Bello *et al.*, 1994). Por ello es necesario profundizar en el estudio de la distribución de los patógenos y sus mecanismos de dispersión.

Los nematodos se caracterizan por su gran abundancia y diversidad morfológica, biológica y ecológica; se pueden encontrar en todos los ambientes y desde el punto de vista trófico existen depredadores, fitoparásitos, omnívoros y saprófagos. Sin embargo son mucho más conocidos como parásitos de plantas, que pueden provocar desde una disminución media del 10 % de la producción de los cultivos, hasta la pérdida total de la cosecha. Debido a su baja movilidad, su dispersión está especialmente asociada a las actividades humanas: al transporte de material vegetal (raíces, bulbos, semillas, etc), de maquinaria, a las técnicas agrícolas, etc.

Castilla-La Mancha se halla aislada por los sistemas montañosos Central, Ibérico, Sierra Morena y Serranía Sub-Bética. Pertenecen casi en su totalidad a las cabeceras de diferentes cuencas hidrográficas: Tajo, Guadiana, Júcar, Guadalquivir y Segura. De octubre a mayo tiene temperaturas inferiores a 20 °C, y superiores a los 40 °C en los meses de verano. Estas características geográficas y climáticas dificultan la introducción, la dispersión y limita la actividad óptima de desarrollo de los nematodos a sólo un mes.

En este trabajo revisamos los problemas planteados por los nematodos fitoparásitos en los principales cultivos de Castilla-La Mancha en relación con los factores climáticos, edáficos, geomorfológicos y las técnicas de cultivo, con el fin de conocer las prácticas ecológicas de interés para evitar los nematodos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hemos revisado los trabajos de Jiménez Millán *et al.* (1965), Arias *et al.* (1985), Bello y Lara (1986) y varias tesis doctorales. En Castilla-La Mancha aparecen 717 citas de nematodos edáficos en la provincia de Toledo, 319 en Guadalajara, 180 en Cuenca, 66 en Ciudad Real y 81 en Albacete, que corresponden a 60 especies de nematodos libres y 90 parásitos. En esta línea estamos elaborando un trabajo sobre los nematodos edáficos de Castilla-La Mancha, que recoge las localidades y huéspedes donde se ha encontrado cada especie.

Las especies de interés agronómico ordenadas según su mayor presencia (que figura entre paréntesis) son: *Criconemoides informis* (192), *Macroposthonia xenoplax* (100), *Xiphinema pachtaicum* (92), *Heterodera avenae* (75), *Pratylenchus* spp. (49), *Macroposthonia curvata* (43), *Longidorus profundorum* (31), *Macroposthonia sphaerocephala* (29), *Helicotylenchus* spp. (26), *Meloidogyne* spp. (22), *Xenocriconemella macrodora* (22), *Macroposthonia antipolitana* (17), *M. annulatiformis* (16), *M. solivaga* (13), *Xiphinema diversicaudatum* (13), *X. italiae* (13), *Criconema annulifer* (10), *C. princeps* (10), *Paratylenchus* spp. (9), *Criconema mutabile* (8), *Heterodera schachtii* (8), *Longidorus belloi* (8), *Criconemella rosmarini* (7), *Crossonema menzeli* (7), *Ditylenchus dipsaci* (7), *Helicotylenchus digonicus* (7), *Merlinius brevidens* (7), *Aphelenchoides* spp. (6), *Helicotylenchus varicaudatus* (6), *Rotylenchus* spp. (6), *Xiphinema index* (6), *Criconema crotaloides* (5), *Helicotylenchus dihystra* (5), *Heterodera* spp. (5), *Longidorus elongatus* (5), *Macroposthonia crenata* (5), *Tylenchorhynchus goffarti* (5), *Macroposthonia pseudololivaga* (4), *Paratrophurus loofi* (4), *Trichodorus* spp. (4), *Xiphinema brevicolle* (4), *Criconemella parva* (3), *Helicotylenchus canadensis* (3), *Longidorus* spp. (3), *Merlinius affinis* (3), *Xiphinema ingens* (3), *Amplimerlinius hornensis* (2), *Crossonema multiquamatum* (2), *Ditylenchus intermedius* (2), *Ditylenchus* spp. (2), *Globodera rostochiensis* (2), *Helicotylenchus tunisiensis* (2), *H. vulgaris* (2), *Hemicycliophora thie-*

*nemanni* (2), *Hemicycliophora typica* (2), *Heterodera goettingiana* (2), *Longidorus caespiticola* (2), *L. carpetanensis* (2), *L. vineacola* (2), *Macroposthonia dherdei* (2), *M. maritima* (2), *M. rustica* (2), *Pratylenchus neglectus* (2), *P. thornei* (2), *Seriespinula allieri* (2), *Tylenchorhynchus maximus* (2), *Xiphinema turcicum* (2), *X. vuittenezi* (2), *Amplimerlinius* spp., *A. siddiqii*, *Helicotylenchus microcephalus*, *H. multicinctus*, *H. pseudorobustus*, *Hemicycliophora conida*, *Heterodera mani*, *Longidorus attenuatus*, *L. macrosoma*, *Macroposthonia rotundicauda*, *M. vadensis*, *Meloidogyne incognita*, *Merlinius camelliae*, *M. nothus*, *M. rugosus*, *Paratrichodorus hispanicus*, *Pratylenchus penetrans*, *Rotylenchus brevicaudatus*, *R. incultus*, *R. unisexus*, *Seriespinula cobbi* y *Xiphinema coxi*.

Tomando como referencia el trabajo de Bello *et al.* (1986) y las características biogeográficas de las especies encontradas en Castilla-La Mancha, pueden distinguirse varios grupos fundamentales:

Uno característico de los ambientes templados y fríos, localizado en las áreas de mayor altitud en la Sierra de San Vicente, Sierra de Guadalajara y Cuenca, Montes de Toledo y Sierra de Alcaraz, representado por los géneros *Ditylenchus*, *Heterodera*, *Longidorus*, *Rotylenchus*, *Xenocriconemella* por especies como *Criconema princeps*, *Crossonema menzeli*, *Macroposthonia pseudosolivaga*, *M. maritima*, *M. vadensis*, *X. coxi* y *X. diversicaudatum*.

Otro grupo propio de ambientes cálidos, que se localiza sobre todo en la zona de la vega de las cuencas del Tajo y del Guadiana y coincide con el área de temperatura media anual superior a 14 °C, que incluye algunas especies del género *Meloidogyne*, así como *Criconema mutabile*, *Helicotylenchus multicinctus*, *Macroposthonia sphaerocephala* y *Scutellonema truncatum*.

Un tercer grupo mediterráneo está representado por especies con una distribución ambiental más amplia: *Criconema annulifer*, *Criconemoides informis*, *Helicotylenchus tunisiensis*, *Macroposthonia antipolitana*, *M. curvata*, *M. xenoplax*, *M. solivaga*, *Xiphinema brevicolle*, *X. index*, *X. ingens*, *X. pachtaicum*, *X. turcicum* y *X. vuittenezi*.

Algunas especies como *Hemicycliophora* y *Criconemella parva* aparecen en ambientes húmedos, a menudo encharcados, y *Ditylenchus miceliophagus* es frecuente en el compost de champiñón y es un patógeno de interés para este cultivo. Además hay una serie de especies descritas como nuevas en Castilla-La Mancha: *Amplimerlinius hornensis*, *Longidorus belloii*, *Paratrichodorus hispanicus* y otras que no presentan una distribución concreta, como *Helicotylenchus canadensis*, *H. digonicus*, *H. dihystra*, *H. pseudorobustus*, *H. varicaudatus*, *Hoplolaimus* spp., *Merlinius affinis* y *Trichodorus* spp.

Los problemas nematológicos en Castilla-La Mancha, según su importancia económica, se pueden agrupar del modo siguiente:

- **Especies formadoras de nódulos: del género *Meloidogyne*** (Figura 1). Estos nematodos han aparecido en Arcicóllar, Cebolla, La Gineta, Montearagón, Santa



Olalla, Talavera de la Reina, Toledo, Torrijos y Yuncos. *M. incognita* se ha encontrado sobre patata en Talavera de la Reina y sobre tomate en Arcicóllar. En muchas ocasiones la aparición de especies de este género está condicionada por los cambios de cultivo (Bello *et al.*, 1989). Se han encontrado en localidades de las cuencas del Tajo y Guadiana, que están incluidas en el área definida por las isotermas anuales superiores a 14 °C, en cultivos de huerta, garbanzos, tabaco, higuera y viña.

- **Nematodos de los tallos, representados por *Ditylenchus dipsaci*** (Figura 1). Se encuentran principalmente en las áreas productoras de ajo y cebolla, aunque también pueden afectar a leguminosas y cereales. *D. dipsaci* es frecuente en Las Pedroñeras

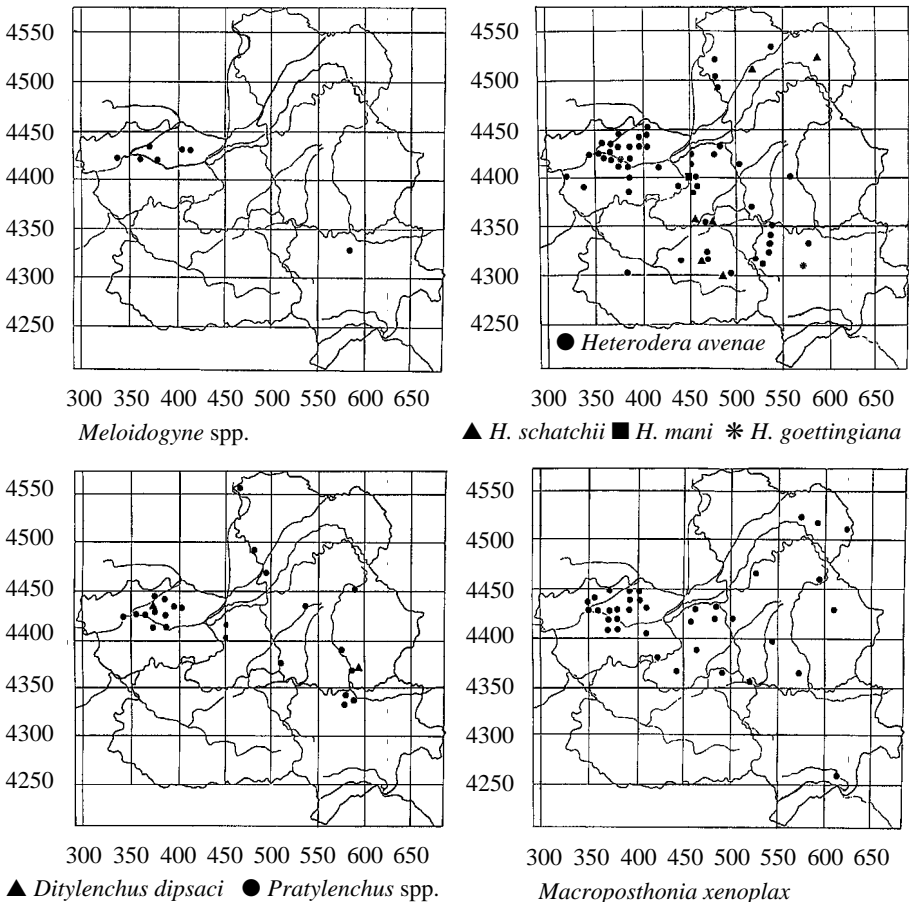


Figura 1. Distribuciones de varios nematodos en Castilla-La Mancha

(Cuenca) donde está ampliamente extendido en cultivos de ajo. Se ha citado en Santa Olalla sobre cereales y parasita también garbanzos, veza, habas y azafrán.

- **Formadores de quistes** (Figura 1). Son nematodos del género *Globodera* y *Heterodera* que afectan a cereales, remolacha, patata y leguminosas. *G. rostochiensis* apareció en la zona de La Roda (Albacete). *H. avenae* es la especie más extendida y se ha citado en al menos 56 localidades en Castilla-La Mancha (Romero, 1988). Se encuentra asociada a cereales y aparece en determinadas condiciones climáticas. *H. goettingiana* se ha citado en El Carpio de Tajo sobre guisantes y habas, y en La Herrera sobre habas. *H. mani* se ha citado en La Guardia sobre remolacha y *H. schachtii* parasitando remolacha en Almagro, Herencia, Manzanares, Ciudad Real, Brihuega, Rillo de Gallo, Madridejos y Molina de Aragón.

- **Transmisores de virus**. En este grupo de nematodos se incluyen las especies de los géneros *Longidorus*, *Xiphinema*, *Paratrichodorus* y *Trichodorus*, que aparecen en cultivos de huerta y principalmente viñedo. Del género *Xiphinema* se han citado: *X. brevicolle*, *X. coxi*, *X. diversicaudatum*, *X. index*, *X. ingens*, *X. italiae*, *X. pachtaicum*, *X. turcicum* y *X. vuittenezi*. De todos ellos merecen especial atención *X. index*, transmisor del virus GFLV de la vid y *X. italiae*, parece ser también implicado en la transmisión de este virus. Del género *Longidorus* se han citado: *L. attenuatus*, *L. belloi*, *L. caespiticola*, *L. carpetanensis*, *L. elongatus*, *L. macrosoma*, *L. profundorum* y *L. vineacola*. Se ha citado *Trichodorus* spp. y *P. hispanicus* en cultivos de huerta, pero no se les ha encontrado asociados con síntomas de virosis.

- **Nematodos de champiñón**. Destaca *Ditylenchus miceliophagus*, que se alimenta exclusivamente en hongos y es un parásito importante de *Agaricus bisporus*. Existen otras especies como *Aphelenchoides composticola*, no encontrado en Castilla-La Mancha, aunque últimamente en algunos países europeos se han encontrado en este cultivo problemas debidos a nematodos saprófagos como *Caenorhabditis elegans*. Las medidas preventivas mediante pasteurización o las medidas higiénicas son suficientes para evitar que lleguen a producir problemas.

- **Endoparásitos**. Incluye especies del género *Pratylenchoides* spp. que se ha citado en Ciudad Encantada, Horna, Mota del Cuervo, Olivares de Júcar, Torremocha del Campo; el género *Pratylenchus* spp. (Figura 1) citado en Camarena, Cantalojas, Cañete, Casa de Sotocochino, Caudilla, Cebolla, Ciudad Encantada, Dos Barrios, El Carpio de Tajo, Escalona, Fuensalida, Illán de Vacas, La Roda, La Gineta, La Mata, La Guardia, Lasarte, Maqueda, Montearagón, Mota del Cuervo, Nombela, Noves, San Antonio, San Carlos del Valle, Santa Olalla, Tembleque, Tobarra, Torrijos, Ventas de Retamosa, Villalba del Rey. *Pratylenchus* cf. *vulnus*, citado en Motilla del Palancar sobre habas. *Pratylenchus neglectus* en Azuqueca de Henares, *P. penetrans* en Talavera de la Reina y *P. thornei* en Chozas de Canales sobre *Prunus cerasus*. Las especies de *Pratylenchus* pueden causar daño a hortalizas, frutales y también a cereales, aunque sólo se ha encontrado pequeños focos y sobre todo causan problemas cuando hay sequía.

- **Ectoparásitos.** Hay numerosos nematodos ectoparásitos, aunque de los encontrados en Castilla-La Mancha sólo *Macroposthonia xenoplax* (Figura 1) parece tener interés, debido a que produce clorosis en viñedos y frutales de hueso, sobre todo del género *Prunus*. Se ha citado en Alcabón, Aldeanuevo de Escalona, Almorox, Azuqueca de Henares, Brihuega, Cadalso de los Vidrios, Cañete, Carriches, Castillo de Bayuela, Cazalegas, Cebolla, Cenicientos, Cervera del Llano, Cogollor, Chozas de Canales, El Toboso, El Pedregal, Erustes, Escalona, Hellín, Herrera, Hormigos, La Higuera, La Puebla de Montalbán, Las Pedroñeras, Méntrida, Molina de Aragón, Navalcán, Navamorcuende, Novés, Osa de Montiel, Pantano de Alarcón, Pelahustán, San Román, Santa Olalla, Sotillo de las Palomas, Tamajón, Toledo, Torre de Esteban Hambrán, Val de Santo Domingo, Valmojado, Ventas de Retamosa y Villarrubio, asociada fundamentalmente a cultivos de frutales y viñedos. No se han detectado problemas graves originados por esta especie u otros nematodos ectoparásitos.

Es de gran interés señalar las especies que no se han encontrado en Castilla-La Mancha, a fin de impedir su introducción. Estas especies pueden agruparse según sus características biogeográficas en especies de **climas templados y fríos**: *Anguina agrostis*, *A. tritici* y *Aphelenchoides bresseyi*, que parasitan cereales; *A. composticola* champiñón y *A. fragariae* y *A. rhizemabosi* plantas ornamentales; *Bursaphelenchus xylophilus* que parasita *Pinus* spp. y *Ditylenchus destructor* que produce graves daños en patata. Las especies de climas tropicales y subtropicales: *Belonolaimus* sp., que parasita hortalizas, *Hemicriconemoides cocophillus* y *H. mangiferae* parasita frutales, *Nacobbus aberrans*, *Radopholus similis* y varias especies de *Meloidogyne*, *Heterodera* y *Globodera pallida*, un nematodo muy patógeno de la patata.

Por sus requerimientos ecológicos, las especies de áreas templadas se localizan en las umbrías, y las especies tropicales en la solana. Según las técnicas de uso del suelo, se favorecerá la aparición en el cultivo de uno de los dos tipos de especies. Las nuevas técnicas con cambios de cultivos y la introducción del regadío cambian las condiciones ambientales que favorecen la aparición de estas especies y con ello originan epidemias. En caso de que surjan problemas fitopatológicos, es de sumo interés conocer el nematodo que aparece, para que una vez conocido su comportamiento biogeográfico se pueda aplicar las técnicas de control ecológico más adecuadas.

Mediante una serie de prácticas agrícolas tradicionales como la rotación de cultivos, el barbecho, los pastos y forrajes, y sobre todo a través de la selección de variedades adaptadas al medio, los agricultores en La Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha han diversificado los sistemas agrarios de modo que se han adecuado a las características ecológicas de área (Montserrat Recoder, 1992) y evitado de este modo la aparición de problemas nematológicos.

### Agradecimientos

Agradecemos al Prof. Antonio Bello sus sugerencias y comentarios; a Alicia Gala y Casimiro Martínez su colaboración y ayuda técnica; a la Comisión de Investigación Científica y Técnica (CICYT) proyecto NAT 91-0763 y al convenio de cooperación entre la Dirección de Sanidad de la Producción Agraria del MAPA y el CSIC por la ayuda financiera.

### BIBLIOGRAFÍA

- Arias, M., A. Navas, A. Bello (1985) Nematodos ectoparásitos y transmisores de virus de la familia Longidoridae. Su distribución en España continental. *Boletín del Servicio de Plagas*, 11: 275-337.
- Bello, A., J.L. Cenis, J. Fresno (1989) Nematodos formadores de nódulos (*Meloidogyne* spp. y su relación con el manejo de suelos en ambientes de clima mediterráneo continental. En *Resúmenes V Congreso Nacional de Fitopatología*, 37 p. Badajoz.
- Bello, A., M. Escuer, M. Arias (1994) Nematological problems, production systems and Mediterranean environments. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 24: 383-391.
- Bello, A., M. P. Lara (1986) Nematodos ectoparásitos de la Superfamilia Criconematoidea, Taylor, 1936 (Geraert, 1966) encontrados en España Continental. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 12: 51-93.
- Bello, A., J. Tello, A. Navas, R. Laguna, R. Meco (1990) Caracterización de los problemas fitopatológicos de origen edáfico en Castilla-La Mancha. Su interés en una ordenación Fitosanitaria. En *II Jornadas de Fitopatología: Control biológico de las enfermedades del Suelo*. Serie Jornadas Técnicas, 4, pp 149-165. Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- Bello, A., P. B. Topham, T. J. W. Alpey, A. Dale (1986) Biogeographical classification of some plant-parasitic nematode species groups in Spain. *Nematología mediterránea*, 14: 55-72.
- Esteban Barahona L. E. (1991) *Agricultura y ganadería en Ciudad Real. Siglos XIX y XX*. 163 pp. Diputación Provincial; Ciudad Real.
- Gómez Sal, A, A. Bello (1983) Planteamientos ecológicos en la explotación de los sistemas agrarios de montaña. La rotación cereal-esparceta en los montes de Teruel. *Agricultura y Sociedad*, enero-marzo: 381-421.
- Jiménez Millán, F., M. Arias, A. Bello, J. M. López Pedregal (1965) Catálogo de los nematodos fitoparásitos y periradicales encontrados en España. *Boletín Real Sociedad Española Historia Natural, Sección Biología*, 63: 47-104.
- Monserrat Recoder, P. (1992) El pasto en una vida rural revitalizada. En *XXXII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, pp 373-377. Pamplona.
- Porta, J. (1991) Agricultura sostenible y edafología. En *Comunicaciones XVIII Reunión Nacional de Suelos*, pp 7-15. Tenerife.
- Romero, M. D. (1988) *Nematodos de los cereales Heterodera avenae sus características y repercusión en los cultivos de Castilla-La Mancha*. 48 pp. Inst. de Edafología y Biología Vegetal Madrid, CSIC, y Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

ESCUER, LÓPEZ PÉREZ, ARIAS

# Nematodos depredadores del orden *Mononchida* y los agrosistemas de Castilla-La Mancha

D. Jiménez Guirado\*, S.C. Arcos\*\*, A. Bello\*\*

\*Departamento de Biología Animal, Facultad de Ciencias. Avda San Alberto Magno s/n, Universidad de Córdoba, 14004 Córdoba. \*\* Departamento de Agroecología, CCMA, CSIC. Serrano 115 dpdo, 28006 Madrid.

## RESUMEN

Los nematodos edáficos del orden *Mononchida* ofrecen un gran interés agroecológico debido a su función como depredadores en el equilibrio de los sistemas agrarios, aunque su valor en el control de los nematodos patógenos no se conoce bien, ya que por su baja frecuencia y abundancia, no se ha tenido en cuenta la elevada actividad depredadora de muchas de sus especies. Del estudio de 515 muestras de suelo de Castilla-La Mancha, 70 de ellas contenían monónquidos (13,5%), representados por diez especies que ordenados de mayor a menor presencia y frecuencia fueron: *Clarkus papillatus*, *Miconchus longicaudatus*, *Mylonchulus sigmaturus*, *My. brachyuris*, *My. subsimilis*, *My. sessus*, *Coomansus parvus*, *Iotonchus rotundicaudatus*, *Prionchulus muscorum* y *Anatonchus tridentatus*. Destaca la frecuencia de *C. papillatus*, *M. longicaudatus* y *My. sigmaturus* y su relación con algunos agrosistemas representativos de Castilla-La Mancha. Sería necesario conocer las características ecológicas de estas especies con el fin de elaborar unas prácticas culturales que favorezcan el desarrollo de las poblaciones de estas especies, dentro de un modelo de agricultura ecológica.

## INTRODUCCIÓN

En general, resulta esencial conocer los hábitos alimentarios de la fauna de nematodos para una mejor comprensión de la función de los mismos en el suelo, por ejemplo, en el reciclaje de nutrientes o en la interacción de unas especies con otras. Sin embargo, no siempre se puede delimitar de una manera precisa los hábitos alimentarios. Esto se ha observado en determinadas especies del orden *Mononchida*,

tradicionalmente consideradas como depredadoras (Yeates, 1987), y que son capaces también de alimentarse al menos parcialmente a base de bacterias y actinomicetos, de forma que incluso pueden completar su ciclo biológico sin la ingestión de otro tipo de alimento (Arpin, Kilbertus, 1981; Saur, Arpin, 1989). Por otra parte, esta información es generalmente el resultado de experiencias de laboratorio (Grootaert, Maertens, 1976; Jairajpuri, Azmi, 1978), en condiciones muy simplificadas y controladas, por lo que es difícil de extrapolar a las condiciones de campo (Yeates *et al.*, 1993). Además, en condiciones de campo la experimentación realizada al respecto ha sido menor (Azmi, 1983). Con frecuencia, en los monónquidos se observan restos de sus presas incompletamente digeridos, por lo que en muchos casos es posible conocer bastante la composición de su dieta en condiciones naturales (Small, 1987). Su régimen alimentario es polivalente y aleatorio (Bilgrami *et al.*, 1986; Small, 1987), aunque los nematodos saprófagos parecen ser sus presas más habituales, posiblemente por las facilidades -tamaño adecuado, cutícula no especialmente gruesa, número de individuos elevado- que ofrecen a la depredación. Así, algunas especies de los órdenes Tylenchida y Dorylaimida parecen ser muy resistentes a la depredación, seguramente debido al grosor de su cutícula; también lo son más los adultos, con respecto a sus correspondientes juveniles, ya que el tamaño de la presa puede ser decisivo en la eficacia o habilidad depredadora de estos nematodos. En este sentido también hay que tener en cuenta que a veces la presa no es ingerida, aunque como consecuencia de la acción depredadora puede resultar dañada y quedar expuesta a la acción de otros microorganismos. Por todo ello, unido a la elevada actividad de muchas de las especies, se ha considerado la posibilidad de usar a los monónquidos como agentes de control de nematodos fitoparásitos (Cobb, 1917; Steiner, Heinly, 1922; Thorne, 1927; Christie, 1960; Webster, 1972; Cohn, Mordechai, 1974; Small, 1979; Azmi, 1983).

Un primer paso para abordar el empleo de estos nematodos como agentes de control de otros nematodos, y favorecer sus poblaciones con el objeto de mantener o restablecer el equilibrio de la fauna edáfica, es conocer sus especies características. Este es el primer objetivo del presente trabajo, para el que se escogieron los agrosistemas más representativos de Castilla-La Mancha, en donde la información existente sobre estos nematodos es muy escasa (Bello, 1979; Zancada, Bello, 1981). No obstante, recientemente Jiménez Guirado *et al.* (1993) efectúan un análisis global de la relación existente entre las especies de monónquidos más frecuentes en España con diferentes tipos de hábitats, entre los que se encuentran los principales agrosistemas que se puede considerar más característicos de nuestro país. La fuerte asociación que presentan especies como *Clarkus papillatus*, *Mylonchulus sigmaturus* y *Anatonchus tridentatus* con las tierras agrícolas parece ser un reflejo de la importancia de esas especies en dichos hábitats. Boag *et al.* (1992) obtienen un resultado similar respecto a *A. tridentatus* en el Reino Unido.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Estudiamos 515 muestras, de las que aparecieron monónquidos en 70 de ellas. Extrajimos los nematodos con los métodos de Seinhorst (1962) o de Flegg (1967). Fijamos los ejemplares y los conservamos en F.A. 4:1 o F.G. 4:1, y los montamos para su identificación en lactofenol o glicerina anhidra.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estos fueron los agrosistemas o hábitats estudiados, siguiendo la clasificación de Jiménez Guirado *et al.* (1993), que tiene en cuenta fundamentalmente las especies vegetales donde se efectuó el muestreo:

CER. "Cereales". Generalmente amplias extensiones dedicadas al cultivo de secano de trigo (*Triticum aestivum*), cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y centeno (*Secale cereale*).

CH. "Cultivos hortícolas". Pequeñas áreas en regadío dedicadas al cultivo de especies como lechuga (*Lactuca sativa*), acelga (*Beta vulgaris* var. *cycla*), judía (*Phaseolus vulgaris*), haba (*Vicia faba*), tomate (*Lycopersicon esculentum*) y pimiento (*Capsicum annuum*).

CR. "Cultivos de regadío". Grandes extensiones, en uso alternativo como cultivo de secano, para la producción de especies como remolacha (*Beta vulgaris* var. *rapacea*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), alfalfa (*Medicago sativa*) o maíz (*Zea mays*).

FR. "Frutales". Areas medianamente extensas o pequeñas, más o menos sometidas a regadío, de nogal (*Juglans regia*), membrillo (*Cydonia oblonga*), higuera (*Ficus carica*), almendro (*Prunus amygdalus*), melocotonero (*Prunus persica*) y peral (*Pyrus communis*).

GAR. "Garbanzo". Ciertas extensiones dedicadas al cultivo de esta legumbre (*Cicer arietinum*).

OLI. "Olivo". Grandes áreas empleadas en el cultivo de esta característica especie mediterránea (*Olea europaea*).

PR. "Prados y pastizales". Zonas sometidas al ganado, donde resultan favorecidas diversas especies de leguminosas y gramíneas, entre otras.

VID. "Viñedos". También grandes extensiones, en este caso de *Vitis vinifera*.

Los resultados del análisis de correspondencias efectuado con los datos de la Tabla 1 están representados en la Figura 1 para los dos primeros ejes. El eje I explica el 39,9% de la variación; las variables CH (33,3%) y CR (22,1%) por un lado y CER (28,7%) por otro son las que poseen una mayor contribución a dicho eje. Se observa una localización claramente opuesta entre los hábitats más húmedos y los que corresponden a unas condiciones de secano. Por tanto este eje representa bastante fiablemente un gradiente de humedad que disminuye hacia la parte izquierda



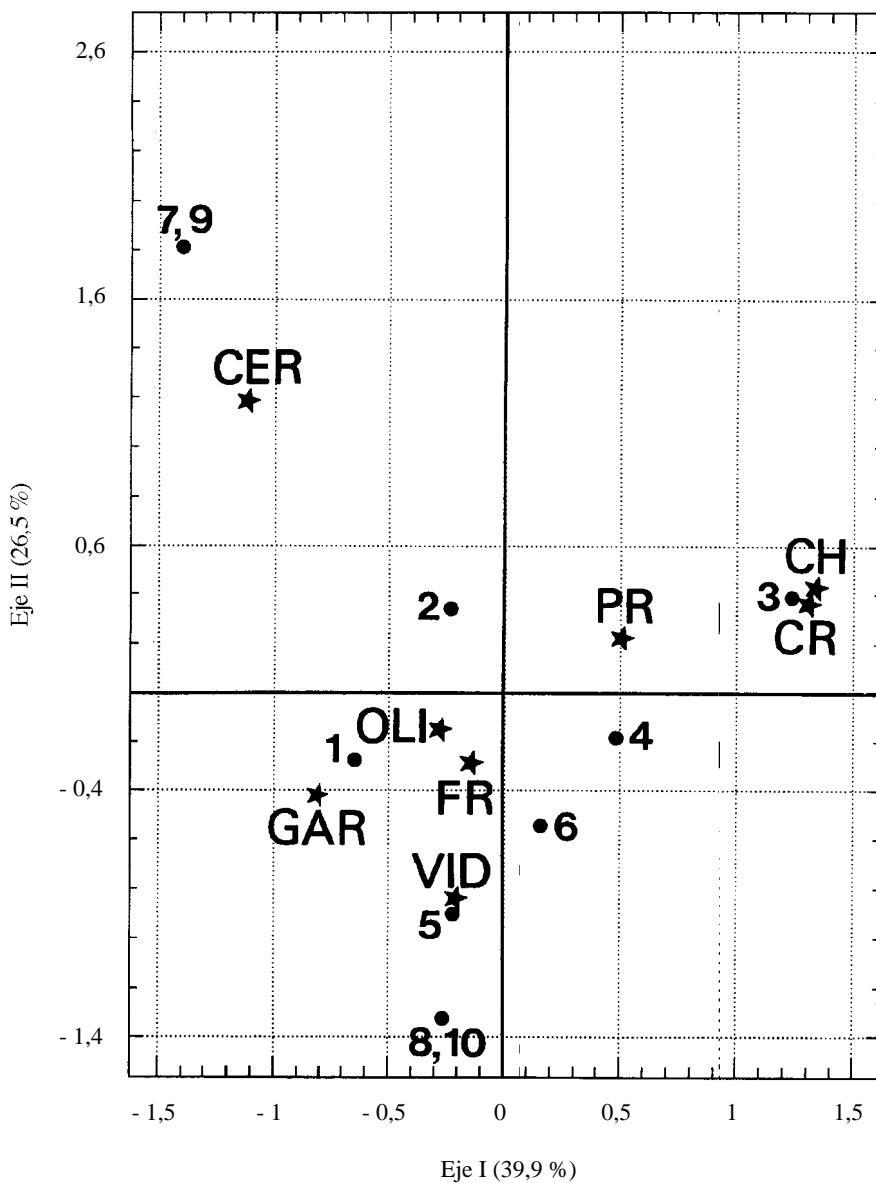


Figura 1. Resultado del análisis de correspondencias y su representación en el plano definido por los dos primeros ejes. Abreviaturas de los habitats y números indicando las especies como en la Tabla 1.

Tabla 1. Presencia y frecuencia de las especies del orden monónquidos encontradas en los grandes hábitats estudiados, ordenadas de mayor a menor.

Especies	Habitats*							
	CH	FR	CR	VID	OLI	GAR	CER	PR
1. <i>Clarkus papillatus</i>	0	55	0	53	33	67	42	0
2. <i>Miconchus longicaudatus</i>	0	22	0	6	17	0	25	34
3. <i>Mylonchulus sigmaturus</i>	75	18	50	6	0	0	0	33
4. <i>Mylonchulus brachyuris</i>	21	18	17	22	20	0	0	0
5. <i>Mylonchulus subsimilis</i>	0	24	0	26	0	0	0	0
6. <i>Mylonchulus sessus</i>	0	0	0	25	0	0	0	22
7. <i>Coomansus parvus</i>	0	0	0	0	0	0	31	0
8. <i>Iotonchus rotundicaudatus</i>	0	0	0	30	0	0	0	0
9. <i>Prionchulus muscorum</i>	0	0	0	0	0	0	21	0
10. <i>Anatonchus tridentatus</i>	0	0	0	4	0	0	0	0

\* (CER) cereales, (CH) cultivos hortícolas, (CR) cultivos de regadío, (FR) cultivos frutales, (GAR) garbanzo, (OLI) olivo, (PR) prados y pastizales y (VID) viñedos.

Bibliografía: 1 (Bastian, 1865; Jairajpuri, 1970); 2 (Jiménez Guirado, Peña Santiago, Castillo, 1993); 3 (Cobb, 1917; Altherr, 1952); 4 (Bütschli, 1873; Altherr, 1953); 5 (Cobb, 1917; Meyl, 1957); 6 (Jairajpuri, 1982); 7 (De Man, 1880; Jairajpuri et Khan, 1977); 8 (Peña Santiago, Jiménez Guirado, 1991); 9 (Dujardin, 1845; Wu et Hoeppli, 1929); 10 (De Man, 1876; de Coninck, 1939)

de la figura. Las especies que muestran una mayor contribución a la varianza explicada por el mismo son: *My. sigmaturus* (53,4%), *C. papillatus* (20,3%) y *C. parvus* (11,7%). *My. sigmaturus* aparece muy asociada a los cultivos desarrollados en condiciones de elevada humedad (CH y CR); *C. papillatus* se encuentra en una zona intermedia de la representación, aunque quizás más asociada a cultivos de secano (GAR y OLI) que a frutales (FR); por el contrario, *C. parvus* se encuentra asociada al cereal (CER).

El eje II explica el 26,5% de la varianza, por lo que el total de los dos primeros ejes es el 66,4%. La variable CER (48,0%) por un lado y la VID (36,3%) por otro constituyen las de mayor contribución a este eje, el cual parece representar un gradiente que opone el cultivo cerealista a los restantes considerados en este estudio. Posiblemente un análisis en profundidad de las características edáficas de unos y otros hábitats permitiría clarificar este gradiente. Las especies con mayor contribución relativa al eje son *C. parvus* (29,6%), *P. muscorum* (20,0%), *I. rotundicaudatus* (14,9%) y *My. subsimilis* (11,5%). Las dos primeras resultan asociadas a los hábitats cerealistas, mientras que las otras dos se asocian más con los viñedos. Según los resultados obtenidos antes (Jiménez Guirado *et al.*, 1993) *My. sigmaturus* y *C. papi-*

*llatus* en nuestro país son especies asociadas a las tierras cultivadas, la primera más en relación con cultivos hortícolas y frutales y la segunda más con los cultivos de secano. De este análisis resulta que en la región de Castilla-La Mancha estas especies se comportan de modo ecológicamente similar. Además, ambas se presentan con frecuencias elevadas, lo cual refuerza los resultados. En *C. parvus* y *P. muscorum* surge una discordancia fuerte, ya que aparecen asociadas al cultivo de cereales, mientras que en el conjunto de todo el país lo hacen respecto a los hábitats forestales naturales o seminaturales y, por tanto, relativamente poco a los agrosistemas (Jiménez Guirado *et al.*, 1993). Esto es explicable si tenemos en cuenta que los hábitats poco o nada transformados no son contrastados aquí, y también que estas especies presentan unas frecuencias bajas, por lo que no debe sobrevalorarse el resultado del análisis. En este sentido resulta de interés el que *A. tridentatus* también muestre unas frecuencias bajas, al igual que *I. rotundicaudatus*, *My. subsimilis* y *My. sessus*, por lo que su relación con los cultivos de la zona es poco significativa. *M. longicaudatus*, aunque presenta una frecuencia alta, no aparece asociada significativamente a un cultivo en concreto, pero al igual que *C. papillatus* se muestra localizada, dentro de la Figura 1, en la zona de situación de buena parte de los cultivos de secano. Por último, *My. brachyuris* se ha encontrado en los cultivos de huerta, frutales, de regadío, viñedo y olivar, y falta en los restantes, pero su asociación a alguno de ellos no ha resultado ser significativa.

En definitiva, cabe esperar de *C. papillatus*, por su elevada frecuencia y fuerte asociación a determinados hábitats, pueda ser de interés el favorecer sus poblaciones dentro de un contexto que pretenda la recuperación de los componentes edáficos de los agrosistemas de secano de Castilla-La Mancha, donde también es frecuente *M. longicaudatus*, aunque el grado de asociación es mucho más bajo que en el caso anterior. Esta valoración es también una consecuencia directa de la gran extensión de terreno dedicada a este tipo de cultivo. Por lo que respecta a las otras especies, los resultados son poco significativos, excepto para *My. sigmaturus*, que resulta asociada a los cultivos hortícolas y de frutales.

## CONCLUSIONES

La acción depredadora de los nematodos edáficos del orden Mononchida destaca por su interés para mantener el equilibrio en los sistemas agrarios.

En los agrosistemas de Castilla-La Mancha *Clarkus papillatus*, *Miconchus longicaudatus* y *Mylonchulus sigmaturus* son las especies que presentan mayor presencia y frecuencia. *Clarkus papillatus* resulta asociada a cultivos de secano (garbanzo, olivar). *Miconchus longicaudatus* también se relaciona con cultivos de secano, pero no se muestra directamente asociada a alguno de ellos. *Mylonchulus sigmaturus* aparece asociada a los cultivos desarrollados en condiciones de elevada humedad

(hortícolas y en general de regadío). *Mylonchulus brachyuris* aparece por igual en los cultivos de huerta, frutales, regadío, viñedo y olivar, y no aparece en garbanzo, cereal ni prados.

En los agrosistemas de Castilla-La Mancha, *Coomansus parvus* y *Prionchulus muscorum* se han encontrado relacionados con los cereales; *Iotonchus rotundicaudatus* y *Mylonchulus subsimilis* con los viñedos. Pero en estas especies, junto con *Anatonchus tridentatus* y *Mylonchulus sessus*, por su baja frecuencia, la asociación con los cultivos es poco significativa, aunque se han encontrado, en general, en la Península Ibérica, en relación con los habitats naturales.

Potencialmente, es de interés en agricultura ecológica favorecer el desarrollo de las poblaciones de los nematodos depredadores del orden Mononchida en los cultivos, a través de técnicas agronómicas, en especial las que están relacionadas con la humedad y con el contenido en materia orgánica de los suelos.

### Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado dentro de los proyectos DGICYT n° PB92-0121 (Fauna Ibérica III) y CICYT n° NAT91-0763 (Nematofauna de Ecosistemas Mediterráneos).

### BIBLIOGRAFÍA

- Arpin, P., G. Kilbertus (1981) Ultrastructure du contenu digestif et de l'épithélium intestinal chez quelques nématodes prédateurs (Mononchida) et bactériophages. *Rev. Nématol.*, 4: 131-143.
- Azmi, M.J. (1983) Predatory behaviour of nematodes I. Biological control of *Helicotylenchus dihystera* through the predacious nematodes, *Iotonchus monhystera*. *Indian J. Nematol.*, 13: 1-8.
- Bello, A. (1979) Nematodos encontrados en los suelos de la provincia de Toledo. *Anal. Edaf. Agrob.*, 38: 1.765-1.784.
- Bilgrami, A.L., I. Ahmad, M.S. Jairajpuri (1986) A study of the intestinal contents of some mononchs. *Rev. Nématol.*, 9: 191-194.
- Boag, B., R.W. Small, R. Neilson, J.H. Gauld, L. Robertson (1992) The Mononchida of Great Britain: Observations on the distribution and ecology of *Anatonchus tridentatus*, *Truxonchus dolichurus* and *Miconchoides studeri* (Nematoda). *Nematologica*, 38: 502-513.
- Christie, J.R. (1960) Biological Control-Predaceous Nematodes. En *Nematology: fundamentals and recent advances with emphasis on plant parasitic and soil forms* (J.N. Sasser, W.R. Jenkins, eds.). Univ. of N. Carolina Press; Chapel Hill.
- Cobb, N.A. (1917) The mononchs: a genus of free-living predatory nematodes. *Soil Sci.*, 3: 431-486.
- Cohn, E., M. Mordechai (1974) Experiments in suppressing citrus nematode populations by use of a marigold and a predacious nematode. *Nematol. mediterr.*, 2: 43-53.

- Flegg, J.J.M. (1967) Extraction of *Xiphinema* and *Longidorus* species from soil by a modification of Cobb's decanting and sieving technique. *Ann. appl. Biol.*, 60: 429-437.
- Grootaert, P., D. Maertens (1976) Cultivation and life cycle of *Mononchus aquaticus*. *Nematologica*, 22: 173-181.
- Jairajpuri, M.S., M.I. Azmi (1978) Some studies on the predatory behaviour of *Mylonchulus dentatus*. *Nematol. mediterr.*, 6: 205-212.
- Jiménez Guirado, D., R. Peña Santiago, M. Arias, A. Bello (1993) Ecology of mononchid nematodes from Spain. Relationships between species and habitats. *Fundam. appl. Nematol.*, 16: 315-320.
- Saur, É., P. Arpin (1989) Ultrastructural analysis of the intestinal contents of *Clarkus papilla* - *tus* (Nemata: Mononchina): ecological interest of the survey. *Rev. Nématol.*, 12: 413-422.
- Seinhorst, J.W. (1962) Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil. *Nematologica*, 8: 117-128.
- Small, R.W. (1979) The effects of predatory on populations of plants parasitic nematodes in pots. *Nematologica*, 25: 94-103.
- Small, R.W. (1987) A review of the prey of predatory soil nematodes. *Pedobiologia*, 30: 179-206.
- Steiner, G., H. Heinly (1922) The possibility of control of *Heterodera radicolica* and other plant injurious nemas by means of predatory nemas specially by *Mononchus papillatus* Bastian. *J. Wash. Acad. Sci.*, 12: 367-385.
- Thorne, G. (1927) The life history, habits and economic importance of some mononchs. *J. Agric. Res.*, 34: 265-286.
- Webster J.M. 1972. Nematodes and biological control. En *Economic Nematology* (J.M. Webster, ed.). Academic Press; New York.
- Yeates, G.W. (1987) Significance of developmental stages in the co-existence of three species of Mononchoidea (Nematoda) in a pasture soil. *Biol. Fert. Soils*, 5: 225-229.
- Yeates, G.W., T. Bongers, R.G.M. de Goede, D.W. Freckman, S.S. Georgieva (1993) Feeding Habits in Soil Nematode Families and Genera - An Outline for Soil Ecologists. *J. Nematol.*, 25: 315-331.
- Zancada, M.C., A. Bello (1981) Nematodos encontrados en los suelos de la provincia de Guadalajara. *Anal. Edaf. Agrob.*, 40: 489-499.

# Prácticas culturales para una citricultura ecológica en la Comunidad Valenciana

M.A. Pastrana\*, A. García\*\*, A. Bello\*

\* *Departamento de Agroecología, Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC. c/ Serrano 115 Dpto, 28006 Madrid.* \*\* *Regadíos y Energía de Valencia, S.A. (REVA). Ctra. N-III, km 326, 46190 Ribarroja (Valencia)*

## RESUMEN

En suelos donde antes había cítricos, al repetir su plantación se producen problemas de “cansancio de suelo” que afectan a los nuevos cítricos. Los naranjos presentan un crecimiento pobre y lento, vigor reducido y pueden llegar a morir. Estos síntomas están asociados a la presencia en el suelo y en la raíz del nematodo fitoparásito *Tylenchulus semipenetrans* Cobb. Evaluamos la efectividad de distintas alternativas de manejo del suelo en el control de *T. semipenetrans*, sobre plantaciones de naranjo después del cultivo de frutales, en nuevas plantaciones sobre suelos procedentes de latransformación de áreas con vegetación natural, y sobre suelos donde antes se había plantado naranjos, teniendo en cuenta el sistema de riego. Las poblaciones del nematodo son muy bajas en la parcela donde los suelos proceden de áreas naturales, no son excesivamente altas en las que antes tenían otros frutales, y se presentan los problemas de cansancio de suelo en las que habían tenido cítricos. Estos resultados son interesantes para el desarrollo de la citricultura ecológica.

## INTRODUCCIÓN

El término “replantación” hace referencia a la repetición del cultivo de una especie vegetal o de especies muy próximas en un lugar determinado (Savory, 1966). Se han considerado cuatro factores como causas de los problemas de replantación: alteraciones nutricionales; elaboración de toxinas por la planta, o producidas por acción microbiana sobre restos de las antiguas plantaciones; degradación del suelo debido a prácticas culturales y la acción de patógenos. Es característico que las plantas afectadas presenten menor desarrollo, su vigor disminuya y en general sean menos longevas. Dentro de los factores causantes de los problemas de replantación, es bien conocido el hecho de que la repetición de cultivos

implica un considerable desarrollo de sus propios parásitos, que influyen de modo negativo sobre la producción, siempre que la segunda plantación se haga antes de que se haya reestablecido el equilibrio biológico (Durán, 1975).

Dentro de los patógenos en el caso de cítricos, destaca *Tylenchulus semipene-trans* Cobb, que puede ser responsable de la etiología que presentan las plantas afectadas por "cansancio de suelo". Este nematodo semiendoparásito ha sido estudiado en España por Alvira (1974) y Bello *et al.* (1985 y 1986a,b). Hassan *et al.* (1989) demuestran que el crecimiento en semilleros de naranjo amargo sobre suelos cuyo cultivo anterior fue cítricos, es bastante más reducido si se compara con el que presentan los semilleros en suelos vírgenes o aquéllos cuyo cultivo anterior no fue de cítricos. Además el índice de daño en raíz de naranjos instalados sobre suelos donde anteriormente no hubo cítricos, y en suelos vírgenes, es menor que en el caso de suelos con replantación de cítricos.

Ante este problema, encontramos una serie de publicaciones que presentan como alternativa el uso de nematicidas (Martin, 1948; Baines *et al.*, 1956; O'Bannon y Tarjan, 1973; Timmer, 1977 y 1985; Timmer y French, 1979; Burger y Small, 1983; Davis y Wilhite, 1985; Lo Giudice *et al.* 1990; y Philips, 1993), que en la mayoría de los casos no resuelve el problema, sino que agudiza aún más el "cansancio de suelo" siendo además una alternativa costosa, cuyas implicaciones a largo plazo en el ambiente pueden ser imprevisibles.

En el clima cálido y árido de Arizona, Reynolds y O'Bannon (1963) que la replantación de plantas jóvenes tiene un crecimiento similar tanto en parcelas fumigadas como en las no fumigadas, consideraron que el control en las parcelas no tratadas se debe a la alta temperatura alcanzada en el suelo por la falta de sombra en los árboles jóvenes.

La necesidad de un análisis de los problemas que surgen con la replantación y sus posibles soluciones desde el punto de vista de la agricultura ecológica, tratando de encontrar técnicas menos impactantes, que permitan sustituir o reducir el uso de productos químicos. Para ello investigamos otras alternativas basadas en el manejo del suelo como elemento clave para controlar las poblaciones de nematodos, con el fin de mejorar el sistema de gestión del cultivo dentro del área mediterránea, y más concretamente en la Comunidad Valenciana, cuya agricultura se fundamenta principalmente en los cultivos de cítricos.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Realizamos el estudio en Llano de Cuart (Valencia), en una finca de cerca de 1.000 ha, que presenta zonas con problemas de cansancio de suelo, sobre todo en las plantaciones establecidas en antiguos huertos de cítricos que ocupan la extensión mayor, así como nuevos cultivos sobre suelos de frutales que tienen una buena rep-

resentación. Además dispone de una parcela con plantaciones sobre suelo natural.

Realizamos el muestreo en parcelas elegidas al azar (Tabla 1). En el caso de replantación escogimos cinco parcelas: Aldamar, Santo Domingo, Torremar y Rey I parcelas 19 y 38 (según la fecha de implantación del gotero en el sistema de riego). Antes de plantar los naranjos en la parcela nº 38, se trató con bromuro de metilo y se cultivó fresón durante dos años. En la parcela Torremar se añadió suelo procedente de un antiguo cultivo de naranjos, y por ello se considera como replantación. La edad de los árboles oscila entre 4 y 7 años según la parcela.

En las plantaciones de cítricos sobre suelo procedente de antiguas plantaciones de frutales, elegimos tres parcelas: Aldamar, Poyo y Sto Domingo, con edades de los árboles de 7 y 14 años.

Por último estudiamos la parcela Torremar sobre suelo procedente de áreas con vegetación natural, con árboles de 6 años.

El sistema de riego implantado en la finca es el goteo, y estudiamos el efecto que sobre las poblaciones del nematodo puede tener la instalación de goteros con una diferencia de tres años, para lo cual tomamos muestras de raíces en las zonas de goteros nuevos y viejos en las parcelas de Rey I nº 19 y 38.

Tabla 1. Población media de *T. semipenetrans* según alternativas de cultivo y parcelas

Alternativa	Parcela (P.)	Edad (años)	Nº de muestras	Suelo (100 cc)		Raíz (10 g)
				Juveniles	Juveniles	♀♀
Replantación						
Cultivos de 6 y 7 años						
	Aldamar	7	10	–	15.865	141
	Santo Domingo	7	5	2.189	11.758	64
	Torremar	6	10	–	13.534	59
Cultivos de 4 años						
Rey I (P. 19)						
	Gotero Nuevo	4	10	–	12	0
	Gotero Viejo	4	10	–	1	0
Rey I (P. 38)						
	Gotero Nuevo	4	10	–	16	1
	Gotero Viejo	4	10	–	19	3
Suelo frutales						
	Aldamar	7	10	409	2.519	202
	Poyo	14	10	43	–	–
	Santo Doingo	7	10	22	–	–
Suelo natural						
	Torremar	6	10	–	1	0



Tomamos muestras de suelo de la parcela en replantación de Santo Domingo y en los cultivos que antes tuvieron frutales, haciéndose el recuento sólo de juveniles. En el resto de las parcelas tomamos muestras de raíces secundarias, dado que nos permite establecer con mayor rapidez las poblaciones del nematodo que con las muestras de suelo. Tomamos las muestras en la "zona de goteo" del árbol, aproximadamente a un metro del tronco y a 20 cm de profundidad. Para el análisis utilizamos 10 g de raíces secundarias y 100 cc del suelo que las rodea. Tomamos en general 10 muestras por parcela menos en la parcela de Santo Domingo en replantación, que por corresponder a un estudio de la fenología del nematodo, sólo tomamos cinco muestras de suelo y raíz consideradas representativas (Duncan *et al.*, 1989).

Para la extracción de los nematodos utilizamos el método de centrifugación en azúcar (Nombela y Bello, 1983). Para el estudio de la raíz, separamos la fracción perirradicular lavándola. Al ser ectoparásitas las larvas de *T. semipenetrans*, pueden proporcionar suficiente información sobre el estado de infectividad de la raíz. A continuación, para la extracción de la fracción radicular trituramos las raíces, después de cortarlas en fracciones de unos 5 cm. Para evaluar las diferencias entre las poblaciones sometidas a las distintas alternativas de manejo, aplicamos como estadística la T de Student para distinto número de muestras.

## RESULTADOS

En la Tabla 1 se recogen los valores medios de individuos encontrados para las distintas alternativas de cultivo y parcelas estudiadas. A partir de aquí comparamos las medias de las poblaciones de *T. semipenetrans*, según la edad del cultivo y el sistema de manejo: suelos de replantación, suelo de frutales, suelo natural o la época de instalación del gotero.

Los valores medios de juveniles y hembras en la raíz (Tablas 1 y 2) para los cultivos de cuatro años de edad, sometidos a replantación en las parcelas 19 y 38, pertenecientes al huerto de Rey I (6-17 juveniles, 0-2 ♀♀), son mucho más bajos que en el resto de las parcelas sometidas a replantación y con una edad comprendida entre los 6 y 7 años, Torremar con seis años (13.534 juveniles y 59 ♀♀), Aldamar (15.865 juveniles y 141 ♀♀) y Santo Domingo (11.758 juveniles y 64 ♀♀) con 7 años. No hay diferencia entre las parcelas con una edad de 6 y 7 años, pero existe un nivel de significación muy alto entre las poblaciones de Rey I y las poblaciones encontradas en Aldamar, Santo Domingo y Torremar, tanto en juveniles como hembras en raíz (Tabla 2). Estos resultados indican que las poblaciones de *T. semipenetrans* en las parcelas de cuatro años de edad presentan valores medios similares a los encontrados en suelos naturales (Tabla 3).

En el estudio del efecto del sistema de manejo sobre las poblaciones de *T. semipenetrans* (Tabla 3), encontramos en el suelo diferencias altamente significati-

Tabla 2. Efecto de la edad de la planta sobre las poblaciones de *T. semipenetrans* en la raíz en cultivos de replantación

Caracterist.	(1)Rey I (P. 19)	(2)Rey I (P. 38)	(3)Torrem. y Sto.Dom.	(4)Aldam.	Parcelas comparadas	Sign. entre parcelas(a) Juveniles	♀♀
Edad (años)	4	4	6	7	(1), (2)	N.S.	N.S.
Nº muestras	20	20	10	15	(1), (3)	***	***
X juveniles	6	17	13.534	14.496	(1), (4)	***	***
X ♀♀	0	2	59	116	(3), (4)	N.S.	N.S.

(a) Diferencias significativas entre parcelas: \*  $P < 0.05$  ; \*\*  $P < 0.01$ ; \*\*\*  $P < 0.005$

Tabla 3. Efecto del sistema de manejo sobre las poblaciones de *T. semipenetrans*

Características	(1)Repl.	(2)Suelo Frutales	(3)Suelo Natural	(4)Gotero Nuevo	(5)Gotero Viejo	Compar. s. manejo	Sign.s.manejo(a) Suelo	Raíz	♀♀
							Juv.	Juv.	♀♀
Nº muestras suelo	5	30	-	-	-	(1), (2)	***	***	NS
Nº muestras raíz	25	10	10	20	20	(1), (3)	-	***	***
X juv. (suelo)	2.189	58	-	-	-	(2), (3)	-	***	**
X juv. (raíz)	14.112	2.519	1	14	10	(4), (5)	-	NS	NS
X ♀♀ (raíz)	92	202	0	0	2	(3), (4+5)	-	NS	NS

(a) Diferencias significativas entre parcelas: \*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ ; \*\*\*  $P < 0.005$ .

vas entre las altas poblaciones en el suelo (2.189 juveniles) y raíz (14.112 juveniles) que presentan los cultivos en replantación y las poblaciones más bajas en suelos en cultivos sobre suelo de frutales (158 juveniles) y en la raíz (2.519 juveniles), así como en los cultivos sobre suelos naturales con poblaciones muy bajas en la raíz (1 juvenil, ausencia de hembras). Estos resultados nos confirman que el manejo del suelo es importante en el control de las poblaciones del nematodo.

Los valores medios de hembras encontrados en suelos de frutales (202/10 g) en Aldamar (Tablas 1 y 3) son mayores que la media de hembras que hay en cultivos de suelos de 6 y 7 años en replantación (92/10 g), sin que existan entre ellas diferencias significativas.

En cuanto al efecto del tiempo de instalación de los goteros sobre la población del nematodo (Tabla 3) observamos que el número de individuos que aparecen en goteros de reciente instalación (14 juveniles, ausencia de hembras) es similar a los que encontramos en aquéllos que llevan tres años instalados (10 juveniles y 2 ♀♀).

## DISCUSIÓN

Varios autores han comprobado que los suelos donde se ha cultivado cítricos con anterioridad presentan unas densidades de población de *T. semipenetrans* muy elevadas (Bello *et al.*, 1985). La medida de tratar químicamente el suelo, en la mayoría de los casos hace disminuir la población y los efectos de la replantación. Estos efectos son similares a los que se obtenían en semilleros que crecían en suelos que no habían estado plantadas de cítricos y suelos vírgenes (Martin, 1948), llegándose a considerar, el cansancio de suelo como sinónimo de suelo tratado (Martin, 1960). Con ello se demuestra el interés que tiene la utilización de suelos que antes no habían tenido cítricos, para controlar los problemas relacionadas con la replantación.

En relación con el cansancio de suelo, Savory (1966) cita que es una técnica tradicional entre los cultivadores de fresa ingleses, la aportación de una pequeña cantidad de suelo “nuevo”, en zonas de replantación para proporcionar un crecimiento normal a la planta, hecho que se confirma en nuestro trabajo en los suelos procedentes de la transformación de áreas con vegetación natural, puesto que las poblaciones de nematodos que encontramos en estos suelos son prácticamente nulas.

En el caso de cítricos plantados sobre suelo de frutales, se trata de una verdadera rotación de cultivos. Los nematodos que podrían permanecer en el suelo procedentes del cultivo anterior no afectan a la nueva plantación de cítricos, en comparación con lo que ocurre en las plantaciones establecidas en replantación, y las plantas pueden presentar un crecimiento entre 50% y 175% mayor que las que están cultivadas sobre suelos donde se han cultivado cítricos durante un largo período de tiempo (Martin, 1948). Por otra parte observamos que hay un mayor número de hembras en el suelo de frutales que en suelos en replantación, lo cual contrasta con los juveniles, significativamente más numerosos en los suelos en replantación. Esto se podría explicar teniendo en cuenta que las raíces, cuando están muy infestadas, pueden encontrarse en estado de putrefacción y es más difícil la extracción de las hembras por centrifugación. Por otro lado es probable que las infestaciones encontradas en cultivos de cítricos sobre antiguos suelos de frutales, tengan su origen en plantas infestadas procedentes de viveros o a través de aperos o maquinaria, lo cual provocaría contaminaciones por nematodos muy rápidas (Martin, 1960; Durán, 1975; y Pinochet *et al.*, 1992).

Son interesantes las diferencias observadas entre las medias de las poblaciones encontradas en los cultivos sometidos a replantación, muy bajas en los cultivos de cuatro años si se comparan con los de 6 y 7 años. Esto puede ser el resultado de un control ambiental ejercido sobre las poblaciones de *T. semipenetrans*, que disminuyen en las plantas jóvenes debido a la falta de sombra, lo que permite un aumento de la temperatura en el suelo (Reynolds y O'Bannon, 1963).

En cuanto a la influencia de la edad de implantación de los goteros sobre las poblaciones de *T. semipenetrans*, según los datos obtenidos no podemos considerar-

la de interés, ya que las poblaciones de las parcelas estudiadas en Rey I son muy bajas debido a que se trata de cultivos jóvenes de cuatro años, con un número bajo de juveniles (1-19) y hembras (0-3) en 10 g de raíz.

Por último, no es muy representativo el número de hembras extraídas de la raíz por el método de centrifugación (Nombela y Bello, 1985), por lo que esos resultados no deben tenerse en cuenta, debiéndose poner a punto métodos de recuento directo.

## CONCLUSIONES

- Confirmamos el interés de los nematodos ectoparásitos específicos de los cítricos *T. semipenetrans*, como uno de los factores causantes de los problemas de replantación y cansancio de suelo en la Comunidad Valenciana, al mismo tiempo que se proponen alternativas de control dentro de los planteamientos de la agricultura ecológica.
- Las diferencias en cuanto a número promedio de hembras y juveniles que hallamos en cada una de las situaciones, se deben fundamentalmente a las distintas formas de manejo del suelo. La plantación en suelos procedentes de transformación de áreas con vegetación natural, presenta un marcado control de las poblaciones del nematodo de los cítricos.
- Las plantaciones sobre frutales presentan poblaciones de *T. semipenetrans* en general muy bajas, aunque hay que tenerlas en cuenta porque en el futuro pueden dar lugar a problemas fitonematológicos. Por ello es necesario adoptar medidas de control en viveros, aperos y maquinaria utilizada, puesto que éstos pueden ser una de las vías de entrada de *T. semipenetrans* en el campo.
- Las poblaciones son bajas en las parcelas elegidas para el estudio de la influencia de la época de instalación de los goteros, lo que se debe fundamentalmente a que el cultivo es reciente. Ello nos indica la existencia de un posible control ambiental, como consecuencia de la alta temperatura del suelo alcanzado por la falta de sombra en las plantas jóvenes. Igualmente, este efecto no nos permite establecer diferencias entre las poblaciones edáficas y la época de instalación de los goteros.
- Convendría revisar las técnicas de valoración de las hembras de *T. semipenetrans* en la raíz, y la elaboración y puesta a punto de métodos directos de recuento.

## Agradecimientos

A los Dres. Escuer, González y Rey por su colaboración, A. Gala y C. Martínez por su ayuda técnica. Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto CICYT Nº NAT91-0763 (Nematofauna de Ecosistemas Mediterráneos).

**BIBLIOGRAFÍA**

- Alvira, P. (1974) El nematodo de los cítricos *Tylenchulus semipenetrans* Cobb en España. *An. Edafol. Agrobiol.*, 33: 1003-1012.
- Baines, R.C., F.J. Foote, J.P. Martin. (1956) Fumigate soil before replanting to control citrus nematode. *Calif. Citrog.*, 41: 427, 448-451.
- Bello, A., A. Navas, C. Belart (1986a) El nematodo de los cítricos (*Tylenchulus semipenetrans*) sus características biológicas e interés agronómico. *Levante Agrícola*, 269-70: 149-156.
- Bello, A., A. Navas, C. Belart (1986b) Nematodes of citrus-groves in the Spanish Levante. Ecological study focused to their control. En *Integrated Pest Control in citrus-groves. Proceedings of Experts Meeting. Acireale, 26-29 March 1985* (R. Cavalloro, E. di Martino, eds) pp 217-226. A.A. Balkema; Rotterdam.
- Bello, A., A. Navas, C. Belart, P. Alvira (1985) *Nematodos de los cítricos*. 222 pp. Publicaciones del Excmo. Ayuntamiento de Castellón de la Plana.
- Burger, W.P., J.G.C. Small (1983) Allelopathy in citrus orchards. *Scientia Horticulturae*, 20: 361-375.
- Davis, R.M., J. Wilhite (1985) Control of *Tylenchulus semipenetrans* on citrus with fenamiphos and oxamyl. *Plant Disease*, 69: 974-976.
- Duncan, L.W., J.J. Ferguson, R.A. Dunn, J.W. Noling (1989) Application of Taylor's Power Law to sample statistics of *Tylenchulus semipenetrans* in Florida citrus. *Supplement to Journal of Nematology*, 21: 707-711.
- Duran, S. (1975) *Replantación de frutales*. 321 pp. Editorial Aedos; Barcelona.
- Lo Guidice, V., A. Ciancio, S. Landriscina, F. Lamberti (1990) Effect of nematicidal treatments on population densities of *Tylenchulus semipenetrans*. *Nematol. medit.*, 18: 123-125.
- Hassan, M.S., A.H. El-Behadli, S.I. Alsaadawi (1989) Citrus replant problem in Iraq: I. Possible role of soil fungi and nematodes. *Plant and Soil*, 116: 151-155.
- Martin, J.P. (1948) Effect of fumigation, fertilisation and various other soil treatments on growth of orange seedlings in old citrus soil. *Soil Sci.*, 66: 273-288.
- Martin, J.P. (1960) Fungi and nematodes in South African citrus orchard soils in relation to the citrus replant problem. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.*, 24: 469-472.
- Martin, J.P., J.O. Ervin (1958) Greenhouse studies on influence of other crops and of organic materials on growth of orange seedlings in old citrus soils. *Soil Sci.*, 85: 141-147.
- Nombela, G., A. Bello (1983) Modificación al método de extracción de nematodos fitoparásitos por centrifugación en azúcar. *Boletín del Servicio de Defensa contra Plagas e Inspección Fitopatológica*, 9: 183-189.
- O'Bannon, J.H., A.C. Tarjan (1973) Preplant fumigation for citrus nematode control in Florida. *J. Nematol.*, 5: 88-89.
- Philips, I. (1993) Control of the citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans* in established grapefruit orchards of Cyprus. *Nematol. medit.*, 21: 63-66.
- Pinochet, J., A. Bello, R. Rodríguez-Kabana (1992) Nematodos en viveros de frutales y cítricos. Su introducción, dispersión y control. *Fruticultura Profesional*, 44: 55-61.
- Reynolds, H.W., H. O'Bannon (1963) Factors influencing the citrus nematode and its control on citrus replant in Arizona. *Nematologica*, 9: 337-340.
- Savory, B.M. (1966) *Specific replant diseases. Research Review No. 1*. 64 pp. Comm. Bur.

- Hort. Plant. Crops. Comm. Agric. Bur. Farham Royal.
- Timmer, L.W. (1985) Biology and control of the citrus nematode. *Nematología Brasileira*, 9:43-52.
- Timmer, L.W. (1977) Control of citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans* on fine-texture soil with DBCP and oxamyl. *J. Nematol.*, 9: 45-50.
- Timmer, L.W., J.V. French (1979) Control of *Tylenchulus semipenetrans* on citrus soil with aldicarb, oxamyl and DBCP. *J. Nematol.*, 11: 387-394.

# Control físico y biológico de la rizomanía de la remolacha azucarera

P. García Benavides\*, E. Monte\*\*

\* *Centro Regional de Diagnóstico de Aldearrubia, Junta de Castilla y León, Apartado 61, 37080 Salamanca.* \*\* *Departamento de Microbiología y Genética, Universidad de Salamanca.*

## RESUMEN

En una tierra franco-arcillosa de la provincia de Salamanca, afectada por rizomanía, enfermedad de la remolacha azucarera producida por el virus de las nervaduras amarillas y necróticas (BNYVV), un furovirus que transmite el hongo edáfico *Polymyxa betae* Keskin, hemos experimentado la solarización contra la enfermedad, con un diseño en campo de bloques al azar con seis repeticiones, para comparar métodos tradicionales con otros que aprovechan la energía del sol con el fin de aumentar la temperatura de la tierra mediante un acolchado de polietileno. Para evaluar el inóculo presente en las muestras de tierra antes y después de los tratamientos, tomamos 80 catas de tierra de la capa de cultivo de cada parcela elemental sobre un mismo punto previamente marcado, de un metro cuadrado de superficie. Mediante una prueba de plantas cebo y la técnica inmunoenzimática Elisa-DAS, detectamos la presencia y cantidad de virus transmitido por *P. betae* a la remolacha. El estudio estadístico revela la mayor eficacia de la solarización con doble lámina de polietileno transparente, y la reducción de la presencia del BNYVV en la tierra hasta niveles indetectables por el método Elisa.

## INTRODUCCIÓN

La rizomanía es una enfermedad de la remolacha azucarera producida por el virus de las nervaduras amarillas y necróticas (Beet Necrotic Yellow Vein Virus, BNYVV), un furovirus de genoma fragmentado y multiparticulado, que es transmitido por el hongo edáfico *Polymyxa betae*.

El miembro más representativo del grupo de los furovirus (fungus-borne rod-shaped virus) es el virus del mosaico del trigo (SBWMV), que posee un genoma consistente en dos macromoléculas de RNA monocatenario (Shirako y Brakke,

1984). El virus de la rizomanía presenta una serie de peculiaridades propias que no se han observado en otros furovirus (Brunt y Richards, 1989). Los viriones de los furovirus tienen forma de bastón, poseen genomas de RNA (+), son generalmente biparticulados y se transmiten por hongos edáficos pertenecientes al grupo de Plasmodioforales.

Los viriones del BNYVV son también helicoidales y rígidos, y están constituidos por una sola molécula de RNA y múltiples copias de una proteína vírica de la cubierta (proteína P21) de 21 kd. El genoma del BNYVV se ha secuenciado completamente (Richards *et al.*, 1985; Bouzoubaa *et al.*, 1985, 1986 y 1987) y parece diferir del de otros miembros de los furovirus en que está constituido por cinco fragmentos de RNA (Cooper y Asher, 1988), todos ellos con secuencias poli(A) en el extremo 3', cada uno de los cuales, independientemente, entra a formar parte de un virión. Los fragmentos de RNA se conocen, en orden decreciente de tamaño, como RNA-1 (6.8 kb), RNA-2 (4.7 kb), RNA-3 (1.8 kb), RNA-4 (1.5 kb), y RNA-5 (1.45 kb) (Jupin *et al.*, 1991). También se ha descrito un sexto tipo de RNA, capaz de hibridarse con cDNA específico del RNA-5 (Kiguchi *et al.*, 1988), con un tamaño de 1 kb, que se comporta como RNA satélite (Tamada *et al.*, 1989).

De todos ellos, el RNA-1 y el RNA-2 son componentes fundamentales del genoma vírico que codifican funciones esenciales del virus y parecen ser necesarios para que tenga lugar la infección foliar (Tamada *et al.*, 1989). El RNA-3 interviene en la manifestación de síntomas en la planta y en la multiplicación del virus (Kuszala *et al.*, 1986), así como en su multiplicación o diseminación en las raíces (Koenig *et al.*, 1991). El RNA-4 está implicado en la transmisión del virión (Lemaire *et al.*, 1988) y el RNA-5, que únicamente ha sido encontrado en algunos aislamientos japoneses (Tamada *et al.*, 1989) pero no en aislamientos europeos ni americanos, parece tener un efecto sinérgico con los otros RNA, aumentando su virulencia (Richards y Tamada, 1992).

*P. betae* es el vector del virus BNYVV (Tamada *et al.*, 1974). Este hongo ha sido citado en Europa por Canova (1966), en Asia por D'Ambra y Mutto (1977) y en Norteamérica por Falk y Duffus (1977). La proliferación anormal de las raicillas características de la rizomanía (Bongiovanni y Lanzoni, 1964) no se encontró en presencia del hongo *P. betae* no virulífero, y todos los autores consultados consideran que no está probado que la enfermedad esté asociada a *P. betae* libre de virus.

*P. betae* es un hongo de la familia de las plasmodioforáceas (Keskin, 1964) y todavía no se conoce bien su ciclo biológico, dadas las dificultades que implica su manejo al no poder ser cultivado *in vitro*. Pero se sabe que el hongo presenta cuatro formas distintas: *zoosporas* biflageladas que pueden hallarse en la tierra y en la raíz del huésped; *plasmodios* multinucleados que se encuentran dentro del citoplasma de las células del huésped; *cistosoros* que son formas de reposo y se localizan en el huésped y en la tierra; y *zoosporangios* que originan zoósporas que son liberadas al medio extracelular.



No existen métodos directos de control contra las enfermedades producidas por virus. Los métodos disponibles son todos preventivos, tendentes a evitar la aparición de la enfermedad y basados en el conocimiento de las características y de la epidemiología de cada virus. En los últimos 15 años se han realizado numerosos estudios sobre diferentes aspectos de la rizomanía, encaminados a reducir los daños a través de prácticas culturales o tratamientos químicos (Asher, 1988).

Las medidas culturales, como labores de la tierra, rotaciones, abonados, dosis y épocas de los riegos, densidad y fecha de siembra, están generalmente adaptadas a las condiciones agroclimáticas locales y por lo tanto difícilmente pueden modificarse. Pero ciertas prácticas como labores que compactan la tierra, riegos excesivos y siembras tardías, agravan la situación.

El tratamiento de la tierra mediante fumigantes, ha dado algunos resultados significativos. El bromuro de metilo, a dosis de 900 kg/ha, reduce la presencia de BNYVV en ella hasta niveles indetectables por el método Elisa, e igualmente reduce la presencia de *P. betae* (Henry et al, 1992).

En el ámbito del control biológico, D'Ambra *et al.* (1987), inoculando la tierra con *Trichoderma harzianum*, redujeron en un 25% la infección de la raíz por *P. betae*. Camporota *et al.* (1988), estudiaron 17 fuentes de *T. harzianum*, añadiendo a la tierra infectada pulpa de remolacha colonizada por *T. harzianum*, con una concentración de 10<sup>6</sup> conidios/g.

La solarización es un método de desinfección de la tierra que aprovecha la energía del sol para aumentar su temperatura por medio de un acolchado con lámina de polietileno transparente, durante la época más calurosa del año (Katan, 1981). Las temperaturas que se consiguen, superiores a las normales y mantenidas durante algunas semanas, tienen un efecto letal sobre numerosos microorganismos. La técnica ha sido empleada con éxito en numerosos países y se ha mostrado eficaz contra enfermedades producidas por diferentes hongos como *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum*, y *Sclerotium rolfsii* entre otros (Katan, 1981); y de nematodos como *Pratylenchus thornei* (Grinstein *et al.*, 1979) y *Meloidogyne* spp. (Abu Garbieh, 1982).

La finalidad del presente trabajo ha sido evaluar su eficacia frente al hongo plasmodioforal *Polymyxa betae* Keskin, vector del BNYVV. La enfermedad de la rizomanía produce pérdidas de peso y de riqueza en azúcar muy considerables en la remolacha azucarera y se encuentra ampliamente distribuída en la Comunidad Autónoma de Castilla y León (Cambra y García, 1988).

## MATERIALES Y MÉTODOS

La técnica del **control físico mediante solarización** ha estado limitada a lugares con elevada irradiación solar, por ello en nuestras latitudes (Salamanca) diseñamos

experimentos de campo donde comparamos la eficacia de distintos tratamientos con láminas de polietileno (PE) sencillo y doble, que mejora la eficacia al reducir las pérdidas de calor por convección y crear una cámara de aire estático encima del suelo solarizado.

Diseñamos el experimento en bloques al azar con seis repeticiones, en parcelas elementales de 6 x 7 m. Los tratamientos fueron los siguientes:

- PE 0,05 mm transparente doble lámina
- PE 0,15 mm negro + PE 0,05 mm transparente
- PE 0,10 mm transparente
- Testigo
- Tratamiento químico con DD a 400 l/ha
- PE 0,10 mm transparente doble lámina.

Efectuamos los tratamientos a finales de junio sobre una parcela natural y homogéneamente infectada de rizomanía, libre de restos vegetales y en agricultura convencional. Matuvimos los tratamientos durante julio y agosto.

Preparamos la tierra con doble pase de grada para desmenuzarla, y luego la regamos por aspersión con el fin de favorecer la conducción del calor hacia sus capas más profundas y aumentar la sensibilidad del *P.betae* a las altas temperaturas.

Registramos las temperaturas horarias para cada tratamiento mediante termógrafos edáficos con las sondas enterradas a 20 cm de profundidad.

Tomamos las muestras antes y después de los tratamientos, sobre un punto previamente marcado en el centro de cada parcela elemental, donde colocamos un bastidor cuadrado de 1 m de lado y donde hicimos 80 catas de tierra de los 30 a 40 cm de profundidad de la capa de cultivo.

Para evaluar la cantidad de inóculo presente en las muestras empleamos el método de plantas-cebo de Beemster y de Heij (1987). Valoramos ocasionalmente la infección de las raíces por el hongo *Polymyxa betae* en el microscopio óptico. Y puesto que el virus puede distribuirse de una manera errática por todo el sistema radicular, recolectamos y pesamos todas las raicillas de las plantas cebo y las sometimos a la técnica inmunoenzimática Elisa-DAS, empleando anticuerpos comerciales (Boehringer Mannheim) contra BNYVV, a la dilución 1:5 (p/v) de peso de muestra y tampón de extracción.

En la campaña de 1992 realizamos otro experimento de **control biológico con micoplaguicidas**, en bloques al azar, con 22 variedades comerciales y 12 repeticiones, también en un campo en agricultura convencional. La parcela elemental tenía 10 m<sup>2</sup> y 3 surcos de 6 m de longitud. Las sembramos el 18 de marzo de 1992 y las arrancamos el 22 de noviembre de 1992. Estudiamos las variedades tolerantes Monodoro y Rizohill (Hilleshög); Dora y Resi (KWS); Ritmo y Turbo (Maribo); Rizofort (Vanderhave); Sanamomo, Desiree, Azzuro, Romea y Donna (Strube-Dieckman); Rizor, Rima, Ricco y Adige (SES); Bushell (Nikerson); Golf (Agra); y como variedades sensibles Monohill y Accord (Hilleshög) y Oryx (SES). En este

ensayo empleamos por primera vez semillas de la variedad Rizor, monogermen genéticas, inoculadas con una mezcla de cepas de *T. harzianum* en pildorado industrial, con una suspensión de 48.000 conidios de *T.harzianum*/semilla. Las semillas pildoradas con *T. harzianum* superaron los controles de germinación y viabilidad del inóculo, efectuados en SES Ibérica y en nuestro laboratorio (Grondona, 1994).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación de las técnicas de control biológico contra el virus de la rizomanía, pasa por diseñar estrategias frente al hongo que lo transmite. Los hongos del género *Trichoderma* han sido tradicionalmente los mejores agentes de control biológico frente a hongos edáficos, y *P. betae* posee una pared celular de celulosa y por tanto susceptible de ser parasitada por microorganismos capaces de hidrolizarla.

Por este motivo aplicamos el inóculo del antagonista en forma de pildorado alrededor de las semillas de remolacha, con objeto de asegurar una mayor presencia de *T. harzianum* en la rizosfera de la semilla, en el momento de la germinación.

Tabla 1. Experimento de control biológico (1992) en dos campos de remolacha en Calvarrasa de Abajo (BNYVV+) y Aldearrubia (BNYVV-). Los resultados expresan el número de plántulas emergidas, después de tres meses de efectuada la siembra. Las semillas se trataron previamente con una mezcla de conidios de *T. harzianum* (Rizor CB) y con plaguicidas químicos comerciales (Rizor estándar).

Repetición	Campo BNYVV +		Campo BNYVV -	
	Rizor CB	Rizor estándar	Rizor CB	Rizor estándar
I	97	128	209	265
II	75	56	233	233
III	126	96	167	267
IV	133	126	277	261
V	161	146	285	296
VI	129	127	266	108
VII	94	123	204	131
VIII	121	154	205	157
IX	106	92	225	216
X	151	74	255	183
XI	105	109	251	194
XII	128	59	280	192
TOTAL	1.426	1.290	2.857	2.503
%	100	90,4	100	87,6

Tabla 2. Experimento de control biológico frente a la rizomanía. Calvarrasa de Abajo, campaña 1992-93. Los resultados corresponden a bloques al azar con doce repeticiones y 22 variedades, y se expresan en toneladas de azúcar/ha para cada parcela elemental

Repet.	Monodoro	Dora	Ritmo	Turbo	Rizorfort	Sanamono	Desiree	Azzuro	Romea	Donna	Rizor	Rima
1	10,84	9,59	7,54	8,29	9,26	8,61	10,25	7,71	9,82	7,21	9,97	10,01
2	8,84	6,43	9,45	10,92	10,12	11,78	8,17	8,96	12,96	8,61	9,47	11,45
3	9,32	6,12	7,08	11,38	10,18	8,35	8,00	7,12	8,01	10,67	8,32	11,64
4	5,57	7,83	9,33	7,88	9,36	7,87	10,62	9,58	9,15	8,61	9,63	8,67
5	6,88	9,28	8,78	9,33	10,07	6,80	9,28	8,36	7,44	9,47	8,98	9,14
6	9,75	8,23	6,09	10,09	8,28	9,80	9,35	7,64	13,47	11,21	10,31	11,91
7	9,35	9,84	8,43	11,07	10,30	7,72	11,42	11,15	10,51	11,70	9,24	12,23
8	9,90	7,09	6,47	6,73	9,55	10,76	11,56	10,63	11,95	11,44	9,87	10,69
9	7,91	8,39	8,24	9,91	12,09	9,61	9,14	9,33	10,77	10,73	8,78	11,81
10	11,01	9,50	11,71	9,99	8,85	10,35	10,80	9,61	5,93	13,23	9,99	10,92
11	8,62	10,15	7,29	12,24	10,49	7,78	8,86	9,52	10,49	11,56	11,78	11,28
12	9,04	10,54	8,83	10,89	8,50	6,04	8,69	11,06	10,61	12,63	5,88	10,98
Media	8,91	8,58	8,27	9,89	9,75	8,78	9,67	9,22	10,09	10,58	9,26	10,89

Bushell	Monohill	Accord	Ricco	Adige	Oryx	Rizor*	Golf	Rhizohill	Resi	Testigos**
1	6,85	9,51	9,64	11,29	8,92	7,63	8,92	10,54	9,36	8,92
2	10,65	6,01	7,6	11,49	8,32	7,44	7,46	13,71	9,90	7,01
3	6,86	7,66	6,54	8,57	10,32	8,50	8,30	10,08	9,68	7,56
4	7,90	7,51	4,95	8,14	6,53	7,20	9,38	8,50	8,82	6,55
5	9,91	8,19	5,97	8,49	9,69	10,40	10,55	11,07	7,32	8,18
6	8,54	7,23	5,26	9,99	12,00	8,48	9,79	8,45	11,31	6,99
7	12,00	9,68	6,67	11,85	10,54	7,54	11,22	10,83	10,12	7,96
8	9,21	7,84	9,44	10,69	8,86	10,00	11,57	6,66	10,11	9,09
9	10,05	8,81	9,83	12,48	6,81	8,95	12,15	9,47	7,36	9,19
10	9,90	7,19	8,92	11,98	11,40	9,25	9,26	9,71	9,58	8,45
11	9,36	9,51	9,37	11,51	8,33	8,97	11,75	9,62	9,10	9,28
12	11,18	10,88	6,93	8,63	9,75	10,54	11,35	10,82	10,05	9,45
Media	9,36	8,33	7,59	10,42	9,28	8,74	10,22	9,95	9,39	8,21

\* Semillas Rizor pildoradas con *T. harzianum*. \*\* Media de testigos Monohill, Accord y Oryx

Tabla 3. Experimento de control biológico frente a la rizomanía. Calvarrasa de Abajo, campaña 1992-93. Los resultados corresponden a bloques al azar con doce repeticiones y 22 variedades, y se expresan en unidades de absorbancia de las papillas procedentes de cada parcela elemental, procesadas frente el BNYVV según la técnica Elisa-DAS.

Repet.	Monodoro	Dora	Ritmo	Turbo	Rizorfort	Sanamono	Desiree	Azzuro	Romea	Donna	Rizor	Rima
1	0,30	0,40		0,35			0,31		0,42			0,62
2												
3									0,43			
4			0,34			0,56			0,50			
5			0,34			0,45			0,32	0,64	0,37	
6			0,39			0,35	0,33		0,41	0,58	0,43	
7		0,46								0,35		
8	0,33								0,34	0,46		
9												
10											0,36	
11												
12												

Bushell	Monohill	Accord	Ricco	Adige	Oryx	Rizor*	Golf	Rhizohill	Resi
1	0,41	0,56	0,31		0,54				0,39
2	0,38	0,41			0,31				0,44
3	0,37	0,51			0,46				
4		0,35							
5		0,44		0,46	0,61			0,32	
6	0,33	0,81		0,36	0,57				
7		0,28			0,80				
8		0,30			0,39				
9		0,41			0,35				
10					0,39				
11									
12									

La ausencia de datos indica que no se ha detectado BNYVV en la prueba Elisa-DAS

Desde la siembra efectuamos un seguimiento del número de plantas emergidas en las parcelas elementales, y la variedad pildorada con el micoplaguicida mostró un 10% más de planta que la misma variedad con el pildorado químico industrial (Tabla 1).

Simultáneamente diseñamos un experimento en un campo exento del virus de la rizomanía, en Aldearrubia, con las mismas variedades, tratamientos, repeticiones y condiciones de siembra. En ausencia de BNYVV, la variedad Rizor con el hongo presentó un 12,4 % más de plántulas emergidas sanas que la variedad Rizor comercial tratada con plaguicidas químicos o estándar (Tabla 1). A la vista de estos resultados, todo parecía indicar que *T. harzianum* era alrededor de un 10 % más eficaz que los plaguicidas convencionales.

Los resultados de producción del experimento, expresados en toneladas de azúcar por ha, aparecen en la Tabla 2. El estudio estadístico, un análisis de la varianza de medidas repetidas de los datos obtenidos, muestra diferencias significativas entre variedades sensibles y tolerantes al nivel del 95 y 99 por ciento, con una  $p = 0,0001$ . Los datos de la Tabla 2, señalan una producción media superior en 0,61 t/ha para la variedad Rizor pildorada con la mezcla de *T. harzianum*, respecto a la estándar química. No obstante, la diferencia entre ambos tratamientos no es significativa.

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos al procesar las papillas procedentes de las remolachas de cada parcela elemental frente a BNYVV mediante la técnica inmunoenzimática Elisa-DAS. Los valores de absorbancia muestran que la distribu-

Tabla 4. Experimento de solarización. Absorbancia obtenida mediante la prueba Elisa-DAS de plantas cebo frente al BNYVV, correspondiente a bloques al azar con seis repeticiones. Los resultados son indicativos de la presencia y niveles de BNYVV en la tierra antes y después (\*) de realizar los tratamientos de solarización

Rep.	5D	B+N	10S	Test.	DD	10D	5D*	B+N*	10S*	Test.*	DD*	10D*
1	1,163	1,589	1,549	1,461	1,617	1,416	0,201	1,530	1,824	1,710	1,955	1,616
2	1,548	1,811	1,627	1,749	1,774	1,660	0,118	2,003	2,072	2,135	1,996	0,142
3	1,776	2,171	2,009	1,563	2,044	1,925	1,674	2,097	1,857	1,938	2,137	0,129
4	1,779	1,046	1,891	1,807	1,952	1,752	1,416	2,109	1,394	1,695	1,838	0,143
5	1,801	1,627	1,841	1,486	1,601	1,585	0,124	1,267	2,080	1,924	0,125	0,128
6	1,649	1,461	0,712	2,002	1,844	1,739	0,599	1,723	1,688	1,292	0,131	0,122
Md.	1,619	1,617	1,604	1,678	1,805	1,679	0,688	1,788	1,819	1,782	1,363	0,38

5D: Polietileno de doble lámina transparente, de 0,05 mm de espesor por lámina

B+N: Polietileno negro de 0,15 mm de espesor + polietileno transparente de 0,05 mm

10S: Polietileno transparente de 0,10 mm de espesor

Testigo: Tierra sin solarizar

DD: Tratamiento químico con DD (1,3 dicloropropeno 1,3 dicloropropano) de 400 l/ha

10D: Polietileno de doble lámina transparente, de 0,10 mm de espesor por lámina

ción del virus en la parcela no fue homogénea, o al menos del virus detectable con ésta técnica. Ello podría interpretarse como que el ataque en el campo no alcanzó proporciones muy altas. Pero como ocurrió en experimentos anteriores, las absorbancias de las variedades sensibles (Oryx, Accord y Monohill) fueron las más elevadas.

En la Tabla 4 figuran las absorbancia (D.O.) de las muestras tomadas antes y después de realizar los tratamientos de solarización. El estudio estadístico correspondiente, un análisis de la varianza de medidas repetidas, muestra una diferencia significativa para los tratamientos PE 0,05 D y PE 0,10 D antes y después de solarizar, con  $p = 0,0001$ . Los valores de PE 0,10 D\* en la primera repetición y de PE 0,05 D\* en la tercera y cuarta, salieron más altos por la rotura del plástico

Las temperaturas máximas oscilaron entre 27 y 38 °C en el tratamiento de PE 0,05 D; entre 24 y 35,5 °C para PE 0,15 N + PE 0,05 B1; entre 25 y 36,5 °C para PE 0,10 D; entre 24,5 y 36 °C para PE 0,10 S; y entre 24 y 31,5°C para la parcela no solarizada (Testigo). Por tanto los aumentos de temperatura máxima oscilaron de 4,5 a 7 °C según el tratamiento.

Para que la solarización sea efectiva, se debe cumplir los siguientes extremos: emplear doble lámina de polietileno transparente; hacerse en el periodo de temperaturas más altas e intensa radiación solar; mantener el suelo húmedo durante el acolchado, para aumentar la sensibilidad térmica de los patógenos; emplear la película de PE más fina posible ya que es más barata y efectiva, aunque en nuestro caso presentó problemas de rotura, y para que la temperatura alcance las capas inferiores de la tierra; el periodo de acolchado debe ser suficientemente amplio: 8 semanas.

Esta es la primera vez en el mundo que se aplica la solarización contra una enfermedad de origen vírico, con resultados positivos y reducción de la enfermedad hasta niveles indetectables por la técnica Elisa.

La solarización es una opción adicional para emplearla o incluirla en los programas de manejo integrado de la rizomanía, combinada o alternada con otros métodos de control.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abu Garbieh W. (1982) The root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. in Jordan. En *Proc. III Res. and Plan. Confer. on root-knot nematodes Meloidogyne* spp. 195 pp. Coimbra, Portugal.
- Asher, M. (1988) Approaches to the control of fungal vectors of viruses with special reference to rhizomania. Brighton Crop Protection Conference. *Pest and Diseases*, 2: 615-627.
- Beemster, A .B .R., A. De Heij (1987) A method for detecting *Polymyxa betae* and beet necrotic yellow vein virus in soil using sugar-beet as a bait plant. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 93: 91-93.
- Bongiovanni, G. C., L. Lanzoni (1964) La rizomanía della bietolla. *Progresso Agricolo*, 10: 209-220.

- Bouzoubaa, S., H. Guilley, G. Jonard, K. Richards, C. Putz (1985) Nucleotide sequence analysis of RNA-3 and RNA-4 of beet necrotic yellow vein virus, isolates F2 and G1. *Journal of General Virology*, 66: 1.553-1.564
- Bouzoubaa, S., V. Ziegler, V. Beck, H. Guiley, K. Richards, G. Jonard (1986) Nucleotide sequence of beet necrotic yellow vein virus RNA-2. *Journal of General Virology*, 67: 1.689-1.700
- Bouzoubaa, S., L. Quillet, H. Guilley, G. Jonard, K. Richards, (1987) Nucleotide sequence of beet necrotic yellow vein virus RNA-1. *Journal of General Virology*, 68: 615-626
- Brunst, A. A., K. E. Richards (1989) Biology and molecular biology of furoviruses. *Advances in Virus Research*, 36: 1-32.
- Cambra Mora, J., P. García Benavides (1988) Detección del virus de la rizomanía (Beet Necrotic Yellow Vein Virus) en Castilla y León. *Investigación Agraria: Producción y Protección vegetales*, 3: 355-367
- Camporota, P., V. Bordei, M. Richard-Molard (1988) Lutte biologique contre *Polymyxa betae* (Keskin) au moyen de *Trichoderma* sp. Résultats préliminaires *in vivo*. *Agronomie*, 8: 223-225.
- Canova, A. (1966) Recerche virologiche della rizomania della bietola. *Annali Accademia Nazionale de Agricoltura*, 78: 37-46.
- Cooper, J.I., M.J.C. Asher (1988) *Developments in Applied Biology II. Viruses with Fungal Vectors*. Assoc. Appl. Biol.; Wellesbourne.
- D'Ambra, V., S. Mutto (1977) The ultrastructure of *Polymyxa betae* zoospore exit-tube differentiation. *Canadian of Plant Pathology*, 55: 831-839.
- D'Ambra, V., S. Mutto, R. Causin (1987) Activity of *Trichoderma harzianum* against *Polymyxa betae* in glasshouse trials. *Revista di Patologia Vegetale*, IV. 23: 100-107.
- Falk, B.W., J.E. Duffus (1977) The first report of *Polymyxa betae* in the western hemisphere. *Plant Disease Reporter*, 61: 492-494.
- Grinstein A., D. Orion, A. Greenberger, J. Katan (1979) Solar heating of the soil for the control of *Verticillium dahliae* and *Pratylenchus hornei* in potatoes. En *Soilborne plant pathogens* (B. Schippers, W. Gams, eds), pp 431-438. Academic Press; Londres.
- Grondona, I. (1994) Control biológico del pie negro de la remolacha azucarera. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- Henry, C.M., G.J. Bell, S.A. Hill (1992) The effect of methyl bromide fumigation on rhizomania inoculum in the field. *Plant Pathology*, 41: 483-489.
- Jupin, I., T. Tamada, K.E. Richards (1991) Pathogenesis of beet necrotic yellow vein virus. *Seminaire in Virology*, 2: 121-29.
- Katan, J. (1981) Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. *Annual Review Phytopathology*, 19: 211-236
- Kiguchi, T., T. Tamada, M. Saito, T. Harada, M. Ugaki, F. Motoyoshi (1988) Comparison of four small RNAs of beet necrotic yellow vein virus in association with symptom expression. En *5th International Congress of Plant Pathology*. Abstract p 453. Kyoto
- Keskin, B. (1964) *Polymyxa betae* n. sp., ein Parasite in den Wurzeln von *Beta vulgaris* Tournefort, besonders während der Jugendentwicklung der Zucherrübe. *Archiv. Mikrobiol.*, 49: 348-374.
- Koenig, R., W. Jarausch, Y. Li, U. Commandeur, W. Burgermeister (1991) Effect of recombinant beet necrotic yellow vein virus with different RNA compositions on mechanically inoculated sugarbeets. *Journal of General Virology*, 72: 2.243-2.246.



- Kuszala, M., V. Ziegler, S. Bouzoubaa, K. Richards, C. Putz, H. Guilley, G. Jonard (1986) Beet necrotic yellow vein: different isolates are serologically similar but differ in RNA composition. *Annals of Applied Biology*, 109: 155-162.
- Lemaire, O., D. Merdinoglu, P. Valentin, C. Putz, V. Ziegler-Graff, H. Guilley, G. Jonard, K. Richards (1988) Effect of beet necrotic yellow vein virus RNA composition on transmission by *Polymyxa betae*. *Virology*, 162: 232-235.
- Richards, K., G. Jonard, H. Guilley, V. Ziegler, C. Putz (1985) In vitro translation of beet necrotic yellow vein virus RNA and studies of sequence homology among the RNA species using cloned cDNA probes. *Journal of General Virology*, 66: 345-350.
- Richards, K.E., T. Tamada (1992) Mapping functions on the multipartite genome of beet necrotic yellow vein virus. *Annual Review of Phytopathology*, 30: 291-313.
- Shirako, Y., M.K. Brakke (1984) Two purified RNAs of soil-borne wheat mosaic are needed for infection. *Journal of General Virology*, 65: 119-127.
- Tamada, T., H. Abe, T. Baba (1974) Infection and antimicrobial agents. *Proceedings of the First Intersectoral Congress, IAMS*, 3: 313-320.
- Tamada T., Y. Shirako, H. Abe, M. Saito, T. Kiguchi, T. Harada (1989) Production and pathogenicity of isolates of beet necrotic yellow vein virus with different numbers of RNA components. *Journal of General Virology*, 70: 3.399-3.409.

# Avances del estudio etnobotánico de la moruna (*Vicia articulata* Hornem.), abono verde y leguminosa forrajera tradicional

G.G.A. Remmers\*, A. Lora González\*\*

\* Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (ISEC), Univ. de Córdoba, Apdo. 3048, 14080 Córdoba. \*\* Jardín Botánico Córdoba, Avda. de Linneo s/n, 14004 Córdoba

## RESUMEN

La agricultura tradicional está muy próxima a la agricultura ecológica. Alberga principios y técnicas de uso y manejo de los recursos naturales cuya recuperación es de interés para el desarrollo de la zona donde se practica, a la vez que dota a la disciplina agroecológica de nuevas herramientas. En este artículo avanzamos resultados del estudio de las técnicas de cultivo de la *Vicia articulata* Hornem., conocida como *moruna* en la Contraviesa, área de la Alpujarra granadina objeto de nuestro trabajo. Esta leguminosa olvidada es de gran interés como abono verde en sistemas rotativos de secano y regadío, además de tener un alto valor como planta forrajera.

## INTRODUCCIÓN

La agricultura tradicional alberga técnicas de gran interés científico y ofrece un potencial de desarrollo para la zona en que se practica. Esta ha sido una de las premisas que ha conducido al estudio de la Contraviesa, una zona montañosa del sur de la provincia de Granada, calificada de “desfavorecida” dentro del marco de un programa de investigación financiado por la Unión Europea titulado “Diseño de métodos de desarrollo endógeno” (ISEC, 1992; Sevilla Guzmán y Guzmán Casado, 1994).

Dentro de la diversidad de procesos de desarrollo que han experimentado distintas regiones europeas (Ploeg, 1994), las zonas desfavorecidas destacan ya que es en ellas donde el proceso de modernización de la agricultura ha mostrado con más claridad su inutilidad. La peculiaridad de su medio, sea por pendientes, sea por condiciones bioclimáticas extremas, ha impedido la implantación de modelos de agricul-

tura científicos y llamados “modernos” y ha permitido la supervivencia de formas de producción campesina que no se rigen por la habitual sustitución de trabajo y tierra por capital. Además, la reproducción de los factores de producción (entre ellos la tierra, y lo que para este artículo es de mayor interés, su fertilidad), no se encuentra mercantilizada como ocurre en el caso de la agricultura industrial (Ploeg, 1993). Esta situación hace que la agricultura tradicional sea un “vecino distante” de la agricultura ecológica (Remmers, 1993), vecino al exhibir una racionalidad ecológica (Toledo, 1993) y distante ya que ésta se expresa en categorías no-científicas y se rige por relaciones entre productores y consumidores diferentes. Su estudio ha de tener un fuerte componente de métodos socio-antropológicos, combinados con aproximaciones agroecológicas.

Este es el caso de la investigación del ISEC en la Contraviesa, que se inició con el estudio del potencial de cambio del cooperativismo en torno a la producción de vino ecológico (Remmers, 1994). Posteriormente se procedió al estudio de los “estilos agrarios”, los proyectos de desarrollo manifiestos en el seno de las familias agrarias. Bajo este concepto sociológico (Ploeg, 1994) se han investigado las distintas orientaciones que las familias agrarias dan al manejo de los recursos naturales, al posicionarse estratégicamente respecto al mercado, al entorno administrativo-legal y a la tecnología empleada (Remmers y Haar, 1994; ISEC y AAVV “El Sol”, 1994; Remmers, 1994). Esta aproximación nos ha permitido acercarnos al funcionamiento del sistema agrario.

En la presente contribución queremos dar a conocer avances de un aspecto clave del manejo tradicional de los recursos naturales, en cuanto al cultivo de *Vicia articulata* Hornem., localmente llamada *moruna* y empleada en la zona como abono verde y como planta forrajera, tanto en monocultivo como en asociación con vid, almendros e higueras. Esta leguminosa, también llamada algarroba y con el sinónimo científico de *Vicia monanthos*, ocupa un lugar marginal en la bibliografía agronómica, pero promete ser una gran promesa para el desarrollo de sistemas agrarios ecológicos en condiciones semiáridas tanto de secano como de regadío.

## MÉTODOS

Desde junio 1991 el ISEC está realizando trabajo de campo en la zona. Los datos vertidos en este artículo, se recogieron sobre todo durante cuatro semanas entre mayo y agosto de 1992, varias semanas en marzo y abril y de junio a septiembre de 1993, y tres semanas entre mayo a septiembre de 1994. Se han efectuado numerosas entrevistas semi-abiertas con agricultores, y muchas otras en profundidad con doce familias agrarias. Se ha colaborado en varias faenas del campo, permitiendo así una observación participativa. Sobre todo durante estos encuentros se ha podido apreciar la riqueza del conocimiento local. Durante este tiempo se han realizado colectas de la planta para su identificación en el Jardín Botánico de Córdoba.

### La Sierra de la Contraviesa. Condiciones biofísicas y sistema agrario

La Contraviesa es una cordillera con altitudes entre 600 y 1.500 metros. Comprende parcial o enteramente doce municipios y unos 15.000 habitantes. De estos el 85 % vive en núcleos urbanos y el 15 % restante en cortijos donde cohabitan de una a ocho familias. La zona se ha deshabitado mucho en los últimos 30 años y su población está envejecida. La región es predominantemente agrícola: el 62 % de los habitantes mayores de 16 años está vinculado profesionalmente al campo. Históricamente, los repobladores cristianos que ocuparon la zona tras la expulsión de los musulmanes en el siglo XVI, han sustituido el cultivo de la morera (*Morus nigra* principalmente), por una cultura cerealista. Actualmente, los cultivos anuales no tienen importancia comercial; lo tiene el cultivo de la vid, el almendro y la higuera. Mientras la vitivinicultura tiene un fuerte arraigo en la zona y la tradición del cultivo de la higuera es igualmente larga, el cultivo masivo del almendro es de fecha más reciente, de la década de los 50. Gran parte de las plantaciones son policultivos de estas especies perennes, asociadas con cultivos anuales.

El microclima de la zona es muy particular, ya que por el norte está respaldado por Sierra Nevada, con alturas de hasta 3.500 metros, y por el sur está bordeado por el Mediterráneo, al cual corre casi paralela. Es notable la influencia del sistema montañoso y del mar. El clima es semiárido. La precipitación media anual varía de un lugar a otro entre unos 450 y 600 mm, aunque hay indicios de que últimamente tiende a disminuir (Tabla 1). Las lluvias aumentan del suroeste hacia el noreste. La escasez de agua actual influye negativamente en la agricultura. Algunas propuestas de medidas de conservación de suelo y agua se encuentran en Remmers et al. (en preparación).

Tabla 1. Precipitación anual en cinco estaciones representativas de la zona (Fuente: May, 1988: 19-41)

Estación	Altitud	Serie de años (19...)	Precip. anual media (mm)	Variación	% variación	Precip. media-na*	Prec. media sobre 1978-87	% 1978 sobre serie total
Haza del Lino	1.240	67-87	578,2	156,7	27	551,5	525,2	91
Albuñol	240	61-87	487,2	138,4	28	435,9	391,3	79
Torvizcón	684	61-87	529,1	102,9	20	493,0	488,5	92
Turón	693	67-87	467,3	106,9	23	413,6	475,9	102
Cadiar	960	61-87	592,3	142,7	24	562,2	-	-

\* Cantidad de precipitación anual que se supera en el 50 % de los años.

La gran mayoría de las tierras pueden clasificarse como regosoles eutricos, regosoles calcáreos, regosoles litosólicos y litosoles, con inclusiones de cambisoles crómicos y cambisoles cálcicos (Lucdeme, 1986ab, 1987 y 1993). Sólo el 5% de las pendientes tiene un porcentaje inferior a 20. Por tanto la tracción mecánica es difícil y la labranza con mulos sigue siendo muy importante. Las tierras son geológicamente del Paleozoico y el Triásico (May, 1988: 66), en general son poco profundas y muchas veces sólo existe un horizonte Ah o Ap de entre 10 y 25 (30) cm, seguido por un horizonte R o C. Los dos minerales más importantes son las cuarcitas y los micaesquistos. Tanto el proyecto Lucdeme como May clasifican en general las tierras como “muy pobres”. Según los análisis químicos de tierras elaborados por Lucdeme y por el ISEC, el contenido en materia orgánica es bajo: 0,29 a 0,62 y muy raras veces superior a 1 %, la capacidad de intercambio catiónico es baja: entre 5 y 15 meq/100 g, el pH es neutro o ligeramente ácido, el fósforo es escaso (P asim.: 3 a 20 ppm) e igualmente de nitrógeno (N org.): 0,05 a 0,2 %, muy ocasionalmente 0,5%, hay relativamente bastante potasio; 86 a 223 ppm, predomina la textura franco arenosa, con una pedregosidad fuerte: 7 a 41% de elementos gruesos. Dentro de estas generalidades hay importantes matices que llevan a decisiones de cultivo muy diferenciadas.

La heterogeneidad es norma también en las fincas de una misma familia agrícola, que suelen distribuirse entre varios cientos de metros de altitud (ISEC y AAVV “El Sol”, 1994) cubriendo así varios hábitats agroecológicos. El manejo de esta heterogeneidad es decisivo para la supervivencia de las familias agrarias. Los distintos estilos agrarios que hemos podido diferenciar indican cómo aprovechan estas familias la heterogeneidad de los recursos naturales, y cómo coordinan los diferentes trabajos relacionados con el manejo de los múltiples cultivos.

En este artículo nos limitaremos a describir las ideas tradicionales en torno a la finca ideal, que han sido las pautas para las decisiones sobre el desarrollo de la finca de muchas familias, han generado un sistema agrario compuesto por una gran diversidad de cultivos y sus variedades y de animales domésticos. Este ideal ha sido la base de los estilos agrarios de los “labradores de constancia” y los “labradores de anchura” (Remmers y Haar, 1994).

En la finca ideal o de “ensueño”, llamada en términos locales *autosuficiente* o *completa*, observamos dos componentes fundamentales: una parte orientada al mercado, compuesta básicamente por plantas perennes y que garantiza el ingreso económico de la familia, y otra destinada al consumo familiar y animal, constituida básicamente por plantas anuales y animales, e importante para la reproducción de las condiciones de producción de las plantas perennes. Al primer subsistema lo denominamos aquí “financiero”, y al segundo “de mantenimiento”.

Nos vamos a centrar en el segundo de ellos, y más concretamente en los cultivos anuales, a los que localmente se llama *sementera*, *simentera* o *de siembra*. Comentaremos algunas características importantes de ellos, haciendo especial énfasis en los aspectos relacionados con el cultivo de la *moruna*.

## Los cultivos de siembra

Cultivos de siembra son el trigo, la avena, la cebada, los guisantes (localmente llamados *prénsules*), los garbanzos, la veza, el yero y la *moruna*. El cultivo de estas plantas anuales se realiza en la actualidad rotativamente y asociado con las plantas perennes, sobre todo almendros e higueras y, en el caso de la *moruna*, también con la vid. Sin embargo han existido parcelas dedicadas exclusivamente al cultivo de plantas anuales, llamadas por tanto “de siembra”, que desde hace unos 40 años han ido sustituyéndose progresivamente por plantaciones de vid o almendro. Nos vamos a centrar fundamentalmente en el cultivo asociado.

Ya que las plantas anuales se destinan principalmente al consumo familiar, tiende a dejarlas por carecer aparentemente de importancia comercial, pero juegan un papel clave en la reproducción de la finca. Precisamente la actual mercantilización de las funciones que cumplen estas plantas, amenaza la sustentabilidad ecológica del sistema agrario tradicional.

Los productos que generan los elementos del subsistema “de mantenimiento” circulan casi por completo dentro del sistema agrario de la finca: el trabajo de los mulos se emplea en la labranza; su estiércol y el producido por los otros animales se aplica en las parcelas de cultivos leñosos y en la huerta; la cebada, la avena, los *prénsules*, la *moruna*, la veza y el yero se aprovechan como forraje, a la vez que son importantes por mejorar la estructura de la tierra, y su bioquímica en el caso de las leguminosas, por la fijación bacteriana simbiótica del nitrógeno atmosférico. Las familias agrarias que mantienen estos cultivos son las que siguen labrando con mulos, o son las que tienen muchos animales, fundamentalmente cabras y ovejas; en algún caso son agricultores “modernos”, que trabajan con tractor, pero que reconocen la importancia de los cultivos anuales, sobre todo el de la *moruna*.

La cuantía de la siembra y su ubicación espacial en la finca es muy variable, ya que está en función de las necesidades forrajeras de los animales, del trabajo disponible, del momento de siembra, del estado físico y químico del suelo y de la salud de las plantas perennes. En el tipo de rotaciones mencionadas por los agricultores destaca el deseo de evitar repetir un mismo cultivo y, en cierta medida, también la misma *clase* de cultivo, es decir que buscan alternar cultivos *de raspa* - expresión con la que abarcan el trigo, la avena y la cebada- con cultivos *de semilla*: la *moruna*, el yero y la veza. También intentan incluir un descanso después de cada cultivo de anuales, ya que entienden que hacen fuerte competencia a las plantas perennes. Una secuencia podría ser, por ejemplo, *moruna*-descanso-cebada-descanso-*moruna*-descanso-avena-descanso. En los terrenos dedicados exclusivamente a la siembra, la rotación podría ser *moruna*-trigo-cebada-descanso-trigo-*moruna*-descanso. Antes se sembraba sin el descanso, y se realizaban rotaciones continuas de *moruna*-cebada-*moruna*-avena, etc. Aún estamos estudiando las causas y consecuencias de esta rotación continua.

La exposición y la altitud de la parcela, en definitiva, la combinación de humedad y temperatura (Tabla 2), son decisivas para la fecha de siembra. En sitios frescos, como los *nortes* o las parcelas *de umbría*, localizadas básicamente en altitudes elevadas, pero no exclusivamente aquí porque también pueden ser parcelas resguardadas a más baja altitud, se siembra típicamente desde mediados de septiembre hasta mediados de octubre. Las *solanas* permiten la siembra un poco más tardía, de noviembre a diciembre, e incluso hasta enero. Sería incluso nocivo sembrar antes, ya que el ciclo vegetativo se adelanta por el calentamiento del sol, y de crecer temprano se corre el riesgo de quedarse sin agua cuando madura el fruto. En los sitios *frescos* es *malo* sembrar más tarde porque la planta corre riesgo de que empiece demasiado tarde su crecimiento y por tanto no pueda completar su ciclo reproductivo. Los cultivos *de semilla* han de sembrarse antes que los cultivos *de raspa*; requieren más agua y por tanto preferiblemente se siembran en sitios *frescos*. En referencia a las labores de invierno, la tierra de *solana* también se llama *temprana* o *trempana*, porque son las primeras tierras que se puede arar. En general el agricultor intentará adquirir tanto tierras de *solana* como de *umbría*. Esto le permite una más amplia variedad de cultivos, diversificar el riesgo y una buena distribución del trabajo durante todo el año, porque las tierras *tempranas* son más agradables para trabajar en invierno, mientras que en las de *umbría*, por ser menos calurosas, se está comparativamente mejor en verano.

Tabla 2. Relación de cualidades de las parcelas según su exposición y altitud

altitud	exposición	
	norte/umbría	solana/temprana
alta	fresco	→
baja	↓	↑
	←	cálido

Dentro de la fecha de siembra, la fase de la luna desempeña una función importante para los labradores de corte tradicional. Sin embargo esto no cuenta para la *moruna* y por tanto no lo discutiremos aquí.

La densidad de siembra varía también según la fecha en que se haga (para *moruna* ver la Tabla 3). En general se suele echar más semilla cuanto más tarde se siembra. La siembra de *moruna para recoger* tiene que ser necesariamente menos espesa que la siembra *para enterrar*, ya que si se siembra muy espeso *no entra bien el aire*, la planta se *afogea* y *se pudre*, por lo cual es más difícil de recoger. Si se siembra

para enterrar, el hecho de que las plantas se pudran no tiene importancia, porque se mezclarán con la tierra de todas formas. Además, una siembra *más clara*, para recoger, hace que las plantas *mateen* o formen más tallos (*hijos*) y que por tanto haya más producción de semilla. Una siembra espesa hace que las plantas *se enderecen*, y formen más *broza* (esto ocurre en todos los cultivos anuales). Dos agricultores que entierran la *moruna* con un tractor, emplean mucha más semilla para la siembra: hasta 160 kg/ha. Esta diferencia llamativa permite suponer que el enterrado a mano es casi tres veces más eficaz que el enterrado con máquina. La diferencia en las cosechas de semilla de dos agricultores (Tabla 3) puede que radique en unas condiciones biofísicas locales distintas, pero habría que considerar también los estilos agrarios de ambos agricultores, lo cual no cabe dentro del presente trabajo.

Tabla 3. Densidades de siembra de moruna para enterrar y para recoger, y destinos forrajeros

Cultivo	Densidad de siembra en kg/ha	Cosecha en kg semilla/ha	Destino forrajero
Moruna para enterrar	60, a mano y con yunta de mulos 150-160, con tractor		
Moruna para recoger semilla y paja	40, sembrado en sept. 60, sembrado en dic. 45, la más comentada 90, un caso excepcional	1.800, agricultor 1: "año medio" 1.500, agricultor 2: "año bueno"	Principalmente para ovejas y cabras, tanto el <i>grano</i> como la <i>broza</i> ; estimulan la producción de mucha y buena leche en las cabras. A las palomas también se les da el <i>grano</i> ; los marranos lo comen, pero no se les echa, y lo mismo sucede con las gallinas y los conejos. Se le da picada a las vacas y se considera muy buena. En general, la <i>broza</i> se considera muy buena para todos los animales siempre que no se les dé fresca.

Para la siembra de cualquier cultivo anual se suele dar una labor leve a la tierra, realizada con un mulo. Antes del arado, se siembra a voleo y de esta forma la semilla permanece enterrada. La *moruna* se siembra sin mezclar con otras plantas, al revés de la veza, que a veces se siembra asociada a la avena. Antes de labrar también es costumbre aplicar un fertilizante químico, a voleo también. Según dicen



muchos agricultores, para cultivos *de raspa* aplican 300 kg/ha de una mezcla de superfosfato (18%), sulfato amónico (18%) y potasio (50%; no todos aplican potasio). Hay una costumbre de equivaler las potencias de los distintos abonos, es decir, de aplicar los tres revueltos, por ejemplo mezclando 100 kg de superfosfato, 100 de sulfato amónico y 50 de potasio, con lo que la mezcla tiene concentraciones de las sustancias activas de 8.5%, 7.2% y 10%, respectivamente. Sobre una hectárea se aplica entonces unos 25 kg de nitrato, 22 kg de sulfato y 30 kg de potasio. Esta cantidad se suele poner cuando se siembra y cada dos años a los cultivos perennes, en caso de que no haya siembra. Esta cantidad de abonos químicos es de tres a cuatro veces inferior a la recomendada por el Plan de Mejora del Almendro, financiado por la Comunidad Europea y confeccionado del mismo modo para toda España, y que pretende mejorar el cuidado de los almendros y elevar su producción. Ya hemos argumentado por qué este Plan de Mejora, lejos de mejorar el sistema existente, es un atentado ecológico a las condiciones de cultivo locales (ISEC y AAVV “El Sol”, 1994). Para los cultivos *de semilla* se prescinde del sulfato amónico.

La siega de los cereales se realiza a mano y con hoz a partir de finales de mayo, mientras que los cultivos *de semilla* se arrancan a mano. Por el fácil desgrane de su vaina, la recogida de la veza exige mucha puntualidad y no permite, como en el caso de la *moruna*, que después de que haya madurado el fruto se mantenga el cultivo en el campo durante mucho tiempo. Esta es también una de las ventajas de la *moruna* sobre la veza, pues permite bastante más flexibilidad en la organización del trabajo. Las vainas de la *moruna* permanecen cerradas y esto hace que pueda arrancarse incluso a inicios de julio, o incluso un poco más tarde. Se espera la llegada de algunos días de humedad, o basta que sean nublados, sin necesidad de que llueva, porque así resulta más fácil esta labor. Se considera bueno incorporar el rastrojo, que se hace como parte del habitual arado de verano (la *bina*), aunque sólo puede llevarse a cabo cuando la tierra aún no está muy seca, con el agua todavía muy *viva*, y esto es lo que ocurre cuando llueve un poco en junio. Arar en tierras secas levanta *terrones* o *cerrajones* (agregados grandes de tierra), lo cual a su vez hace el suelo más sensible al desecamiento, ya que permite, a través de las grietas, que el sol *entre* en él, y se sequen las raíces (*vienten las raíces*) de las plantas perennes. En este caso lo mejor es enterrarlo en otoño (octubre). Si se aprovecha la *moruna* como abono verde, no se *bina*.

Para mantener la calidad genética de los cultivos de siembra se intercambian semillas. Un agricultor no suele tener más de tres o cuatro años la misma semilla de cultivos *de raspa*, sino que la cambia por semilla de otras localidades. No está muy claro qué cualidades son las que se tienen en cuenta para decidirse por semilla de una u otra parte. -puede que sea la altitud de la que procede, o la tierra en que haya sido cultivada-, ni cuánta diferencia debe haber entre las cualidades de uno y otro sitio para que se mantenga la calidad. En general parece existir la noción de “cuanto más lejos, mejor”. Sin embargo dos agricultores tenían un criterio muy claro: ellos

intercambian semilla *de secano* por semilla *de regadío*, en un trueque entre la Contraviesa y la Alpujarra Alta. Sin embargo, en teoría también podrían renovar su semilla sembrándola en su propia huerta, de riego. Comentaban que la semilla procedente de riego se mantenía en condiciones durante tres o cuatro años en secano, mientras un agricultor de riego podría sacar beneficio del intercambio solamente dos o tres años. Es decir que la calidad genética degenera más rápido en riego.

En trigo se habla localmente de *gemeyar* cuando se pierde la calidad genética; en cebada es *ajeñar*. Son sobre todo los cultivos *de raspa* los que están sujetos a esta degeneración genética; la *moruna* no presenta tanta necesidad de ser cambiada de lugar. Sin embargo, no se puede sembrar *moruna* dos años seguidos en el mismo sitio, ya que no llega a florecer y adquiere un aspecto diferente: *se acobija, parece más como un yero*. La causa de este fenómeno está aún en estudio.

En cuanto a su resistencia a plagas, comentan los agricultores que la *moruna* apenas tiene problemas, menos por ejemplo que los cultivos de raspa. No se le aplica ningún fitosanitario. En general, en la experiencia de los agricultores, los problemas fitosanitarios de los cultivos de la Contraviesa son pequeños y admisibles.

### **La moruna como abono verde**

Aunque se cultiva varias leguminosas en la zona, la única que se aprovecha para enterrar como abono verde es la *moruna*. En la experiencia de los agricultores, es la que más positivamente influye en la tierra y en el estado de la salud y la producción de los árboles. Abonar con un enterrado de *moruna* es incluso superior a incorporar estiércol, lo cual, a su vez, consideran mejor que el humus de lombriz recientemente introducido. En último lugar está el abonado químico: *el guano*. El efecto de un enterrado de *moruna* dura unos tres años, por lo cual no se suele volver a sembrarla en la misma parcela antes de pasar este tiempo.

Básicamente hay dos técnicas de enterrado de la *moruna* para aprovecharla como abono: *por parejo* en toda la parcela, o parcial, sólo algunas plantas alrededor del cultivo perenne, técnica conocida como *hacer la cepa*.

El enterrado por parejo se realiza típicamente cuando la planta está en flor, o bien justo antes de alcanzar esta fase, la cual se produce a finales de abril o inicios de mayo, en función de la precipitación recogida durante los meses anteriores. Enterrarla después de la floración se considera poco adecuado ya que las semillas formadas, tras su incorporación en la tierra crecerían al año siguiente como malas hierbas, y por otro lado se cree que después de producida la flor *el jugo que tiene la planta se va a los granos*. Para que tenga sentido enterrar la *moruna* es importante que haya hecho broza, es decir que haya tenido un crecimiento vegetativo vigoroso, y *que esté verde*, que es cuando la planta *tiene más jugo* (agua). Por todos estos condicionantes, conviene sembrar la *moruna* temprano, en seco en agosto, o en sep-

tiembre, para aprovechar las primeras lluvias. Esto es importante sobre todo en el viñedo, ya que llega un momento en que los pámpanos crecidos impiden pasar a los mulos para enterrarla.

La utilización de la *moruna* en la vid supone unas consideraciones bastante complejas. Hay que enterrarla en marzo o como muy tarde a inicios de abril, siempre dentro de un plazo no mayor de 15 días después de la poda de la vid. Sin embargo, podar en marzo implica optar por una producción de mayor cantidad de uvas, pero de peor calidad. Ya que en general se busca alternar el momento de la poda de un año para otro, para *equilibrar* la cepa respecto a producción de uvas y crecimiento vegetativo (la poda temprana *echa madera* y pocas uvas pero de calidad, mientras que con la poda tardía, *jamás te irá de vacío*, esto es, se consigue mayor producción pero menos crecimiento vegetativo), sembrar la *moruna* en la vid requiere coordinar una serie de decisiones agronómicas de cultivo.

Esta coordinación es necesaria también en el almendro o la higuera, pero es menos compleja, ya que lo único que se procura es el efecto del cultivo sobre la tierra. Sin embargo, dado que se considera que el almendro tiene ciclos de producción alta y baja, no se sembrará *moruna* en aquellas parcelas donde se espera que al año siguiente los almendros no tendrán producción. Para estos cultivos no molesta si la *moruna viene tarde* o no, ya que el paso de la yunta con los mulos para enterrarla no perjudica en nada al crecimiento del árbol.

El enterrado es laborioso. Para enterrar bien una *obrá* (medida local equivalente a la tercera parte de hectárea) de *moruna* en un día, se necesita un hombre que are con una yunta de dos mulos, más tres a cinco personas (en función del tamaño que haya alcanzado la planta y de la perfección del enterrado que quiera alcanzar el dueño de la parcela) que vayan arrancando la *moruna*. Se empieza a arar, como en cualquier labor, en la parte más baja de la parcela. Las otras personas arrancan las plantas y la meten en el surco que acaba de hacerse, y con el siguiente paso del arado se cubre este surco. Si no se puede enterrar bien por falta de tiempo o de mano de obra, o queda parte sin enterrar, los agricultores que tienen ganado ovino o caprino aprovechan esta parte como forraje aproximadamente al mes, cuando se ha secado del todo, *metiendo* el ganado. No es aconsejable para la salud de los animales comerla en verde: *es demasiado fuerte*.

El enterrado con máquina es imperfecto por naturaleza, ya que se realiza con un cultivador que solamente logra enterrar parte del material. Se tarda dos horas por una obrá, o sea seis horas por hectárea. El coste monetario del uso de *moruna* como abono verde en la Contraviesa ha sido calculado por Remmers *et al.* (1994) y comparado críticamente con los métodos inorgánicos de abonado recetados de forma obligatoria en el Plan de Mejora de Almendro. Los gastos de un enterrado de *moruna* con yunta suman, en función del número de peones (de 3 a 5) y de si el dueño proporciona el trabajo de yunta o no, entre 45.075 y 133.275 ptas/ha y cuatro años. Para un enterrado con tractor sería 50.175 ptas/ha y cuatro años. El Plan de Mejora

supone un gasto en productos químicos de entre 66.000 y 111.600 ptas/ha y cuatro años. La técnica tradicional, resulta, por tanto, casi competitiva en términos económicos, sin haber profundizado aún en los aspectos agroecológicos y sociales.

La técnica de *hacer la cepa* consiste en arrancar algunas plantas alrededor de una cepa y enterrarlas junto a las raíces de la vid, a una profundidad entre 10 y 25 cm. Este trabajo se hace alrededor de marzo, aunque hay agricultores que lo han hecho en enero. Necesita tres personas por *obrá* y día de labor. La finalidad es doble, pues además del abono da forraje posteriormente. Las plantas que siguen creciendo en las calles entre las cepas, se arrancan a mano en mayo y se aprovechan como semilla. Se reconoce que esta técnica no añade tanta *gordura* a la tierra como enterrarla *por parejo* en toda la parcela, pero se entiende que es un compromiso. Hay variadas opiniones sobre si el abono aportado compensa el trabajo de *hacer la cepa*. El comentario generalizado entre los agricultores es que esta técnica se emplea sobre todo en las partes altas de la Contraviesa, donde el crecimiento de la *moruna* es más lento y donde por tanto enterrarla con yunta estorba más a la vid. Sin embargo, un agricultor de las cotas altas de la vertiente norte de la Contraviesa, comentó que en la zona donde vivía, en realidad la *moruna viene demasiado tarde para utilizarla en la vid*. En marzo, cuando el estado de la cepa permite teóricamente enterrar la planta, ésta carece todavía de *cuero* como para que esta labor sea efectiva. Opina que la *moruna* para abonar la vid es apropiada para zonas *más cálidas* (más bajas, en tierras de solana), tales como cerca de Albondón. Por otro lado, en la situación de sequía actual, las partes más altas de la Contraviesa están una posición aventajada en el sentido de que ahí hay más humedad que en las partes bajas. Hemos podido observar que efectivamente en Albondón hay muy pocos agricultores que la cultiven.

El uso de la *moruna* no se limita a las tierras de secano. También en las huertas familiares se emplea la planta para mejorar la tierra. Esta técnica no se limita a la Contraviesa, sino que se halla también en la Alpujarra Alta, en la cara sur de Sierra Nevada, donde en el municipio de Busquístar se emplea una densidad de siembra de 60 kg/ha. Pero la producción de semillas principal está en la Contraviesa, y ahí van a comprarla los agricultores de otras partes de la Alpujarra, o a cambiarla por otras semillas.

### **Características botánicas y dispersión geográfica**

Los 67 colectas de *moruna*, depositadas en el Jardín Botánico de Córdoba, se han realizado en de 19 parcelas, de 12 propietarios distintos, localizadas entre de 890 y 1.300 m de altitud y en tres entornos culturalmente distintos, y representan tanto monocultivos como de asociaciones con vid, almendro e higuera.

Con el nombre de *moruna* se hace referencia únicamente a *Vicia articulata*

Hornem. Pero ocasionalmente se le llama también *lenteja negra*, para diferenciarla de la lenteja para el consumo humano. Varias familias agrícolas de la zona insisten en que en tiempos de hambre, por ejemplo en los años de la posguerra, la *moruna* fue utilizada también para consumo humano. También Tanaka (1976) cita su uso para tal fin. Taxonómicamente, no se ha encontrado variación destacable alguna en cuanto a las distintas colectas, lo cual es explicable si se tiene en cuenta el intercambio permanente de semillas entre agricultores y localidades. Se trata pues, de un cultivo bien diferenciado de todas las demás leguminosas empleadas en la zona y perfectamente establecido. Para una descripción botánica ver Romero Zarco (1987) y Ball (1968).

*Vicia articulata*, descrita como tal en Enum. Pl. Horti Hann. 41 (1807), tiene una compleja historia nomenclatural. Los sinónimos científicos antiguos son los siguientes:

*Ervum monanthos* L., sp. pl. 738 (1753); *Lens monantha* (L.) Moench, Meth. 131 (1794); *Lathyrus monanthos* (L.) Willd., sp. pl. 3: 1083 (1797); *Vicia monanthos* (L.) Desf., Fl. Atl. 2: 165 (1799); *Vicia multifida* Wallr., Annus Bot. 85 (1815); *Coppoleria monantha* (L.) Todd., Atti Acc. Sc. Palermo N.S. I (1845); *Cracca monanthos* (L.) Gren. et Godr., Fl. Fr. 1: 471 (1848); *Ervum stipulaceum* Bast., Journ Bot. 3: 18 (1848); *Ervilia monantha* (L.) Opiz, Seznam 41 (1852); *Parallosa monantha* (L.) Alef., Oestr. Bot. Zeitschr. 9: 359 (1859).

Mediante una búsqueda bibliográfica, hemos intentado recoger el origen y la dispersión del cultivo de la especie. La referencia más antigua encontrada es de Willkomm y Lange (1972), que en 1880 publican Prodrumus Florae Hispanicae, donde la describen como *Vicia monanthos* Desf. y la sitúan en las regiones más meridionales de la Península Ibérica, en campos de cultivo, con el nombre vernáculo de *algarroba*. Muy poco más tarde, Colmeiro (1886) vuelve a hacer referencia a la planta, esta vez como *Ervum monanthos* L., de la que dice que vive en “España como espontánea y cultivada en Cataluña (Palau) cerca de Rosas (Vayr.), Aragón (Palau), Santander (Salcedo), Castilla la Vieja en Valladolid (L.P. Ming.), Castilla la Nueva (Cienf.), en el circuito de Madrid (Palau, P. de Escob.), Guadarrama (Lge.), Valencia en Titaguas (Clem.), Andalucía (Cabrera), Portugal (Grisl.) en Tras-os-Montes (Brot.), Braganza (Ferreira)...” Añade además los siguientes nombres vulgares: algarroba de Castilla, algarroba, garroba de Castilla, alberja, lenteja (sólo para Aragón), ervilhaca parda, parda dos trasmontanos (ambos de Portugal), veses y garrandes (en Valencia).

La planta se cita como útil para abono verde en las zonas de inviernos templados de Estados Unidos y Canadá (Bailey y Bailey, 1976) como procedente del sur de Europa, sin dar ninguna denominación popular. Sin embargo, Sánchez-Monje (1991) afirma que *Vicia articulata* se cultiva en toda la región mediterránea, Europa Central, Asia Menor, Canadá, Estados Unidos y Chile para usarla como comestible (semillas), pienso (semillas), forraje (toda la planta) y abono verde (toda la planta).

Da doce denominaciones diferentes del castellano: algarroba, alverja, arveja, arveja cuadrada, arvejana, arvejera, arvejona, cuadrado, garroba, garrubia, lenteja de Aragón, vicia, más una de Chile: arvejo, dos del euskera: garillar y zoragari, cuatro del gallego: beza, ervellaca, nichela y veza, cinco alemanas, cinco francesas, cinco inglesas, cuatro italianas y cinco portuguesas.

Aunque parece ser que el cultivo de la planta es de gran importancia histórica y geográfica, escasean los datos en obras agronómicas actuales y son a veces difíciles de interpretar (Guerrero García, 1992: 615-617). Los cambios nomenclaturales y su parecido a la *Vicia monantha* Retz., conocida también como algarroba y empleada para los mismos fines, aunque morfológicamente bien diferenciada de la *Vicia articulata* Hornem., probablemente hayan inducido a errores en la identificación botánica de la planta. Por tanto, los datos sobre el cultivo de "algarrobas" recogidos en el Anuario Estadístico Agrario (MAPA, 1990), probablemente reflejen la superficie cultivada de ambas especies, que sufrió un drástico descenso de 216.400 ha en 1930 a 4.605 ha en 1990, centrándose la producción en Castilla-León y contando con 10 ha en 1990 en la provincia de Granada.

El fuerte retroceso del cultivo de la *moruna* también se refleja en el hecho que en la última revisión hecha sobre las plantas útiles y venenosas de la Península Ibérica y las Baleares (Rivera y Obón, 1991), no se cita el uso de *Vicia articulata* o alguno de sus sinónimos científicos y tampoco se recoge el nombre vernáculo que se le da en la Alpujarra. Sólo se recoge el nombre catalán de "moreu" para *Vicia narbonensis* L. y su empleo para obtención de bebidas (las hojas), de comestibles (semillas y harina de las mismas) y de venenos (tanto hojas como semillas). Esa marginación de la *moruna* puede extrañar, ya que ha sido incluida alguna vez como utilizada y apreciada para obtención de forrajes de calidad, bajo el nombre genérico de "veza" y junto con otras especies del género *Vicia* (Muslera y Ratera, 1984). Estos últimos autores, igual que Remón (1991) anotan su cultivo en los prados de siega y en los de pasto.

## CONCLUSIONES

Según las abundantes referencias bibliográficas a la *moruna*, su cultivo no es endémico de la Contraviesa, aunque su nombre popular, del cual no encontramos ninguna referencia fuera de la Alpujarra, nos lo hizo sospechar inicialmente. Debe haber sido un cultivo muy apreciado, y en esta zona se nos ofrece como una reliquia del pasado que sigue viva, como evidencia el amplio conocimiento sobre su cultivo aquí descrito. Parece tratarse de una especie que se ha salvado, entre otras partes en la Alpujarra, de la erosión genética provocada por la modernización del medio rural, fundamentalmente por encontrarse en la "periferia" (Sevilla Guzmán y Alonso Mielgo, 1994). Esto confirma nuestro planteamiento de que las zonas llamadas des-

favorecidas son reservorios de técnicas agrarias válidas que pueden ofrecer alternativas a los problemas ambientales de las zonas de tecnología “punta”.

*Vicia articulata* Hornem. parece ser una planta muy válida para incorporarla tanto en rotaciones de huerta (regadío) como de secano. Su utilidad en la Alpujarra está probada; solamente habrá que proceder a una revalorización de su cultivo, y más enérgicamente ahora que el Plan de Mejora de Almendro, cuyo planteamiento es típico de los procesos de modernización, amenaza con extinguir esta especie tanto como su uso. Fuera de la Alpujarra será de mucho interés también, por un lado por las amplias referencias históricas a su cultivo, y por otro por su resistencia a condiciones semiáridas, su adaptación a tierras pobres, y por su valor forrajero, en el que no hemos podido profundizar en el presente artículo. Dos posibilidades son integrarla en proyectos de recuperación de tierras marginadas, y en sistemas de cultivo y ganaderos en condiciones más favorables. *Vicia articulata* merece una revalorización por parte de la comunidad científica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bailey, L.H., E. Bailey (1976) *Hortus Third. A concise dictionary of plants cultivated in the United States and Canada*. Macmillan Publishing Company; Nueva York.
- Ball, P.W. (1968) *Vicia*. En *Flora Europaea* (T.G. Tutin et al. eds) Vol II, pp. 129-136. Cambridge University Press, Cambridge.
- Colmeiro, M. (1886) *Enumeración y revisión de las plantas de la Península Hispano-Lusitana é Islas Baleares*. Tomo II. Imprenta de la Viuda é Hija de Fuentenebro; Madrid.
- Guerrero García, A. (1992) *Cultivos herbáceos extensivos*. Ediciones Munidi-Prensa; Madrid.
- ISEC (1992) Ecological Agriculture in Andalusia: preliminary results of four case studies. En Actas del seminario de Vila Real (Portugal) 4-5 nov. 1991 *Endogenous Regional Development in Europe: Theory, Method and Practice* (H. de Haan, J.D. van der Ploeg, eds.) pp. 75-93. CAMAR/CERES, DG VI. Bruselas.
- ISEC, AAVV “El Sol”, de La Contraviesa (1994) Generando discusión sobre La Contraviesa: la diversidad como punto de partida para su desarrollo endógeno. *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, 20-21: 73-106.
- LUCDEME (1986a) *Mapa de suelos 1:100.000*. Hoja de Adra (1057). MAPA, ICONA, Universidad de Granada.
- LUCDEME (1986b) *Mapa de suelos 1:100.000*. Hoja de Berja (1043). MAPA, ICONA, Universidad de Granada.
- LUCDEME (1987) *Mapa de suelos 1:100.000*. Hoja de Albuñol (1056). MAPA, ICONA, Universidad de Granada.
- LUCDEME (1993) *Mapa de suelos 1:100.000*. Hoja de Lanjarón (1042). MAPA, ICONA, Universidad de Granada. (versión provisional)
- MAPA (1990) *Anuario de Estadística Agraria, año 1990*. Madrid.
- May, T. (1988) *Naturräumliche Bedingungen, Landnutzung und Landschaftsdegradation in*

- der Sierra de La Contraviesa (Provincia de Granada, Hochandalusien). Eine Fallstudie aus dem südwestlichen Mittelmeergebiet.* Conferencia. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. pp. 417.
- Muslera Pardo, E., C. Ratera García (1984) *Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento.* Ed. Mundi-Prensa; Madrid.
- Ploeg, J.D. van der (1993) El proceso de trabajo agrícola y la mercantilización. En *Ecología, campesinado e historia* (E. Sevilla Guzmán, M. González de Molina, eds.) pp. 153-195. La Piqueta; Madrid.
- Ploeg, J.D. van der (1994) Styles of farming: an introductory note on concepts and methodology. En *Born from within: practice and perspectives of endogenous development.* (J.D. van der Ploeg, A. Long, eds.) pp. 7-30. Van Gorcum; Assen, Holanda.
- Remmers, G.G.A. (1993) Agricultura Tradicional y Agricultura Ecológica: Vecinos Distantes. *Agricultura y Sociedad*, 66: 201-220
- Remmers, G.G.A. (1994) Ecological wine-making in a depressed mountainous region in southern Spain. En *Born from within: practice and perspectives of endogenous development.* (J.D. van der Ploeg, A. Long, eds.) pp. 101-127. Van Gorcum; Assen, Holanda.
- Remmers, G.G.A., G. van der Haar (1994) Traditional agriculture, rural policies and styles of farming in the Contraviesa, Spain. En el borrador de las actas del seminario de Assisi, Italia, 25-27 oct. 1993 de CESAR, CERES y WAU *On the impact of endogenous development in rural areas* (J.D. van der Ploeg, V. Sacomandi, F. Ventura, A. van der Lande, eds.) pp. 287-304.
- Remmers, G.G.A., J. Marcos Cara, M. Castillo Estévez, P. Castillo Estévez, J.J. Marcos Sánchez, M. Martín Cara, G. Rodríguez Lupiáñez (en preparación) *Recuperando prácticas tradicionales de conservación de suelo y agua en la Sierra de la Contraviesa.*
- Remón Eraso, J. (1991) *Las plantas de nuestros prados.* Ed. Mundi-Prensa; Madrid.
- Rivera Núñez, D., C. Obón de Castro (1991) *La guía de Incafo de las plantas útiles y venenosas de la Península Ibérica y Baleares (excluidas medicinales).* Incafo S.A.; Madrid.
- Romero Zarco, C. (1987) Vicia. En *Flora vascular de Andalucía Occidental* (B. Valdés, S. Talavera, E. Fernández-Galiano (eds.)). Vol. 2, pp. 47-63. Ketres Editora; Barcelona.
- Sánchez-Monge, E. (1991) *Flora agrícola. Taxonomía de las Magnoliofitas (Angiospermas) de interés agrícola, con excepción de las de aprovechamiento exclusivamente ornamental o forestal.* Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; Madrid.
- Sevilla Guzmán, E., A. Alonso Mielgo (1994) Para una teoría etnoecológica centro-periferia desde la agroecología. Ponencia presentada en el I Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Toledo, 28-30 de septiembre 1994.
- Sevilla Guzmán, E., G. Guzmán Casado (1994) Reflexiones para una agroecología europea: la experiencia de investigación y docencia del ISEC. En Ponencias de las Primeras jornadas de trabajo sobre investigación, docencia y asesoramiento *El reto de la agricultura ecológica.* pp. 46-60. SEAE; Madrid.
- Tanaka, T. (1976) *Tanaka's Cyclopedia of Edible Plants of the World.* Keigaku Publishing Co. Ltd.; Tokio. (p. 924)
- Toledo, V.M. (1993) La racionalidad ecológica de la producción campesina. En *Ecología, campesinado e historia* (E. Sevilla Guzmán, M. González de Molina, eds.) pp. 197-218. La Piqueta; Madrid.
- Willkomm, M., J. Lange (1972) *Prodromus Florae Hispanicae.* Vol. III. E. Schweizerbart; Stuttgart.



# Efecto de diferentes hongos micorrízicos sobre la agregación y estabilidad del suelo

F. Domingo Olivé\*, J. Hooker\*\*, C. Watson\*\*

\* *Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl, Universitat de Lleida. Av. Rovira Roure 177, 25198 Llérida.* \*\* *Soil Biology Unit, Land Resources Department, Scottish Agricultural College. Mill of Craibstone, AB2 9TT Aberdeen, Escocia.*

## RESUMEN

Se estudió el efecto independiente del micelio de hongos micorrízicos en la agregación y estabilidad del suelo, con un testigo sin inóculo y cuatro especies de micorrizas vesículo-arbusculares: *Glomus etunicatum* Becker y Gerdermann, *G. mosseae* Gerderman y Trappe (Nicolson y Gerdermann), *G. tenue* Hall (Greenall) y *G. E3*, asociadas a plantas de *Trifolium repens* cv blanca, cultivadas en bolsas de malla de 50 µm de apertura, llenas con sustrato, previamente esterilizado, que para cada tratamiento se inocularon con raíces infectadas de las especies de micorrizas usadas. Se pusieron las bolsas en macetas con un sustrato estéril, que fue el que luego se estudió, para evitar en éste el crecimiento de las raíces, pero no del micelio fúngico. Se pusieron las macetas en un invernadero con la temperatura, la duración del día y el estado hídrico del sustrato controlados. Tras 85 días de crecimiento de las plantas se observó la distribución de tamaños de los agregados, la estabilidad de los agregados de las fracciones de 1,00 a 1,40 mm y de 1,40 a 2,00 mm y la longitud de micelio presente en dicho sustrato. Asimismo se midió la longitud radicular infectada por micorrizas en cada tratamiento. Transcurrido este tiempo, el sustrato no presentó cambios en su agregación respecto al estado inicial en los diferentes tratamientos. En cambio sí existieron diferencias en la longitud de micelio que había crecido en ese medio, entre las especies escogidas (excepto *G. mosseae*) y el testigo sin inóculo.

## INTRODUCCIÓN

Cada vez se consideran más importantes las funciones que desempeñan los microorganismos edáficos en los ecosistemas terrestres, y una de las principales se

refiere a los ciclos de nutrientes. Por su relación directa con las plantas, merecen atención especial los hongos micorrízicos y en particular los formadores de vesículas y arbuscúlos: las micorrizas vesículo-arbusculares (MVA). Los beneficios para la planta de la asociación con estos hongos son principalmente un aumento de la capacidad de exploración del medio y una mayor captación de nutrientes, interesante en medios con limitaciones nutritivas. Se ha destacado la misión que estos hongos desempeñan en la nutrición del fósforo en las plantas pratenses (Armstrong *et al.*, 1992; Jakobsen *et al.*, 1992), aunque también parecen tener un importante papel en la nutrición del nitrógeno en diversas especies de plantas, tanto fijadoras de nitrógeno atmosférico (Barea *et al.*, 1987), como no fijadoras (Ames *et al.*, 1983).

La biomasa edáfica, a través de diversos mecanismos colabora en la formación de agregados estables a partir de las partículas de suelo (Lynch, 1984; Forster, 1990). En condiciones de campo, los cultivos pratenses favorecen esta estabilización, mientras que los cultivos anuales no lo hacen (Reid y Goss, 1980; Tisdall y Oades, 1980). Estos cultivos que permanecen en el suelo durante varios años, permitirían el desarrollo de una biomasa edáfica que a través de secreciones de polisacáridos, uniones directas de las partículas por los microorganismos y otros mecanismos físicos y químicos, agregaría las partículas de suelo (Reid y Goss, 1980). Tisdall (1991) ha sugerido una importante participación del micelio de la MVA en esta agregación y estabilización del suelo, aunque es difícil separar el efecto del micelio de la MVA del de las propias raíces de las plantas.

Es posible el crecimiento experimental de micelio micorrízico en lugares diferentes al de las raíces a las que está unido simbióticamente (Rygielwicz *et al.*, 1988) aunque es difícil y usualmente el medio utilizado no es el suelo. Para estudiar la contribución del micelio de hongos micorrízicos a la agregación se planteó un experimento consistente en conseguir el crecimiento exclusivo de micelio de MVA en un sustrato físicamente similar a un suelo y medir la agregación que producía.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó un diseño experimental unifactorial con cuatro repeticiones. Cada repetición consistió en una maceta en la que crecieron cuatro plantas de *Trifolium repens* cv Blanca dentro de bolsas de malla de 50 µm de apertura. El factor tenía cinco niveles: cuatro especies distintas de MVA: *Glomus etunicatum* Becker y Gerdermann, *G. mosseae* Gerderman y Trappe (Nicolson y Gerdermann), *G. tenue* Hall (Greenall) y *G. E3*; y un tratamiento testigo sin inóculo. Se llevó a cabo el experimento en un invernadero con calefacción y duración de iluminación artificial de 16 horas. A lo largo del experimento también se controló el estado hídrico del sustrato. Se distribuyeron los tiestos al azar encima de las mesas situadas regularmente en el invernadero.

Como sustrato se usó un suelo de textura arenosa recogido en la misma parcela donde se encuentra el invernadero (capa de 0-20 cm). Se secó al aire, se tamizó a un tamaño de partículas inferior a 2 mm, se mezcló y esterilizó dos veces, en días consecutivos, en autoclave durante 30 minutos a 121 °C. Antes de su uso, se mezcló bien todo el sustrato para que tuviera una humedad homogénea y se tomó una muestra para análisis posteriores. Estas eran sus características: nitrógeno total 1.500 mg/kg; fósforo extraíble 7,5 mg/l; potasio extraíble 118 mg/l; magnesio extraíble 53 mg/l; materia orgánica 3,7 %; pH 6,3; arcilla 3,4 %; limo 6,8 %; arena 89,8 %; textura arenosa según el USDA. También se midió la estabilidad en húmedo de los agregados. Cuatro semanas antes se había inoculado raíces de plantas de pepino con las especies de MVA usadas en el experimento; se lavaron, cortaron en trozos de 1 cm aproximadamente y mezclaron con parte del suelo esterilizado, en recipientes diferentes para cada tratamiento.

Se fabricaron bolsas a partir de rectángulos de unos 15 x 25 cm de malla de 50 µm de apertura, pegándolos por uno de los lados y consiguiendo cilindros de unos 7 cm de diámetro y 30 de altura. Se anudó la parte inferior de estos cilindros y los llenamos con el suelo previamente inoculada (cuatro bolsas para cada tratamiento) y se situó cada una en el centro de un tiesto de plástico de 15 cm de diámetro que previamente se esterilizó con etanol. Se llenó el espacio restante en la maceta con suelo esterilizado no infectado. Ello permitió el crecimiento del micelio de las MVA en el sustrato exterior a la bolsa de malla e impidió que las raíces crecieran en él. En este sustrato se realizaron al final las mediciones posteriormente especificadas. En la superficie que estaba fuera de la bolsa de malla se pusieron 600 g de grava, tamizada a un tamaño de partícula mayor de 12 mm, esterilizada con una solución de hipoclorito sódico al 5% durante 30 minutos y lavada, para evitar la desecación excesiva del sustrato en la maceta.

Se esterilizaron las semillas de plantas de trébol con una solución de hipoclorito sódico al 5% durante 5 minutos. Luego se lavaron con agua y se dejaron secar. En cada tiesto se sembraron 6 o 7 semillas (en el interior de la bolsa). Se regaron todas las macetas hasta obtener un contenido de humedad del 30% en peso. Seguidamente se cubrieron con bolsas de plástico transparente para mantener el ambiente húmedo y acelerar la germinación de las semillas. Cuando las semillas hubieron germinado, cinco días después de la siembra, se sacaron las bolsas de plástico. Como sólo se pretendía obtener cuatro plantas en cada tiesto, una vez germinadas, se arrancaron las plántulas sobrantes.

El experimento duró 85 días. Durante este período se regaron las macetas para mantener la humedad aproximadamente al 30%. Al finalizar el experimento se tomó una muestra del sistema radicular y se guardó en una solución de etanol al 50%, para medir posteriormente las raíces infectadas (PI) por las MVA. Se tiñó una submuestra de las raíces guardadas en etanol 50%, con solución ácida de glicerol y Azul de Tripán (Koske y Gemma, 1989). Se midió el porcentaje de longitud radicular infec-

tado por MVA, con un microscopio de disección con una malla cuadrada en el ocular, contando el número de intersecciones entre las raíces y los nudos de la malla y el número de estas raíces que presentaban vesículas, arbuscúlos o hifas en este punto de intersección. En cada muestra se inspeccionaron cinco campos visuales de un microscopio de disección Wild Heerbrugg M8. La infección en las raíces en el tratamiento con *G. tenue* eran difíciles de observar. Se montaron en un portaobjetos algunas raíces de este tratamiento con distinta apariencia a estos aumentos, para observarlas en un microscopio más potente y ver si estaban o no infectadas por MVA. Se observó que esta apariencia y la infección de MVA se correspondían, por lo que se utilizó la apariencia para cuantificar la infección en este tratamiento.

Las mediciones restantes se efectuaron sobre el sustrato en que no crecieron las raíces (exterior a la bolsa de malla). Se usó una submuestra de unos 50 g para medir la longitud de micelio existente en el sustrato, y se guardaron en recipientes herméticos a 5 °C. El resto lo se secó a 22°C durante 10 días y posteriormente medimos la agregación y la estabilidad de agregados.

Se extrajeron las hifas del sustrato con una técnica de filtro de membrana, dos veces para cada muestra. Se añadieron unos 6 g de sustrato húmedo a 100 ml de agua destilada en un vaso de precipitados. Para separar las hifas de las partículas de suelo, se agitó vigorosamente la dispersión a intervalos de un minuto a lo largo de media hora. Después de la última agitación, se dejó reposar durante 120 segundos. Se pipetearon y filtraron 10 ml de la parte superior de la dispersión a través de una malla de 20 µm. Se sumergieron las hifas retenidas en la malla en HCl 1% durante una hora, se lavaron y tiñeron con solución ácida de glicerol y Azul de Tripán, a 80 °C durante media hora. Se recogió el material (arena y micelio) retenido en la malla en un filtro de membrana de 5 µm de poro. Se montaron estos filtros en portaobjetos con glicerol al 50%. Para evitar la desecación, se selló el cubreobjetos por los lados con laca de uñas transparente. Se guardaron estos preparados en el frigorífico a 5°C. Se midió la longitud de hifas con el método de intersección de Newman (1966): se examinaron cinco campos visuales de cada filtro, con un Microscopio Carl Zeiss Jenamed 2, y se calculó la densidad de longitud de micelio (DLM) en el sustrato.

Se tamizó mecánicamente el sustrato seco al aire, usando un agitador de tamices Endecott's Octagon 200 y un conjunto de siete tamices cilíndricos de 200 mm de diámetro de acero inoxidable con malla cuadrada de 4,00; 3,35; 2,80; 2,00; 1,40; 1,00 y 0,500 mm. Se agitó cada muestra durante cinco minutos a una amplitud de vibración 7. Se pesó y guardó en recipientes herméticos la fracción de sustrato (agregados y arena) retenida en cada tamiz. Con estos datos se calculó la media ponderada del diámetro de los agregados (MPD) definida por Van Bavel (1949).

Para determinar la estabilidad de los agregados se adaptó el método de Bickerton (1988) de tamizado en húmedo. Se midieron dos de las fracciones de agregados obtenidas en el tamizado mecánico: de 1,00 a 1,40 mm y de 1,40 a 2,00 mm. Se humedecieron desde la base 50 g de agregados secos al aire, junto con la arena del

mismo tamaño, durante media hora. Después se colocó la muestra en el tamiz superior de 1,40 mm de malla, de una columna de tres tamices (1,40; 1,00 y 0,500 mm) situada en la máquina de tamizado en húmedo, que funcionó durante 15 minutos a 30 oscilaciones por minuto (450 oscilaciones). Se secaron los agregados y la arena retenidos en cada tamiz en una estufa a 105 °C durante dos horas y se pesaron. Se dispersó la muestra, se tamizó de nuevo. La arena retenida en cada tamiz se secó de nuevo en la estufa a 105 °C durante dos horas, y pesó. Se utilizó el mismo método para los agregados de 1,00 a 1,40 mm pero usando solamente los tamices de 1,00 y 0,500 mm. Se hicieron las mediciones usando agua corriente a una temperatura de 18 a 22 °C. Para ambas fracciones se calculó el índice de estabilidad (IE) de los agregados según Bickerton (1988) adaptado de Kemper (1965).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos y su significación estadística se reflejan en la Tabla 1. No hubo diferencias significativas entre los diferentes tratamientos para los parámetros de agregación y estabilidad (MPD, MPDH e IE). Estos parámetros tampoco

Tabla 1. Media y desviación típica (DT) de diferentes variables, para los tratamientos G.e. (*Glomus etunicatum*), G.m. (*Glomus mosseae*), G.t. (*Glomus tenue*), G.E3 (*G. E3*) y T (Testigo)

Tratamiento	MPD <sup>1N</sup> (mm)		IE1 <sup>1N</sup> (%)		IE2 <sup>1N</sup> (%)		DLM <sup>1*</sup> (cm/g)		PI <sup>1*</sup> (%)	
	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT
G.e.	0,48	0,01	86,98	1,97	89,21	0,83	1,319 a	0,474	40,15 a	12,53
G.m.	0,48	0,01	86,91	2,54	89,25	0,92	0,399 c	0,054	12,03 b	9,28
G.t.	0,49	0,00	85,95	3,27	89,27	1,87	0,857 ba	0,161	36,86 a	2,98
G.E3	0,48	0,01	86,39	3,00	87,47	2,47	1,500 a	0,172	21,74 b	3,92
T	0,49	0,01	85,62	2,77	90,82	1,11	0,353 c	0,073	0,00 c	0,00

<sup>1</sup> MPD: Media ponderada del peso-diámetro de los agregados según Van Bavel (1949).

IE1: Índice de estabilidad (Bickerton, 1988) de los agregados de tamaño 1,40 a 2,00 mm.

IE2: Índice de estabilidad (Bickerton, 1988) de los agregados de tamaño 1,00 a 1,40 mm.

DLM: Densidad de longitud de micelio

PI: Porcentaje de longitud radicular infectada por micorrizas vesículo-arbusculares.

<sup>2</sup> Media y desviación típica de dos mediciones.

<sup>N</sup> No existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos.

\* Existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos. Las medias seguidas de la misma letra no son diferentes a un nivel del 5%, según el test LSD.

difirieron de los del sustrato inicial. En otro experimento que se realizó simultáneamente a éste (datos no presentados), pero en el que micelio y raíces crecieron juntos, se obtuvo una mayor agregación del sustrato respecto a su estado inicial, a pesar de una menor duración del experimento. Aparte del efecto agregador propio de las raíces, debido a la secreción de polisacáridos, unión física de las partículas, etc. (Molope, 1987), una explicación a esta falta de agregación es la mayor cantidad de micelio fúngico y de otros microorganismos que crecen próximos a las raíces.

Las DLM y PI que se obtuvieron no fueron muy elevadas debido, probablemente, a la disminución que la densidad de micelio micorrízico sufre al aumentar la distancia respecto a la raíz que lo sostiene, y a que el inóculo inicial era limitado, hecho que no es frecuente en condiciones de campo. A pesar de todo existieron diferencias en el porcentaje de raíces infectadas por las MVA y en la longitud de micelio que creció en el sustrato. Todos los inóculos fueron significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) del tratamiento testigo para la variable PI. El mayor grado de infección sucedió para las especies *G. etunicatum* y *G. tenue*. La especie *G. mosseae* no difirió del tratamiento control para la variable DLM. Sí existieron, en cambio, diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los otros tratamientos y el testigo, para dicha variable. La mayor densidad de longitud de micelio en el sustrato apareció en el tratamiento con *G. E3*. Esta diferencia en la longitud de micelio que se desarrolló en el sustrato no significó una mayor agregación o estabilidad en éste. No se apreció una relación clara y directa entre el grado de infección de las raíces y el micelio desarrollado en el sustrato. Especies poco efectivas en la infección radicular, como *G. E3*, dieron lugar a la mayor DLM obtenida. Por tanto existieron diferentes relaciones entre la producción de micelio y el grado de infección de las raíces para las distintas especies de MVA.

## CONCLUSIONES

Las especies de MVA estudiadas formaron diferentes cantidades de micelio y éstas no estaban ligadas al grado de infección de las raíces. En condiciones naturales, con una mayor formación de micelio de MVA, la contribución de éste a la agregación y estabilización del suelo puede ser más importante que la que se observó en este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

Ames, R.N., C.P.P. Reid, L.K. Porter, C. Cambardella (1983) Hyphal uptake and transport of nitrogen from two N-15 labelled sources by *Glomus mosseae*, a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus. *The New Phytologist*, 95: 381-396.

- Armstrong, R.D., K.R. Helyar, E.K. Christie (1992) Vesicular-arbuscular mycorrhiza in semi-arid pastures of south-west Queensland and their effect on growth responses to phosphorus fertilizers by grasses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 43: 1143-1155.
- Barea, J.M., C. Azcón-Aguilar, R. Azcón (1987) Vesicular-arbuscular mycorrhiza improve both symbiotic N fixation and N uptake from soil as assessed with N-15 technique under field conditions. *New Phytologist*, 106: 717-725.
- Bickerton, D.C. (1988) Measurement of soil aggregate stability by wet sieving with results from tillage experiments. *Dep. Note*, 12. Scott. Centre Agric. Engng; Penicuik, Escocia.
- Forster, S.M. (1990) The role of microorganisms in aggregate formation and soil stabilization: types of aggregation. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 4: 85-98.
- Jakobsen, I., L.K. Abbott, A.D. Robson (1992) External hyphae of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Trifolium subterraneum* L. *New Phytologist*, 120: 371-380.
- Kemper, W.D. (1965) Aggregate stability. En *Methods of soil analysis* (C.A. Black, ed.), 511-519, Am. Soc. Agron. Inc.; Madison.
- Koske, R.E., J.N. Gemma (1989) A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycol. Res.*, 92: 139-145.
- Lynch, J.M. (1984) Interactions between biological processes, cultivation and soil structure. *Plant and Soil*, 76: 307-318.
- Molope, M.B. (1987) Soil aggregate stability: The contribution of biological and physical processes. *S. Afr. J. Plant Soil*, 4: 121-126
- Newman, E.I. (1966) A method of estimating the total length of root in a sample. *Journal of Applied Ecology*, 3: 139-145.
- Reid, F.B., M.J. Goss (1980) Changes in the aggregate stability of a Sandy Loam effected by growing roots of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne*). *J. Sci. Food Agric.*, 31: 325-328.
- Reid, F.B., M.J. Goss (1981) Effect of living roots of different plant species on the aggregate stability of two arable soils. *Journal of Soil Science*, 32: 521-541.
- Rygiewicz, P.T., S.L. Miller, D.M. Durrall (1988) A root mycocosm for growing ectomycorrhizal hyphae apart from host roots while maintaining symbiotic integrity. *Plant and Soil*, 109: 281-284.
- Tisdall, J.M. (1991) Fungal hyphae and structural stability of soil. *Australian Journal of Soil Research*, 29: 729-743.
- Tisdall, J.M., J.M. Oades (1980) The effect of crop rotation on aggregation in a Red-brown Earth. *Australian Journal of Soil Research*, 425-434.
- Van Bavel, C.H.M. (1949) Mean Weight-diameter of soil aggregates as a statistical index of aggregation. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 14: 20-23.

# **La reconstitución de la localidad: tecnología y trabajo en la agricultura moderna**

**Jan Douwe van der Ploeg**

*Departamento de Sociología Rural, Universidad Agrícola de Wageningen, Países Bajos*

## **RESUMEN**

En este trabajo expongo dos procesos opuestos en el desarrollo agrícola que originan diferenciadas relaciones del ser humano con los recursos naturales, los mercados, la tecnología y su entorno social. El primer proceso se refiere a la modernización, portadora de una homogeneización y globalización de la actividad agraria a través de preceptos académicos y pautas económicas (neo)liberales. Este proceso ha dislocado las prácticas agrarias locales, la cultura y las riquezas naturales locales que se encontraban anquilosadas, al intervenir en la organización del trabajo agrícola. Esta pérdida de “la localidad” ha tenido graves consecuencias para la calidad de los productos agrarios y del trabajo agrícola, el empleo rural, la cultura rural y la conservación de los recursos naturales. Frente al proceso de mundialización, este texto pretende revalorizar, a través de los conceptos sociológicos “proceso de trabajo” y “estilos agrarios”, la heterogeneidad de la actividad agraria, apuntando a la necesidad de reconstruir “la localidad”, para llegar a un uso de la tierra ecológico.

## **INTRODUCCIÓN**

A través de la Historia, la agricultura ha desarrollado un mosaico muy diverso, su expansión espacial le agregó nuevas formas y el tiempo le dio más colorido. La interconexión de las piezas no desembocó en un solo color sino que reunió múltiples contrastes. Van den Akker (1967: 138) cronista agrícola, utilizó la expresión: “la agricultura [era] como un archipiélago”. En efecto, estaba formada por muchas, muchas islas o sistemas agrícolas, cada una ligada a la otra pero al mismo tiempo con su propia identidad, o sea con su propia “localidad”, concebida como espacio social específico (no noción geográfica), como contexto en el cual la acción social adquiere y refuerza su especificidad (Marsden y Murdoch, 1990: 24-40). Como la



crónica de Van den Akker muestra claramente, la especificidad de cada localidad no se debió a su relativo aislamiento. Por el contrario, a través del viajar, la narración de historias, la comunicación y el intercambio, se reprodujo y sobre todo aumentó la especificidad. La localidad, consecuentemente, no se puede ver como el residuo de un espacio delimitado, sino como especificidad producida localmente. Y esto no se aplica únicamente a frisonos testarudos como Van den Akker, sino también a los ingleses: Robertson Scott (1912: IX), otro cronista, señaló: “Cada año que paso viviendo en el campo y conociendo más lo que hace la gente que trabaja la tierra, comprendo más la profunda verdad agrícola subyacente en un comentario que hizo un cualificado agricultor holandés a un terrateniente inglés: ‘si usted viniera como agricultor a los Países Bajos, usted me imitaría, pero si yo fuera a Inglaterra como agricultor, yo le imitaría a usted’”. Esta cita también se refiere indirectamente a los patrones subyacentes de la diversidad, o sea a la “centralidad” de los procesos de trabajo y al conjunto de condiciones locales en las cuales éstos se hallaban implantados. Y se refiere también a los mecanismos sociales a través de los cuales se reproduce los procesos de trabajo específicos y por lo tanto a la agricultura como un todo. Cada lugar adquirió, mantuvo y extendió (entre otras cosas a través de los intercambios mencionados) su propio repertorio cultural, sus propias normas y criterios, que en conjunto establecieron la noción local de la “agricultura bien hecha” (Brade Birks, 1950: XVI). Hofstee (1948, 1985), el fundador de la sociología agraria holandesa, analizó y definió esta unidad específica de repertorio cultural y prácticas localizadas como “estilos agrarios”. Y dejó claro que el “arte agrícola” (expresión que se remonta a Columela, el conocido agrónomo romano) consistió en (a) la creación de respuestas adecuadas, o sea específicas a las condiciones, limitaciones y posibilidades locales; así como en (b) la reproducción social de estas “respuestas” y de las relaciones sociales de producción que ellas implicaban. De este modo se producía y reproducía la localidad.

Para el argumento que quiero desarrollar aquí, me interesa señalar que no se entiende la localidad como el resultado del ‘aislamiento’, sino al contrario. Von Thünen destacó el efecto diferencial de las relaciones mercantiles generalizadas, y Hofstee subrayó el efecto diferencial de los sistemas político-económicos. Éste último argumenta, por ejemplo, que la extensión y generalización del feudalismo fue lo que alentó las reacciones específicas en su periferia, esto es, la emergencia de nuevos repertorios culturales en los cuales la “libertad agrícola” era el eje central (Slicher Van Bath, 1978: 71).

Mi argumento se fundamenta en que el proceso actual de desarrollo técnico ha afectado y afecta profundamente a la localidad, y por lo tanto a la naturaleza de la heterogeneidad como rasgo central de la agricultura. Los procesos de trabajo se reforman cada vez más a través de procedimientos uniformes y reglamentados, y por consiguiente la localidad y la heterogeneidad parecerían estar destinadas a desaparecer. No entraré en una discusión fenomenológica de este proceso. Supongo que

las expresiones más inmediatas de esta tendencia son bastante conocidas: el carácter ‘anticuado’ de las crónicas citadas, es en sí mismo una de las muchas indicaciones de la global (aunque lejos de ser completa) ‘monotonización’ de la agricultura. Parece que el mosaico está desapareciendo. La en tiempos impresionante gama de razas animales locales, como la rossa reggiana, la rijnsburger blaarkop y la chianina, ha dado paso al predominio de la raza holstein americana. En las construcciones ocurre lo mismo, ya que en el interior de una sala de ordeño es difícil adivinar si se está en Baviera, Emilia Romagna o Frisia.

Sin embargo es posible que la unificación de tendencias a un nivel vaya junto con la diferenciación a otros niveles. Y esto lleva a mi segundo argumento, de que la centralización y las implicaciones homogeneizantes del desarrollo técnico agrícola están siendo contrariados por un conjunto completamente nuevo de respuestas. Dado que los sectores agrícolas, compuestos por miles si no millones de productores mercantiles simples, no son, como Newby (1980) argumenta: “receptores pasivos de innovaciones que emanan de ciudades e industrias”, y dado que el desarrollo técnico es algo más que una neutra ‘ruta hacia el progreso’, surgen y surgirán diferentes reacciones. Entonces la localidad y la heterogeneidad se reconstituyen no como la mera repetición de expresiones previas, sino que resurgen como un repertorio de respuestas nuevas y estratégicas a las tendencias actualmente dominantes que contienen un innegable esquema que implica una eliminación de la especificidad.

### **El desarrollo técnico y la producción de desconexiones**

La técnica basada en la ciencia implica el pronto arribo a la homogeneidad (Van der Ploeg 1987 y 1990b). Esto se demostrará en tres niveles que atienden tanto a la práctica y a la teoría del desarrollo técnico como al producto de recientes estudios de planificación sobre la distribución espacial de la agricultura del mañana.

El desarrollo de la técnica basado en la ciencia se materializa en la creciente dislocación o independencia de los diferentes procesos de producción respecto a los factores que inicialmente conformaron su localidad y diversidad. O sea que la agricultura se ve crecientemente desconectada de los elementos estructurantes que introdujeron inicialmente la especificidad dentro de ella.

Aquí esta, en primer lugar, la bien conocida desconexión de los procesos de producción agrícola con la tierra, la naturaleza y la ecología. Los factores de crecimiento natural como la fertilidad de la tierra, la lluvia, el suministro de nutrientes, la temperatura y la disposición de luz, dejan de ser objeto de regulación detallada en el proceso de trabajo. Los objetos de trabajo y las materias primas -el hierro es evidentemente la ‘famosa’ excepción que obligó a la introducción de una ‘culture d’or’ en los esquemas de cultivo, y por lo tanto, como argumentó hace ya mucho tiempo Bloch (1939), la ‘economie nature’ fue siempre, y todavía es, un concepto relacional

y no una categoría absoluta- para construir los instrumentos requeridos dejan de derivarse de los sistemas ecológicos locales, y en su lugar los produce y distribuye la industria agrícola. Evidentemente la relación entre ecosistema y agricultura no fue lineal. Los ecosistemas se relacionaron con la agricultura como un conjunto de potencialidades y restricciones. Inicialmente predominaron las restricciones, y más tarde las potencialidades llegaron a ser una especie de principio director crecientemente dominante para el futuro desarrollo de la agricultura (Lacroix, 1982). 'La naturaleza' local está siendo reemplazada por un conjunto completamente nuevo de 'factores de crecimiento' creados artificialmente. En las formas de la agronomía teórica que predominan ahora, el proceso de producción agrícola se descompone en un gran número de los llamados factores de crecimiento. Lo que se concebía en los enfoques tempranos de la agronomía como naturaleza, ecología y subtareas dentro del proceso de trabajo de la unidad agrícola, ahora se les representa como elementos independientes para ser optimizados a través de intervenciones químicas, físicas, infraestructurales y biológicas (Van Heemst, 1983). Se asume que tanto la naturaleza como el proceso de trabajo pueden estar subordinados a esta perspectiva particular (De Wit, 1983). Es decir que la agricultura se desconecta de los ecosistemas locales. Los ejemplos más familiares de esta tendencia son los invernaderos para la horticultura y la alimentación intensiva de aves y ganado controlados por ordenador. Otro ejemplo igualmente bien conocido aunque de menor alcance es la Revolución Verde (Bernstein, 1990; Oasa, 1981). Pero es importante notar que las desconexiones construidas científicamente no se limitan a los ejemplos mencionados.

La ironía es que este tipo de desconexión se acelera especialmente por la 'pelea' que con el ambiente tienen los sectores agrarios 'modernizados'. Este es el caso, por ejemplo, de la producción lechera holandesa, donde la producción de forraje en los prados se ve afectada cada vez más por la lluvia ácida y por el depósito de metales pesados, dioxinas, etc., lo cual implica cosechas y niveles de calidad bajos al tiempo que el producto final conlleva riesgos particulares a la salud (en 1990 varios países cerraron sus fronteras a los productos lácteos holandeses debido a su alta concentración de dioxinas). Una de las respuestas técnicas para este tipo de problemas es la introducción de invernaderos para la producción de pasto (RPD, 1986), lo cual permitiría la desconexión de este proceso de producción particular de los (deteriorados) factores de crecimiento naturales.

La separación producida sistemáticamente entre la producción agrícola y las condiciones ambientales permite la agudización de la 'movilidad' de las actividades agrícolas. Las condiciones específicas no son más un problema. En efecto, como diferentes estudios de caso lo demuestran, este tipo de desconexión está siendo usada crecientemente como un medio para alterar y rediseñar bruscamente las actividades agrícolas. Hoy, por ejemplo, pueden crecer en el desierto frutas y hortalizas (González, 1991), puesto que los factores de crecimiento pueden modificarse artificialmente y aplicarse del mismo modo donde sea. Desde estos modelos tec-

nológicos nuevos, aparece como una ventaja comparativa la ausencia de cualquier huella de la historia, de la sociedad y especialmente de los agricultores.

Un segundo tipo de desconexión que emerge de los esfuerzos técnicos recientes se encuentra en el proceso de trabajo mismo. El proceso de trabajo agrícola integra cuidadosamente en una unidad compleja un impresionante número de tareas y subtareas (Van der Ploeg, 1985 y 1990a: 26-28; Adams describe en 1966 de forma bellísima las complejidades de las diferentes subtareas) y tal unidad constituye el proceso de trabajo. Mientras que históricamente el progreso en la agricultura y la emancipación de los agricultores coincidían frecuentemente con la paulatina pero continua expansión de este conjunto de tareas, el desarrollo técnico actual sigue una ruta opuesta hacia la externalización continua. Ahora se delega un número creciente de tareas (Bieleman, 1987; Hofstee, 1985; Van Zanden, 1985) y subtareas a instituciones externas, después de lo cual se obtienen los bienes y servicios producidos o elaborados a través de mercados específicos (Van der Ploeg, 1990). Este tipo de desconexión, que sustituye el carácter 'integrado' de la agricultura por un aumento en la división social del trabajo, coincide parcialmente con el primer tipo de desconexión. Especialmente este es el caso de tareas específicas como la reproducción de la fertilidad de la tierra y la reproducción de los objetos de trabajo, como los animales y el material vegetal. Pero el proceso de externalización va más allá del manejo de 'los factores de crecimiento naturales' como tales (Van der Ploeg, 1990a: 18-23; Saccomandi, 1991: 492-503). Esto afecta también el manejo y la reproducción de factores 'económicos', como la formación y movilización de capital, la socialización de la fuerza de trabajo, la movilización y (re)distribución de la tierra, la movilización y repartición de los insumos requeridos, el desarrollo de conocimientos y técnicas adecuadas, y en particular la reproducción de las relaciones sociales que regulan las formas específicas de producción y reproducción de los factores e insumos no-industrializados requeridos. Por ejemplo, actualmente no tienen conexión en este proceso cierto tipo de factores que en el pasado garantizaron la reproducción de varias formas de formación endógena de capital. La creación de objetos de capital dentro del proceso de trabajo mismo, como la construcción de nuevos edificios, regadíos, molinos, mejora de la fertilidad de la tierra (Hofstee 1985), etc. a partir del trabajo disponible en la familia agricultora; y los convenios sociales típicos (como la división sexual del trabajo, que en los Países Bajos se asoció con el concepto de 'voor', al frente de, y 'achter', detrás de, y con 'resdoor' y 'resdora' en Emilia, Italia; la 'resdora' o economía doméstica manejada típicamente por un matriarcado, abarca la producción para autoconsumo de hortalizas, pollos, pan, etc. así como la producción de bienes menores con el fin de obtener el dinero necesario para el consumo familiar; el 'resdoor' o patriarcado maneja sólo la parte 'trasera' de la hacienda agrícola, lo que fue el corral para los animales; si se obtenía algunas ganancias, éstas se acumularían para aumentar las cabezas de ganado; el carácter independiente de la economía doméstica y de su control por la mujer garan-

tiza la formación de capital) están desconectados actualmente. La formación de capital está ahora crucialmente ligada y depende de los mercados de capital y de sus agencias operantes, aunque no se puede señalar que esta dependencia sea un fenómeno uniforme (Van der Ploeg, 1990a: tabla 1.4; Van der Ploeg, 1990b: tabla 12). Lo mismo se aplica para la socialización de la fuerza de trabajo requerida y la movilización y (re)distribución de la tierra: los una vez decisivos y muy diversos ambientes locales en los cuales estos procesos tuvieron lugar, están siendo reemplazados de forma generalizada por relaciones mercantiles. La relación con la técnica basada en la ciencia es evidente. El diseño tecnológico presupone y requiere frecuentemente un paso decisivo que cruza las fronteras de estos ambientes locales. Por ejemplo, la introducción del "ligboxenstal" (establo libre) requirió inversiones que fueron más allá de las posibilidades *locales* para la formación de capital y especialmente más allá del 'calendario social' implicado en ello. La formación de capital depende evidentemente del ciclo demográfico, de las interrelaciones entre generaciones y sexos, y de otras actividades en las cuales la familia agricultora se involucra. Emerge, entonces, un patrón de agricultura que es crucialmente dependiente de las relaciones *generalizadas* que reinan en los mercados del capital. Lo mismo se aplica para el desarrollo del necesario 'saber cómo hacer las cosas' y para la división del trabajo dentro de la hacienda agrícola. Todos estos aspectos tuvieron que reordenarse para ajustarse al nuevo esquema tecnológico, lo que -también a causa de estos aspectos 'adicionales'- implicó e implica muy frecuentemente una dependencia creciente hacia las relaciones externas más generalizadas.

He aquí una observación metodológica importante que se liga con esta controversia: la actual (aunque lejos de ser completa) sumisión de la agricultura al 'agribusiness' y al capital en un sentido general, sería impensable sino estuviera acompañada o precedida por una desconexión de las actividades agrícolas respecto a los conjuntos de relaciones sociales de producción locales, puesto que tales relaciones regulan la movilización, distribución y reproducción de tierra, trabajo, capital e insumos no-factorizados.

La separación de los procesos de producción, transporte y distribución respecto a sus ambientes y ámbitos locales -que da un fuerte impulso a la homogeneización, es decir a la eliminación de la localidad- no puede ser atribuída de manera lineal a una 'lógica explícita del capital', como se ha formulado hipotéticamente algunas veces. Aunque la homogeneización es un fenómeno que nadie puede negar, tampoco podemos ignorar que ella emerge únicamente cuando la desconexión de la agricultura con sus ambientes locales se articula e interconecta activamente con los proyectos globales de los bancos, la industria agrícola y otras instituciones del mercado que actúan a nivel supralocal. Esta consideración es especialmente importante si se entiende la diversidad como el producto de un proceso combinado, aunque desigual, entre desconexión e interrelación. Más tarde volveré a este punto.

Un tercer tipo de desconexión se refiere a la relación entre el proceso de trabajo

y la fuerza de trabajo requerida. Hasta hace poco, las cualidades encarnadas en la fuerza de trabajo, obtenidas algunas veces a través de una socialización dolorosa o a través de una larga experiencia (Brolsma, 1979; Ledda, 1975), fueron cruciales para el nivel posterior en el cual podrían desarrollarse los procesos de trabajo específicos. La habilidad técnica era indispensable para una 'buena agricultura' y para el constante desarrollo del proceso de producción (Van der Ploeg 1990a: 92-5; Bieleman, 1987; Hoefstee, 1985; Van der Zanden, 1985). Actualmente, sin embargo, no sólo la cantidad sino también la calidad del trabajo son cada vez más superfluas. Se roba la calidad. Un claro y difundido ejemplo de este nuevo tipo de desconexión producida sistemáticamente es la automatización (Frouws y Van der Ploeg, 1988). En ésta, junto con la anulación del 'art de la localit ' y de la fuerza de trabajo como v hculo para este tipo de conocimiento específico, se refuerzan bruscamente los 'regímenes de producción' externos (Burawoy, 1985).

Un cuarto tipo de desconexión es el producido por la creciente cientificación de la agricultura, es decir la continua reorganización de los procesos de trabajo según los diseños de las ciencias agrícolas, 'introducidos en' la agricultura mediante la divulgación de los nuevos modelos técnicos que promueve la industria agrícola. Esta desconexión se refiere a los cambios en la organización social del tiempo y el espacio. Como Mendras (1970: 47-75) entre otros, pone bastante claro, inicialmente la organización social del tiempo y del espacio estaba entretejida fuertemente con el proceso de trabajo mismo. La coordinación de los ciclos de crecimiento 'naturales' en el sistema ecológico local así como la coordinación con los ritmos 'naturales', con los 'calendarios sociales' incluidos en las relaciones de producción prevalecientes, dieron origen a una impresionante variedad de 'calendarios agrarios' (Bourdieu, 1982: 97). Lo mismo ocurre en la coordinación y organización del espacio. Puesto que el trabajo era la 'medida' del tiempo y el espacio, la concepción 'localizada' de espacio y tiempo tra  consigo la reproducción de procesos de trabajo específicos, esto es, locales. Evidentemente tales conexiones específicas están siendo eliminadas. Tiempo, espacio y trabajo se desconectan cada vez más. Este tipo específico de desconexión lo producen las nuevas técnicas -con su 'industrialización' del trabajo, el espacio y el tiempo, como Mendras dijo hace algunas décadas- y la vinculación al 'mercado universal'. La organización cotidiana del tiempo y el espacio es 'precodificada' cada vez más por los diseños técnicos (Van der Ploeg 1987 y 1990b. Van Heemst, en 1983, redefine el 'tiempo'). Por tal razón la organización del proceso de trabajo (y consecuentemente de las relaciones sociales requeridas) 'se deriva', y de esta manera sólo es función de los parámetros establecidos externamente para la organización del tiempo y del espacio. Este viraje de las interrelaciones entre el trabajo, tiempo y espacio (o tierra, como dice Medras) no ocurre sólo en el nivel ideológico o dentro de los laboratorios en los cuales se organiza la investigación y el desarrollo (I+D, o R&D del inglés Research and Development) de las nuevas técnicas, sino que est  también omnipresente y de forma muy patente dentro

de la práctica agrícola. Ello implica muy frecuentemente que el aporte de trabajo y como consecuencia las relaciones en el interior de la familia, entre generaciones y sexos, tienen que reorganizarse para ajustarse a los modelos tecnológicos ahora comunes. Tal reorganización es frecuentemente un ‘cambio’ dramático de lo que fue, al menos hasta hace poco, la ‘centralidad’ de la familia. Pero las consecuencias van más allá: sistemas específicos de cría de ganado, por ejemplo de las razas Romagnolo y Chianina, están presionados (por no decir marginalizados) por otros sistemas creados por la ciencia aplicada, con otros horizontes espacio-temporales. O sea que el impacto de la cientificación va más allá de su inmediato y conscientemente seleccionado diseño. Cuando la tasa de conversión alimento/carne, los períodos de un parto a otro o el período de engorde han sido ‘mejorados’, se estrecha el horizonte de las razas más ‘apropiadas’, a través de cualquier tipo de intervención, manipulación o reorganización. Este horizonte estrechado afecta inmediatamente otros sistemas de cría a través del cambio en el grado de competitividad. Muy frecuentemente, lo que viene a continuación es la necesidad de ‘alinearse’ estos otros sistemas con el ‘mejorado’ (las excepciones serán discutidas más tarde). De no hacerse así, el resultado podría ser una rápida y brusca marginalización. En síntesis, cuando el proceso de trabajo (local) pierde su centralidad (a causa del diseño y ejecución de nuevas técnicas que aspiran a su reorganización), la organización social del tiempo y espacio perderá también su especificidad. Trabajo, tiempo y espacio se definirán crecientemente por instituciones generales y por redes político-económicas, al introducir como lo han hecho, esquemas ‘generales’ que sólo permiten la especificidad como una ‘ventaja comparativa’ o como un ‘estorbo’.

Un quinto tipo de desconexión se halla en la creciente separación de los procesos de producción agrícola y la especificidad de sus productos finales. Actualmente, la producción agrícola es un elemento de una cadena mucho más grande, que comprende comercio e industria por el lado del insumo, así como comercio y elaboración por el lado del producto. En la agricultura, las materias primas obtenidas en el ‘lado del insumo’ son convertidas a productos semi-elaborados para su elaboración industrial posterior. O sea que la agricultura ya no se orienta hacia la producción de bienes específicos para el consumo, sea un queso, una variedad de patata o cualquier otro producto. Consecuentemente, las condiciones específicas que relacionan la ecología, el tiempo y la habilidad técnica del agricultor con las características del producto final, son actualmente casi, si no completamente, irrelevantes. Una vez, para producir un tipo de queso particular (el llamado graskaas o queso “de pasto”) era necesaria una clase particular de leche, que contenía tipos específicos de caseína. Esta leche se producía cuando las vacas entraban por primera vez en el prado en primavera. Ahora esto puede hacerse sin necesidad de una clase específica de leche, origen o elaboración. En este caso la producción de específica es reemplazada por la ingeniería a lo largo de una cadena industrial. Las calidades requeridas se ‘construyen’ a través de toda clase de intervenciones y adiciones (Reynders, 1990).

Un sexto tipo de desconexión, ya anticipada en este texto, está en la desaparición de la familia (en términos de relaciones de género y generacionales, su historia específica y los proyectos específicos para el futuro) como el centro de gravedad de la empresa agrícola y de su desarrollo. Todavía hay familias agricultoras, pero la familia desaparece como punto central de referencia para definir la dirección, el ritmo y el tiempo en el proceso de desarrollo de la hacienda agrícola. Ahora estos parámetros los definen, directa o indirectamente, los modelos tecnológicos prevalecientes, que raramente permiten adaptaciones. Ahora es la familia quien se ‘adapta’ al proceso de producción definido externamente. Ver una ilustración empírica de este cambio, basada en una amplia encuesta, en Van der Ploeg (1987 y 1990b). Benvenuti (1989) aporta los mismos datos empíricos en una controversia teórica de los cambios estructurales en la agricultura moderna.

En resumen, a través de la creación y difusión de las desconexiones discutidas, la agricultura, como práctica social, se ha desconectado crecientemente (aunque no en todos los lugares con el mismo ritmo) (1) de la naturaleza y la ecología, (2) del una vez integrado proceso de trabajo, que era estructurado en forma autónoma, (3) de la calidad de la fuerza de trabajo, (4) de una organización social específica del tiempo y del espacio, (5) de la elaboración de calidades específicas contenidas en los productos finales, y (6) de la familia como un principio organizante. Consecuentemente y en un grado creciente, la localidad esta siendo abolida, el mosaico se está evaporando.

El desarrollo de la ciencia y la tecnología ha jugado un papel dominante en esta remodelación de la agricultura. Aunque no es posible entrar aquí en detalles (Van der Ploeg, 1987 o 1990b: capítulo 5), debe notarse que la función de palanca ejercida por la ciencia y la técnica *no es* el resultado de un proceso lineal, continuo y autónomo, intrínseco a la ciencia y la técnica como tales. Ambas contienen en su historia reciente (las décadas de 1930 y 1950 son cruciales en este respecto) importantes momentos de *ruptura*. Las ciencias agrarias evolucionaron de la *agronomía* (que se enfocó típicamente hacia la heterogeneidad, los sistemas de conocimiento local, etc.) hacia las *ingenierías* actuales que desembocan en diseños tecnológicos de cómo *debe* (re)organizarse la agricultura. Esto es, un gran abanico de técnicas maleables están dando lugar a sistemas de técnicas crecientemente exclusivos, hechos con innovaciones dependientes y mutuamente interconectadas. Esto se conecta con un cambio importante en la relación entre la oferta y la demanda de técnicas. De Benedictis y Cosentino (1979) desarrollaron un poderoso conjunto de conceptos analíticos para explorar y analizar la interrelación entre la oferta y la demanda de técnicas. Mientras inicialmente la demanda (involucrada en las prácticas ordinarias de la agricultura) guió la oferta, ahora es la oferta quien tiene su propia guía e ímpetu, legitimando o deslegitimando la demanda. A través de la oferta de técnicas se define la conducta de los campesinos, incluida su demanda de las técnicas prescritas.



Una ilustración clara del efecto de las desconexiones producidas puede derivarse de estudios actuales de planificación para el ‘uso óptimo de la tierra’ en la Comunidad Europea (Latesteijn *et al.*, 1990). Según estos estudios, por el efecto sinérgico de los cambios técnicos indicados antes, al menos el 70% de la superficie cultivada actualmente sería superflua. Por lo tanto, la agricultura debería reubicarse y concentrarse en los principales deltas de Europa. Es decir en aquellas áreas que ofrecen las mejores condiciones para someter la agricultura al agribusiness. No estoy sugiriendo que tal perspectiva se realizará a cualquier precio. Sólo deseo indicar que tal posibilidad se presenta crecientemente como un reclamo político. Para un análisis detallado, que incluye la posición de la Nestlé, ver Van der Ploeg (1987). Tal reclamo demuestra también que el actual proceso de desarrollo técnico, basado predominantemente en el supuesto de la externalización -mientras que teórica y prácticamente es bastante posible desarrollar innovaciones que tiendan a reestablecer el carácter ‘integrado’ de la agricultura- no es una vía neutra. Incluye la perspectiva de alcanzar la sumisión de la agricultura al capital. Un análisis propio de las tendencias de desarrollo en el futuro no debería considerar sólo un lado de la ecuación. Además de la ciencia, la tecnología y el capital, deberán considerarse también la posición, intereses, perspectivas y respuestas de los campesinos.

### **La reconstitución de la localidad**

Tanto el conocimiento general ofrecido y aplicado por la ciencia, como las tecnologías uniformizantes que provee el capital agrícola, requieren formas nuevas de conocimiento local para su aplicación. Emergen sistemas nuevos de conocimiento, específicos, de un carácter local estricto, que no sólo afectan, en situaciones diferentes, a la aplicación de reglas generales, procedimientos y aparatos, sino que también dan respuestas específicas sobre cómo resolver los problemas particulares que surgen al aplicarse. Este último tipo de problemas abarca una gama considerable de fenómenos empíricos. Mencionaré sólo algunos de ellos. Crecientemente, la integración de las piezas segmentadas por el conocimiento científico (Busch y Lacy, 1983) crea problemas prácticos, muy lejos de ser sólo “microscópicos” (Frouws y Van der Ploeg, 1988). Los agricultores se enfrentan también con singularidades y particularidades en el mismo desarrollo tecnológico: la inversión en las nuevas tecnologías en el momento 1, es muy probable que implique una disfunción en el momento 2 (Benvenuti, 1991). En tercer lugar, se podría apuntar todavía a otro nivel de complicación: las reglas generales y las técnicas diseñadas uniformemente desde un horizonte de relevancia particular, es decir desde el laboratorio o la granja experimental, frecuentemente se muestran ‘inadaptables’ a las condiciones específicas que reinan en ciertas zonas o haciendas. Es decir que los parámetros considerados como estratégicos para la indicación de ‘éxito’ o ‘fracaso’ (Staudenmaier, 1985:

47) están lejos de las condiciones típicas en que están trabajando (una parte de) los agricultores. Normalmente se consideran como constituyentes del horizonte de relevancia de la ciencia y el diseño tecnológico, las llamadas ‘condiciones óptimas’ que permiten una ‘agricultura racional’. Sin embargo, la agricultura como praxis diferenciada, contiene una miríada de condiciones ‘divergentes’, ‘subóptimas’ y ‘marginales’, es decir, contiene ‘desviaciones’ de lo que se asume como óptimo en el proyecto de desarrollo de la ciencia y la técnica. Aún más, el desarrollo técnico en la agricultura de hoy no puede entenderse como un simple flujo de artefactos de crecientes grados de ‘eficacia’. Aunque se representa a estos ‘artefactos’ como objetos simples y de una superioridad inherente (‘semillas milagrosas’, ‘variedades mejoradas’, etc.), su aplicación requiere frecuentemente de la reestructuración profunda del proceso de trabajo y de la interrelación entre agricultores e instituciones externas. Uno de los supuestos centrales de los nuevos diseños es el proceso continuo de externalización (Van der Ploeg 1990: 18-21) que culmina en un flujo de factores de crecimiento estandarizados desde las instituciones externas a las haciendas agrícolas. En la práctica de la agricultura esto implica un aumento (algunas veces muy brusco) en el mercantilismo: el balance de la autonomía-dependencia respecto a los mercados se verá profundamente afectado por la aplicación de nuevas técnicas. En síntesis, el desarrollo técnico va más allá, mucho más allá del simple flujo de artefactos: supone, requiere y produce profundos cambios estructurales y de orden político-económico.

De ahí la necesidad de respuestas específicas. Hemos estado tratando de estudiar tales respuestas a través de un nuevo enfoque que ve a la heterogeneidad como un fenómeno empírico omnipresente. En este enfoque, la heterogeneidad no se concibe como un remanente arcaico, sino como la posibilidad de contener y expresar una cierta gama de respuestas estratégicas a los dilemas antes esbozados. Los agricultores tienen que relacionar su actividad agrícola con los mercados, tanto por el lado del producto como por el lado del insumo. De la misma manera, los agricultores tienen que definir su posición respecto a la oferta de técnicas dominante. Teóricamente esto permite concebir cierto ‘espacio de maniobra’: los agricultores podrían relacionar sus actividades campesinas con los mercados y la técnica de manera diferente. Saccomandi (1991) analiza estos fenómenos dentro de la estructura del análisis económico neo-institucional. En mi opinión, esta estructura es muy interesante y poderosa ya que aborda la representación de las diferentes interconexiones entre la agricultura, los mercados y la tecnología del desarrollo.

También desde un punto de vista teórico, se podría asumir que estas posiciones diferenciales no son estrictamente individuales ni atomistas. La comparación mutua, las redes específicas para la comunicación, el intercambio de nuevas soluciones y el entendimiento, los constantes debates de lo que se considera como una ‘buena agricultura’, etc., siempre han formado parte de la agricultura. Emergerán respuestas específicas, diferenciadas y construídas socialmente a través de la comparación, de

la intercomunicación, de la negociación, del distanciamiento o del reproche. Y más cuando forma parte del juego un repertorio específico de diferentes experiencias históricas en relación con los mercados y la técnica (Van der Ploeg *et al.*, 1992).

La relación de la empresa campesina con los mercados y el desarrollo técnico ha sido durante las últimas décadas objeto de prescripción y sancionamiento continuos. Existe una amplia gama de ‘aparatos políticos’ (Burawoy, 1985) que constituyen efectivamente un “ambiente técnico-administrativo” (Benvenuti, 1991), una cuasi organización desde la cual se articulan prescripciones para ‘conductas’ determinadas y sus ‘definiciones sociales’, como por ejemplo, ‘el buen empresario’, ‘la esposa que respalda’, etc. Este mismo “ambiente técnico-administrativo” implica un enorme servicio de información (‘intelligentzia’, Rambaud, 1983) relacionado con la producción primaria e involucrado en la prescripción y articulación de las ‘definiciones sociales’ requeridas. Es remarcable ver, especialmente de forma retrospectiva, cómo muchas de las ciencias agrarias se alinearon con este programa concreto. Una de las consecuencias de este alineamiento es, entre otras, que también se crearon campos concretos de ignorancia (creados institucionalmente) en el ámbito de la ciencia. Esto se aplica, por ejemplo, a los *mecanismos y maneras empíricas* a través de los cuales las haciendas agrícolas se vinculan con los mercados y el desarrollo técnico. En la economía agraria “neo-clásica”, la agricultura se entiende como la representación de una función de la producción. La proyección de las relaciones de precios y costos sobre esta función, determina ‘lo óptimo’ (Saccomandi, 1991). Dentro de esta estructura se considera irrelevante el grado actual de mercantilismo, *el complejo empírico de las interrelaciones con los mercados*. Por ejemplo, es una situación irrelevante para los cálculos requeridos que el trabajo se movilice a través del mercado del trabajo o a través de relaciones no mercantiles. Es el mismo caso para el capital, la tierra, todos los insumos mayores, el conocimiento, etc. En los cálculos del ‘buen’ empresario, tales factores de producción e insumos se consideran movilizados a través de los mercados correspondientes; consecuentemente ellos son mercancías, es decir, cualquiera que sea su especificidad (incluyendo su valor social específico), lo que interesa únicamente es el precio establecido en el ‘mercado universal’ (Polanyi, 1957). Desde aquí, se entiende porqué los agricultores que calculan diferentemente o que distancian activamente sus negocios agrícolas de una u otra manera de los mercados, son etiquetados rápidamente como ‘malos empresarios’ o como ‘personas anti-económicas’ en los ‘aparatos políticos’ involucrados. En su momento la economía agraria también cosificó tales imágenes. En las interrelaciones de la agricultura y el desarrollo de la técnica pasa exactamente lo mismo. Baste recordar las en su tiempo categorías dominantes desarrolladas en la tradición de la difusión de la innovación y más tarde dentro de las ciencias de la extensión.

Sin embargo, investigaciones recientes demuestran que hay una considerable variabilidad en los grados empíricos de mercantilismo, o sea en las interrelaciones actuales entre haciendas agrícolas y los diferentes mercados. A través de nuevos

desarrollos teóricos, por ejemplo en la notable aplicación de la economía neo-institucional a la agricultura (Saccomandi 1991) y el llamado ‘debate sobre el mercantilismo’ (Long *et al.*, 1986; Long y Van der Ploeg, 1989), también es posible representar esta diversidad empírica como un fenómeno muy significativo en términos teóricos. También son importantes nuevos estudios de investigación (Roep *et al.*, 1990) que demuestran claramente que las posiciones de la agricultura respecto a los mercados (y al desarrollo tecnológico) son producto de estrategias conscientes, activamente manejadas y adaptadas por los actores. La implicación habla por sí misma: no se puede considerar a la heterogeneidad como un remanente arcaico del pasado, ni como cierto producto casual de la interacción entre diferentes condiciones ‘iniciales’ al nivel de la empresa agrícola y procesos más generales como la creciente dependencia hacia el mercado y el desarrollo técnico. Los mercados y la técnica contienen una distribución específica de potencialidades y restricciones (una ‘especificidad’ moldeada crecientemente por los ‘aparatos productivos’ involucrados). Tal distribución específica y las consecuencias implicadas, provocan cada vez más, respuestas diferentes. Ellas se contrastan con ‘proyectos’ específicos que no solamente implican relaciones particulares con los mercados y la técnica sino que también implican moldeamientos específicos en la organización del trabajo y el proceso de desarrollo en la unidad agrícola.

Esto lo demuestra el estudio de Roep sobre los diferentes estilos agrarios en la ganadería lechera de las tierras arenosas del este de Los Países Bajos (Roep *et al.*, 1990). Con un método elegante aunque un poco complicado, identificaron varios estilos agrarios. Inicialmente usaron conceptos populares para identificar cada uno de estos estilos. Luego los agricultores relacionaron cada estilo agrario con algunas magnitudes que, en su opinión, eran cruciales para caracterizar las diferencias principales. De esta manera levantaron un mapa social, como antes lo hizo Bennett (1981) (Figura 1). También, por medio de una muestra de 126 agricultores relacionaron los mismos estilos agrarios con los mercados y la tecnología como ‘principios estructurantes’ (Figura 2).

A primera vista podría sorprender que las relaciones entre entidades específicas y socialmente construidas, es decir los estilos agrarios, se reproduzcan en conjuntos de dimensiones completamente diferentes, tales como la escala e intensidad del proceso de producción (Figura 1) o la interrelación de agricultura, mercados y tecnología (Figura 2). Sin embargo, si empezamos por la premisa de que el proceso de trabajo es central, no es sorprendente.

En el proceso de trabajo los diferentes ámbitos de la agricultura (como la organización de relaciones específicas técnico-económicas con instituciones ‘foráneas’, la estructuración específica del proceso de producción y reproducción, el manejo de toda clase de relaciones sociales de producción, etc.) son coordinadas y puestas juntas dentro de la misma estrategia coherente. Así es por qué, con dimensiones distintas, se podría introducir también el color de las vacas o la especificidad de las rela-

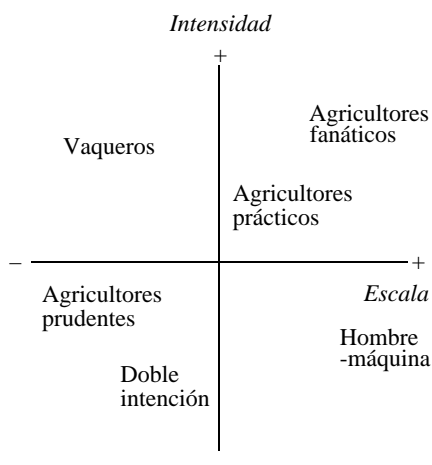


Figura 1. “Mapa social” de estilos agrarios en la ganadería lechera sobre tierras arenosas, en el este de los Países Bajos

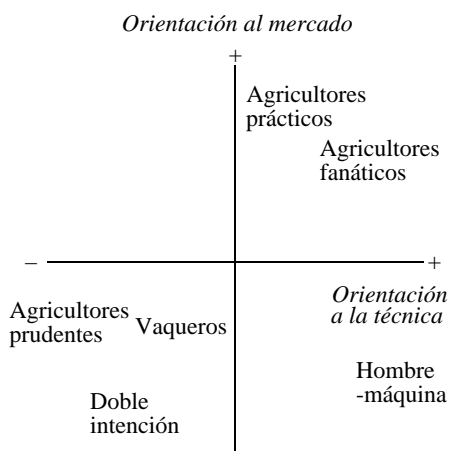


Figura 2. Estilos agrarios en la ganadería lechera sobre tierras arenosas, ordenados según las dimensiones “mercado” y tecnología”

ciones de género en la unidad agrícola (Maso, 1986; De Rooy, 1991). El punto es que el proceso de trabajo agrícola es tanto un proceso multidimensional como integrado: ‘aspectos’ diferentes son coordinados de maneras específicas, o sea, alineados unos con otros. El razonamiento de Mendras aplicado a ‘trabajo, tiempo y tierra’, se aplicaría por ejemplo también a ‘trabajo, mujeres y vacas’.

La posición de las actividades agrícolas frente a los mercados y la técnica no es de ninguna manera un asunto neutro. Ilustraré esto en el caso de la técnica. Los artefactos técnicos contienen proyectos específicos que afectan la necesaria (u óptima) organización del proceso de trabajo en la unidad agrícola. Esto a su vez afecta las relaciones sociales de y en la producción. Muchas técnicas suponen, y por lo tanto introducen, una división social del trabajo específica, como la división en tareas consideradas como cruciales, importantes y decisivas, y tareas ‘de segunda clase’, como lo definió De Rooy (1991). Por ejemplo ordeñar es ‘importante’ y limpiar los instrumentos usados es ‘trabajo de segunda clase’ (o ‘trabajo invisible’). Estas son tareas que difícilmente pueden intercambiarse, puesto que el ‘ordeño como un trabajo importante’ requiere rutina diaria, un buen conocimiento de los animales, su conducta, su salud, una preparación completa, un esquema fijo de tiempo. Por otra parte, la noción de ‘complementaridad secundaria’ o de actividades ‘adicionales’ como la limpieza o cualquier otra actividad asociada, pueden ser ‘añadidas’ fácil-

mente a los nuevos diseños, dado que ellos presuponen el *género* femenino: que habrá mujeres disponibles para encargarse de estas tareas. Una parte considerable de las actividades tecnológicas de hoy son ‘dependientes del género’, o sea que se basan en el supuesto de la disponibilidad de una clase de ‘trabajadores de segunda clase’. Como De Rooy demuestra en un magnífico estudio empírico, el género se reproduce en técnicas actuales. Es notable que donde las mujeres están desapareciendo de la empresa agrícola, los hombres están obligados a desarrollar soluciones nuevas y originales. Por ejemplo en lugar de tener un solo tractor muy potente, trabajar con varios tractores pequeños de segunda mano, cada uno destinado a una labor específica, libera del trabajo de ‘ajustar’ la maquinaria del tractor cada vez que se necesita, uno de los ‘trabajos invisibles’ hechos normalmente por las mujeres. Es también notable que, por cualquiera que sea la razón, cuando la mujer rehúsa ser reducida a un empleo o a una definición social de segundo orden, emergen estilos agrarios *específicos* que contienen caminos tecnológicos ‘desviados’. Este es, por ejemplo, el caso de las haciendas donde la fabricación de queso permanece como (o es otra vez) uno de los elementos centrales del proceso de trabajo, y la fabricación de queso es un trabajo femenino (De Rooy, 1991).

Otro supuesto crucial subyacente en el desarrollo técnico de hoy es, como cité antes, la noción de una constante ‘externalización’. La técnica se diseña en función de una creciente división del trabajo entre la empresa agrícola y la industria. Esta última produce los factores de crecimiento estandarizados que implican una productividad ‘encarnizada’. La primera adquiere estos factores de crecimiento (sean variedades mejoradas, ganado más productivo, nutrientes, alimentos, estimulantes del crecimiento, etc.) con el fin de lograr una productividad elevada. Lo seguro es que tal esquema liga la práctica agrícola con un incontrolable conjunto de relaciones de mercado. En resumen: los agricultores ‘de vanguardia’, al aplicar este esquema tienen que producir el 50% o más de leche para llegar al mismo ingreso por unidad de producto o fuerza de trabajo que los que llamados agricultores ‘tradicionales’. Pero esta diferencia es sólo ‘la punta del iceberg’. La inversión en nuevas técnicas supone primordialmente la incorporación a los mercados del capital. En la actual ganadería lechera holandesa, esto implica para los agricultores ‘de vanguardia’, que paguen hasta 100,000 florines al año por los intereses (Klaassens, 1985). Esto es más o menos 1,5 o 2 veces el ingreso medio por unidad de fuerza de trabajo. Por consiguiente el producto total (y por lo tanto la productividad del trabajo con todas sus implicaciones) tendrá que compensar todos estos gastos adicionales.

Así se puede entender que los ingenieros en sus laboratorios definen (y juzgan) los parámetros algunas veces de manera diferente a como se hace en la *práctica* agrícola. Un estudio todavía no publicado de Mok y Tillaert es muy significativo. Ellos confrontan tanto a los agricultores como a los extensionistas (los cuales son estimados en este caso como típicos representantes de los ‘aparatos políticos’ que rodean a la agricultura) con un conjunto de parámetros técnicos que describen los

procesos de producción específicos en las unidades agrícolas estudiadas. Tanto los agricultores como los extensionistas evaluaron estos parámetros en términos de comportamiento 'bueno', 'medio' y 'malo'. De aquí emergió una tabla de 3 x 3. El resultado llamativo fue que solamente en el 30% de los casos hubo un acuerdo entre los dos grupos. En el 70% restante, los agricultores consideraron los resultados como 'buenos', mientras que los extensionistas los consideraron 'malos', o viceversa. Esta diferencia es iluminadora: los 'buenos' resultados definidos por los extensionistas son vistos por los agricultores como situaciones donde predomina la tensión o los riesgos son muy altos, 'no se deja tiempo para la vida familiar', etc.

La agricultura requiere una coordinación cuidadosa entre diferentes ámbitos. El ámbito de la producción, por ejemplo, deberá coordinarse con los que abarcan los diferentes pero interconectados procesos de reproducción, y con la negociación y renegociación de las relaciones sociales en las cuales la empresa agrícola y la familia están sumergidas. Desde aquí se sigue que lo que surge como 'óptimo' en el ámbito de la producción si se toma aisladamente, podría llegar a ser una situación irritante o hasta contraproducente cuando se relaciona con otros ámbitos y los intereses, perspectivas y criterios implicados en ellas. O sea que la producción mercantil simple no se basa en la separación, sino que hay un equilibrio entre la producción mercantil como tal y las condiciones en las cuales se lleva a cabo, incluyendo diferentes relaciones no-mercantiles. Esto implica necesariamente que deben buscarse y expresarse posiciones diferentes ante los diseños técnicos dominantes.

Seguro que el mismo razonamiento puede aplicarse a las relaciones económicas mismas, por ejemplo en la interconexión entre la agricultura y los mercados, especialmente cuando el razonamiento ya no es el estudio de un caso típico en una 'situación de mercado libre'. Las interconexiones con los 'mercados' se estructuran a través de contratos específicos con las 'instituciones de mercado' particulares. Las interconexiones suponen una articulación con los proyectos específicos de dominación diseñados por los grupos del negocio agrícola. En resumen, la situación misma obliga a respuestas diferenciales. Es así como surgen diferentes estilos agrarios.

En la Figura 2 (referente a los estilos agrarios en las tierras arenosas en los Países Bajos) se muestran posiciones diferenciales ante los mercados y la técnica. Cada posición implica una estructuración específica del proceso de trabajo en la hacienda agrícola así como un modelado específico de su proceso de desarrollo. Roep *et al.* (1990) explora y describe una amplia gama de diferencias agroeconómicas y microeconómicas. Entonces los estilos agrarios surgen como construcciones sociales multidimensionales y socialmente coherentes que no se pueden concebir como meras derivaciones, o deducciones de relaciones de mercado prevalecientes o de la técnica disponible. Las diferentes posiciones ante los mercados y el desarrollo técnico se definen socialmente como el producto de un razonamiento estratégico (que implica típicamente una continua anticipación de la conducta de los otros actores, por ejemplo grupos dedicados a los negocios agrícolas, instituciones del Estado, otros

agricultores, etc.), y están mediatizados, hasta un grado considerable, por la comparación mutua, la comunicación y la cooperación. Evidentemente cada estilo comprende una forma específica de comunicación, comparación y cooperación. Ilustraré esto con una parte del todo, con el uso específico que los agricultores hacen de los ahora ampliamente disponibles sistemas informatizados que ayudan al manejo de la hacienda. En la ganadería lechera uno de los más ampliamente difundidos es Delar. Este sistema no sólo ofrece al agricultor una descripción detallada y un análisis de su propia administración, sino que también contiene datos sobre años previos, el comportamiento de otros agricultores, y un conjunto de criterios emitidos por las ciencias agrarias aplicadas, que señalan las prácticas ‘óptimas’. A estos últimos criterios se les llama típicamente ‘las normas’. Ahora bien, como muestra la Tabla 1, cada estilo agrario tiene un patrón específico de comparación, que se relaciona evidentemente con las prácticas actuales de comunicación, cooperación y distanciamiento. Por ejemplo, en el estilo típico ‘vaquero’, de quienes alcanzan mucha habilidad técnica, y por consiguiente eficacia técnica, y están muy preocupados por la mejora de su propio proceso de trabajo, esta mejora se centra típicamente en un conocimiento práctico muy detallado (a lo que Lacroix llama ‘savoir faire paysan’), y los parámetros externos y la experiencia foránea son poco relevantes. En su lugar, la experiencia personal es crucial. Entonces el progreso únicamente puede medirse usando como unidad de medida la experiencia propia y previa. Esto es exactamente lo que indica la Tabla 1: el uso que estos ‘vaqueros’ hacen de los paquetes de información disponible es muy específico. Esto constituye un llamativo contraste con el modo en que la comparación se usa en otros estilos agrarios. Los ‘agricultores prudentes’ por ejemplo, que están típicamente interesados en la reducción al mínimo de

Tabla 1. Valoración según estilo agrario en ganadería lechera de tres conjuntos de datos ofrecidos por el sistema experto Delar

Comparando con	Doble intención	Prudentes	Prácticos	Vaqueros	Hombre -máquina	Fanáticos
Años previos	+	-	+	+	--	0
Otros agricultores	0	+	+	--	+	--
Normas	-/+	0	-	0	0	++

- = relativamente poco importante
- = relativamente el menos importante
- + = relativamente importante
- ++ = relativamente más importante
- =/- = de mayor rango comparado con otros
- 0 = en promedio comparado con otros



los costes monetarios (es decir, tienden a reproducir un esquema de producción y reproducción relativamente autónomo e históricamente garantizado en su empresa agrícola) se centran especialmente en la comparación con otras haciendas. De tal comparación ellos aumentan su habilidad para reducir costes posteriormente. Especialmente interesante es el caso de los ‘agricultores fanáticos’, cuyas empresas se alinean con los nuevos diseños técnicos y quienes están enganchados, más que los otros, en un proceso de expansión acelerada de sus empresas agrícolas (de aquí la denominación que otros y ellos mismos se dan como ‘fanáticos’). Su estilo agrario representa, como aparece claramente en la Tabla 1, un ‘adieu’ al pasado y al presente. La comparación con años previos es irrelevante. En su estrategia, el desarrollo de la unidad agrícola pasa por una ruptura continua. La aplicación de nuevas técnicas y la ‘respuesta’ inmediata a las nuevas oportunidades del mercado, provocan súbitas transformaciones, ‘las rupturas’ son cruciales. Entonces, el pasado pierde su relevancia como parámetro de evaluación. Lo mismo se aplica para el presente. La comparación con otros agricultores es irrelevante. Según su propio ‘proyecto’, estos agricultores fanáticos tienen que ser ‘mejores que’, estar ‘delante de’ otros agricultores. Así, en el todavía dominante discurso de la política agraria holandesa, se etiqueta a este agricultor como ‘agricultor de vanguardia’. Sólo un criterio permanece: la perspectiva (‘las normas’) definida por las ciencias agrarias aplicadas. En este estilo agrario, pasado y presente están eliminados como puntos de referencia, y la ruta definida por la ciencia es lo decisivo. En un análisis comparativo, esto representa (como indica la Tabla 1) un llamativo patrón de comunicación. También ilustra, en su actualidad, el impacto del desarrollo técnico. No sólo introducen ‘artefactos’ en la práctica de la agricultura, sino también patrones organizativos, ‘normas’, metas y nuevos patrones de comparación y por lo tanto de comunicación -incluido típicamente un aumento de confianza en los extensionistas- y cooperación.

En síntesis, ciertos grupos particulares de agricultores (los etiquetados como ‘fanáticos’ por sus colegas) se alinean con las metas y perspectivas implicadas en el ‘proyecto’ que surge de la cientifización. Otros grupos, sin embargo, escogen diferentes rutas (por ejemplo los etiquetados como ‘vaqueros’, ‘prudentes’ ‘de doble meta’, etc.). Esto es, ocurre tanto la diferenciación como la homogeneidad. Lo que es importante es que en la práctica social misma un estilo es argumento para el otro y viceversa. Los ‘vaqueros’ están convencidos de su propia racionalidad cuando se comparan con los ‘agricultores fanáticos’; simultáneamente los últimos están convencidos de la ‘irrelevancia’ de las experiencias vividas y producidas por los primeros dado que ellos consideran que las ‘normas’ científicas deben usarse como la unidad de medida principal para la evaluación y la planificación. Embarcarse en un proceso de desarrollo, tal como lo hacen los fanáticos, es considerado por los ‘prudentes’, los ‘de doble meta’ y otros como demasiado peligroso si no un poco loco.

Hoy, la práctica social de la agricultura moderna representa, por así decirlo, turbulencia, confusión, debate y ninguna conclusión definitiva, cualquiera que sea el

tipo de agricultura. Vista a distancia, la agricultura moderna es un ámbito tanto con fuertes tendencias hacia la homogeneización (es decir la liquidación de la localidad) como con respuestas nuevas, específicas y locales frente a estas tendencias. En este momento es imposible estimar hacia dónde apunta la tendencia válida, imposible para los mismos empresarios involucrados e igualmente imposible para los científicos. Los estudios disponibles muestran que cualquiera que sea el tamaño de la actividad de la hacienda, en todos los estilos pueden obtenerse buenos ingresos y perspectivas de continuidad (Van der Ploeg *et al.*, 1992). Otro punto es la extrema inseguridad en el diseño definitivo de las políticas agrarias por venir, incluida la reorientación de los mercados. Por doquier la política supone una distribución específica de costos y beneficios, o de oportunidades y limitaciones. La articulación entre las políticas nuevas y el amplio abanico de estilos agrarios sigue siendo todavía una de las mayores interrogantes. En otras palabras, no sorprende que este punto específico ocupe la parte mayor y más ardiente de los debates, por ejemplo en los Países Bajos pero también en Italia. Puesto que el futuro se ha representado muy frecuentemente como la 'lógica revelada' de las leyes científicas (o como dice la interpretación de la izquierda política: la lógica del capital), ahora y probablemente más que nunca, este es el objeto de un debate y una lucha social.

### **La cultura, patrones de lógica y diversidad agrícola**

Como argumenté antes, la agricultura requiere coordinación. La virtualmente infinita gama de subtarefas que en conjunto componen el proceso de trabajo, necesita una atinada coordinación. Además el proceso de trabajo debe coordinarse con los parámetros más relevantes de otros ámbitos que, junto con el ámbito productivo, constituyen los 'campos de actividad' (Vincent, 1977) en y a través de los cuales se lleva a cabo la agricultura como actividad social. Las diferentes formas de coordinación están aseguradas a través de continuos ciclos de observación, interpretación, evaluación y (re)organización. Pero el punto crucial es que esta coordinación de ninguna manera debería verse como una mera actividad técnica. La 'creación del equilibrio requerido' (como los agricultores dicen frecuentemente) no es una operación prefigurada, ni es simplemente un procedimiento de 'ensayo y error' que lleva a un equilibrio estimado a priori. Aunque batallando mucho con las tecnicidades del proceso productivo, la coordinación necesaria o 'equilibramiento' en sí misma no es una actividad técnica, sino un proceso consciente con metas. Lo que aquí estamos debatiendo es la coordinación *social* de las subtarefas de la producción y la reproducción de los diferentes sistemas, de las relaciones internas y externas. Koningsveld (1987, analiza teóricamente las implicaciones de este hecho, a primera vista bastante simple y evidente. Todos estos aspectos y relaciones tienen que ser 'equilibrados', y a *causa* de que éstas se hallan mutuamente coordinadas, la agricul-

tura surge como una *construcción social*, como una constelación coherente y multi-dimensional, en la cual la unidad y la sinergia de las prácticas, las relaciones internas y externas, el conocimiento, las normas, las opiniones, las experiencias, los intereses y perspectivas resaltan más que las tensiones y las contradicciones.

Precisamente en este punto, en la coordinación mutua de intereses, perspectivas, relaciones internas y externas, y prácticas, con todas las tecnicidades implicadas, la *cultura* como factor importante tiene su centro de gravedad. En la Producción Mercantil Simple (con su unidad de ‘trabajo mental’ y ‘manual’, su característico espacio de maniobra ante las relaciones mercantiles, etc.) la cultura no es solo otro factor ‘adicional’. La cultura se encuentra como clave en la *coordinación específica* de las relaciones internas y externas, de la experiencia y la perspectiva, del pasado, el presente y el futuro. La cultura no es un fenómeno ‘foráneo’ de las llamadas ‘duras’ realidades del mercado y la técnica. Son los modelos culturales (o patrones específicos de la lógica agrícola, como puse de ejemplo en los conceptos populares ya presentados) quienes estructuran la interpretación de los mercados y la técnica, y quienes consecuentemente estructuran ‘la transferencia de significados’, ‘la traducción’ de, por ejemplo, las tendencias del mercado a la acción. Un típico agricultor “I” en Emilia Romana ‘lee’ los mercados de un manera que difiere marcadamente de la interpretación de un agricultor “E” (Van der Ploeg, 1990). Lo mismo ocurre en los ‘agricultores fanáticos’, los ‘vaqueros’ y ‘los avaros’ de los Países Bajos. Uno y el mismo conjunto de parámetros externos se interpreta de manera muy diferente y por lo tanto se transforma en prácticas diferentes.

Los estilos agrarios son los puntos nodales de la cultura de la hacienda. La diversidad de estilos surge consecuentemente como el repertorio cultural de las comunidades agrícolas. La heterogeneidad refleja -y al mismo tiempo refuerza- este repertorio cultural, o sea que refleja el abanico de respuestas disponibles para todas estas limitaciones, oportunidades y reclamos en los cuales está inmersa la agricultura.

Este repertorio cultural se interconecta evidentemente con la Historia, la localidad, los movimientos sociales nuevos, y con la cultura en un sentido más general. O sea que tales repertorios culturales no son sólo las imágenes en negativo de las relaciones prevalecientes con los mercados, de los diseños técnicos y de los ambientes (agro)políticos, sino que son moldeados por la historia, la localidad y la cultura en un sentido más general. Por esto los agricultores ‘calvinistas’ todavía difieren de los agricultores ‘católicos del sur’ -esto no sólo se manifiesta en los diferentes grados de servicio a la tierra (rentmeesterschap), por ejemplo en el cuidado diferente que recibe la naturaleza y el paisaje, sino también en las tensiones específicas que se expresan en las famosas frases de, por ejemplo, “no queremos mierda católica en los suelos protestantes”. O por qué los agricultores frisonos no instalan chiqueros, por qué los hijos de ‘mezzadri’ son más frecuentemente agricultores I en lugar de E, y por qué una proporción considerable de agricultores jóvenes nacidos en los años

60 y 70 que formularon una crítica radical a las políticas agrarias dominantes de entonces, están ahora al frente del movimiento de la agricultura ecológica. Así, en la Producción Mercantil Simple agrícola, la cultura es un factor muy relevante. La cultura es importantísima. De hecho, concepciones culturales nuevas se materializan en prácticas nuevas. Seguro que esto ha sido siempre así; lo llamativo es que todavía sea así.

Es evidente que tales consideraciones suponen un programa de investigación de largo alcance. En lugar de concebir los estilos agrarios existentes en términos de ‘estrategias de supervivencia’ (meras intenciones de escapar del destino, como los han definido las ‘tendencias estructuralistas’), primeramente deberían visualizarse los diferentes modelos como proyectos orientados al futuro, en los cuales la intencionalidad es un elemento crucial. Y esto toca el punto de por qué algunos ‘proyectos’ fallan mientras que otros tienen éxito en la fabricación de un futuro específico. Otro campo muy estratégico para ser considerado por tal programa comprende la significatividad, el diseño y las limitaciones de “la ofensiva cultural” de hacer la agricultura de manera ‘racional’ tal como la organiza el Estado, la ciencia y los negocios agrícolas; del mismo modo que la profecía (objetivada) de la ‘inevitabilidad’ de los escenarios del desarrollo que estas instituciones hacen.

Sea como sea, la cultura no ha de eliminarse del análisis ni de las representaciones (teóricas) de la agricultura. La cultura está en el corazón de ella. A través de las maneras en las cuales se entretije con patrones culturales de lógica agrícola, ella produce y reproduce la heterogeneidad y por lo tanto la localidad. Aunque los mercados y la técnica, a través de la aplicación de las ciencias agrarias, están siendo crecientemente traducidos en modelos culturales específicos (‘el buen empresario’ y ‘el innovador temprano’ son excelentes ejemplos), modelos que son acompañados por lo que ha sido llamado ‘ofensivas culturales’, y la automatización es un ejemplo excelente (Frouws y Van der Ploeg, 1988), y aunque algunos segmentos del sector agrícola se alinean con esta clase de ‘actuaciones prescritas’, otros segmentos que son algunas veces partes sustanciales toman posiciones diferentes y rechazan la ‘inevitabilidad’ proclamada de la conducta prescrita. De esta manera se crean y llevan a cabo ‘proyectos’ de estilos agrarios divergentes. Este es el poder de la cultura.

### **El fin de la globalización: hacia una ‘relocalización’ de la agricultura**

La agricultura europea está al borde de una transformación profunda y de largo alcance hacia métodos de producción más perdurables. A este respecto, el patrón de cientifización, externalización y creciente incorporación a los mercados que ha sido dominante hasta ahora, está como la “pantera rosa”: ‘produciendo sus propias reacciones’. La crisis ecológica es considerablemente idéntica a la dependencia de la agricultura hacia el mercado por el lado del insumo. A través de este patrón particu-

lar de dependencia, gigantescas cantidades de nutrientes, alimentos, forraje, materias químicas y energía se concentran en un solo lugar. A través de las interrelaciones estandarizadas del proceso de trabajo, disminuye la eficacia técnica. Es decir que una 'importación' masiva de elementos potencialmente contaminantes se junta con una escasa eficacia en cuanto a su conversión (Roep et al, 1991). La consecuencia es una pérdida muy alta de tales elementos -estén en la tierra o en los depósitos de agua, en el aire o en los productos finales-, tan grande como una elevada concentración de 'aditivos' o residuos. Esta situación provoca crecientemente el concepto de una lucha por la re-conexión, que no sólo implica una clase de re-localización. La re-conexión de la agricultura con los factores de crecimiento naturales (en vez de con los artificiales) requiere también una re-orientación hacia las condiciones ecológicas locales, hacia las preferencias específicas del consumidor, hacia las actitudes específicas de los agricultores involucrados, y hacia nuevas interrelaciones específicas entre los productores y los consumidores. En síntesis, la localidad es de nuevo relevante, si no es inmediatamente estratégica. Por lo tanto la perdurabilidad de la agricultura requerirá otra vez del 'art de la localit '; 'el arte de hacer la agricultura' será re-inventado y re-estimado.

Pero hay también otras tendencias y movimientos. Como muchos escritores han ilustrado (Antonello y Bonati, 1987; Barragan *et al.*, 1991; Lacroix, 1982; Osti, 1991; Pernet, 1982), en muchas áreas llamadas 'marginales' permanece una marcada "resistencia social". Por muchas razones -y el ser una cultura regional no es la menos importante- la 'marginalidad' o 'el ser superfluo' ya no son aceptados como denominadores de una situación social. En su lugar estos términos provocan respuestas nuevas. Ahí está una gran fenomenología de patrones de desarrollo endógeno con los cuales se equilibra la difundida marginalización, como la describió De Haan en el seminario sobre patrones de crecimiento endógeno, llevado a cabo en 1991 en Vila Real, Portugal (publicación por salir).

También en los 'polos de crecimiento' parece que hay nuevas tendencias que conducen al reforzamiento de la localidad. Algo irónico: las políticas de desregulación y liberalización ahora apoyadas y defendidas en los niveles centrales, son actualmente de las principales fuerzas para la reconsideración de la globalidad construida. La todavía existente o reproducida heterogeneidad, aunque frecuentemente subestimada, está empezando a ser de manera muy interesante, uno de los argumentos claves en esta reconsideración. Es como si hechos olvidados empezaran a hablar un lenguaje nuevo. Por ejemplo está el 'simple' hecho de que la producción de 1,8 billones de litros de leche para la elaboración de queso parmesano requiere y genera empleo en el sector primario para al menos 26.000 unidades de trabajo. En Frisia, la producción de la misma 'cuota' requiere solamente 5.000 unidades de trabajo. Los niveles de ingreso y las perspectivas para la marcha de la unidad agrícola son exactamente las mismas (De Roest, 1990). O sea que donde la continua expansión de la producción total es bloqueada (como es el caso actual para casi todos los productos

y sectores agrícolas), la distribución de valor agregado entre la agricultura y la industria viene a ser un nuevo y probablemente decisivo factor en patrones futuros de desarrollo. Y es exactamente esta distribución del valor añadido y el empleo asociado a él lo que probablemente se convertirá en el talón de Aquiles para los modelos de cientifización, externalización y globalización que dominan actualmente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adams, G.B. (1966) The Work and Words of Haymaking. En *Ulster Folklife*, Vol. 72, pp 66-91.
- Akker, K.J. Van den (1967) *Van de mond der oude middelzee, schetsen uit het oude leven op het land en uit het boerenbedrijf*. Friese maatschappij Van Landbouw; Leeuwarden (5ª ed.).
- Antonello, S., F. Bonati (1987) *La Zootecnia Nell' Apennino Emiliano-Romagnolo: configurazione attuale e tendenze evolutive*. IRECOOP Emilia Romagna; Bologna.
- Barragán, A., M. González, E. Sevilla Guzmán (1991) Revueltas campesinas en Andalucía. *Cuadernos de Historia* 16, 294.
- Benedictis, M. de, V. Cosentino (1979) *Economia dell'Azienda Agraria, teoria e metodi*. Il Mulino; Bologna.
- Bennett, J. (1981) *Of time and the enterprise. North American family farm management in a context of resource marginality*. University of Minnesota Press; Minneapolis.
- Benvenuti, B., et al.? (1989) *Produttore Agricolo e Potere; modernizzazione delle relazioni sociali ed economiche e fattori determinanti dell'imprenditorialità agricola*. Ricerca CNR/IPRA. Coldiretti; Roma.
- Benvenuti, B. (1991) Geschriften over landbouw, structuur en technologie. *Wageningen Studies in Sociology*, 29
- Bernstein, H. (1990) Agricultural 'modernisation' and the era of structural adjustment: observations on Sub-Saharan Africa. *The Journal of Peasant Studies*, 18: 3-35.
- Bieleman, J. (1987) *Boeren op het Drentse zand 1600-1910, een nieuwe visie op de oude landbouw*. HES Uitgevers; Utrecht.
- Bloch, M. (1939) Economie-nature ou économie-argent: un pseudo dilemme. *Annales d'Historie Sociale*, 1: 7-16.
- Bourdieu, P. (1982) *Outline of a theory of practice*. Cambridge University Press; Cambridge.
- Brolsma, R. (1979) *Groun en Minsken*. De Tille; Ljouwert (5ª ed.).
- Bruin, R. de, et al.? (1991) *Niet klein te krijgen, bedrijfsstijlen in de Gelderse Vallei*. Wageningen Agricultural University, Gelderland Province; Wageningen, Arnhem.
- Burawoy, M. (1985) *The politics of production*. Verso for New Left Books; Londres.
- Busch, L., W.B. Lacy (1983) *Science, Agriculture and the Politics of Research*. Westview Press; Boulder.
- Columella (1977) *L'arte dell'agricoltura*. Einaudi Editore; Turín.
- Frouws, J., J.D. Van der Ploeg (1988) *De automatisering in de Nederlandse landbouw*. Mededelingen Van de vakgroepen sociologie. Wageningen Agricultural University; Wageningen.

- González Chávez, H. (1991) Los empresarios en la agricultura de exportación en México: Un estudio de caso. *Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y del Caribe*, 50: 87-114.
- Graham Brade-Birks, S. (1950) *Modern Farming: a practical illustrated guide*. Londres.
- Haan, H. de, *Endogenous development patterns in marginalizing rural areas: concepts, methods and practices*. CERES; Wageningen (en prensa)
- Heemst, H.D.J. Van (1983) Crop calendar, workability and labour requirements. En *International Post Graduate Training Course 'Modelling of agricultural production: weather, soils and crops'*. Wageningen, Ginebra.
- Hofstee, E.W. (1948) *Over de oorzaken Van de verscheidenheid in de Nederlandse landbouwgebieden*; Groningen.
- Hofstee, E.W. (1985) *Groningen Van grasland naar bouwland, 1750-1930*. PUDOC; Wageningen.
- Klaassens, K. (1985) *Verschillen in bedrijfsresultaten op moderne melkveehouderijbedrijven*. LEI n° 3.131. La Haya.
- Koningsveld, H. (1987) Klassieke landnouwwetenschap, een wetenschaps-filosofische beschouwing. En *Landbouw, landbouwwetenschap en samenleving, filosofische opstellen* (H. Koningsveld *et al.*, eds.) Mededelingen Van de vakgroepen voor sociologie. N° 20, Wageningen Agricultural University; Wageningen.
- Lacroix, A. (1982) *Transformations du proces de travail agricole; incidences de l'industrialisation sur les conditions de travail paysannes*. INRA/IREP; Grenoble.
- Latesteijn, H.C. Van, R. Rabbinge, H. Hengsdijk (1990) HteGemeenschappelijk landbouwbeleid ter discussie. *Spil* 91-92: 23-28.
- Ledda, G. (1975) *Padre padrone: l'educazione di un pastore*. Feltrinelli Editore; Milán.
- Lee, J. (1987) European land use and resources, an analysis of future EEC demands. *Land Use Policy*, july: 179-199
- Long, N., J.D. Van der Ploeg (1988) New Challenges in the Sociology of Rural Development; a rejoinder to Peter Vandergeest. *Sociologia Ruralis*, 1: 7-29.
- Long, N., *et al.*, (1986) The commoditization debate: labour process, strategy and social network. *Papers of the departments of Sociology*, 17 (Wageningen Agricultural University).
- Marsden, T., and J. Murdoch (1990) *Restructuring Rurality: key areas for development in assessing rural change*. ESRC Working Paper 4; London, Newcastle.
- Maso, B. (1986) *Rood en zwart: bedrijfsstrategieen en kennismodellen in de Nederlandse melkveehouderij*. Mededelingen Van de vakgroepen voor sociologie n° 18, Wageningen Agricultural University; Wageningen.
- Mendras, H. (1970) *The Vanishing peasant; innovation and change in French agriculture*. Cambridge University Press; Cambridge.
- Mok, A.L., H. Van den Tillaert (sin fecha) *Beroepsorientaties in de varkenshouderij*. Wageningen Agricultural University (manuscrito sin publicar).
- Newby, H. (1980) Rural Sociology. *Current Sociology*, 1
- Oasa, E.K. (1981) *The International Rice Research Institute and the Green Revolution: a case study on the politics of agricultural research*. University of Hawaii; Hawaii.
- Osti, G. (1991) *Gli innovatori della periferia, la figura sociale dell'innovatore nell'agricoltura di montagna*. Reverdito Edizioni; Trento.
- Pernet, F. (1982) *Resistances Paysannes*. INRA; Grenoble.
- Ploeg, J.D. Van der (1987) *De verwetenschappelijking Van de landbouwbeoefening*. Med-

- edelingen Van de vakgroep voor sociologie n° 21, Wageningen Agricultural University; Wageningen.
- Ploeg, J.D. Van der (1990a) *Labour, markets and agricultural production*. Westview Special Studies in Agricultural Science and Policy, Westview Press; Boulder, San Francisco, Oxford.
- Ploeg, J.D. Van der (1990b) *Lo sviluppo tecnologico in agricoltura: il caso della zootecnia*. Società Editrice Il Mulino; Bologna.
- Ploeg, J.D. Van der, et al? (1992) *Boer bliuwe blinder, bedrijfsstijlen op de Friese klei*. Wageningen Agricultural University, CCLB; Wageningen, Leeuwarden.
- Ploeg, J.D. Van der (1985) Patterns of farming logic: structuration of labour and the impact of externalization; changing dairy farming in Northern Italy. *Sociologia Ruralis*, 1: 5-25.
- Polanyi, K. (1957) *The Great Transformation*. Nueva York.
- Rambaud, P. (1983) Organisation du travail agraire et identités alternatives. *Cahiers Internationaux de Sociologie*, 305-320
- Reynders, L. (1990) Additieven in he voedsel. En *Tussen bulk en kwaliteit, landbouw, voedselproductietekens en gezondheid* (J.D. Van der Ploeg, M. Ettema, eds.) pp 22-26. Van Gorcum; Assen, Maastricht.
- Robertson Scott, J.W. (1912) *A Free Farmer in a Free State, a study of rural life and industry and agricultural politics in an agricultural country*. Heineman; Londres.
- Roep, D., et al. (1990) *Zicht op duurzaamheid en continuïteit, bedrijfsstijlen in de Achterhoek*. Vakgroep Agrarische Ontwikkelingssociologie, Wageningen Agricultural University; Wageningen.
- Roest, C. de (1990) Een voorbeeld Van kwaliteit: de productie Van Parmezaanse kaas. En *Tussen bulk en kwaliteit, landbouw, voedselproductietekens en gezondheid* (J.D. Van der Ploeg, M. Ettema, eds.) pp 77-87. Van Gorcum; Assen, Maastricht.
- Rooy, S.J.G. de (1991a) Werk Van de tweede soort, boerinnenarbeid in de melkveehouderij in Midden-Nederland. *Spil*, 93-94: 20-27.
- Rooy, S.J.G. de (1991b) Werk Van de tweede soort (2), Sekse als structurerend principe in de arbeidsdeling op melkveehouderijbedrijven. *Spil*, 99-100: 55-60.
- RPD (Rijks Planologische Dienst) (1986) *Ruimtelijke effecten Van technologische ontwikkelingen in de agrarische sector*; Wageningen.
- Saccomandi, S. (1991) *Istituzioni di Economia del Mercato dei Prodotti Agricoli*. REDA; Roma.
- Slicher Van Bath, B.H. (1978) Boerenvrijheid. En *Geschiedenis Van maatschappij en cultuur* (B.H. Slicher Van Bath, A.C. Van Oss, eds.) pp 71-92. Basisboeken Ambo; Baarn.
- Staudenmaier, J.M. (1985) *Technology's storytellers*. MIT; Massachusetts.
- Thunen, J.H.von (1842) *Der isolierte Staat in beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*. Rostock.
- Vincent, J. (1977) Agrarian society as organized flow: processes of development, past and present. *Peasant Studies*, 2: 56-65.
- Wit, C.T. de (1983) Introduction. En: *International Post Graduate Training Course, 'Modelling of agricultural production: weather, soils and crops'*; Wageningen, Ginebra.
- Zanden, J.L. Van (1985) *De economische ontwikkeling Van de Nederlandse landbouw in de negentiende eeuw, 1800-1914*. A.A.G. Bijdragen, Wageningen Agricultural University; Wageningen.



# Para una teoría etnoecológica centro-periferia desde la Agroecología

**E. Sevilla Guzmán\*, A.M. Alonso Mielgo\*\***

**\* ETS Ingenieros Agrónomos y Montes, Apartado 3048, 14080 Córdoba. \*\*  
Instituto de Sociología y Estudios Campesinos, Universidad de Córdoba. 14080  
Córdoba.**

## RESUMEN

Nuestro análisis pretende, primero, esquematizar un marco teórico que permita interpretar el intercambio ecológico desigual que el desarrollo del capitalismo ha generado a través de una distribución mundial del poder Centro-Periferia. Nuestra exploración teórica pretende ampliar los desarrollos conceptuales del neomarxismo respecto a las teorías del subdesarrollo, introduciendo en ellos una dimensión etnoecológica que funda las aportaciones de las ciencias sociales y las ciencias naturales en una pesquisa unificadora. En segundo lugar, pretendemos mostrar la respuesta que desde la Agroecología está elaborándose por investigadores de diversas áreas de conocimiento, presentando al final una alternativa etnoecológica desde el campesinado.

## INTRODUCCIÓN

El concepto de Centro-Periferia ha sido incorporado al pensamiento social como herramienta teórica para analizar los procesos de configuración de las pautas de desigualdad social y distribución del poder, la propiedad, el estatus y el privilegio, tanto a nivel internacional como en el interior de una sociedad específica. Contrariamente a la creencia generalizada, tal concepto no surgió en el pensamiento conflictivista aunque sea éste, concretamente el neomarxismo de las teorías del subdesarrollo, quien haya realizado las aportaciones de mayor enjundia analítica.

En plena hegemonía teórica del funcionalismo americano, cuando el *pensamiento social liberal* desarrolla la construcción teórica de la *modernización*, en el contexto del debate en torno a la caracterización de la Sociedad de Masas (Mass Society), Shils (1961) utilizó el concepto de Centro-Periferia para referirse a los procesos de estructuración y desestructuración de las desigualdades sociales en el emer-

gente tipo de “sociedad moderna”. Aunque la crítica de Shils al concepto de Sociedad de Masas es contundente, al considerar éste como una falsa construcción teórica, reconoce que “nomina un rasgo característico de la reciente fase de la sociedad moderna: la entrada de las masas de la población en una mayor proximidad al *Centro* de la sociedad”. Para Shils la “entrada” de las masas se produce a través de su mayor participación en las estructuras institucionales, es decir, en los centros de poder político (a través de la participación democrática), económico (mediante la acción sindical) y cultural (al aproximarse por la comunicación de masas a la cultura refinada o superior).

Las sociedades premodernas poseían un alto grado de integración horizontal, de tal suerte que “los pueblos, los caseríos, las regiones vivían sus propias vidas”, con gran autonomía respecto a las instituciones de control político, social y cultural centrales de la sociedad, con quienes tenían “conexiones, en general, muy intermitentes”. Las instituciones centrales del Gobierno, la educación y la religión, se encontraban muy alejadas de la vida cotidiana de la mayor parte de la población. Frente a éstas, las sociedades de masas poseen una naturaleza distinta en sus formas de cohesión social al estar verticalmente integradas “por la unidad de las élites de los diferentes sectores o subsistemas de la sociedad y a través del consenso moral” obtenido por los modos institucionalizados de consenso logrados mediante las distintas formas de participación que ofrece el “orden social” de la Sociedad de Masas (Shils, 1962).

Resumiendo, el concepto Centro-Periferia en el pensamiento liberal es una mera variante del marco teórico global de las Teorías de la Modernización aunque visualizará los problemas en términos de poder: político (consolidación de sus instituciones político-formales), económico (fortaleza de su economía de mercado), y cultural (eficacia de sus instituciones socializadoras y, en especial, de sus medios de comunicación). La identificación progreso-modernidad con el Centro por un lado, y atraso-tradicional con la Periferia por otro, es considerada en términos de eficacia para la consecución del “orden social moderno”. Éste se obtiene a través de los modos de consenso (de naturaleza corporativa) que generan las formas de integración vertical que irradian las instituciones del Centro sobre la Periferia.

El esquema conceptual Centro-Periferia aparece en el pensamiento conflictivista (Rosa Luxemburgo, 1912, en la publicación en castellano, 1985), como consecuencia de los trabajos desarrollados por André Gunter Frank sobre Latinoamérica (Cockcrof et al., 1972), que más tarde serán completados con los análisis de sociología histórica de Wallerstein (1974). A pesar de sus deficiencias (Sevilla Guzmán y González de Molina, 1993), tal esquema teórico inicia un proceso de acumulación de gran fertilidad analítica al ser enriquecido por las *Teorías de la Transición* (Godelier, 1966), primero, y de la *Articulación* (Meillasoux, 1975), después. No obstante, el núcleo central de elementos teóricos es, para nuestros intereses analíticos, válido desde sus primeras formulaciones ya que, desde la emergencia del capi-

talismo en ciertos lugares del occidente europeo, diferentes regiones desarrollan relaciones comerciales y economías monetarias. “Por un número de razones, incluyendo la ausencia de un dominante Estado centralizado, la situación en el occidente europeo fue propicia y la región adquirió una fuerza estelar en dos aspectos: el desarrollo de unas tecnologías superiores en navegación y la utilización de la energía concentrada. Esto permitió que los europeos se embarcaran en una carrera de pillaje y conquista que transfirió a sus zonas de origen una gran cantidad de riqueza al tiempo que devastaba y destruía el potencial de posibles áreas rivales. Tales áreas rivales, en lugar de emprender un proceso independiente de desarrollo del capitalismo se encontraron incorporados a un emergente capitalismo centrado en Europa, como colonias, dependencias o clientes de tal centro. Fue de esta forma como el capitalismo surgió desde su primera infancia como una *unidad dialéctica*, con un centro autodirector y una periferia dependiente” (Sweezy, 1982).

Pues bien, con el conjunto de aportaciones hasta aquí esquematizadas es posible iniciar la elaboración de un marco teórico que interprete la jerarquización capitalista que configura el proceso histórico asignando a estados y naciones determinadas posiciones en la estructura de poder político y económico a nivel mundial. Para ello es necesario, en nuestra opinión, reinterpretar el desarrollo del capitalismo desde una perspectiva ecológica, es decir, unificando los hallazgos de las ciencias sociales con los de las ciencias naturales, desvelando así la naturaleza antrópica del proceso (Georgescu-Roegen, 1971). Las formas de desigualdad social, esto es, los privilegios respecto a la riqueza, el estatus y la propiedad vienen determinados por las formas de apropiación de los flujos de energía y materiales de unos grupos sobre otros en el interior de una determinada sociedad, primero, y de unos países sobre los otros, con las consiguientes redistribuciones internas, después. La forma de apropiación de la naturaleza desarrollada por el capitalismo supone supeditar la producción a la racionalidad del lucro, forzando crecientemente a la naturaleza para lograr incrementos de productividad en un proceso de sometimiento de ésta a la acumulación del capital, atentando así de manera irreversible contra su renovabilidad.

Desde una perspectiva ecológica, la forma capitalista de artificialización de los ecosistemas configura las pautas de desigualdad social, distribución del poder, la propiedad, el estatus y el privilegio, imponiendo diferentes identidades socioculturales a los etnoecosistemas resultantes. Así pues, los procesos generadores de desigualdad social han de abordarse analíticamente como “enfermedades ecosistémicas”, ya que éstos constituyen una parte esencial del deterioro de tales etnoecosistemas. En efecto, desde esta perspectiva, la raíz del deterioro de los recursos naturales y de la sociedad posee una misma naturaleza: la forma de artificialización capitalista de los ecosistemas.

El desproporcionado consumo exosomático de determinadas “clases” de grupos humanos está basado en el despilfarro de recursos y energía, que al mismo tiempo contamina y destruye los ecosistemas al sobreexplotarlos respecto a sus tasas de

reposición y reacomodo de los elementos deteriorados. La transferencia de energía y materiales hacia esta “clase” de grupos humanos por parte de otros etnoecosistemas se corresponde paso a paso con la transferencia de valor de pobres a ricos. Existe por tanto una jerarquía ecológica desde *etnoecosistemas centrales*, aquellos que contienen una mayor “clase” de grupos humanos sobre-exosomatizados en consumo, a aquellos otros *etnoecosistemas periféricos* que apenas si alcanzan el umbral del consumo endosomático (Martínez Alier, 1991).

En los últimos trescientos años se ha ido configurando un creciente proceso de homogeneización etnosistémica como consecuencia del desarrollo del capitalismo y su incesante necesidad de crecimiento económico, el cual ha ido conformando las bases para el establecimiento de una economía mundial basada en un *intercambio ecológico desigual*. Entre 1840 y 1930 la población europea aumentó de 194 a 463 millones de personas, con un índice de crecimiento que doblaba al del resto del mundo, y se puede afirmar que este periodo se caracterizó por la explosión demográfica europea. En dicha etapa, más de 50 millones de europeos atravesaron los océanos hacia las Nuevas Europas, acelerándose un proceso de *imperialismo ecológico* en el que la identidad europeo-occidental adquiere una dimensión hegemónica al imponer tal identidad etnoecosistémica y acelerando el proceso de homogeneización sociocultural con la consiguiente pérdida de biodiversidad que iniciara el “descubrimiento” europeo del continente americano (Crosby, 1988).

Pero no es ésta la única pauta homogeneizadora dentro del proceso configurador de la estructura de poder Centro-Periferia a nivel mundial. Paralelamente se consolida un modelo productivo basado en *concentración, centralización e interdependencia* que desencadena un proceso de globalización basado en una acelerada creación de *desorden* a todos los niveles etnosistémicos, precipitando los procesos entrópicos. “Este desorden se manifiesta de forma preponderante en las grandes concentraciones urbanas”, las metrópolis, que son los núcleos principales de acumulación y consumo, actúan como los espacios clave de apropiación de recursos de todo tipo y de impacto sobre el entorno, y concentran espacialmente los mayores grados de desigualdad social. El libre despliegue del modelo genera, pues, tres tipos de crisis: la económica, por los cada día mayores desequilibrios de este tipo que provoca; la sociopolítica, por la creciente ingobernabilidad de lo social que desata; y la ambiental, por el progresivo agotamiento de los recursos no-renovables y deterioro del entorno que su funcionamiento supone. Crisis que evidentemente se interrelacionan y realimentan mutuamente. Para mantenerse y desarrollarse, el orden aparente del modelo necesita recurrir cada vez más a mecanismos coercitivos y represivos, que controlen el progresivo desorden en que incurre (Fernández Durán, 1993).

No obstante, junto a ellos se desarrollan otros mecanismos de dominación que permiten *simular formas de bienestar*. Son éstos los elementos institucionales caracterizados al presentar el enfoque liberal de la sociedad de masas: en el plano *político*, a través de unas pautas de democracia etnocéntricas occidentales, insuficientes

para la participación real; en el plano *económico*, mediante un sindicalismo corporativo que limita la oposición a la desigualdad creciente que se genera; y en el plano *cultural*, mediante la socialización de los valores de una “cultura superior” (europeo/occidental) que son sutilmente impuestos por unas instituciones educativas y culturales, y una comunicación de masas (controlada por un pluralismo limitado). Surgen así la modernización y el desarrollo económico como conceptos legitimadores de tal orden/desorden social.

Por otro lado, el proceso de globalización inherente al modelo (Buttler, 1990) que se inició en su momento en el Centro, necesita el crecimiento, la acumulación y la concentración continuada, lo cual sólo puede llevarse a cabo una vez sobreartificializados sus ecosistemas, recurriendo a la apropiación de los etnoecosistemas periféricos. El argumento de que es necesario modernizarse para lograr un desarrollo económico, no esconde más que el pretexto para llevar a cabo esta apropiación, llegándose a establecer unas desigualdades Centro-Periferia y un deterioro de los ecosistemas que van en constante aumento.

El hecho de que los mecanismos de distribución de materiales y energía se deje, en el orden (¿desorden?) social capitalista, en manos del libre (¿coercitivo?) juego del mercado, ha ido orientando la artificialización de los ecosistemas de acuerdo con las exigencias de consumo exosomático de la “clase” de grupos humanos que impone sus formas de acceso a los recursos naturales en los etnoecosistemas centrales. Así, en la actualidad, la quinta parte de la población mundial, según datos del Banco Mundial, sobrevive o muere de pobreza absoluta en los etnoecosistemas periféricos, mientras que, por ejemplo, en los últimos cinco decenios los estadounidenses han consumido más recursos mineros y combustibles fósiles que todos los demás pueblos del mundo a lo largo de toda la historia humana anterior. Tales modos de producción y consumo están presionando a la naturaleza de tal forma, que la globalidad e irreversibilidad de los daños hace peligrar la vida del hombre como especie en un tiempo histórico muy reducido, al rebasar éstos la capacidad de sustentación del planeta.

El *proceso de globalización* antes descrito de forma harto esquemática adquiere, a partir de la Segunda Guerra Mundial, una nueva dimensión a través de la creación, por parte de la articulación transnacional del sistema de Estados, de un conjunto de instituciones internacionales encargadas de imponer la modernización y el desarrollo económico de la identidad etnosistémica europeo-occidental al resto del mundo. Tales son el Banco Mundial, por un lado, y el Fondo Monetario Internacional, por otro (Tamames, 1970; Brown et al., 1994). Se inicia así la creación de una infraestructura de control político y económico que legitimará la consolidación de las estructuras de desigualdad Centro-Periferia hasta aquí caracterizadas, argumentando la “bondad” de los procesos globalizadores (Daly, 1994) con ayudas al Tercer Mundo y la creación de agencias de desarrollo (bancos regionales y otras instituciones análogas).

En resumen, parece evidente que las actuales formas de producción y consumo existentes en el planeta requieren un urgente control de las fuerzas productivas que frene selectivamente las tendencias generadas por la estructura etnosistémica y antiecológica Centro-Periferia configurada por el desarrollo del capitalismo. La actual articulación transnacional desarrollada por el sistema de Estados, ha llevado a cabo un conjunto de acciones encaminadas a encararse con tal problema, a través de la implementación del concepto de desarrollo sostenible definido en el Informe Brundtland, tras un largo proceso de elaboración teórica. Tal proceso se inició en la Conferencia Estocolmo de 1972, recogiendo las aportaciones del Club de Roma, que constituyen el apoyo empírico que permite elaborar un primer diagnóstico en el Informe 2000 de 1980. Así se llegó en 1987 a un primer planteamiento del método que permitiría corregir los efectos del crecimiento sin límites hasta entonces propugnado. La Cumbre de Río de 1992 significó el planteamiento de una estrategia de implementación de este desarrollo sostenible oficial (Sevilla Guzmán y Alonso Mielgo, en prensa).

### **Hacia una respuesta agroecológica para el contexto europeo**

La implementación tecnológica que lleva consigo el desarrollo de la ciencia, en la cual se han basado los organismos institucionales del Centro, que son quienes en definitiva dominan la articulación transnacional de los Estados, para el establecimiento de lo que debe ser un desarrollo sostenible, ha demostrado a través de la evidencia empírica hasta aquí aportada, la equivocación que supone la visión atomista del conocimiento científico actual. Por el contrario, investigadores y científicos de diversas disciplinas llevan décadas reivindicando un enfoque ecosistémico cuyo desarrollo está dando lugar a un verdadero “cambio de paradigma” que permita enmarcar a los procesos de producción dentro de la perdurabilidad. Ya puede afirmarse que existe un movimiento intelectual que, partiendo de la crítica del conocimiento científico, trata de modificar sus bases epistemológicas para corregir la *per-versión crematística* que ha provocado el eurocentrismo europeo y la disyunción y parcelación de tal forma de conocimiento. “La rarefacción de las comunicaciones entre las ciencias naturales y las ciencias humanas, la disciplinariedad cerrada (apenas corregida por la insuficiente interdisciplinariedad), el crecimiento exponencial de los saberes separados, hacen que cada cual, especialista o no, ignore cada vez más el saber existente. Lo más grave es que semejante estado parece evidente y natural”. El hecho de vivir en la época en que más rápidos y acumulativos conocimientos se han producido, nos lleva a dejar de percibir que “nuestras ganancias inauditas de conocimiento se pagan con ganancias inauditas de ignorancia. La Universidad y la Investigación han producido tal forma de mutilación del saber, que en lugar de crear un ‘codesarrollo simbiótico’ por transformaciones mutuas entre la

biosfera y el hombre, ha soñado con dominarla, rompiendo así la coevolución” (Morín, 1977, 1980 y 1986). Esto ha generado la injusticia ideológica, a través de la “ciencia” de la implantación hegemónica de “una forma de producir que deja en manos de un mecanismo, socialmente construido pero que se postula como natural (el mercado), la regulación y el control de los mecanismos de la reproducción biótica y social (Sevilla Guzmán, 1991).

Este cambio de paradigma se ha ido consolidando a través de la paulatina confluencia de distintas corrientes de pensamiento y disciplinas, como veremos más adelante, que ha permitido a la Agroecología partir de un supuesto epistemológico que supone una ruptura con los paradigmas convencionales de la ciencia oficial: frente al enfoque atomístico y parcelario que busca la causalidad lineal de los procesos físicos, la Agroecología se basa en un enfoque holístico y sistémico, que busca la multicausalidad dinámica y la interrelación de los mismos.

El inicio del proceso de configuración de las bases epistemológicas de la Agroecología se produjo en las ciencias agrarias, a través de los análisis realizados por científicos, principalmente ubicados o directamente relacionados con los países de la Periferia, preocupados por las condiciones a las que se encuentran sometidos los campesinos pobres de estos países. Ello también tiene que ver con la circunstancia de que son los recursos naturales la base sobre la que dichos campesinos pobres basan su producción primaria para alimentarse y realizar su reproducción social.

A pesar de este impulso inicial proveniente de las ciencias agrarias, la necesidad de enfrentarse al tema desde una dimensión interdisciplinaria global, ha provocado una conexión fructífera entre las ciencias naturales y sociales. En este sentido, son numerosas las disciplinas que con sus aportaciones ya han posibilitado ir conformando las bases teóricas de la Agroecología, aun cuando quede camino por recorrer.

El término Agroecología nació en los años setenta con el fin de analizar los problemas de la sostenibilidad ecológica y social de la producción. Desde las ciencias naturales y más en concreto desde la agronomía, Klages en 1928 planteó la necesidad de tener en cuenta los factores físicos y agronómicos que influían en la adaptación de determinadas especies de cultivo, sin embargo hasta los años setenta y ochenta no se estableció una relación estrecha entre la agronomía y la ecología de cultivos (Hecht, 1991).

Desde la perspectiva de las ciencias sociales, fueron principalmente dos los autores clave en la introducción del análisis de variables sociales y económicas en la Agroecología: Angel Palerm (1980) y Juan Martínez Alier (1971). El primero, desde la corriente antropológica de la *Ecología Cultural o Evolucionismo Multilineal*, que parte de los trabajos de V. Gordon Childe y Leslie A. White, quienes introducen una *perspectiva humanista* en la arqueología, biología, paleontología y geología al introducir una estrategia materialista en el análisis de la interrelación histórica entre cultura y tecnología. Y, el segundo, desde sus estudios sociológicos y

económicos comparados sobre el campesinado en Latinoamérica y Andalucía, hasta sentar las bases de la Economía Ecológica, enfoque que se incorpora a la Agroecología (Martínez Alier, 1971). Tanto el primero, desde la antropología, como el segundo, desde la teoría e historia económicas, integran sus aportaciones desde la evolución teórica de los Estudios Campesinos (Sevilla Guzmán, 1991) hacia la inclusión de la ecología dentro de los procesos socioeconómicos, y permiten explicar la pervivencia del campesinado dentro del sistema capitalista a través de la lógica ecológica que se manifiesta en el comportamiento de las comunidades rurales respecto a la utilización de los recursos naturales. Asimismo es necesario destacar a Víctor M. Toledo (1993), quien recogió el legado histórico de Angel Palerm tras su muerte en 1980, y a José M. Naredo (1987), cuya obra se ha articulado históricamente con la de Juan Martínez Alier. Otros investigadores (Walts, 1983; Richards, 1984), han permitido reforzar la existencia de una interrelación entre el medio natural y la sociedad inmersa en él.

Paralelamente, el movimiento ambientalista influyó en la Agroecología, dotándola de una perspectiva crítica hacia la agricultura industrializada. Las llamadas de atención sobre el efecto secundario de los insecticidas en el ambiente (Carson, 1964) o sobre el carácter ineficaz de la agricultura en cuanto el uso de la energía (D. Pimentel y M. Pimentel, 1979) pusieron en tela de juicio la perdurabilidad futura de dicha agricultura. Por último, la génesis del pensamiento agroecológico se ha nutrido de innumerables estudios sobre el subdesarrollo de los países periféricos, que han permitido poner de manifiesto los impactos negativos que sobre los ecosistemas de estos países provocan los “proyectos de desarrollo” y la transferencia de técnicas creadas y comercializadas por los países industrializados.

No obstante, la elaboración de las bases epistemológicas que sustentan la teoría agroecológica, cuyo elemento central es el desarrollo de técnicas agronómicas a través del conocimiento local, generado históricamente mediante la adaptación simbiótica del ser humano con la naturaleza, es un fenómeno reciente (Brosuis et al., 1986; Hetch, 1991). En efecto, es en los años 80 cuando se produce, tanto en las ciencias naturales como en las sociales, la *explosión agroecológica* con centro de gravedad en Chile y Estados Unidos, a través de los equipos de CLADES, por un lado, y de la Universidad de California (Berkeley), por otro, nucleados en torno a Miguel A. Altieri (1990), es también de destacar el notable precedente que suponen los trabajos de A. Johson (1972 y 1974). Uno de los resultados más notables de esta explosión agroecológica fue, considerando el bagaje teórico y empírico acumulado por las diversas disciplinas y corrientes de pensamiento antes esquematizadas, la elaboración de los principios generales que conforman la base epistemológica de la Agroecología (Norgaard, 1987):

“1. Los sistemas ecológicos y sociales poseen potencial agrícola; 2. Este potencial ha sido captado por los agricultores tradicionales mediante un proceso de ensayos, errores, selección natural y aprendizaje cultural; 3. Los sistemas sociales y



ecológicos han coevolucionado de manera tal que la sustentación de cada uno depende de las relaciones con el otro. Los conocimientos incorporados en las culturas tradicionales mediante el aprendizaje cultural, estimulan y regulan las retroalimentaciones de los sistemas sociales a los ecosistemas; 4. La naturaleza del potencial de los sistemas sociales y ecológicos pueden comprenderse mejor, dado nuestro conocimiento actual social y ecológico, estudiando cómo las culturas agrícolas tradicionales han captado el potencial; 5. El conocimiento formal social y ecológico, el conocimiento obtenido del estudio de los sistemas tradicionales, el conocimiento y algunos de los insumos desarrollados por la ciencia agrícola convencional, y la experiencia con las instituciones agrícolas occidentales, pueden combinarse para mejorar significativamente tanto los agroecosistemas más tradicionales como los agroecosistemas modernos; 6. El desarrollo agrícola mediante la agroecología puede mantener más opciones culturales y ecológicas para el futuro y produce menos efectos perjudiciales culturales y ecológicos que los enfoques de la ciencia agrícola convencional sola”.

Del análisis de estos presupuestos puede deducirse una serie de aspectos, entre los que cabe destacar “la consideración de que la conservación y la reproducción de los sistemas agrarios están estrechamente relacionadas con el tipo de sociedades y las relaciones que en su interior se establecen entre los distintos grupos sociales” (Guzmán Casado y Sevilla Guzmán, 1994). En este sentido, la conservación y reproducción de los agroecosistemas europeos debe basarse en la recuperación del conocimiento local desarrollado antes de la erosión epistemológica generada como consecuencia de la extensión de la agricultura industrializada. Por tanto, el análisis de las desigualdades sociales, generadas en las sociedades rurales europeas, debe abordarse partiendo del análisis histórico del impacto de la Revolución Industrial en los diferentes agroecosistemas. Es aquí cuando se inicia el proceso de desarticulación etnoecosistémica del conocimiento campesino en Europa. Los cercamientos ingleses y la expulsión del campesinado de los agroecosistemas para su incorporación en los etnoecosistemas industriales, entonces emergentes, inician un proceso de mercantilización de los recursos naturales que genera las nuevas formas de desigualdad rurales, cuyo análisis ha de abordarse desde la Agroecología como una enfermedad ecosistémica (Sevilla Guzmán y González de Molina, 1993).

En este sentido, la Agroecología reconoce que “las culturas campesinas tradicionales han desarrollado sistemas de manejo de los recursos naturales mucho más eficaces desde el punto de vista ecológico que las que desarrollamos en la actualidad, regidos por el mercado y la lógica del lucro” (Guzmán Casado y Sevilla, 1994). En efecto, el conocimiento campesino desempeña un papel central en el manejo ecológico de los recursos naturales, al formar parte “de la cultura que en siglos de adaptación simbiótica ha desarrollado los mecanismos de captación del potencial agrícola de los sistemas biológicos, estimulando y regulando las bases de sustentabilidad y reproducción” (Remmers, 1993).

Por tanto la Agroecología, junto a su dimensión agronómica central, en la que los principios de la ecología deben regir el manejo de los recursos naturales desde una perspectiva agrosilvopastoril, presenta un *carácter social, local e histórico*. La Agroecología defiende el desarrollo *social* frente a la búsqueda del máximo bienestar personal, basado exclusivamente en el consumo que se propugna en las sociedades industrializadas. De esta manera, la Agroecología pretende ser un elemento central del desarrollo perdurable basado en los recursos endógenos de una zona, persiguiendo crear las condiciones adecuadas para que los agricultores puedan controlar los factores de producción, la tecnología y los canales de comercialización, y sean así sujetos activos de su propio desarrollo. Para ello, es imprescindible romper las tenazas mercantilizadoras de los procesos de trabajo que la agricultura industrializada ha introducido en la agricultura europea, muy intensiva en capital y basada en insumos de alta energía (Van der Ploeg, 1993).

La Agroecología plantea además el *carácter local* de las prácticas de la agricultura ecológica en función del medio biofísico, cultural, económico y de la organización social existentes. Por tanto, cuestiona las recetas universales que se transfieren dentro de la ciencia de la agricultura convencional. La especificidad de las unidades básicas del territorio, los ecosistemas, requiere, para su adecuada artificialización, una experimentación local, basada en el estudio de los microclimas y en un diagnóstico ecológico de los sitios y condiciones de cada fragmento ecológico, tanto a nivel predial como comarcal. La utilización de energías alternativas (solar, eólica, hidráulica, biogás, entre otras) constituye una parte imprescindible de la transformación agroecológica de la producción.

Del mismo modo pretende partir del carácter local de una comercialización que desarrollada en una primera etapa a través del contacto personal entre agricultores y consumidores, establezca más tarde, basándose en una Denominación de Origen, formas de comercialización de carácter alternativo que permitan alcanzar el establecimiento de mercados más amplios, lo que implica un primer periodo de transformación agroecológica: a) una limitación de la distancia física, con el consiguiente ahorro energético y económico; b) un conocimiento mutuo entre el productor y su forma de producir y el consumidor, lo que conlleva una relación de confianza muy necesaria a la hora de valorizar las prácticas agrarias respetuosas con el entorno y los productos resultantes; y c) una garantía de que el valor añadido queda en el medio rural, al controlar los mecanismos de la extracción del excedente.

Una vez consolidada la producción agroecológica a nivel local, es posible iniciar la creación de formas de acción social colectiva que amplíen tal carácter local mediante infraestructuras socioeconómicas de carácter horizontal. Ello supone el intercambio solidario entre distintas cooperativas de sus desarrollos tecnológicos locales para su posible adaptación en otras zonas, previa experimentación; asimismo, un intercambio de insumos sin transacciones de carácter crematístico, transformando las formas históricas de ayuda mutua en intercambios agroecológicos de

carácter generalizado. Análogamente, el carácter local de la comercialización adquiere una dimensión más amplia con la creación de mercados alternativos de carácter solidario. Ello supone: a) una ampliación del ámbito espacial mediante la creación de cooperativas y asociaciones de productores y consumidores de productos ecológicos; b) con el mantenimiento del conocimiento mutuo, en base a la confianza y garantía que ofrecen tales asociaciones en las cuales, como un elemento más aparecen las actividades de educación ambiental en el interior de cada una de las asociaciones descritas, tanto a nivel de producción como de consumo; y c) un control de los mecanismos de extracción del excedente a través de los intercambios del mercado, al estar éste regulado por la venta directa de los productos.

Parece, pues, imprescindible un nuevo enfoque que desarrolle una agricultura más perdurable, desde la cual se pueda contribuir al urgente control de las fuerzas productivas, que frene selectivamente las causas de la profunda crisis ecológica que vivimos. Este enfoque ha de estar, en nuestra opinión, basado en el uso de recursos locales y en técnicas agroecológicas adaptadas a las condiciones socioeconómicas, culturales y biofísicas. La Agroecología se presenta así como un elemento central dentro de una estrategia de desarrollo rural sostenible, cuyos objetivos serían los siguientes:

- Rescatar y revalorizar el conocimiento y las técnicas utilizadas por el campesino en el manejo de los agroecosistemas, a través de experiencias de investigación-participativa donde confluyan el conocimiento moderno (con un enfoque multidisciplinar y sistémico) y el tradicional.
- Fomentar la utilización eficaz de los recursos locales (tierra, mano de obra, subproductos agrarios, etc.) reduciendo al mínimo el uso de insumos externos, con el fin de disminuir la dependencia económica y evitar el despilfarro energético.
- Aumentar la diversidad de cultivos y animales dentro del agroecosistema, para adecuar el reciclaje de materia a las necesidades existentes y reducir al mínimo los riesgos económicos (caída de precios de determinados productos, ausencia de créditos a la agricultura, etc.), ambientales (periodos de sequía y otros accidentes meteorológicos) y biológicos (incidencia de plagas, entre otros).
- Mejorar la base de los recursos naturales mediante la conservación y uso óptimo del agua y el suelo, poniendo especial énfasis en el control de la erosión edáfica y en la captación de agua.
- Fomentar la organización social de los agricultores, tanto en el sentido de promover estrategias que permitan elaborar los alimentos para aumentar el valor añadido de lo que se produce, como en aspectos reivindicativos, que posibiliten la participación activa de los mismos en la toma de decisiones políticas en función de las necesidades locales.

Para garantizar la viabilidad de un desarrollo rural sostenible con bases agroecológicas es crucial valorizar la actividad agraria dentro de la *sociedad mayor* en la que se inserta, así como mejorar el acceso de los agricultores a los recursos

naturales, créditos, mercados y tecnologías apropiadas, entre otros. Ello sólo puede venir de la mano de cambios profundos en el sistema económico de valores predominante, de reformas políticas y de acciones organizadas de base comunitaria y local.

Ante las limitaciones estructurales existentes, que condicionan en la Periferia la pobreza rural, y que son mantenidas por los organismos internacionales que propugnan un desarrollo sostenible basado en el crecimiento económico, la Agroecología intenta proporcionar las bases ecológicas para manejar los recursos que están en manos de los campesinos pobres.

Ante el apoyo solapado de los organismos internacionales al consumo despilfarrador de materiales y energía en el Centro, la Agroecología propugna frenar el crecimiento, lo que no implica vivir peor (lo decisivo es la calidad de los bienes y servicios finales y no la cantidad de materiales y energía consumidos). La ecuación que equiparaba crecimiento económico a bienestar es demostrablemente falsa. Los agricultores del Centro deben convertir sus explotaciones a través de procesos de transición hacia una agricultura ecológica de carácter solidario.

Una política emancipatoria renovada ha de incluir entre sus ejes fundamentales *un nuevo internacionalismo agroecológico*, un nuevo tipo de solidaridad Centro-Periferia, que la Agroecología puede proporcionar a través de un desarrollo rural sostenible, que permita satisfacer nuestras necesidades sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras, tal como propugna el Informe Brundtland en su definición de desarrollo sostenible (Riechman, 1991).

## BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M.A. (1990) *Agroecology and Agroecology and Small Farm Development*. Boulder, Westview Press.
- Brosius, J.P., G.W. Lovelace, G.C. Marten (1986) Ethnoecology: An Approach to understanding Traditional Agricultural knowledge. En *Traditional Agriculture in Southeast Asia: A Human Ecology Perspective* (G.C. Marten, ed.) pp 186-192. Westview Press; Boulder.
- Brown, L.A. et al. (1994) En *La Situación del Mundo*. Emecé; Barcelona. (pp 259-289)
- Buttler, F.H. (1990) Social relations and the growth of modern agriculture. En *Agroecology*. (C.R. Carrol, J.H. Vandermer, P. Rosset, eds.) pp 113-145. Mc Graw-Hill.
- Carson, R. (1964) *The Silent Spring*. Fawcett, New York.
- Crosby, A. (1988) *Imperialismo Ecológico*. Crítica; pássim, Barcelona.
- Cockcroft, J., A. Gunter Frank, D.L. Jonhson (eds.) (1972) *Dependence and Underdevelopment: Latin America's Political Economy*. Doubleday Anchor; New York. (pp 321-397)
- Daly, E.H. (1994) Adiós al Banco Mundial. *Ecología Política*, 7: 83-89.
- Fernández Durán, R. (1993) *La Explosión del Desorden*. Fundamentos; Madrid.
- Georgescu-Roegen, N. (1971) *The Entropy Law and the Economic Process*. Harward University Press; Cambridge, Mass.
- Godelier, M. (1966) *Racionalité et Irrealité en Economie*. Maspero; París.
- Guzmán Casado, G., E. Sevilla (1994). Una experiencia formativa en Agricultura Ecológica.

- En *I Jornadas Almerienses sobre Agricultura Ecológica*, Inst. de Estudios Almerienses.
- Hecht, S. (1991) La evolución del pensamiento agroecológico. *Agroecología y Desarrollo*, 1: 3-16.
- Johson, A. (1972) Individuality and Experimentation in Traditional Agriculture. *Human Ecology*, 1: 1.949-1.959.
- Johson, A. (1974) Ethnoecology and Practice in a Swiden Agricultural System. *American Anthropologist*, 1: 87-101.
- Luxemburgo, R. (1985) *La acumulación de Capital*. 140 pp. Orbis; Madrid.
- Martínez, Alier J. (1971) *Labourers and Landowners in Southern Spain*. Allen &Unwin; Londres.
- Martínez, Alier J. (1991) *La Ecología y la Economía*. FCE; México.
- Meillasoux, C. (1975) *Femmes, Greniers et Capitaux*. Maspero; París.
- Morin, E. (1977) I. *La Nature de la Nature*. Editors du Seunie; París.
- Morin, E. (1980) II. *La Vie de la Vie*. Editors du Seunie; París.
- Morin, E. (1986) III. *La Connaissance de la Connaissance*. Editors du Seunie; París.
- Naredo, J.M. (1987) *La Economía en Evolución*. Siglo XXI; Madrid.
- Norgaard, R.B. (1987) The Epistemological Basis of Agroecology. En *Agroecology* (M. Altieri, ed.) 26 pp.
- Palerm, A. (1980) *Antropología y Marxismo*. Nueva Imagen; México.
- Pimentel, D., M. Pimentel (1979) *Food, Energy and Society*. Edward Arnold; Londres.
- Remmers, G. (1993) Agricultura tradicional y agricultura ecológica: vecinos distantes. *Agricultura y Sociedad*, 66: 201-220.
- Richard, P. (1984) *Indigenous Agriculture Revolution*. Westview Press; Boulder, Colorado.
- Riechmann, J. (1991) *¿Problemas con los Frenos de Emergencia?* Ed. Revolución; Madrid.
- Sevilla Guzmán, E. (1991) Hacia un desarrollo agroecológico desde el campesinado. *Política y Sociedad*, 9: 57-72.
- Sevilla Guzmán, E., A.M. Alonso Mielgo. Sobre el desarrollo sostenible para los ricos y la respuesta agroecológica. En *Actas del Primer Encuentro sobre Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina* (R. Navarro et al., eds.). CSIC; Sevilla (en prensa).
- Sevilla Guzmán, E., M. González de Molina (1993) *Ecología, Campesinado e Historia*. La Piqueta; Madrid. (pp 44-46)
- Shils, E. (1961) Center and Periphery. En *The Logic of Personal Knowledge* (M. Polanyi, ed.). Poutledge and Kegan Paul; Londres.
- Shils, E. (1962) The Theory of Mass Society. *Diogenes*, 39: 47-53.
- Sweezy, P.M. (1982) Center, Periphery and the crisis of the system. En *Introduction to the Sociology* (H. Alavi, T. Shanin, eds.).
- Tamames, R. (1970) *Estructura Económica Internacional*. Alianza Universidad. (pp 95-147)
- Toledo, V.M. (1993) La racionalidad ecológica de la producción campesina. En *Ecología, Campesinado e Historia* (E. Sevilla Guzmán, M. González de Molina, eds.). La Piqueta; Madrid.
- Van der Ploeg, J.D. (1993) El proceso del trabajo agrícola y la mecanización. En *Ecología, Campesinado e Historia* (E. Sevilla Guzmán, M. González de Molina, eds.) pp 153-195. La Piqueta; Madrid.
- Wallerstein, I. (1974) *The Modern World-System*. Academic Press; Nueva York.
- Walts, M. (1983). *Silent Violence*. University of California Press; Berkeley.

# Presente y futuro de la agricultura ecológica en la Comunidad Valenciana

**A. Domínguez Gento\*, P. Domínguez Gento\*\***

*\* Comité d'Agricultura Ecològica de la Comunitat Valenciana, Avenida de Carcaixent 23, 46006 Alzira (Valencia). \*\* Asociación para el Desarrollo de la Agricultura Ecológica. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Avenida Blasco Ibáñez, 21, 46010 Valencia.*

## RESUMEN

Describimos las zonas de producción y elaboración de productos agrarios ecológicos de la Comunidad Valenciana; las técnicas más comunes, las producciones y la situación ambiental de las áreas más interesantes, y el crecimiento de la agricultura ecológica; el apoyo que en la actualidad recibe la agricultura ecológica en la Comunidad Valenciana, en certificación, asesoramiento, formación, promoción, divulgación, docencia, investigación y experimentación; y analizamos los datos expuestos.

## INTRODUCCIÓN

Hace medio siglo, la agricultura tradicional dio un giro hacia la mecanización, el empleo de abonos químicos y biocidas de síntesis. Las técnicas agrícolas que se practicaban en aquel momento de cambio, hoy serían integradas por lo que designamos como agricultura ecológica (AE).

La gran mayoría de agricultores fue cambiando estas técnicas tradicionales por los avances surgidos, consiguiendo beneficios o desventajas, pero una minoría siguió haciendo verdadera agricultura, profundizando en caminos distintos a los oficiales. De existir entonces las normas de los organismos certificadores en la AE actuales, ellos las cumplirían intachablemente casi todas. Serían los primeros agricultores ecológicos que actuaban de esta forma, a sabiendas de que a su alrededor las cosas se resolvían de un modo muy distinto.

Poco a poco, tanto fuera como dentro de España, estos ecoagricultores intercambiaron experiencias y formaron asociaciones, crearon su propio mercado y avanzaron en las técnicas, y fueron el punto de partida para el desarrollo de las normas y la consideración mundial que hoy recibe la AE.

En la Comunidad Valenciana (CV) el movimiento se inició hace unos 15 o 20 años, con algunas personas y la presencia de empresas extranjeras aisladas. Actualmente más de un centenar de agricultores reciben la certificación, hay cooperativas y empresas comercializadoras.

### **Zonas agroecológicas (Figura 1)**

**A1: Vinalopó Medio.** En el extremo de Alicante, es el territorio de producción ecológica más al sur de la CV, con la uva de mesa embolsada típica del Vinalopó y algunas parcelas de hortalizas de regadío. Muy pocos agricultores ecológicos van haciendo su aparición en estos valles. Hay problemas gravísimos con el agua, que amenazan no sólo a la AE, sino a todos los cultivos: salinización de los pozos por la zona de Villena e intrusión marina por las zonas litorales debido a la sobreexplotación en una zona de clima árido, acompañada por la sequía de los últimos años, inaguantable incluso para los almendros. El problema de los nitratos no es tan grave como en las comarcas valencianas. Hay varias poblaciones e industrias nada aconsejables para la práctica de la AE.

**A2: La Marina Baixa y L'Alacantí.** La producción de cítricos ecológicos empieza aquí, con el único núcleo de producción de limones ecológicos de la CV, frutos subtropicales, almendros y otros, algunas hortalizas y dos empresas ecológicas: una turroneira en Xixona y una chocolatera de algarroba en La Vila Joiosa. El medio está bastante castigado por el desarrollo urbanístico de cara al turismo en la costa, con problemas de agua como en el anterior caso en los pueblos de Orxeta o Benissa -tanto es así, que en varios pueblos se están regando los cultivos con aguas procedentes de depuradoras de aguas residuales-. La situación mejora hacia el interior, en Murla, Xaló o Torremanzanas.

**A3: L'Alcoià y El Comtat.** Eminentemente productores ecológicos de hierbas aromáticas y medicinales, con dos cooperativas de extracción de esencias, secado y comercialización importantes, en los alrededores de Alcoi, cercanas a las Sierras de Aitana y al encinar del parque natural de la Font Roja. La agricultura de estas zonas está basada en cultivos de secano, poco intensivos, y es propicia para la transformación a la AE. No obstante, las dos poblaciones industriales de Alcoi y Ontinyent son algo problemáticas desde el punto de vista ambiental.

**A4: La Marina Alta.** En los pueblos costeros de Pego, Ondara, La Xara o Pedreguer hay muchos agricultores debido a la influencia de las empresas de comercialización. Destaca una cooperativa comercializadora de frutas y hortalizas. Tiene zonas húmedas protegidas, su clima es cálido y permite producciones tempranas, pero la sobreexplotación de los acuíferos es bastante común, pese a ser una de las zonas de mayor pluviosidad de la CV. A esto hay que añadir las actividades turísticas de esta costa en verano.

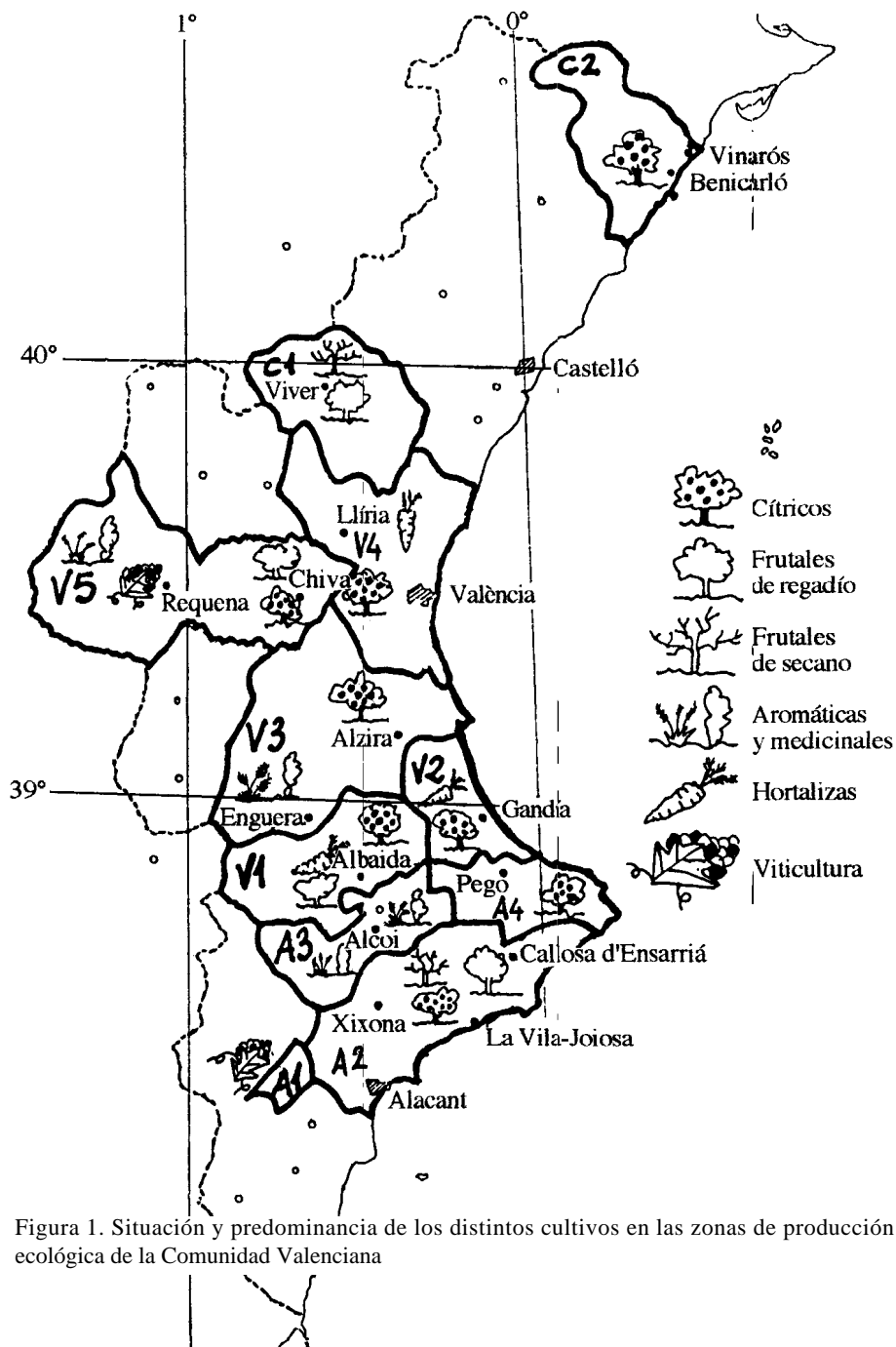


Figura 1. Situación y predominancia de los distintos cultivos en las zonas de producción ecológica de la Comunidad Valenciana



**V1: La Vall d'Albaida i La Costera.** Es la zona de mayor concentración de productores ecológicos de toda la C.V., en los pueblos de Albaida, Bèlgida, Carrícola y alrededores. Esto es debido en parte, como en la Marina, a la ubicación de una de las mayores empresas comercializadoras de fruta y verdura fresca de Valencia, y también a las favorables características del medio para los cultivos. Poseen todo tipo de cultivos de regadío ecológicos, desde cítricos hasta una cooperativa de hierbas aromáticas y medicinales, pasando por frutales y hortalizas. Un poco más al sur, en Fontanars, hay una plantación de vid con su bodega elaboradora de vino ecológico. El tener una población y una industrialización no demasiado altas, ha permitido un desarrollo menos agresivo que en la costa y la conservación de una agricultura cuasi tradicional o al menos poco intensiva. La ligera altitud de este valle interior y las hermosas montañas que le rodean, unidas a los factores anteriores, consiguen que la calidad del entorno sea muy propicia.

**V2: La Safor.** Varios productores de cítricos y alguno de hortalizas se ubican en tierras de Gandía, Piles o Xeresa. Es de características similares a la Marina, con el fantasma de la intrusión marina y la salinización de los pozos muy presente, en parte por la excesiva concentración de población veraniega en sus playas de arena. Tampoco escapa a las altas concentraciones de ozono, nitratos o de otros contaminantes, aunque sin llegar a los niveles de L'Horta (V4).

**V3: Riberas del Xúquer y La Canal de Navarrés.** En esta comarca se inició la citricultura española, en las llanuras aluviales del río Xúquer, como Carcaixent, Alzira, Alberic, Benifaió, Albalat o Llaurí. Predominan las plantaciones de cítricos ecológicos sobre las hortalizas. Las empresas comercializan los cítricos, aunque hay una de fruta desecada. Mientras tanto en los valles interiores de la Canal predominan los cultivos aromáticos y medicinales ecológicos, merced a una Cooperativa de producción en Bolbaite y otra en Chella. La calidad del medio va aumentando hacia el interior. En ciertas zonas más industrializadas de las Riberas la contaminación alcanza a la de L'Horta, pero en general es menor.

**V4: L'Horta de València, Camp de Morvedre, Camp de Túria.** Uno de los núcleos fuertes en Valencia, junto con las Riberas del Xúquer, La Vall d'Albaida y La Marina. En las zonas sedimentarias del Túria, como Lliria, Alboraiá, Benifaraig, Picanya, Alaquàs, Massanassa o Alcàsser, la producción ecológica es hortícola de regadío, con algo de citricultura y fruticultura. Es una antigua comarca agrícola, y fue aquí donde se iniciaron los primeros pasos de la AE en nuestra región. En la actualidad, se han establecido varias empresas de comercialización de fruta y verdura fresca entre Sagunto y Silla. El entorno es de los más castigados: las aguas de riego de L'Horta alcanzan en algunas zonas más de 300 ppm, mientras que en otras se riega con acequias de aguas residuales procedentes de zonas urbanas sin depuración previa. Hay mucho ozono y otros contaminantes atmosféricos derivados de la elevada concentración de vehículos e industrias sin control ambiental. Las tierras agrícolas están dañados por prácticas químicas intensivas. Hay zonas urbanas e

industriales y vías de circulación amplias en expansión. Al alejarse de L'Horta, hacia el interior de Lliria o del Camp de Morvedre, la situación mejora ostensiblemente.

**V5: Plana de Utiel, Hoya de Buñol.** En esta zona de altiplanicies y valles de interior hay un interés creciente por la AE, fundamentalmente productores vitivinícolas, con bodega incluida, y de plantas aromáticas y medicinales, alrededor de otra de las cooperativas de este tipo de plantas. Unas cuantas parcelas de hortalizas de regadío y secano y frutales de secano (almendros y olivos), completan la producción en los pueblos de Utiel, Requena, Venta del Moro y alrededores. Bajando hacia Buñol, ya en los pueblos de Chiva, Cheste o el propio Buñol tenemos hortalizas y frutales de regadío (albaricoques, melocotones, etc.), con algunos cítricos. El ambiente es bastante propicio, excepto en la disponibilidad de agua para riego y el clima frío hacia Requena, que seleccionan las especies cultivadas. Quizás la única amenaza provenga de una central nuclear que linda con estas comarcas y la Canal de Navarrés, aunque el riesgo lo corren las demás zonas casi por igual.

**C1: Palancia.** En Castellón hay muy pocas zonas de producción. Tan sólo en el Baix Maestrat y aquí, donde algún productor de almendros de secano y frutas de regadío, se sitúa entre los pueblos de Pina de Montalgrao y Viver, cerca de las Sierras de Espadán y del Toro. Sus alcornocales, robledales y sabinares configuran un delicado y agradable paraje. La agricultura que resta está basada en el cultivo de secano (olivos y almendros), de técnicas tradicionales, y al ser una zona poco industrializada y de población escasa, el estado ambiental es muy favorable para la AE, aunque con temperaturas algo frías.

**C2: El Baix Maestrat.** Al igual que en la comarca anterior, hay unos pocos productores de cítricos, hortalizas y algunos frutales, casi con el límite de Tarragona, en Vinaròs y Benicarló. La calidad del entorno para la producción agrícola ecológica es intermedia. Mejora en ciertos aspectos hacia los valles y carrascales del interior por la calidad de las aguas, ser terrenos de cultivo menos intensivo y de secano, con menor índice de contaminación ambiental, pero empeora en otros por la deposición ácida seca de la central térmica de Andorra, en la provincia de Teruel.

### Cultivos y técnicas características

Hay agricultores e industrias ecológicas en casi toda la CV, pero entre las comarcas de La Vall d'Albaida, La Marina, L'Horta y La Ribera del Xúquer se enclava la mayor parte de la producción ecológica.

Los *cítricos* son el cultivo predominante. La facilidad y el conocimiento de las técnicas, dada su antigüedad como cultivo tradicional de Valencia, y los cuidados casi artesanales que aún emplean los agricultores favorecen la transformación de este cultivo a la AE. De no ser por los problemas de contaminación laterales, inclu-

so las parcelas familiares, tan reducidas como diversas en sus especies, aún serían otro factor positivo en el cambio de técnicas.

Como norma, en los naranjos ecológicos se utiliza entre 12.000 y 24.000 kg/ha y año de estiércoles de granja (aún convencional) como abonado orgánico, y eponita y minerales férricos en cantidades menores: 600 a 1500 kg/ha mezclados con el estiércol, como quelantes, ya que por lo general las tierras son muy calizas y tienen bloqueado el magnesio y el hierro. También suele utilizarse abono orgánico en sacos, por su facilidad de manejo. Si aparecen carencias, se puede emplear abonos foliares a base de algas, pero no es muy frecuente.

El tratamiento químico autorizado más habitual es el aceite mineral al 1 o 2%, a más de 40 atmósferas, en primavera o verano, para disminuir poblaciones de cochinillas, ácaros, pulgones y otros artrópodos chupadores. Las sueltas de insectos útiles, como el *Criptolaemus* (predador de la cochinilla algodonosa o cotonet) y otros similares, se suelen realizar gracias a las crías que distribuyen gratuitamente los Servicios de Sanidad Vegetal de la Consejería de Agricultura. El jabón de potasa se está divulgando mucho contra los insectos que excreten melaza, como los pulgones, la mosca blanca (*Aleurothrixus floccosus*), caparreta (*Coccus*, cochinilla negra), etc. Se suele poner mosqueros de cristal para la mosca *Ceratitis*, con zumo de manzana y vinagre o los de feromona con un insecticida convencional. Algún tratamiento más se realiza para prevenir el aguado (putrefacción bacteriana por la picadura de la mosca) o contra la gomosis *Phytophthora*, con sales de cobre, pero no es común.

Las labores culturales son mínimas, ya que en invierno se mantiene una cubierta vegetal permanente con una sola especie, el agret o acederilla *Oxalis pes-caprae* L., y en verano se siega la cubierta silvestre o la sembrada con veza-avena, haba (fabó) o laboreo superficial. El riego localizado se va imponiendo poco a poco.

Las **hortalizas** de regadío ocupan asimismo un puesto muy destacado en el número de horticultores, aunque en comparación con los cítricos su superficie sea pequeña, dada la menor superficie necesaria.

Las hortalizas se abonan más: en promedio de 24.000 a 48.000 kg/ha de estiércol o compost. Algunos agricultores les añaden complementos minerales como en los cítricos, mientras que otros alternan el uso del estiércol con el purín de cerdo de procedencia convencional.

Los problemas de parásitos son mayores que en los cítricos. Se emplea las sales de cobre y el azufre contra los hongos, la rotenona y el *Bacillus thuringiensis* contra los insectos, y la legona (azada), la mula mecánica y las desbrozadoras contra las hierbas espontáneas o adventicias. El verdadero problema parecen ser los virus, con sus efectos potenciados por la contaminación. A veces utilizan purín de ortigas, cola de caballo y otros preparados vigorizantes. Se empieza a ver acolchados de cabalones de siembra con plástico negro y el riego a goteo.

Últimamente las **plantas aromáticas y medicinales** están adquiriendo gran importancia, en su superficie (hay grandes extensiones de lavandín y otras especies

de secano, regadío y recolección silvestre) y por el número de productores (hay varias cooperativas). Las técnicas empleadas en las especies de regadío se asemejan a las de las hortalizas. El único problema son las adventicias. En las especies de secano, como el lavandín, apenas se realiza otro trabajo que la siembra y algún laboreo de desherbado antes de ésta y después, entre líneas.

El secano está creciendo considerablemente, con especies como la *vid* y los *almendros*. Menor importancia tienen los algarrobos o los olivos. No hay todavía cereales u otras herbáceas de secano, al haberse abandonado hace muchos años su cultivo. Las prácticas de cultivo son las tradicionales, cambiando los abonos químicos por orgánicos, y utilizando el *Bacillus* o la rotenona.

Por último, entre los *frutales de regadío* destacan melocotoneros, albaricoqueros y nispereros. Se utilizan técnicas muy parecidas a los cítricos. Tienen más problemas: la mosca de la fruta es verdaderamente limitante para la fruta de verano, y por ello la fruta ha de ser más bien temprana. El aceite mineral sólo se utiliza en invierno, y a veces se sustituye por tratamientos con polisulfuros. Suele utilizarse el azufre, el cobre y la rotenona.

No hay más que una persona inscrita en *ganadería*: una granja familiar con gran variedad de especies: gallinas, ocas, ovejas, cabras. Crece el interés en la apicultura y la avicultura para producción de huevos.

Entre las "*industrias*" hay diez envasadoras de frutas y hortalizas frescas; cuatro elaboradoras de vegetales: turrón, frutas desecadas, leche de soja y tabletas de algarroba; tres bodegas; un molino de cereales y de harina de algarroba; y una cooperativa de envasado y elaboración de hierbas aromáticas y medicinales.

### **Factores que han influido en las variaciones de la agricultura ecológica**

En total hay 135 productores inscritos, 116 de los cuales son agricultores y 19 elaboradores. El crecimiento ha sido continuo en el periodo 1991-1994 (Tabla 1). Entre 1992 y 1993 la subida fue de más del 50% en ambos casos, debido a muchos factores, entre ellos la creación del Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica (CRAE) en todo el territorio español, que censó a quienes ya practicaban este tipo de agricultura sin certificación o con avales privados, así como a las expectativas de subvenciones procedentes de la Comunidad Europea. El número de bajas ha sido de medio centenar desde 1991. Esto supone de casi un tercio de los inscritos.

- Los principales factores que favorecen el crecimiento de la AE pueden ser:
- La crisis agrícola y económica, que se refleja en precios bajísimos de los productos agrarios y en el abandono de tierras. La búsqueda de mercados alternativos lleva a la AE.
  - Precios aceptables, bastante superiores a los convencionales, dado que el consumo en los países europeos es aún mayor que la oferta de productos ecológicos.

Tabla 1. Número de inscritos en la Denominación de Calidad "Agricultura Ecológica", en la CV durante el periodo 1991-94

		1991	1992	1993	1994
Agricultores	A.E.	58	70	-	-
	Conv.	-	4	30	-
	Total	40	62	100	116
	Aumento	-	55 %	61 %	16 %
Industrias		4	6	14	19
	Aumento	-	50 %	133 %	36 %
Total		44	68	114	135
	Aumento	-	55 %	68 %	18 %
	Bajas	-	17	29	

A.E.: Con la certificación del CRAE de "Agricultura Ecológica".

Conv.: Con la certificación del CRAE de "Conversión a la A.E."

o "En año 0" (en transformación a la AE)

El aumento es respecto al año anterior

- Derivado del anterior, la comercialización de productos de exportación se realiza con mayor facilidad que en el mercado convencional, lo cual es un factor económico y psicológico clave para el agricultor actual. De ahí el que haya mayor concentración de inscritos alrededor de las empresas.
- Posibilidad de subvenciones, provenientes de la CE, aunque en la CV son todavía una promesa.
- Demanda social de un mayor respeto ambiental, así como de una mejora en la calidad de los alimentos.
- Facilidades de inscripción y control de los inscritos, si se lleva un contacto más directo y cercano. Esto ha ocurrido con la descentralización del CRAE en favor del Comité d'Agricultura Ecològica de la CV, y con los precios más bajos de inscripción y mantenimiento del certificado en la CV.

Muchos de estos puntos están interconectados. En contrapartida, hay bastantes problemas que frenan la expansión de este tipo de agricultura:

- Impactos ambientales generalizados de todo tipo (contaminación por nitratos, ozono, metales pesados, salinización, presión urbana e industrial, desarrollismo en forma de autovías o barrios periféricos, los incendios, etc.), que producen graves efectos en la AE, como desequilibrios en el agroecosistema, acumulación de

residuos, alimentos poco fiables, el hecho de no conseguir el certificado por hallarse la parcela bajo los efectos de la contaminación, o se queme o expropié para hacer una autovía (todos estos casos han afectado ya a unos u otros agricultores ecológicos valencianos).

- Elevado parcelamiento, con problemas de contaminación vecinal, sobre todo en zonas intensivas de regadío. Si bien, este factor sería positivo por la creación de biodiversidad, al tener vecinos convencionales se han de crear barreras o defensas con setos vivos, difíciles de asumir en muchos casos por la reducción de superficie cultivable que suponen.
- Tratamientos aéreos contra la *Ceratitis capitata*, llevados a cabo por la Administración sobre todas las zonas cítricas de la CV, en determinadas bandas, puesto que llevan atrayente. Se toma una serie de medidas, como señalar los campos con banderines o avisar al centro organizador de la situación de la parcela. La única medida sería, no obstante, es suspender los tratamientos.
- Estancamiento provisional de la crisis del sector agrícola, subiendo momentáneamente los precios del mercado convencional (al menos en cítricos).
- Gastos superiores debido al mayor empleo de mano de obra y abonos orgánicos y a una disminución del rendimiento inicial en algunos casos.
- Inscritos poco concienciados, que generalmente no son agricultores, o lo son a tiempo parcial, que ven la AE como una forma fácil y rápida de ganar dinero. Se trata de algunos especuladores que creen que “en la AE se gana mucho dinero”, cuando los que trabajan en el campo saben que nada está más lejos de la realidad, y ya es difícil que el agricultor pueda vivir de su trabajo. Es un imperativo buscar mejores precios, pero inscribirse sólo por la búsqueda de mejores precios y subvenciones, conduce a casos como el de una cooperativa de cítricos, que logró inscribir en el registro el doble de agricultores que inicialmente tenía, pero tuvo que dar de baja al año siguiente el mismo porcentaje.
- Inscribir en AE las parcelas más abandonadas o en peor estado, porque “ya son ecológicas”. Por supuesto que una parcela enferma puede mejorar, pero nunca dará el mismo rendimiento que una sana.
- Incipiente estructura de certificación, que en muchos casos sirve de apoyo y asesoramiento. Débil o inexistente organización de asociaciones y gabinetes de asesoramiento, investigación y formación específica en AE. Ignorancia de las técnicas ecológicas por parte de los agricultores, y casi total entre los investigadores, salvo alguna excepción.
- Falta de concienciación ecológica en la población, y por lo tanto falta de presión social y de consumo interno. De ahí que los poderes políticos y económicos no se tomen el interés suficiente para invertir y desarrollar la AE.
- Falta de promoción sobre los productos y de información hacia los agricultores, elaboradores y consumidores.

### **Apoyo actual y perspectivas de la AE en la CV**

En la *certificación* o control de las parcelas registradas, las empresas o asociaciones privadas anteriores al CRAE aún realizan sus seguimientos.

Desde 1989, cuando entró en vigencia la legislación española sobre AE, el CRAE inició certificación oficial en la CV. En 1994 las competencias son asumidas desde la Consejería de Agricultura, sobre la base del recién creado Comité d'Agricultura Ecològica de la CV (CAE-CV), enclavado en la Dirección General de Comercialización, Industrias y Relaciones Agrarias. Posee una estructura parecida a la del CRAE, salvo que el Comité de Calificación (órgano encargado de evaluar los posibles certificados) está compuesto exclusivamente por técnicos de la Consejería.

La proximidad espacial reduce los gastos de inspección, por lo que se ha rebajado la cuota de inscripción a los agricultores, y los seguimientos, ampliaciones y demás visitas de inspección, se realizan gratuitamente, mientras que las industrias (siguiendo al CRAE, se considera industria al hecho del envasado) sólo pagan además de la inscripción la exacción del 1,5% sobre un precio medio de mercado.

Estas mejoras respecto al CRAE han conseguido atraer a más inscritos y detenido las bajas que se producían cuando habían de pagar la renovación. No obstante, para mantener estas ventajas sigue necesitándose el aporte económico de la Administración, que todavía no está muy claro.

El CAE-CV se propuso matizar las normas europeas y del CRAE a la vista de las circunstancias propias de Valencia, y por ello ha incidido en:

- La obligatoriedad de instalar setos vivos donde lo exige la cercanía del cultivo convencional u otras fuentes de contaminación a la parcela ecológica. Aconsejar los setos en el resto de la parcela, a fin de aumentar la diversidad biótica. Desde la inscripción existe un plazo de tres años para iniciarlo, en el trascurso de los cuales se debe comercializar como convencional las filas del mismo producto más cercanas al foco contaminante.
- Límite máximo permitido de nitratos en aguas de riego de 300 ppm, con el compromiso de reducirlo en el futuro.
- Señalizaciones de parcelas de zonas cítrícolas, para evitar en lo posible los tratamientos aéreos.
- Análisis obligatorio de las aguas residuales empleadas para riego, procedentes de depuradoras o sin depuración previa. Si la población es muy grande o tiene núcleos industriales que viertan sus residuos al agua, y ésta llega a la parcela sin depuración, se autoriza un plazo para buscar alternativas.

Algunos de estos puntos pueden parecer duros al agricultor valenciano, pero blandos al agricultor de otras zonas donde la agricultura no sea intensiva, y a los consumidores que esperan unos productos a los cuales se les concede el certificado por tener una calidad determinada. El agricultor ecológico no es responsable de la mayoría de los problemas de contaminación que sobrevienen sobre sus campos

(tratamientos aéreos, elevada concentración de ozono por los vehículos, contaminaciones laterales con biocidas, etc.), e incluso sus parcelas la filtran, pero participa en la vida de una región que socialmente tiene que contribuir a cambiar. Por ello los programas en favor de la AE han de ser más amplios, si deseamos una agricultura de calidad y mejorar nuestro entorno y calidad de vida.

En el *asesoramiento* al sector, dentro de nuestra comunidad hay muy pocas iniciativas. El CAE-CV ha dispuesto un servicio de asesoramiento a los agricultores en forma de un horario para consultas telefónicas y ha modificado los cuestionarios para que sirvan a su vez para asesoramiento. Los productores ecológicos enclavados en una cooperativa convencional, cuentan con los técnicos de éstas para asesorarles. La Asociación para el Desarrollo de la Agricultura Ecológica (ADAE), ha creado un Centro de Asesoramiento en la misma Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Valencia (EUITA) donde nació la Asociación. En 1993 montó una oficina con escasos medios, sostenida en parte por la CE, la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y la misma EUITA, ha editado varios boletines y atendido múltiples consultas de agricultores ecológicos de dentro y fuera de la CV. Aún así, su extensión es pequeña, y se mantiene gracias al esfuerzo voluntario y los cursos realizados, ya que no recibe apenas apoyo económico.

Es quizás en *investigación y experimentación* donde se está viendo un mayor aumento de los trabajos en temas conectados con la AE, merced a iniciativas personales en varios centros.

En el Centro de Capacitación Agraria de Carcaixent están ensayando la transformación a la AE de una plantación de cítricos, otra plantación joven con diversas cubiertas vegetales, y una rotación con hortalizas. Además, fomentan la loable labor de recuperar y mejorar variedades locales.

En los Servicios de Sanidad y Certificación Vegetal existen varias ramas de investigación relacionada con la AE. Es conocida ya la excelente calidad de los trabajos realizados en Almazora, Silla y Alicante sobre control biológico. También en Silla se llevan varias colaboraciones, en contacto con diversos agricultores ecológicos, con empresas que desean experimentar con productos ecológicos (aceite mineral refinado para hortalizas, extractos vegetales, etc.). Asimismo estudian la contaminación en la costa mediterránea y su conexión con las virosis.

En el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) están estudiando con cítricos y hortalizas ecológicas la fertilidad de la tierra y su estado nutritivo con diversos abonados y cubiertas verdes. De la misma manera estudian las hierbas aromáticas y medicinales en colaboración con las cooperativas de producción ecológicas certificadas.

En las universidades existen algunos investigadores que se dedican a estudiar contenidos de AE. Por ejemplo en la UPV el Departamento de Entomología está especializado en control biológico y realiza numerosos estudios. En la Universitat de València (UV), las Facultades de Farmacia y Biología tienen entre otros proyec-



tos uno de colaboración entre una de las cooperativas ecológicas de hierbas aromáticas para investigar diversas rotaciones y asociaciones de cultivos, así como la evolución de las plagas y sus depredadores y parásitos.

En la **formación** hay seminarios y cursos fugaces, no permanentes. La Consejería de Agricultura viene realizando un minicurso de 20 horas de “Introducción a la AE”, que va rotando por las Escuelas de Capacitación Agraria de la CV, a instancia inicial del Centro de Capacitación Agraria de Carcaixent.

ADAE ha organizado en la EUITA diversos Seminarios (Control biológico, Ecología del suelo, Fijación biológica del nitrógeno atmosférico) de carácter eminentemente técnico, y unas Jornadas de AE más generales. En estos momentos prepara unas jornadas de ganadería ecológica. ADAE pidió a la UPV la inclusión en los planes de estudio de una asignatura optativa sobre AE, con intención de que se convirtiese en una rama, y parece que ha tenido buena acogida. El mismo grupo preparó unos cursos de formación para agricultores y técnicos, que parece tener posibilidades de impartirse, en colaboración con la Consejería. Se empezaría por uno de introducción por toda la CV.

En cuanto a la **promoción y divulgación**, el CAE-CV ha participado en diversas ferias de muestras.

El Colegio de Ingenieros Técnicos Agrícolas, ha realizado unas Jornadas de divulgación de la AE entre los colegiados.

La única revista de la CV dedicada exclusivamente a temas relacionados con la AE es Arcadia, editada por ADAE. En estos momentos ha hecho su aparición una revista de AE a nivel nacional, editada por la Federación de Agricultura Ecológica Fanega, de toda España, que impulsa también ADAE y que enviará asimismo a la CV.

Sin embargo, pese a que la promoción es uno de los puntos clave para elevar el consumo y, por lo tanto, el desarrollo del sector, no se le dedican grandes esfuerzos en campañas publicitarias o de información general entre los consumidores. Las asociaciones de AE son las únicas que realizan, con gran ánimo pero sin mucha difusión, diversas charlas dirigidas a consumidores y agricultores.

En la **comercialización y consumo**, la producción ecológica de la CV tiende a exportarse casi en su totalidad, porque el mercado interior es incipiente y en el exterior se valoran más estos productos, por el momento.

En Castellón y Valencia existen dos asociaciones de consumidores de productos ecológicos, pero pese a que el número de socios ha ido en aumento, el volumen que pueden absorber es mínimo y además espaciado en el tiempo. En las tiendas de dietética venden más bien productos elaborados y envasados, no perecederos. Los agricultores y elaboradores ecológicos mantienen ligeros escarceos con estos establecimientos y asociaciones, pero el grueso de la cosecha no pueden venderlo así.

El CAE-CV por un lado y ADAE por otro, han iniciado conversaciones con supermercados para estudiar las posibilidades de establecer una línea de productos

ecológicos más asequibles en precio y en gama. El inconveniente de estas empresas es el contrario que las asociaciones de consumidores: necesitan un volumen grande y continuado, para el que no está preparado el sector. No obstante el CAE-CV está negociando un puesto ofrecido por MercaValencia exclusivamente para los productores certificados.

La distribución es una cuestión clave para el progreso de la AE. Sin consumo no hay producción. Sin producción e información no hay consumo.

En las *ayudas de la administración* a la AE, la Consejería de Agricultura, a través del Servicio de Promoción y Control de la Calidad de los Productos Agroalimentarios, concede a todos los Consejos de Denominaciones de Origen unas ayudas generales de dos millones de pesetas anuales más el 50% de los gastos para promoción (hasta el límite de otros dos millones). El sector de la AE en la actualidad cuenta con estas ayudas, insuficientes para las perspectivas futuras marcadas en el CAE-CV.

De las subvenciones directas provenientes de la CE, en las cuales participan el Estado y la Generalitat valenciana, no se sabe nada todavía.

Quizás la mejor ayuda concedida por el momento sea la utilización de los servicios técnicos de la propia Consejería (laboratorios de análisis, insectarios, servicios de sanidad, gabinete legal, etc.), así como el tiempo de los propios técnicos para el Comité de Calificación.

Por otro lado, el CAE-CV, tras modificar un programa de fomento a la AE elaborado por ADAE, presentó un Convenio de apoyo a la AE ante la Consejería. Contaba con ayudas directas a los productores, cursos de formación para técnicos y agricultores, un proyecto de investigación con fincas experimentales en horticultura, fruticultura y citricultura, y unas becas de formación para técnicos. En total, un presupuesto de 8 millones de pesetas anuales, para 3 o 5 años. Parece ser que en un primer momento se aprobó, pero con el cambio de cargos y presupuestos, en estos momentos se encuentra de nuevo en revisión.

De la Consejería de Medio Ambiente ha surgido otro proyecto esperanzador. Presentado en la CE, en colaboración con la de Agricultura y las universidades, recoge la intención de convertir a la AE el mayor número de parcelas posibles dentro de la franja limítrofe con los parajes protegidos (en especial en La Albufera). Contaría con un presupuesto cercano a los 2.000 millones de pesetas, dentro del cual participaría el CAE-CV.

### **Medidas básicas para un programa de apoyo a la AE**

- Encuadrar el programa dentro de un plan más general de protección ambiental y mejora de la calidad de vida.
- Orientar las medidas hacia un verdadero apoyo a las técnicas compatibles con el

mantenimiento de los recursos, apreciando en lo que vale la agricultura, los agricultores y sus culturas, especialmente las pequeñas economías agrícolas. Paralizar la actual política agraria de subvenciones a unos productos de baja calidad y excedentarios, y detener las ayudas a los abonos químicos y fitosanitarios.

- Gravar con impuestos directos a las empresas que trabajen con elementos contaminantes utilizados en la agricultura (plaguicidas, abonos nítricos, etc.) y destinar ese dinero ayudas directas a la AE, el asociacionismo, la descontaminación, a promocionar la venta directa, etc. Se puede subir el IVA de los biocidas, por ejemplo, y destinar una parte del mismo a financiar directamente estos proyectos. Debe reconocerse que los productos obtenidos con contaminación en realidad a largo plazo no son más competitivos y baratos que los ecológicos.
- Se debe mantener elevados los precios de los productos agrarios en origen. Los agricultores deben recibir un pago justo por su trabajo, al igual que los demás sectores de la sociedad. No podemos mantener una agricultura en la que sus precios son los que mantienen bajo el IPC. La producción de alimentos debe considerarse como primera necesidad, no algo secundario, tras los vehículos o los demás bienes de consumo. De esta forma, nos acercamos a la valoración real del trabajo del agricultor y de la fertilidad de la tierra, primer paso hacia la dignificación de ambos y la finalización del abandono agrícola y la esquilma de los campos.
- La medida anterior puede conseguirse fácilmente introduciendo en los precios los bienes positivos que produce la agricultura ecológica, esto es, que se pague a los agricultores por producir alimentos sanos y por evitar la contaminación. Esto se puede realizar de dos formas: aumentando los precios de los productos obtenidos con estas técnicas, o subvencionando a los agricultores que se transformen o trabajen con técnicas ecológicas directamente con dinero de la Administración o con beneficios fiscales. Gran parte del beneficio ambiental y social que la AE produce alcanza a toda la sociedad, y los consumidores ecológicos gozan de la salud y la calidad de estos productos.
- Programas de formación con mayor información dirigida a la mejora ambiental, subvencionados para agricultores, de orientación para consumidores, y de especialización para técnicos.
- Una investigación y experimentación conectada con el mundo real del campo, con verdaderos propósitos de progreso, solidarios y ecológicos, y desconexión de la que se realiza en los proyectos oficiales, sumergida en sus distintos castillos feudales, enfocada en su mayor parte a objetivos inútiles o, lo que es peor, peligrosos. Los programas científicos han de tener objetivos amplios y perfectamente conectados y estructurados, para no perderse en infinidad de trabajos personales sin conexión o sin fines concretos.
- Apoyo de la venta directa y las iniciativas locales para evitar intermediarios y un valor añadido superficial, e impulso de unos alimentos más sanos. De esta forma se evitaría los precios desorbitados de algunos productos ecológicos.

- Prohibición de toda patente sobre los recursos genéticos y promoción de la recogida y cultivo de variedades tradicionales entre los agricultores. Es la única forma de que la diversidad agrícola no se pierda o caiga en manos de empresas especuladoras.
- Apoyo del movimiento asociativo dentro de los productores (cooperativas, sindicatos y demás asociaciones) y de los consumidores (cooperativas de consumidores y otras), encauzando la aproximación entre ambos. El apoyo al cooperativismo agrario es una de las premisas que con más acierto se está cumpliendo en la CV. Sin embargo no se puede decir lo mismo del apoyo a las ONG que impulsan la AE.
- Trabajo en programas donde esté clara la conexión entre la agricultura ecológica y el desarrollo perdurable en las regiones económicamente más pobres, para que conserven sus riquezas y las aprovechen con sus propios medios. En nuestro país se ha de devolver el interés por estas regiones donde no se pueda mantener la población estable y con un nivel de vida suficiente, con proyectos de mejora de infraestructuras y planes de desarrollo perdurable. Estos programas no han de basarse en un solo pilar, como está sucediendo con los planes de turismo rural, sino que han de intentar diversificar las fuentes, contando con la AE y la enseñanza ambiental, con iniciativas de colaboración con otros países y con técnicas que respeten la especificidad cultural y sus aportaciones propias a la agricultura.
- Por último, y quizás por encima de todo, los programas de fomento siempre han de incluir líneas de promoción concretas, con campañas amplias de información y promoción. Es muy importante que se conozca con toda su relevancia los problemas del campo y la producción de alimentos, sus implicaciones en la sociedad y sus soluciones ecológicas. Hay que dejar transparentes las características de los productos ecológicos y los beneficios o ventajas de su producción y consumo, para que el consumo consciente y duradero aumente por encima de las modas.

## CONCLUSIONES

Como se ve, pese a los trabajos diversos que ya se están realizando en la AE, no ha sido aprobado aún ningún plan concreto y unificador de esfuerzos, que indique un camino claro por dónde seguir. La certificación y el asesoramiento, para poder continuar con calidad y sin gravar al agricultor ecológico (que bastante hace con producir salud), debe contar con más apoyo económico inmediato. La investigación, pese a la determinación de los pocos que la llevan a cabo, debe coordinarse para avanzar más y con diligencia. La formación, casi inexistente, debe fraguar en forma de cursos amplios y permanentes, dentro y fuera de la Universidad. La promoción y la educación son pilares básicos en el desarrollo de cualquier cambio positivo.

Se hace necesario pues un Programa de apoyo a la AE que, integrando un míni-

mo de medidas ecológicas, económicas y sociales, unifique y coordine las iniciativas individuales y los pocos fondos europeos destinados a la AE. Debe reseñarse unos principios de acción y unos medios amplios, que potencien en verdad un cambio positivo hacia un modelo de agricultura y sociedad perdurable. En ese programa proponemos unas medidas básicas, recogidas de aportaciones de asociaciones de AE. Es triste que nos presenten apoyos por medio de subvenciones escasas o trabajos técnicos puntuales, cuando paralelamente en los mismos centros de donde surgen, todo se decanta a potenciar nuevos acaricidas, abonos contaminantes o producciones de pésima calidad, en definitiva a una agricultura que se ha demostrado ampliamente insostenible.

No es tanto cuestión de grandes inversiones, sino de reorientación de los programas y ayudas, de educación y de compromiso. Todos podemos aportar nuestro grano de arena. Está bastante claro que quienes trabajamos en la AE estamos fuertemente motivados. Si se aprueban las líneas básicas de fomento, este sector recibirá el impulso necesario para avanzar por delante de las crisis económica, social, ecológica. El futuro es incierto pero esperanzador.

# **La incidencia de la desertificación en Castilla-La Mancha**

**F.J. Montero, F. Martín de Santa Olalla, A. del Cerro, M. Rubio**

*Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad de Castilla-La Mancha. Ctra. Peñas km 3,2. 02071 Albacete.*

## **RESUMEN**

Dentro del “Programa europeo sobre climatología y desastres naturales EPOCH”, se engloba el “Programa internacional europeo sobre interacciones hidrológicas y climáticas entre la vegetación, la atmósfera y la superficie terrestre ECHIVAL”. Inicialmente, durante los veranos de 1991 y 1992, se llevó a cabo un experimento de campo combinando a 24 grupos de investigación europeos, cinco de ellos españoles: el proyecto EFEDA, para estudiar la interacción de tierras, vegetación y atmósfera en condiciones climáticas semiáridas. Resultado de este experimento y por el interés preferente de la CE, se programó una segunda fase para desarrollar durante 1994 y 1995 con el fin de estudiar el efecto de los cambios climáticos en los intercambios de energía y agua entre tierra, vegetación y atmósfera, y determinar la función de la vegetación en estos procesos. Para ello es imprescindible trabajar a gran escala y utilizar los sistemas de captura de información por teledetección. Nuestra Universidad participa activamente en el estudio y análisis de la vegetación propia de esta región, determinando básicamente parámetros de desarrollo que puedan correlacionarse con los obtenidos vía teledetección, y en la evaluación mediante balances de agua e índices de vegetación, entre otros procedimientos, la actividad grupal de las diversas masas vegetales y por ende la incidencia del proceso de desertificación al que estamos asistiendo. Es lógico que los planteamientos de la agricultura ecológica incluyan el análisis de un proceso que, con independencia de las circunstancias que lo han llevado a desarrollarse, afecta hoy a una gran superficie agraria en condiciones semiáridas.

## **INTRODUCCIÓN**

Estamos asistiendo a un movimiento de concienciación social sobre el cambio climático que afecta a las condiciones de desarrollo de los seres vivos. Algunos

autores (Barrox, 1993, Wolf, 1993) analizan estos hechos y predicen la producción de determinadas especies vegetales en función de la temperatura y la pluviosidad previstas a largo plazo.

Es importante la preocupación actual por el conocimiento, estudio y análisis del proceso de cambio, de las condiciones que lo favorecen y de las actuaciones que podrían suavizar sus efectos negativos. Prueba de ello son los elevados recursos que, en investigación entre otros ámbitos, se están dedicando a programas multidisciplinares como el "Programa europeo sobre climatología y desastres naturales EPOCH", en el que se enmarca el proyecto EFEDA, para estudiar la interacción entre suelos, vegetación y atmósfera bajo condiciones climáticas semi-áridas, y cuyo desarrollo experimental se lleva a cabo desde 1991 en Castilla-La Mancha.

Algunas de las conclusiones de diversos estudios realizados al respecto del mencionado cambio climático, citan a la temperatura y a la producción de materia orgánica así como a la evapotranspiración como magnitudes representativas de los cambios en la biosfera, de manera que si debido a los cambios climáticos se modifica el régimen térmico y de precipitaciones en una región, tanto la vegetación como las propiedades edáficas y la hidrología se verían afectadas, lo cual puede finalmente conducir a cambios irreversibles que desembocarían en la degradación de la tierra, en la aparición de procesos erosivos y en definitiva en la pérdida de su capacidad productiva con sus consecuencias socioeconómicas, dando lugar a lo que se ha venido en llamar desertificación (Meliá *et al.*, 1994).

Tal como refiere Sánchez (1994), la desertificación es un concepto que de forma gráfica resulta fácilmente explicable pero difícil desde puntos de vista estrictamente científicos. Se trata de un proceso de degradación física y biótica cuyas últimas etapas pueden conllevar la instauración de condiciones próximas a las desérticas (biomasa escasa, productividad muy baja, habitabilidad difícil para el ser humano) en sistemas que originariamente no presentan estas características. El Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente definió en 1977 la desertificación en los términos comentados, pero en 1991 vuelve a definirla insistiendo en la responsabilidad humana en el proceso: "Degradación de tierras en áreas áridas, semiáridas y seco-subhúmedas como resultado, fundamentalmente, de actuaciones humanas adversas".

La degradación de las tierras implica la actuación de uno o varios procesos: erosión hídrica y sedimentación, la reducción a largo plazo de la cantidad y diversidad de la vegetación natural o la disminución apreciable de la producción de los cultivos, la salinización y la alcalinización de la tierra.

Mabbut (1984) afirma que si bien está ampliamente asumido que las repercusiones de la desertificación son mundiales, no ocurre lo mismo con la responsabilidad, que debe ser compartida por igual, en la medida que el ser humano es un agente causante. Mientras que la desertificación, en su peor manifestación, se debe a oportunidades desiguales y a un acceso injusto a los recursos, sus raíces van más

allá de las regiones afectadas directamente y son el resultado de fuerzas políticas y económicas que se han manifestado durante toda la historia y que siguen ejerciendo su influencia.

El Mapa mundial sobre desertificación (FAO, UNESCO, OMM, 1977) señala al litoral mediterráneo español como de alto riesgo de desertificación, y amplias zonas de Castilla, Aragón y el sur de Portugal como de moderado riesgo (Figura 1). El Mapa de degradación de suelos, del Atlas mundial de desertificación (UNEP, 1992), confirma que las zonas del litoral mediterráneo (Figura 2) alcanzan niveles altos y muy altos de degradación. Por último, Rubio (1993), con la información suministrada por el programa CORINE (CEE, 1990) y el Mapa de vegetación de la región mediterránea de la UNESCO-FAO (1968), considera cuatro niveles de riesgo de desertificación: muy alto riesgo, alto, moderado y bajo. Los países más afectados son España, Grecia, Italia, Portugal, Francia, Turquía y Bulgaria. Nuestras regiones más afectadas son Andalucía, Murcia, región Valenciana, Castilla-La Mancha y Aragón.

No vamos a entrar en un análisis profundo de las causas y factores de la desertificación dado que no es ese el objeto de este trabajo. Sin embargo sí nos parece oportuno incidir sobre uno de los factores responsables, por ser capaz de modificar enormemente la evolución del proceso: el factor antrópico.

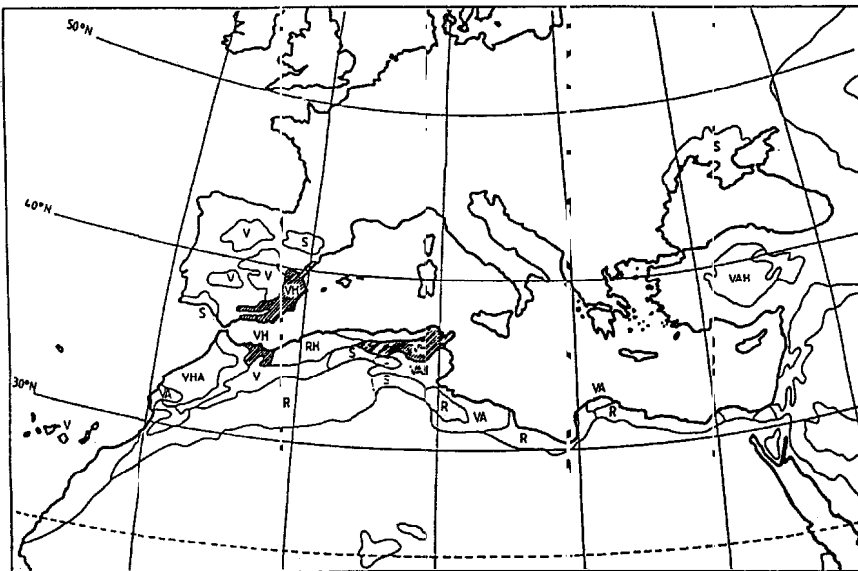


Figura 1. Mapa mundial sobre desertificación (FAO, UNESCO, OMM, 1977)



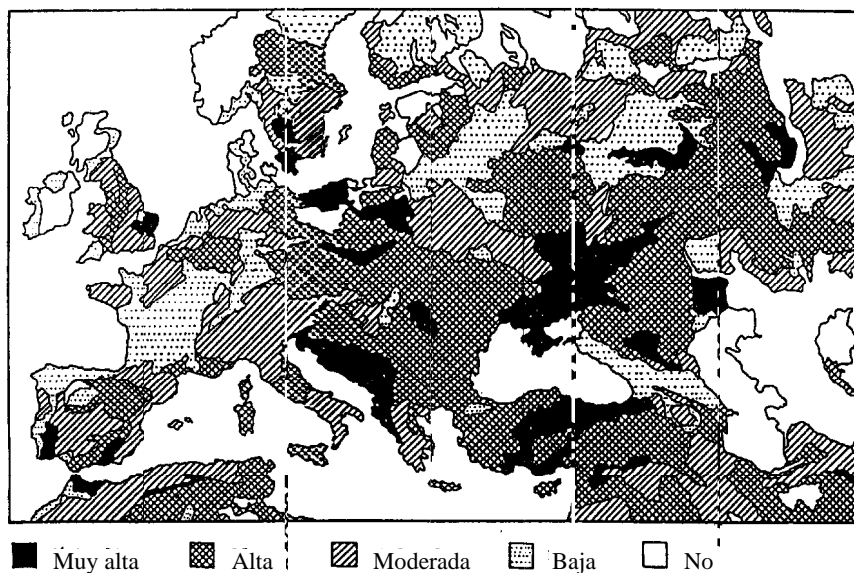


Figura 2. Mapa de degradación de suelos (UNEP, 1992)

Sánchez (1994) establece los siguientes elementos desencadenantes del proceso de desertificación por la acción u omisión antrópica:

- **Abandono** de las áreas de agricultura marginal o de baja productividad como consecuencia de los cambios socioeconómicos de las últimas décadas.
- **Incendios forestales**, con efecto directo sobre la estructura de la tierra y que afectan a su estabilidad, favorecen la escorrentía y por tanto la erosión hídrica.
- **Técnicas forestales incorrectas**, como el subsolado en el sentido de la pendiente, la eliminación indiscriminada del matorral, la repoblación monoespecífica, etc.
- **Sobrepastoreo** por reducción de las áreas de pastos y concentración excesiva de animales en áreas reducidas.
- **Salinización del suelo** por sobreexplotación de acuíferos afectados por intrusión marina.
- **Técnicas agrícolas incorrectas**, como la ausencia de prácticas de conservación de suelos, o la instalación de regadíos forzados con agua de baja calidad o sistemas de riego inapropiados, que favorecen la pérdida de la productividad biótica.

A la vista de las consideraciones expuestas y para el planteamiento de una agricultura coherente y responsable, a la vez que solidario con las generaciones futuras,

creemos que los diferentes usos del suelo han de estar presididos permanentemente por criterios de protección ambiental. Qué duda cabe que ante las consideraciones sobre el cambio climático, las actuaciones futuras en el medio agrario han de llevarse a cabo con el conocimiento de la situación real de desertificación y con las previsiones de su evolución a través de los modelos adecuados.

En este sentido cabe destacar, afortunadamente, la preocupación de la Unión Europea, de las administraciones central y autonómicas española, de la comunidad científica internacional y en particular de la Universidad de Castilla-La Mancha por propugnar, propiciar y acoger un ambicioso proyecto de estudio del proceso de desertificación en la cuenca del Mediterráneo: el proyecto EFEDA.

### **El proyecto EFEDA**

El proyecto EFEDA (ECHIVAL Field Experiment in a Desertification-Threatened Area) se engloba dentro de la realización de proyectos específicos sobre el entorno, que están previstos en el programa marco de actividades de la Comunidad Europea en el ámbito de la investigación y el desarrollo tecnológico y más concretamente en el programa de “Investigación en el campo de la Climatología y los Desastres Naturales EPOCH” (European Programme on Climatology and Natural Hazards).

El programa EPOCH está concebido como un programa marco en el que orientar y coordinar la investigación científica en Europa y a la vez como la contribución europea a otros programas internacionales como el WCRP (World Climate Research Programme) o el IGBP (International Geosphere-Biosphere Global Change Programme).

El proyecto EFEDA se estructura en dos fases sucesivas que abarcan los períodos 1991-1992 (EFEDA-I) y 1993-1995 (EFEDA-II) para estudiar el efecto de los factores climáticos e hidrogeológicos sobre la vegetación natural y cultivada. Se ha desarrollado modelos que permitan describir las interacciones climáticas e hidrológicas entre la vegetación, atmósfera y la tierra en una zona amenazada de desertificación. En sucesivas aproximaciones, estos modelos deben quedar suficientemente contrastados a fin de que su aplicación pueda extrapolarse fuera de los límites en los que se crearon.

Se logró reunir la colaboración científica de veinticuatro centros de investigación, coordinados y financiados por la Comisión de la Unión Europea (CUE): cinco españoles, cinco alemanes, cuatro franceses, cuatro holandeses, tres ingleses, dos italianos y uno danés. Existieron, por otra parte, otras colaboraciones adicionales en España, Estados Unidos y Alemania. Por ello el proyecto ha sido considerado como una prueba a gran escala de la cooperación científica multidisciplinar e internacional en Europa.

El presupuesto económico, financiado por la CUE, del EFEDA-I fue 3,1 millones de ECU, y 5,4 el del EFEDA-II. A estas cifras hay que añadir las aportaciones estatales y regionales, así como los recursos materiales que los centros de investigación ponen a disposición del Proyecto.

El trabajo intensivo de campo del EFEDA-I se desarrolló desde el 20 de mayo hasta el 10 de julio de 1991. EFEDA-II se lleva a cabo desde abril a septiembre de 1994. Antes y después de este período, también se desarrollaron actividades científicas en el área de estudio, especialmente por parte de los grupos que debían efectuar un seguimiento continuado de la evolución de sus parámetros de estudio.

Para llevar a cabo la fase experimental elegimos una zona de aproximadamente 100 x 100 km en Castilla-La Mancha, porque reunía unas características de uniformidad difíciles de encontrar en cualquier otro lugar de la Comunidad Europea, dada su orografía relativamente llana a una escala compatible con los modelos globales. Como emplazamientos para una densa red instrumental delimitamos inicialmente durante el EFEDA-I tres zonas piloto con una extensión aproximada de 10 x 10 km, cerca de Barrax (Albacete), Tomelloso (Ciudad Real) y Belmonte (Cuenca) suficientemente representativas de la agricultura de regadío, de secano, y de los aprovechamientos marginales y forestales, respectivamente, de la región. En el EFEDA-II incluimos otras tantas zonas piloto que complementan a la vez que sirven para contrastar la información antes recogida, ubicadas en El Bonillo (Albacete), Honrubia (Cuenca) y Pedro Muñoz (Ciudad Real) (Figura 3)

La cobertura del área comprendida entre estas seis zonas, distantes entre sí aproximadamente 70 km, se completó con medidas realizadas desde aviones y satélites.

Tras la finalización satisfactoria de la campaña de campo de 1991, la siguiente etapa del proyecto, correspondiente a 1992, se enfocó al tratamiento de la información recogida, al análisis de resultados y a la organización de bases de datos con una temática afín, como en el caso de Suelos y Vegetación.

La cooperación científica que ha tenido lugar durante las campañas de campo del Proyecto, con reuniones interdisciplinares semanales, origen de colaboraciones específicas, se ha prolongado en el tiempo por medio de diversas jornadas de trabajo celebradas con fines concretos: En Wageningen (Holanda) en marzo de 1991, de coordinación del trabajo de Tomelloso. En París en noviembre de 1991, para la preparación de los modelos. En Oberpfaffenhofen (Alemania) en febrero de 1992, para la presentación de los informes previos de mitad de proyecto. En Bristol (Gran Bretaña) en abril de 1992, de coordinación del trabajo de la zona de Belmonte. En Toulouse (Francia) en noviembre de 1992, para la preparación de los informes finales. Y en Bruselas en mayo de 1993, para la presentación de los mismos ante la CUE.

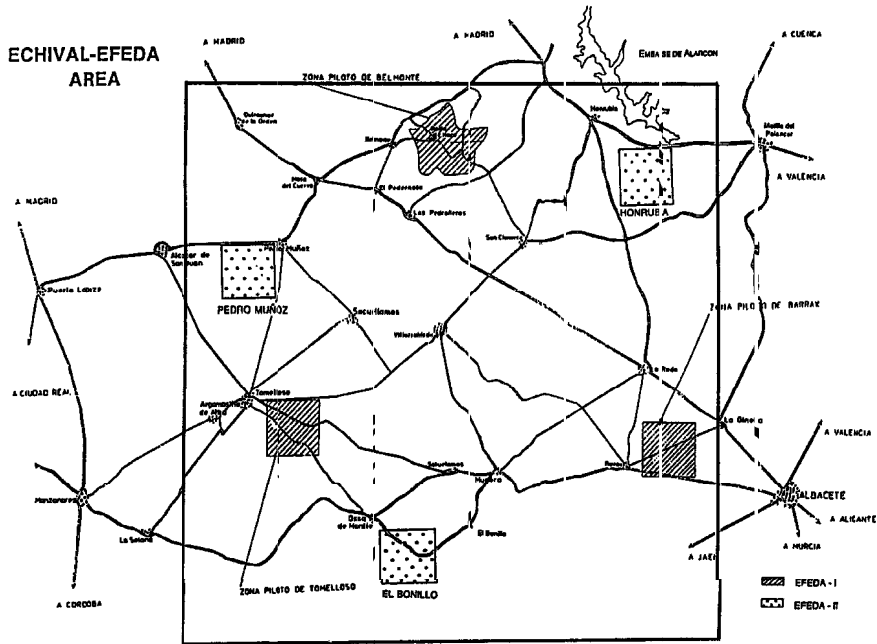


Fig. 3. Localización de las zonas piloto del escenario del proyecto EFEDA.

### Grupos técnicos de trabajo

La información obtenida por los distintos participantes puede distribuirse en los grupos temáticos descritos a continuación (algunos equipos investigadores contribuyeron en más de un tema):

- Suelos e hidrología
- Vegetación y aprovechamientos del suelo
- Propiedades radiactivas de la superficie y de la atmósfera
- Balance energético superficial
- Observaciones en la capa límite atmosférica y radiosondeos
- Teledetección desde aviones y satélites
- Modelos y asimilación de datos

Es obligado mencionar la colaboración desinteresada de los agricultores en cuyas propiedades se desarrollan las actividades científicas, y la función desem-

peñada por organismos e instituciones de la región, entre las que destaca la Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, presente en todo el Proyecto con aportaciones económicas y de infraestructura y servicios esenciales para su desarrollo, y la Universidad de Castilla-la Mancha, anfitriona de los grupos científicos visitantes durante su estancia en la zona de estudio, y organizadora del grupo de trabajo de **Biología Vegetal y Recursos Agrarios**, englobado en la sección de Vegetación y Aprovechamiento de la Tierra, que trata de cumplir con un doble objetivo. Por una parte dar cobertura operativa a todos los participantes en la Campaña de Campo, recabando ayuda de distintas Instituciones locales y regionales. Y por otra como grupo científico participante, para cubrir aspectos relacionados con los cultivos herbáceos, los cultivos leñosos y los aprovechamientos forestales. La actividad desarrollada por este grupo abarca la recogida de información básica retrospectiva, la elaboración de mapas actualizados de cultivos, tomas de datos de campo referentes a la evolución y desarrollo de la cubierta vegetal durante el proyecto, estimación de la evapotranspiración mediante técnicas de teledetección en colaboración con la Universidad de Valencia, y finalmente la organización de una base de datos sobre tierras y vegetación con vistas a estructurar la información para otras fases posteriores del proyecto.

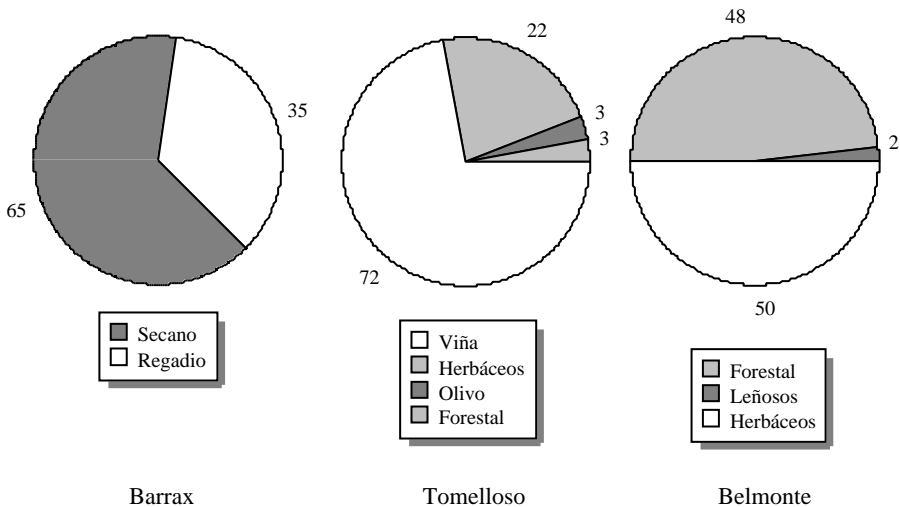


Figura 4. Distribución porcentual de usos del suelo en tres poblaciones

### Estudio del material vegetal en las distintas zonas piloto

Tal como dijimos en el planteamiento y localización de la campaña de campo, elegimos las diferentes zonas piloto en función de los aprovechamientos preferentes (Figura 4).

Centramos los estudios en cada zona piloto según la siguiente distribución de cultivos y grupos vegetales:

Barrax	Cebada y maíz	
Honrubia	Girasol; pinares y monte bajo de encinas	
Tomelloso	Viña	
Pedro Muñoz	Viña en terreno salino	
Belmonte	Niveles de degradación	Monte mixto coníferas y frondosas Monte bajo de frondosas Matorral degradado
El Bonillo	Sabinar; encinas y pinar	

El grupo de trabajo de Biología Vegetal y Recursos Agrarios, dentro de cada una de las zonas piloto seleccionó las parcelas de ensayo en función de la representatividad de cada una de las especies o grupos elegidos, para su seguimiento, y tuvo en cuenta los condicionantes del método de captura y análisis de las imágenes de satélite (extensión, pendiente, uniformidad, etc.).

Junto con el conocimiento espacial de los usos y aprovechamientos del terreno, se necesita caracterizar la cubierta vegetal cuantificando algunos parámetros representativos, particularmente en los cultivos agrícolas, que pueden ir sujetos a amplias variaciones a lo largo de su ciclo agronómico:

<b>Vegetación agrícola</b>	<b>Vegetación forestal</b>
Fenología	
Altura	Altura
Superficie cubierta	Fracción de cabida cubierta
Índice de área foliar	Índice de área foliar
Biomasa	Biomasa
Humedad del suelo	Humedad del suelo
Temperatura del cultivo	Temperatura del suelo

Dado el interés del grupo de trabajo por conocer la evolución de estos parámetros y la posible correlación con valores obtenidos vía teledetección, se planteó un calendario de visitas para tomar muestras coincidentes o en el entorno de los pasos del satélite LANDSAT.

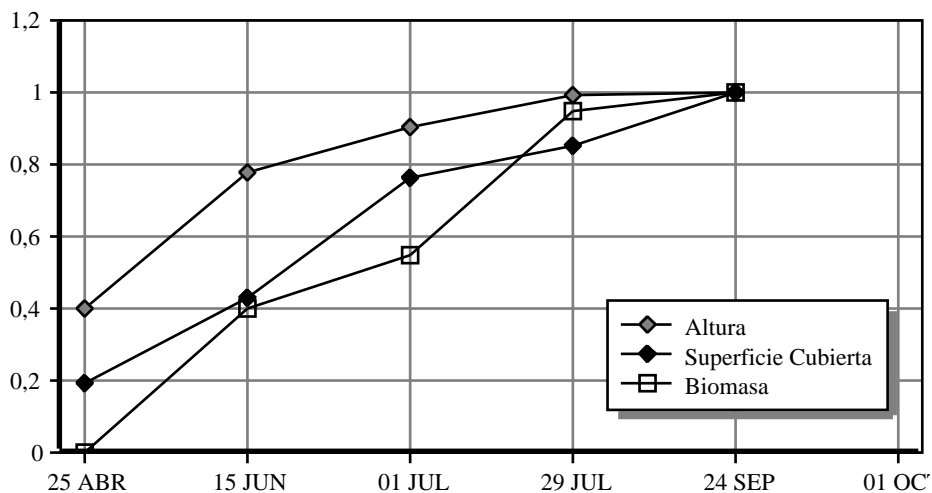


Figura 5. Evolución de la biomasa, superficie, altura de la cubierta vegetal, en 1991

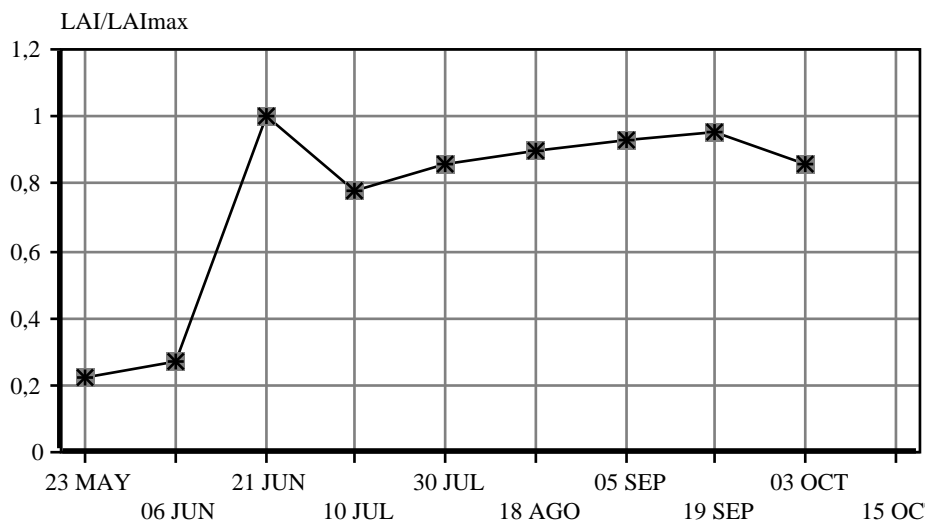


Figura 6. Evolución del índice de área foliar y su valores máximos, en 1992

### **Estado actual**

Una vez acabada la campaña de campo de 1994 y aunque nos encontramos en fase de tratamiento de la información recogida y con la intención de contrastar algunos resultados con una comprobación posterior en 1995, podemos concluir de cara a la extrapolación a otras áreas de condiciones similares, que los valores obtenidos son muy representativos.

Por ejemplo la Figura 5 presenta los parámetros relativos a altura, superficie de la cubierta vegetal y biomasa, y la Figura 6 el índice de área foliar (LAI) de la zona piloto de Tomelloso y en el cultivo de la vid.

### **CONCLUSIONES**

Algunas de las conclusiones técnicas o metodológicas del Proyecto hacen referencia a la notable mejora en el conocimiento de las características, climáticas, edáficas, hidrológicas, meteorológicas y micrometeorológicas, de las características y comportamiento de la cubierta vegetal, etc. lo que constituye “con los datos en la mano” la realidad de una situación realmente dramática y cuyo futuro no lo es menos.

Desde el momento en que iniciamos los trabajos entramos en contacto con la realidad de fuertes e injustificados impactos sobre el ambiente al amparo de un criterio maximalista de producción. Aspectos relativos al uso del suelo (roturaciones, elección inadecuada y abandono de tierras, etc.), de los recursos hídricos (sobrexplotación de acuíferos, empleo de sistemas de riego incorrectos, etc.), del empleo de técnicas de cultivo que potencian la erosión (laboreo, pendientes excesivas, etc.), de la concentración masiva del monocultivo monovarietal (fundamentalmente en el caso de la vid), del empleo desatinado de los aprovechamientos forestales (excesivas cargas ganaderas, extracción de leñas desordenada, etc.), del escaso incentivo de los agricultores por realizar inversiones económicas y de dedicación propia al medio agrario, de la incertidumbre frente a una Política Agraria Comunitaria que difícilmente puede conjugar los intereses económicos generales con aspectos socioeconómicos y ambientales propios de determinados países, regiones, comarcas e incluso parajes, y en los que las transformaciones que se derivan de las directrices generales pueden ocasionar perjuicios posteriores de gran trascendencia. De otro orden de magnitud y de los condicionantes que los originan son los incendios forestales, las causas que los propician y los programas de prevención y lucha. Esta relación inacabada de impactos directos e indirectos debiera encabezar el conjunto de prácticas que se debe abandonar si buscamos una agricultura de calidad.



**BIBLIOGRAFÍA**

- Barrow, E. (1993) Future scenarios of climate change for Europe. En *The effect of Climate Change on Agricultural and Horticultural Potencial in Europe*. Research Report No. 2, pp 11-39. Environmental Change Unit. University of Oxford.
- Corine (1990) *Potential and Actual Soil Erosion Risk, Mediterranean Area*. Corine Soil Expert Team; Bruselas.
- FAO, UNESCO, OMM (1977) *World Map of Desertification*. United Nations Conference on Desertification. Nairobi.
- Mabbut, J.A. (1984) A New Global Assessment of the Status and Trends of Desertification. *Environmental Conservation*, 11: 103-113.
- Meliá Miralles, J., F. Martín de Santa Olalla Mañas, A. Brasa Ramos (1994) Desertificación en Castilla-La Mancha. En *Los proyectos sobre medio ambiente en la CE. El proyecto EFEDA: Objetivos y desarrollo*, pp 15-25. Ed. Universidad de Castilla La Mancha; Albacete (en prensa).
- Rubio (1993) Desertification in Europe. En *Workshop on Desertification in Developed Countries*. UIMP-NATO (CCMS); Valencia.
- Sánchez Díaz, J. (1994) Desertificación en Castilla-La Mancha. *El problema de la desertificación en Castilla-La Mancha*, pp 1-13. Ed. Universidad de Castilla-La Mancha; Albacete (en prensa).
- UNEP (1992) *World Atlas of Desertification*. Edward Arnold; Londres.
- Wolf, J. (1993) Effects of climatic change on wheat and maize production potencial in the EC. En *The Effect of Climate Change on Agricultural and Horticultural Potencial in Europe*. Research Report No. 2, pp 93-120. Environmental Change Unit. University of Oxford.

# **Aplicación de técnicas de teledetección en la planificación del territorio para el control de la desertificación**

**M.S. Garrido\*, F. García\*\***

*\* Agrotest S.A. Paseo General Martínez Campos 7. 28010 Madrid. \*\* Ibersat S.A. c/ Araquil 11. 28023 Madrid.*

## **RESUMEN**

Hemos elaborado el presente trabajo a partir del proyecto ASMODE (Assessment of remote sensing techniques for monitoring the extent and progression of desertification in the Mediterranean area), dentro del programa Environment, financiado por la Dirección General XII de la Unión Europea. Intervinieron seis grupos europeos desarrollando métodos de análisis de datos a partir de los datos provenientes de los satélites NOAA, Meteosat y Landsat TM. El proyecto consta de una parte climática a escala del Mediterráneo y de otra parte de estudio del territorio con zonas piloto en la Península Ibérica. En esta comunicación presentamos los mapas elaborados a partir de las imágenes Landsat TM en la zona piloto de Murcia.

El método de trabajo consistió en la elaboración de mapas de tipos de vegetación y tipos de suelos con diferente nivel de degradación, mapas de niveles de degradación de vegetación y suelos, y mapas de clasificación del territorio según el riesgo de desertificación. Para ello se integraron los datos de las diferentes zonas piloto y se llegó a la definición de doce niveles de riesgo generales. Presentamos los mapas finales elaborados en un Sistema de Información Geográfico (SIG) de desertificación del territorio.

Utilizando este SIG se determinaron las zonas donde la transformación a la agricultura ecológica sería muy eficaz para reducir al mínimo la desertificación. Los mapas de zonas adecuadas para este tipo de agricultura corresponden a la zona piloto de Murcia, donde la degradación del territorio es más grave.

## **INTRODUCCIÓN**

La degradación de las tierras por la desertificación en el área mediterránea ha movido a la Unión Europea a promover la investigación en temas relacionados con esta problemática. Dentro de esta orientación se promovió el proyecto ASMODE.

El proyecto consta de una parte climática a escala del Mediterráneo y de otra parte de estudio del territorio con zonas piloto en la Península Ibérica.

A partir de los datos producidos en la evaluación del territorio utilizando imágenes Landsat TM, hemos localizado las áreas donde es necesario establecer sistemas agrarios de bajo impacto ambiental, y en concreto sistemas de agricultura ecológica.

### **Antecedentes**

El proyecto ASMODE ha sido diseñado dentro de este marco de integración de datos procedentes de distintas fuentes. Los objetivos básicos del proyecto son:

- Determinar la utilidad de las técnicas de teledetección y de los Sistemas de Información Geográfica para el estudio, seguimiento y posible control de la dinámica de la desertificación en el área mediterránea.
- Eliminar el “salto de escala” existente entre los experimentos de campo y los procesos de desertificación que tienen lugar de nivel nacional a regional.

Para ello se han seguido dos enfoques diferentes:

- El estudio del balance energético para obtener indicadores climáticos y de aridez. Para ello se han utilizado las longitudes de onda del visible y del infrarrojo procedentes de los satélites Meteosat y Noaaavhrr.
- El estudio de las condiciones de la vegetación y de los suelos mediante el uso de satélites como Noaa y Landsat con el apoyo de datos de campo.

El volumen de datos que se genera en este tipo de estudios es muy elevado, por lo que la integración de los mismos y de datos convencionales (cartografía, etc.) resulta conveniente en el marco de los Sistemas de Información Geográfica, pretendiéndose establecer relaciones entre las distintas escalas de trabajo y determinar un método para su integración, con la idea de valorar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

### **MÉTODOS Y RESULTADOS**

*Evaluación de tierras y de la vegetación en función de los procesos de desertificación.* En el proyecto ASMODE se elaboraron mapas de clases de suelos y de clases de vegetación en función de su desertificación potencial. Finalmente se elaboraron, mediante matrices de integración, mapas de desertificación potencial. En el presente trabajo hemos utilizado los datos de la región de Murcia por presentar los mayores riesgos de desertificación de todas las áreas estudiadas (Figura 1). En las páginas de color reproducidas en este libro, aparecen estos mapas de Murcia.

*Zonas prioritarias para utilización de sistemas agrarios ecológicos.* A partir de los mapas de vegetación y de tierras elaborados en el proyecto Asmode, identifi-

camos las zonas prioritarias para su utilización en sistemas agrarios ecológicos según se observa en los mapas a color. A continuación describimos el método seguido.

### Aptitud de zonas a partir del mapa de vegetación

Utilizamos este mapa del proyecto ASMODE para excluir las reservas naturales o áreas muy degradadas por actividades agrícolas intensivas convencionales, o por tener cantidades tóxicas de sales de forma natural.

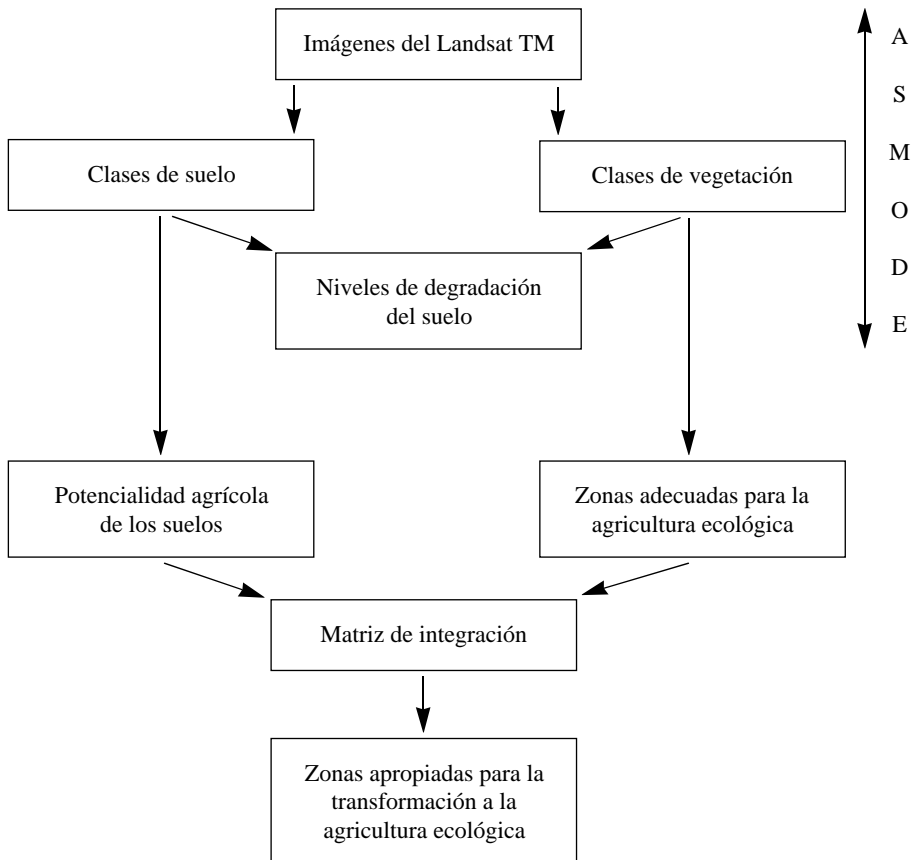


Figura 1. Esquema del método de trabajo

- De esta forma obtuvimos cuatro clases -entre paréntesis, sus hectáreas (Tabla 1):
- 1 Ciudades y embalses (21.039,84)
  - 2 Zonas con contaminación agrícola o con niveles tóxicos de compuestos naturales (158.816,03)
  - 3 Reservas naturales (204.805,0)
  - 4 Zonas agrícolas recomendables (217.370,7).

Tabla 1. Unidades de vegetación del proyecto Asmode y su nueva clasificación para nuestros objetivos

Unidad	Descripción	Clase
U	Zonas urbanas	1
E	Embalses y lagos	1
F	Bosque de alta densidad de pinos y algo de eucaliptus sin sotobosque	3
FM	Bosque de pinos con sotobosque de labiadas muy denso	3
MR	Matorral de alta densidad de romero principalmente	3
MD1	Asociación de alta densidad de varias labiadas incluido el romero	3
MD2	Asociación de media densidad de labiadas	3
MH1	Asociación de esparto de alta densidad	3
MH2	Asociación de media densidad de arbustos dispersos (esparto) con plantas herbáceas, con protección de la tierra muy escasa	3
MH3	Asociación de baja a muy baja densidad del mismo tipo que MH2	3
AG 1,2,3	Cultivos de cítricos en tres categorías según la densidad de la plantación	2
FR/AG	Cultivos asociados de cítricos y frutales en regadío	2
FR1,2	Cultivos de frutales en dos categorías según la densidad de plantación	2
FS	Frutales en secano: almendros, olivos y algarrobos	4
FS+I+AG	Cultivos de frutales en secano de muy baja densidad de cubierta, mezclados con parcelas de cítricos e invernaderos	4
R1,2,3	Cultivos hortícolas en regadío en tres porcentajes de cubierta	2
HIV	Parcelas de hortícolas en regadío, parc. con invernaderos, y otras con cereales	4
L	Cultivos de cereal	4

### Aptitud de zonas a partir del mapa de suelos

Utilizamos este mapa para separar los suelos potencialmente agrícolas de los que no deben ser utilizados para ello, excluyéndolos las de pendiente elevada, los de roca consolidada o poco suelo, los que presentan niveles tóxicos de diferente origen y los afectados por fuertes vientos.

Obtuvimos así seis clases de suelos -entre paréntesis, sus hectáreas (Tabla 2):

- 1 Zonas urbanas y embalses (2.643,282)
- 2 Suelos con niveles tóxicos naturales o antrópicos o con fuerte viento (116.402,3)
- 3 Zonas montañosas con mucha pendiente, roca consolidada y suelos muy poco profundos (100.608,4)
- 4 Suelos de potencial agrícola bajo (186.688,0)
- 5 Suelos de potencial agrícola medio (43.275,08)
- 6 Suelos de potencial agrícola elevado (151.707,2)

Tabla 2. Clases de suelos según ASMODE y su nueva clasificación para nuestros objetivos

Unidad	Descripción	Clase
1	Margas con caliza y en algunos lugares también yeso. Los suelos son tipo calcic Torriorthent y Gypsiortid. El desarrollo de la vegetación es difícil.	2
2	Margas con mucha caliza. Suelos tipo Torriorthent cálcico. El desarrollo de la vegetación es muy difícil	4
Q1	Depósitos aluviales. Hay algo de caliza. Buena fertilidad.	5
Q2	Depósitos aluviales. Muy buena fertilidad.	6
Q3	Depósitos aluviales con acumulaciones de sales	4
D	Dunas costeras. Materiales arenosos. Zona de vientos. Dificultad para cultivar.	2
3	Depósitos cuaternarios tipo rambla. Los suelos son tipo Calciorthid y calcic Torriorthent y Gypsiortid con mucha costra caliza y elevada erosión. A menudo las costras son superficiales	4
C	Depósitos similares a 3 pero con rocas calizas en superficie	4
G	Glacis de erosión sobre areniscas. Los suelos Torriorthent típico	3
AR	Montañas de areniscas. Los suelos Torriorthent típico	4
MC	Roca caliza consolidada, con buena cubierta vegetal	3
ESQ	Esquistos y anfíbolitas o rocas similares	4

### Zonas apropiadas para la transformación a la agricultura ecológica

Cruzamos los dos mapas anteriores mediante la matriz de integración de la Tabla 3, cuyas clases -entre paréntesis, sus hectáreas- son:

- 1 Ciudades y embalses (21.139,35)
- 2 Toxicidad natural o agrícola (158.115,5)
- 3 Zonas naturales o con poco suelo (286.439,4)
- 4 Baja potencialidad para la AE (54.882,02)
- 5 Media potencialidad para la AE (14.932,25)
- 6 Elevada potencialidad para la AE (65.677,45)

Tabla 3. Matriz de cálculo de zonas apropiadas para su transformación a la agricultura ecológica

Vegetación	Suelo					
	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	2	2	2
3	1	3	3	3	3	3
4	1	3	3	4	5	6

## BIBLIOGRAFIA

- Blum, W.E., K. Kresse, W. Meier (1985) Landsat imagery for the assessment of soil erosion in large mountain watersheds. *Applied Geography and Development*, 26: 46-56.
- De la Torre, J.C., J.H. Sasser, J. Lira (1985) A measuring reference system to quantify the desertification process in a semiarid ecosystem based on Landsat MSS data. En *Machine Proceeding of Remotely Sensed Data Symposium*, 112-121.
- FAO (1979) *A provisional methodology for soil degradation assessment*. Food and Agriculture Organisation; Roma.
- Fenton, T.E. (1982) Estimating soil erosion by remote sensing techniques. En *Remote Sensing for Resource Management* (C.J. Johannsen, J.L. Sanders, eds.). Soil Conservation Society of America; Iowa, EEUU: 217-231.
- Gesch, D.B.I., B.I. Naugle (1984) An Analysis of the utility of Landsat Thematic Mapper data and digital elevation model for predicting soil erosion. En *Machine Processing of Remotely Sensed Data Symposium*, 260-265.
- Hill, J., W. Mehl, M. Smith, J. Megier (1993) Mediterranean ecosystem monitoring with Earth Observation Satellites. En *Proceedings of the 13th EARSeL Symposium*.
- Keech, M.A. (1978) Remote Sensing in Planning the Control of Erosion. En *Assessment of Erosion* (M. de Broodl, D. Gabriels, eds.), 419-426.
- López Bermúdez, F., M.A. Romero Díaz, J. Martínez Fernández (1991) Soil erosion in semi-arid Mediterranean environment. El Ardal experimental field (Murcia, Spain). En *Book of Soil Erosion Studies in Spain*, 137-152.
- McGraw, J.F., P.T. Tueller (1983) Landsat computer-aided analysis techniques for range vegetation mapping. *Jour. Range Manage*, 36: 627-631.
- Nosseir, M.K. (1981) Evaluating the dynamics of erosion affected by land use changes, from remotely sensed data. *Technical Papers of the ASP. Int.*, 203-214.
- Pelletier, R.E. (1985) Evaluating non point pollution using remotely sensed data in soil erosion models. *Jour. Soil & Water Cons.* 40: 332-335.
- Singh, A.N. et al. (1982) Utilisation of Landsat data for delineating, mapping and managing of soil resources. The problems and prospects under Indian conditions. En *Proc. 16th Int. Symp. on R.S. of Env.*, 2: 769-787. ERIM.
- Stephens, P.R., J. Cihlar (1981) The potential of Remote Sensing to monitor soil erosion on cropland. En *Proc. of the 15th Int. Symp. on Rem. Sens. of Env.*, 985-995. Ann Arbor; Michigan, EEUU.

# Consumo energético e impacto ambiental en el transporte de productos agrícolas

**J.C. Rodríguez Murillo**

*Departamento de Agroecología, CCMA, CSIC. c/ Serrano 115 dpdo, 28006 Madrid.*

## RESUMEN

El impacto ambiental de la agricultura no se limita a los problemas de degradación de tierras y contaminación por productos agroquímicos. La agricultura actual se caracteriza además por requerir grandes cantidades de energía: el sistema agroalimentario consume del 15 al 35% de la energía producida en los países desarrollados -proporción que es mucho mayor en el resto de los países-. Más de las tres cuartas partes de esta energía proviene de los combustibles fósiles, con las repercusiones ambientales negativas consiguientes. Este análisis del consumo energético del transporte de productos agrícolas en España, estimando las distancias medias que recorren varios productos y las "intensidades energéticas" de su transporte (kcal por kg de producto transportado) con la ayuda de estadísticas agrarias y de datos sobre el consumo específico de energía de los diferentes modos de transporte, permite comparar la intensidad energética y el consumo energético en el transporte de tres cereales de gran consumo: trigo, maíz y arroz, teniendo en cuenta que éstos se hayan producido en el España o fuera de ella. El cálculo de la intensidad energética del transporte de frutas y hortalizas distribuídas a través de Mercamadrid (mercados centrales de distribución de Madrid) también pone de manifiesto la ventaja energética y ambiental de los sistemas de producción y consumo de pequeña escala frente a la "mundialización" del intercambio de productos agrarios, y la necesidad de que la agricultura ecológica forme parte de un sistema agroalimentario ecológico, que respete los límites ambientales, en particular los que afectan al transporte.

*Una sociedad y una economía ecológicas son aquellas que emulan los principios de la Naturaleza y se adaptan a ellos, en lugar de violentarlos. Por consiguiente valoran especialmente lo cercano, utilizan cuidadosamente todo aquello que está disponible en su entorno inmediato, y reservan los desplazamientos lejanos de personas y mercancías para resolver necesidades y deseos relevantes que no pueden ser satisfechos mediante la utilización de recursos próximos. (Estevan y Sanz, 1994)*



## INTRODUCCIÓN

La agricultura, que junto con la ganadería es la actividad que desde hace milenios proporciona a la mayor parte de la Humanidad la energía necesaria para su supervivencia, desde hace sólo unos 100 años se ha vuelto cada vez más dependiente del carbón, el petróleo y el gas natural, los llamados combustibles fósiles. Estas fuentes de energía se usan en la actualidad en todas las actividades agroalimentarias del cultivo, la elaboración y la distribución de los alimentos (Pimentel y Wen Dazhong, 1990). En las labores agrícolas, han sido la mecanización y el uso masivo de fertilizantes y biocidas sintéticos las causas del consumo creciente de los combustibles fósiles. Paralelamente, el transporte se ha convertido en una parte fundamental del “sistema agroalimentario”, al aparecer una creciente especialización de los usos de la tierra en zonas de producción -normalmente donde la agricultura es más productiva- y zonas de consumo -regiones industrializadas muy pobladas que dependen de suministros externos de alimentos- (D. Pimentel y M. Pimentel, 1979). Este fenómeno, junto con el aumento del transporte, tiende a acentuarse con las mejoras de las comunicaciones y la mundialización de la economía (Fernández Durán, 1993). La dependencia del transporte de los combustibles fósiles es casi total, lo que constituye una causa muy importante de deterioro ambiental y una fuente de conflictos. El rasgo fundamental de la agricultura convencional de hoy es su dependencia de un aporte energético distinto de la energía solar y no renovable: los combustibles fósiles.

Las repercusiones sobre el medio y sobre la sociedad de esta agricultura son múltiples (Soule et al., 1990). Además de la masiva sustitución del trabajo humano y animal por máquinas, el uso de fertilizantes y biocidas se ha convertido en una de las principales fuentes de contaminación de tierras y aguas. Menos comentadas son las consecuencias ambientales del uso de energías no renovables en las máquinas agrícolas y en todos los procesos de la agricultura convencional actual. Al mismo tiempo, la productividad agrícola ha aumentado de forma espectacular, pero cada aumento de productividad ha requerido aumentos mucho mayores en el consumo de energías fósiles (Pimentel y Wen Dazhong, 1990). Surgen así serias dudas sobre la perdurabilidad de estos sistemas tan intensivamente consumidores de energía, tanto desde el punto de vista puramente agrícola (degradación de las tierras) como desde una perspectiva ambiental más general (agotamiento de recursos energéticos y contaminación, en particular con dióxido de carbono).

### **El consumo de energía en el sistema agroalimentario**

Las estadísticas desglosan el consumo energético según diversos criterios: Tipo de combustible usado, sector de la economía, uso final de la energía, etc. Sin embar-

go, no existen estadísticas sobre la cantidad de energía empleada en el sistema agroalimentario, esto es, en todas las actividades dirigidas a la producción, elaboración, distribución y preparación final -cocinado- de los alimentos. En las estadísticas habituales, el consumo de energía de este sistema se encuentra disperso entre el sector industrial, el sector transporte e incluso el sector doméstico y de servicios. Sorprende entonces que este sector consuma entre el 15 y el 35% de la energía producida en los países desarrollados como EEUU (D. Pimentel y M. Pimentel, 1979) y Holanda (Buitenkamp et al., 1993), y hasta el 80% en los países “en vías de desarrollo” (D. Pimentel y M. Pimentel, 1979).

No existen datos para el consumo general del sistema agroalimentario español. Asumiendo que dicho sistema utiliza el 20% de la energía primaria (CIEMAT, 1991), podemos comparar la energía alimenticia que proporciona el sistema con la energía que consume (mayoritariamente fósil). Suponiendo que cada persona consume en alimentos 2.500 kcal diarias, la energía alimentaria suministrada por persona al año es  $2.500 \times 365 \times 4.180 = 3,81 \times 10^9$  J, mientras que la energía total utilizada por el sistema agroalimentario es  $0,2 \times 375 \times 10^{16} = 7,5 \times 10^{17}$  J (en el año 1990), lo que corresponde a  $1,88 \times 10^{10}$  J por persona y año, asumiendo una población de  $4 \times 10^7$  habitantes. El rendimiento del sistema agroalimentario, definido como (Energía alimentaria obtenida)/(Energía comercial invertida), será  $3,81 \times 10^9 / 1,88 \times 10^{10}$ , o 0,20, es decir que hacen falta unos 5 J de energía, fundamentalmente fósil, para proporcionar 1 J de energía alimentaria.

### **El transporte de productos agrícolas en España. Método**

El consumo energético del transporte de productos agrícolas en España no se obtiene de forma inmediata. El consumo de energía depende de dos variables extensivas: masas transportadas y kilómetros recorridos, que se combinan en el parámetro conocido como “producción de transporte” o “movilidad” ( $n^\circ$  de toneladas transportadas  $\times$   $n^\circ$  de kilómetros recorridos), y de la eficacia energética del modo o modos de transporte utilizados (expresable como “consumo específico”, en unidades de energía consumida por km recorrido y por unidad de masa transportada). Por desgracia, aunque las estadísticas disponibles nos proporcionan la producción anual de transporte, desglosada por modos de transporte (carretera, ferrocarril, marítimo, aéreo y por tubería) (MOPT, 1991; MOPTMA, 1993), sólo existe un desglose por tipos de mercancía transportada en los casos del tráfico internacional de mercancías (para todos los modos de transporte), y en los modos de transporte interior ferroviario (en vagón completo) y marítimo. El transporte interior por carretera, responsable en 1990 del 75,4% del total del transporte, carece de desglose por tipo de bienes transportados.

En el transporte internacional, los capítulos de “productos agrícolas y animales

vivos” y “productos alimenticios y forrajes” constituyeron en 1990 el 13,8% del total de mercancías que entraron a nuestro país y el 19,2% del total de las que salieron, mientras que en el transporte ferroviario a vagón completo, el 6,5% de las mercancías fueron cereales y frutas y verduras para la exportación, con el 9,8% del total de las t x km (MOPT, 1991). De estos datos, puede aventurarse que el transporte de productos agrícolas (en t x km) representa entre el 10 y el 20% del transporte total de mercancías en España. El consumo energético asociado estaría entre el 5 y el 10% del consumo energético total del transporte de mercancías y pasajeros (22,6 MTep -millones de toneladas equivalentes de petróleo; 1Tep =  $4,18 \times 10^{10}$  J- en 1990) (CIEMAT, 1991), lo que representaría entre un 2 y un 4% de la energía final total consumida en dicho año, lo que coincide grosso modo con la cifra de Pimentel para los EEUU (D. Pimentel y M. Pimentel, 1979). En realidad, la participación del sector del transporte en la energía final aumenta hasta en un 30% cuando se considera el ciclo completo del transporte, como la fabricación de los vehículos, infraestructuras, etc. (Estevan y Sanz, 1994), con lo que el porcentaje de la energía final total utilizado en transportar productos agrícolas podría llegar al 5%.

Además de estas cifras generales, es interesante estudiar el transporte de diferentes clases de productos agrícolas. En efecto, las pautas de producción y de consumo, unidas al comercio nacional e internacional, varían enormemente para los distintos productos agrícolas producidos y consumidos en nuestro país. Por otro lado, la importación y exportación de productos agrícolas requiere habitualmente el transporte de los mismos a grandes distancias, con lo que esto conlleva de consumo energético e impacto ambiental.

Los datos y parámetros necesarios para los dos estudios de casos que se presentan a continuación son:

- Toneladas transportadas del producto. Se obtienen de los Anuarios de Estadística Agraria (MAPA, 1992) los datos de producción, así como los de importaciones y exportaciones. También pueden conseguirse las cantidades de productos que entran a los grandes centros de distribución como Mercamadrid.
- Distancia media recorrida por el producto. Conocidos los orígenes de los productos, se puede estimar estas distancias medias. En el caso del transporte interior, si no se conoce el origen ni el destino de los productos, se puede usar los datos de distancias medias existentes para el ferrocarril.
- Consumo específico de energía en los diferentes modos de transporte (CE). Se define como la energía consumida por unidad de masa transportada y por unidad de distancia recorrida en un modo de transporte, y depende de la eficacia energética intrínseca de los vehículos de transporte y de la ocupación promedio de los mismos (Tabla 1). Cuando un producto se transporta con una combinación de modos, el consumo específico de dicha combinación de modos se ha calculado como:

$$CE = \sum_i (CE)_i \times f_i \quad (\text{Ecuación 1})$$

siendo (CE)<sub>i</sub> el consumo específico del modo de transporte “i”, y f<sub>i</sub> la fracción de la movilidad total (t x km) correspondiente a cada modo de transporte. El consumo específico global para la combinación de modos de transporte de mercancías en España (año 1990) se ha calculado con la Ecuación 1, resultando igual a 0,333 kcal/km y kg.

Tabla 1. Consumo específico de energía en los modos de transporte

Modo de transporte	Consumo específico (Kcal/km y kg)	Consumo específico (Kep/km y kg)
Camión	0,392	0,0392
Tren	0,368	0,036
Barco	0,08	0,008
Avión	6,76	0,676

\* Kep: Kg equivalentes de petróleo (1 Kep = 4,18 x 10<sup>7</sup> Julios).

\*\* Todos los datos proceden de Estevan y Sanz (1994) excepto el de “Barco”, que es de Hirst (1974).

- Intensidad energética del transporte (IET). Se define en el presente trabajo como el consumo de energía por unidad de masa transportada, y se refiere a un producto determinado y a un área de consumo y un período temporal dados. Se relaciona con el consumo específico de energía a través de la expresión:

$$IET = CE \times d_m \quad (\text{Ecuación 2})$$

siendo d<sub>m</sub> la distancia media recorrida por el producto. La IET nos da una idea directa de cuán intensivo en energía es el transporte de un producto dado consumido en un área geográfica determinada. Multiplicando IET por la cantidad de producto transportada se obtiene la energía consumida en el transporte de dicho producto.

### Impacto ambiental del transporte

El impacto ambiental del transporte es la resultante de diversos factores, y puede expresarse por un conjunto de índices que representen dichos factores, los más importantes de los cuales son el consumo de energía y de materiales, la emisión de contaminantes, el ruido y la ocupación de espacio (Estevan y Sanz, 1994). El presente estudio está centrado en el consumo energético; la emisión de contaminantes

depende directamente del mismo a través de los factores de emisión, que son función de la fuente de energía usada y del modo de transporte.

### **Resultado de los estudios de casos**

#### ***Consumo energético del transporte de cereales (trigo, maíz y arroz) importados y producidos en España en 1990***

He calculado las intensidades energéticas del transporte de estos tres cereales, que son los de mayor consumo humano en España (los datos se refieren al año 1990). El trigo es el de mayor producción de los tres, y el consumo aparente (Producción + Exportaciones - Importaciones) es muy similar a la producción a medio plazo (MAPA, 1992). El maíz, utilizado en su mayor parte para piensos, se importa masivamente de EE.UU., mientras que las exportaciones e importaciones de arroz están muy equilibradas, como pasa en el caso del trigo. La diferencia con éste es que mientras las importaciones representan sólo el 15% de la producción de trigo, se elevan al 32% en el caso del arroz. Otra diferencia estriba en los países de origen del arroz importado, que son más lejanos que los países de origen del trigo importado (Tabla 2).

La Tabla 3 presenta los resultados del análisis del consumo de energía en el transporte de estos cereales, diferenciando entre cereal "nacional" e importado. El cereal importado tiene intensidades energéticas de transporte de casi el doble a cuatro veces la IET del cereal indígena. El consumo absoluto de energía en el transporte del cereal importado es del orden de la energía consumida en el transporte del trigo nacional (aunque la cantidad de éste es mucho mayor), y del doble al triple para el arroz y el maíz, respectivamente, por lo que la supresión de las importaciones de trigo, maíz y arroz supondrían un ahorro energético potencial considerable.

Se puede comparar estas cifras con la intensidad energética del cultivo de maíz en los EEUU: en 1983 era 1.621 kcal/kg (Pimentel y Wen Dazhong, 1990), mientras que la IET del maíz importado de los EEUU alcanza las 726 kcal/kg, es decir, casi la mitad. El contenido energético del maíz es 4.053 kcal/kg (D. Pimentel y M. Pimentel, 1979).

#### ***Intensidad energética del transporte de frutas y hortalizas recibidas en Mercamadrid***

Mercamadrid es el nombre que reciben los mercados centrales de abastecimiento de Madrid, donde se comercializan frutas y hortalizas (961.092 t en 1992) y pescados y mariscos. Mercamadrid recibe los productos agrícolas de toda España y otros países y los distribuye no sólo en la Comunidad de Madrid, sino en buena parte del norte de España.

Tabla 2. Intensidades energéticas del transporte de cereales importados (1990)

País de origen		Distancia (km) (a) y modo de transporte (b)	Masa transportada (t) (c)	Fracción de la masa total (d)	IET (e) (kcal/kg)
EEUU	Trigo	2.000 (Tr) + 5.500 (Ba)	Trigo 21.815	Trigo 0,030	Trigo 856
	Maíz	1.100 (Tr) + 5.500 (Ba)	Maíz 1.611.609	Maíz 0,887	Maíz 748
	Arroz	2.000 (Tr) + 5.500 (Ba)	Arroz 78.104	Arroz 0,430	Arroz 856
Francia	Trigo	500 (Tr)	Trigo 290.502	Trigo 0,406	Trigo 360
	Maíz	500 (Tr)	Maíz 121.254	Maíz 0,067	Maíz 360
	Arroz	500 (Tr)	Arroz 7.234	Arroz 0,040	Arroz 360
Reino Unido	Trigo	1.000 (Ba)	Trigo 367.825	0,514	256
Canadá	Trigo	2.000 (Tr) + 5.500 (Ba)	Trigo 27.303	0,038	856
Argentina	Maíz	9.500 (Ba)	Maíz 49.763	0,027	936
Sudáfrica	Maíz	8.000 (Ba)	Maíz 29.868	0,016	816
Italia	Arroz	1.000 (Ba)	Arroz 61.817	0,341	256
Australia	Arroz	17.000 (Ba)	Arroz 10.775	0,059	1.540
Surinam	Arroz	6.000 (Ba)	Arroz 9.908	0,055	656
Taiwan	Arroz	11.000 (Ba)	Arroz 8.182	0,045	1.060
Portugal	Arroz	0 (f)	Arroz 1.814	0,010	176
Chile	Arroz	10.500 (Ba)	Arroz 1.416	0,0078	1.020

(a) Las distancias de la tabla están medidas sobre un mapamundi de proyección azimutal equidistante con centro en Madrid, desde la capital de cada país hasta Madrid, menos 500 km (distancia promedio estimada entre Madrid y la costa española), excepto en los siguientes países: Reino Unido (distancia aproximada Londres-Costa Cantábrica); Francia (recorrido medio de 500 km hasta la frontera española); EEUU y Canadá (distancia desde Nueva York a Madrid, menos 500 km). En estos dos últimos países se considera también el transporte interior, para el trigo y arroz de 2.000 km, y el de maíz de 1.100 km (distancia entre las zonas productoras principales y Nueva York). El no considerar el transporte interior en el resto de los países implica una subestimación de las distancias totales y, por tanto, de la IET. A todas las distancias de la tabla se les debe añadir el recorrido promedio de los cereales en el interior de España (530 km).

(b) Se asume que el transporte de los cereales importados hasta las fronteras españolas es por barco (Ba), excepto en el caso de Francia, donde se supone que se usa el tren (Tr), con un CE igual al calculado para España. Se supone que los recorridos interiores por Canadá y EEUU se hacen también por ferrocarril, con un CE = 0,12 kcal/km y kg (Hirst 1974). Dentro de España se asume que los cereales se transportan por una combinación de modos igual a la del transporte de mercancías en general, con un CE = 0,333 kcal/km y kg. A modo de comparación, D. Pimentel y M. Pimentel (1979) dan 0,5 kcal/km y kg para el transporte de productos alimenticios o fibras vegetales en los EEUU para los años 70.

(c) Datos tomados de Dirección General de Aduanas en 1991.

(d) (Tonelaje del producto importado desde el país)/(Tonelaje total del producto importado por España).

Sigue en la página siguiente

Tabla 3. Parámetros del transporte de cereales nacional e importado, para 1990

Cereal	Miles de t (a)		Km recorridos (b)		IET (c)		Energía (Tep) (d)		Miles t (e)	IET (f)
	Nacional	Import.	Nac.	Imp.	Nac.	Imp.	Nacional	Import.		
Trigo	3.793,4	716,3	530	1.800	176,5	336	67.000	24.000	4.509,8	202
Maíz	2.293,7	1.817,8	“	6.800	“	726	40.000	130.000	4.111,5	418
Arroz	372,1	181,5	“	6.000	“	654	6.600	12.000	553,6	333

(a) Nacional: Cantidad de cereal transportado de origen nacional = (Ventas al exterior de las explotaciones) - (Exportaciones). Import: Cantidad de cereal transportado de importación (MAPA, 1992).

(b) Distancia recorrida por el cereal nacional: ver texto. Distancia recorrida por el cereal importado: se obtiene de la expresión  $d = (\sum_i m_i \times d_i) / M$  (Ecuación 4) siendo  $m_i$  la masa del cereal importada desde el país “i”,  $d_i$  la distancia recorrida por este cereal (ver la Tabla 2 para ambos datos) y  $M$  la masa total importada del cereal.

(c) IET del cereal nacional (en kcal/kg) según la Ecuación 1:  $IET = (0,333 \text{ kcal/kg y km}) \times 530 \text{ km} = 176,5 \text{ kcal/kg}$ . IET del transporte de cereal importado:  $IET = \sum_i (IET)_i \times f_i$ , siendo  $(IET)_i$  la intensidad energética del transporte del cereal en cuestión desde el país “i”, y  $f_i$  la fracción del cereal importado correspondiente a dicho país (Tabla 2).

(d) Consumo de energía en el transporte de cereal nacional e importado.  $1Tep = 4,18 \times 10^{10} \text{ J}$ .

(e) Cantidad total de cereal transportado: (Ventas al exterior de las explotaciones - exportaciones + importaciones); no consideramos el transporte del cereal exportado desde España.

(f) Intensidad energética total del cereal, nacional e importado, transportado hasta España y dentro de ella.

Utilicé los datos de entradas de productos en Mercamadrid y de origen de los mismos para calcular la distancia media recorrida por los productos y la intensidad energética del transporte (Tabla 4).

Los recorridos medios de los distintos productos hortofrutícolas hasta Mercamadrid son, en conjunto, similares a los del trigo para el conjunto del España, lo que es consecuencia del poco peso de las importaciones de estos productos en el total de entradas a Mercamadrid. Los datos de las hortalizas lechuga y tomate, ilustran una vez más el efecto de la producción y consumo locales frente al alejamiento de las zonas de producción respecto de las zonas de consumo: la distancia media recorrida por las lechugas antes de llegar a Mercamadrid es una tercera parte de la que recor-

#### **Notas de la Tabla 2 (continuación):**

(e) IET (desde cada país a España) =  $\sum_i (CE)_i \times d_i$  (Ecuación 3) donde “i” es cada modo de transporte,  $(CE)_i$  su consumo específico, y  $d_i$  la distancia recorrida en dicho modo.

(f) Sólo se considera la distancia recorrida en el interior de España.

Tabla 4. Intensidades energéticas del transporte de frutas y hortalizas recibidas en Mercamadrid

	Cantidad recibida (t)	Km recorridos (b)	IET (Kcal/kg) (c)
Tomate	98.841 (a)	410	160
Lechuga	44.737 (a)	160	63
Frutas y hortalizas	961.092 (a)	510	180

(a) Datos para el tomate y la lechuga correspondientes al año 1987 tomados de CAM (1989); datos para las frutas y hortalizas en su conjunto en el año 1992 tomados de Mercamadrid S.A. (1993).

(b) Distancia promedio recorrida por el producto o productos desde su origen hasta Mercamadrid. Se calcula como:  $d = \sum_i f_i \times d_i$ , siendo  $f_i$  la fracción del producto proveniente del origen "i", y  $d_i$  la distancia de Madrid al origen "i". Las distancias  $d_i$  se estiman como la distancia por carretera de Madrid a la capital de la Comunidad Autónoma de donde proviene el producto, excepto en los casos de los productos con origen en la CE (en donde  $d_i$  se toma como la distancia Madrid-Amsterdam por carretera), y de los productos canarios, en donde  $d_i$  es suma de la distancia media por mar Santa Cruz de Tenerife-Cádiz y Las Palmas de Gran Canaria-Cádiz y la distancia por carretera Cádiz-Madrid.

(c) IET se calcula con la Ecuación 2. Las distancias medias son las de la Tabla, mientras que CE se toma como 0,392 kcal/km y kg, es decir, se supone que todo el transporte es por carretera (camión), excepto en el trayecto Canarias-Madrid, donde CE se calcula según la Ecuación 3, asumiendo que el trayecto Canarias-Cádiz es por barco y el recorrido Cádiz-Madrid, en camión.

ren los tomates (datos de 1987), con la consiguiente reducción del transporte y del consumo energético y los impactos ambientales ligados a éste. La razón de esta diferencia es que el 41,5% de las lechugas de Mercamadrid procedía de la propia Comunidad de Madrid, mientras que sólo el 2,8% de los tomates tenía este origen.

Aunque las IET de frutas y hortalizas son menores que las de los tres cereales estudiados, si se comparan las IET con las energías alimentarias de estos productos, se observa que desde un punto de vista energético es mucho más eficaz el transporte de productos con gran contenido de energía, como los cereales, que otros como las frutas y hortalizas, con mucho menor contenido energético. En efecto, para un contenido energético de 3.500 kcal/kg (D. Pimentel y M. Pimentel, 1979), la razón (IET)/(Energía alimentaria) del trigo es  $202/3.500 = 0,06$ , mientras que la del tomate, con un contenido energético de 200 kcal/kg, es  $160/200 = 0,8$ .

### Agricultura ecológica y transporte de productos agrícolas

El estudio del consumo energético en el transporte de productos agrícolas es necesario para la cuantificación de los flujos de energía asociados al sistema agroal-



imentario; Esta cuantificación es la base de unas “cuentas ambientales” imprescindibles dentro del marco de la nueva economía ecológica (Estevan y Sanz, 1994; Naredo, 1987). Esta nueva orientación económica parece cada vez más útil para un manejo ambientalmente perdurable y socialmente equitativo de los recursos naturales.

El transporte de productos agrícolas, que es una pieza clave del sistema de producción agraria actual, debe respetar los límites ecológicos del transporte, y muy en particular -pero no sólo- los límites del consumo de energías fósiles. La reducción del consumo de estas energías es imperativa para evitar el calentamiento terrestre antropogénico (Leggett, 1990), y dentro del sistema agroalimentario, el subsistema del transporte es uno de los que más las consumen, con tendencia a aumentar más todavía.

Por consiguiente, a la hora de juzgar el carácter “ecológico” o “perdurable” de un producto agrícola se debería tener en cuenta, no sólo si su producción ha seguido unas normas determinadas, sino también el consumo de energía y recursos ligado a dicha producción, y la distancia que este producto ha recorrido antes de llegar al consumidor, con el correspondiente gasto energético y de recursos y la generación de contaminantes. Esto es esencial para el sistema agroalimentario de la agricultura ecológica, que sólo será ecológico o perdurable en su conjunto, cuando integre todos sus componentes: producción, elaboración, transporte y preparación de los alimentos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Buitenkamp, M., H. Venner, T. Wams (eds.) (1993) *Action Plan Sustainable Netherlands*. Vereniging Milieudefensie; Amsterdam.
- CAM (1989) *Estudio del mercado de los productos hortícolas en la Comunidad de Madrid*. Consejería de Agricultura y Cooperación.
- CIEMAT (1991) *Plan Energético Nacional 1991-2000*. Secretaría General Técnica del CIEMAT.
- Dirección General de Aduanas (1991) *Estadística del comercio exterior de España, 1990*.
- Estevan, A., A. Sanz (1994) *Hacia la reconversión ecológica del transporte en España*. Área de Ecología del Centro de Investigaciones por la Paz; Madrid.
- Fernández Durán, R. (1993) *La explosión del desorden*. Editorial Fundamentos; Madrid.
- Hirst, E. (1974) Food-related energy requirements. *Science*, 184: 134-9.
- Leggett, J. (ed.) (1990) *Global Warming. The Greenpeace Report*. Oxford University Press; Oxford.
- MAPA (1992) *Anuario de Estadística Agraria 1990*. Secretaría General Técnica del MAPA.
- Mercamadrid S.A. (1993) *Memoria 1992*.
- MOPT (1991) *Los transportes y las comunicaciones 1990*. Instituto de Estudios del Transporte y las Comunicaciones del MOPT.
- MOPTMA (1993) *Anuario Estadístico del MOPTMA, 1992*. Dirección General de Progra-

mación Económica y Presupuestaria del MOPTMA.

Naredo, J.M. (1987) *La economía en evolución*. Siglo XXI Editores; Madrid.

Pimentel, D., M. Pimentel (1979) *Food, energy and society*. E. Arnold; Londres.

Pimentel, D., Wen Dazhong (1990) Technological changes in energy use in US agricultural production. En *Agroecology* (C.R. Carroll, J.H. Vandermeer, P. Rosset, eds.). McGraw-Hill; Nueva York.

Soule, J., D. Carré, W. Jackson (1990) Ecological impact of modern agriculture. En *Agroecology* (C.R. Carroll, J.H. Vandermeer, P. Rosset, eds.). McGraw-Hill; Nueva York.

# El suelo como ente vivo. La rizosfera, los hongos y los nematodos fitopatógenos en “la memoria del suelo”

J. Tello\*, A. Bello\*\*

\* *Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero. Ctra de la Coruña km 7,5. 28040 Madrid.* \*\* *Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC. Serrano, 115 dpdo. 28006 Madrid*

## RESUMEN

En fitopatología se ha venido considerado al suelo como un medio inerte, que contenía al patógeno hasta que el huésped era infectado. En los últimos años, determinadas investigaciones muestran que el suelo es un medio “vivo”, capaz de modular la expresión de la enfermedad y retener parte de la información recibida a lo largo de su historia, lo que denominamos “la memoria del suelo”, mediante la cual “recuerda” los cambios ecológicos que en él han tenido lugar. En este trabajo analizamos al suelo como un “ente vivo” que posee cierta “memoria”, a través del estudio del comportamiento de *Fusarium oxysporum* y de los suelos resistentes a las enfermedades de las plantas, así como de aspectos determinados de ecología y biogeografía de los nematodos parásitos de plantas. Los estudios de ecología del suelo y de los sistemas agrarios tienen gran interés para la elaboración de unas técnicas agronómicas que impidan el desarrollo de las enfermedades de las plantas de origen edáfico.

## INTRODUCCIÓN

En fitopatología se ha considerado al suelo con la única función de ser reservorio del inóculo, el lugar donde los órganos de conservación de ciertos organismos patógenos esperan el momento oportuno para atacar las partes subterráneas de las plantas. Desde esta perspectiva han proliferado los estudios del *inóculo primario*, dirigidos a detectar su presencia y cuantificarla, desarrollando técnicas para estimar su capacidad infecciosa. Con ello se esperaba diseñar modelos teóricos que en función de las condiciones climáticas y culturales nos permitiesen *prever* y *avisar* sobre

la evolución de las enfermedades, con el fin de elaborar métodos de *lucha integrada*. Estas premisas se han revelado insuficientes para alcanzar las metas propuestas, y fue entonces cuando se empezó a esclarecer que el suelo no es un reservorio inerte, sino que es capaz de modular la expresión de una enfermedad, hasta el punto de impedir su manifestación.

Los trabajos sobre los “suelos resistentes” a las enfermedades de las plantas dieron paso a nuevas vías de investigación para conocer cómo la actividad microbiana edáfica inhibe la expresión de la capacidad infecciosa de *Fusarium oxysporum* (Baker y Cook, 1974). Estos estudios muestran que la resistencia de los suelos encierran fenómenos de fungistasis, competencia saprofítica e interacción entre organismos saprófagos, patógenos, componente mineral y planta. Estas interacciones tienen lugar principalmente en la rizosfera (Schneider, 1982) y pueden ser disociadas, básicamente, en dos aspectos fundamentales: la competencia por los elementos nutritivos indispensables para el desarrollo del patógeno y la competencia por la colonización de los lugares específicos en la superficie de la raíz. El suelo se considera un conjunto vivo, sede de interacciones complejas, donde el patógeno, enfrentado al conjunto de la microflora y microfauna, debe vencer una serie de fuerzas antagonistas para mantenerse vivo y ser capaz de infectar a su hospedante.

El fitopatólogo tiene que llegar a ser un ecólogo edáfico si quiere comprender la función de los antagonistas en la regulación de las enfermedades de las plantas -a pesar de que con frecuencia se siga manteniendo entre los fitopatólogos el sentir, expresado hace ya más de veinte años, que calificaba a la ecología microbiana como “el arte de hablar de aquello que no se conoce verdaderamente, en un lenguaje que no importa quién pueda comprender” (Griffin, 1972)-. Con nuestra formación en patología vegetal, hemos estudiado el suelo a través de las enfermedades de las plantas y tratado de comprender la enorme complejidad del medio edáfico, analizando los suelos resistentes a las fusariosis vasculares y aplicando los conocimientos sobre ecología y biogeografía de los nematodos parásitos de las plantas.

### **El comportamiento de *Fusarium oxysporum* en el suelo y la rizosfera**

La incapacidad de los hongos para multiplicarse cuando son introducidos en un suelo natural ha sido estudiada por Lockwood (1984, 1988). Este fenómeno se denomina fungistasis, y se puede explicar por la presencia de inhibidores y la ausencia de nutrientes necesarios para el crecimiento fúngico. Conviene recordar que el llamado potencial infeccioso o capacidad infectiva de los suelos depende de tres factores esenciales: la densidad del inóculo, su capacidad infecciosa y saprofitaria y los efectos del “ambiente suelo”. En este trabajo analizaremos la capacidad infecciosa y su expresión en los suelos, basándonos en las investigaciones de Couteaudier (1989) que aportan un enfoque nuevo sobre la energía intrínseca de los propágulos.

los del hongo. Para ello vamos a ajustar el modelo elegido, *F. oxysporum* f.sp. *lini*, patógeno vascular del lino, a la curva teórica diseñada por Cook y Baker (1983), en los supuestos siguientes:

- **Suelo desinfectado.** Una vez introducido el inóculo, éste se multiplica durante unos 10 o 15 días. Después, durante tres meses, la población se estabiliza (Figura 1a). Esto ocurre si las concentraciones de inóculo de *F. oxysporum* no son altas ( $\sim 10^3$  CFU/g de suelo), sin embargo, cuando las densidades de inóculo son elevadas ( $\sim 10^7$  CFU/g de suelo), la población se mantiene al nivel de la inoculación original. Este fenómeno se puede explicar por el hecho de que la desinfección de el suelo libera recursos energéticos, que permite una multiplicación de la población hasta que aquellos son agotados (Acea *et al.*, 1988), lo cual estaría parcialmente de acuerdo con la curva de Cook y Baker (1983). Pero, si la densidad del inóculo introducida supera la capacidad nutritiva del medio, la población de propágulos se mantiene al mismo nivel al cual fue inoculada. Couteaudier (1989) indica que, en este caso, el sustrato energético sería suficiente para proveer a la población de la energía de mantenimiento, pero no lo sería para hacerla germinar y multiplicarse.
- **Suelo natural.** Cuando en un suelo natural se introduce una población de *Fusarium*, ésta se establece a un nivel equivalente a la concentración de inóculo inicial (Figura 1b). Estos resultados se ajustan a la noción de umbral de supervivencia de un microorganismo introducido artificialmente en el suelo (Acea *et al.*, 1988), que contradice la idea de Cook y Baker (1983) sobre la supervivencia de los propágulos fúngicos después de introducirlos en el suelo.

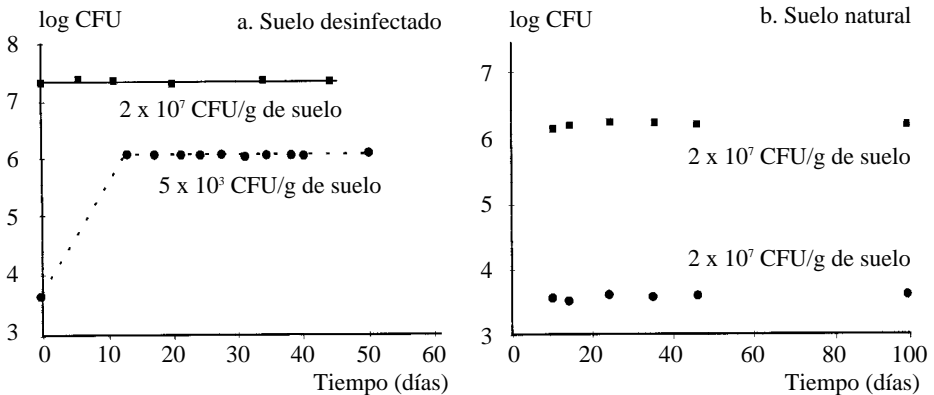


Figura 1. Dinámica de la población de *Fusarium oxysporum* introducido a diferentes concentraciones de inóculo en (a) suelo desinfectado y (b) suelo natural (Couteaudier, 1989)

Estos resultados demuestran que *F. oxysporum* es muy resistente a unas condiciones de escasez nutritiva, y la estimulación para germinar por los exudados radiculares no es una condición necesaria para la supervivencia del hongo en el suelo, a la vez que se puede afirmar la notable estabilidad de la población de *F. oxysporum* patógeno del suelo cuando es introducida en un suelo natural o en otro previamente colonizada por otra población de *Fusarium*, indicando la ausencia de una interacción entre las poblaciones patógena y no patógena en el microcosmos edáfico. Finalmente, el desarrollo saprofitario de estos hongos podrá manifestarse ante cualquier fuente energética en el suelo: aporte orgánico o inorgánico, por ejemplo. Los exudados radiculares son una fuente energética continua en el suelo, ellos desencadenan la activación de la fase saprofitaria de estos hongos, y en la rizosfera se librará la batalla por alcanzar y colonizar los sitios de infección de la raíz para producir la infección (Funck-Jensen y Hocklenhull, 1984).

La colonización de la raíz por una población de *F. oxysporum* patógena, necesita una germinación previa de los propágulos y la supervivencia de los tubos germinativos en el suelo antes de la contaminación del huésped. Couteaudier (1989) explica que sólo los propágulos capaces de germinar en algunas horas (6 a 10 h como máximo) participarán en la colonización de la raíz; demuestra que el máximo de germinación se alcanza para *F. oxysporum* f.sp. *lini* a las 7 horas de estar en contacto con la raíz y concluye que esto se halla relacionado con “el estado fisiológico de los propágulos, que es función directa de la forma en que se han producido”.

Veamos a continuación las razones experimentales de nuestra hipótesis. La capacidad germinativa en la rizosfera de propágulos procedentes de tres tipos de inóculo diferentes (obtenidos directamente en suelo, talco y cultivo líquido), está correlacionada con la capacidad para infectar y producir la enfermedad. La Figura 2 resume (a) la cinética de la germinación de las esporas en la rizosfera en función del tiempo, y (b) la gravedad de la enfermedad. Hay una correspondencia entre el inóculo que más germina y la gravedad de la micosis. Esto sugiere que hay marcadas diferencias entre las potencialidades patógenas de los propágulos según como hayan sido producidos, y a la vez difieren en su aptitud para sobrevivir en el suelo. Los experimentos comentados indican que la infectividad de los propágulos depende de su origen, es decir que los microbios parecen recordar su origen, como si tuvieran *memoria* para ello.

### **Suelos resistentes y mecanismos de resistencia**

Existen tierras en las cuales ciertas enfermedades infecciosas de las plantas no pueden expresarse, pese a la presencia simultánea del patógeno, del huésped y de un ambiente favorable. Su denominación ha sido muy variable, nosotros hemos aceptado el término de *suelo resistente*, como la que es poco receptiva a una enfermedad,

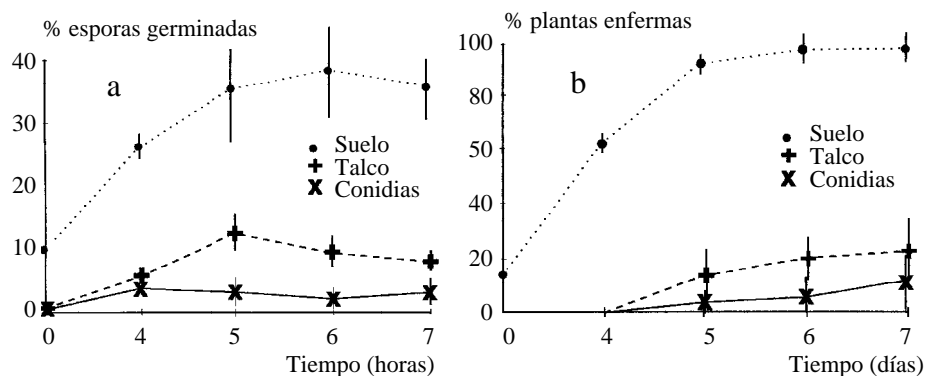


Figura 2. a. Cinética de la germinación de propágulos de diferentes inóculos, a dosis de  $5 \times 10^4$  CFU/g de suelo. b. Evolución de plantas enfermas en un suelo natural inoculada con diferentes tipos de inóculo (Couteaudier, 1989)

Tabla 1. Ejemplos de suelos resistentes a micosis y bacteriosis

Tipo de enfermedad	Patógeno	Cultivo
Podredumbre del pie de las plantas (raíz, cuello y base del tallo)	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	cereales
	<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	judía
	<i>F. roseum</i> f. sp. <i>cerealis</i>	cereales
	<i>Didymella lycopersici</i>	tomate
	<i>Armillaria mellea</i>	coníferas
	<i>Streptomyces scabies</i>	patata
	<i>Sclerotium rolfsii</i>	tomate
	<i>Phomopsis sclerotioides</i>	pepino, melón
	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	varios
	<i>Phythium</i> sp.	“
	<i>Rhizoctonia solani</i>	“
Enfermedades vasculares	<i>Verticilium dahliae</i>	patata
	<i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>batatas</i>	boniato o batata
	<i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>lini</i>	lino
	<i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i>	melón
	<i>Pseudomonas solanacearum</i>	varios

y su alternativa *suelo sensible* para el caso contrario (Rouxel, 1978). Entre algunos ejemplos de suelos resistentes (Tabla 1), el de la resistencia a *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*, agente causal de la fusariosis vascular del melón, es el que hemos seguido en este trabajo.

Entre los fitopatólogos es corriente buscar las causas de una enfermedad cuando ésta ha aparecido, y considerar “normal” al cultivo que no presenta ninguna planta enferma. Por lo tanto es frecuente considerar como suelos no infectados aquellos que mantienen cultivos sanos. Esto no es totalmente exacto, puesto que la respuesta para una misma dosis y tipo de inóculo es diferente según el tipo de suelo donde se introduzca el patógeno (Tabla 2). La definición de receptividad de un suelo a una enfermedad se enuncia como “la capacidad de un suelo para permitir la instalación, el desarrollo y la conservación del agente infeccioso, así como la expresión de su poder patógeno sobre una población de huéspedes sensibles”. Es necesario poner atención, pues el concepto se refiere a una micosis de origen edáfico y no a un agente patógeno, puesto que la receptividad integra a todos los factores que en el suelo provocan una disminución de la gravedad de la enfermedad y no sólo a aquellos que actúan sobre la instalación del agente patógeno.

Tabla 2. Porcentaje de mortalidad en plantas de melón cultivadas en tierras diferentes infectados por *F.oxysporum* f.sp. *melonis* a los dos meses de cultivo (Alabouvette, 1983)

Propágulos/g de suelo	Porcentaje de plantas muertas en diferentes tierras				
	Ouroux*	Bretenières	Tillenay	Dijon	Châteaurenard**
0	0	0	0	0	0
100	45	6	0	0	0
200	39	0	0	0	0
400	34	6	6	0	0
800	45	50	6	0	0
1.600	94	50	66	44	0
3.200	94	94	67	44	0
8.100	100	94	72	50	0
24.000	100	100	100	83	6

\* Suelo sensible. \*\* Suelo resistente.

En este último caso hay que diferenciar la capacidad de acogida de un suelo para un inóculo, caracterizada, entre otros factores, por las medidas de la densidad del inóculo, el desarrollo saprófito, etc. Bastaría lo expuesto para intuir que es el suelo en su conjunto quien influye en la exteriorización de una micosis. Conjunto del que



no puede separarse la componente biótica de la abiótica. Sin embargo es importante adentrarse en las características de esa resistencia por cuanto van a apoyar nuestra hipótesis:

- **Naturaleza microbiana.** Los experimentos a base de tratamientos biocidas (irradiaciones de rayos gamma, bromuro de metilo y vapor de agua) aplicados al suelo, destruyen la resistencia y disminuyen fuertemente las poblaciones microbianas. Se estableció así que la resistencia estaba ligada directamente a la actividad microbiana del suelo. Sin embargo, resulta imposible afirmar que las características abióticas del suelo no desempeñan ninguna función en la resistencia, si tenemos en cuenta los trabajos sobre los suelos resistentes a la fusariosis vascular de la platanera (mal de Panamá), que demuestran que todas ellas eran suelos con arcillas montmorillonitas, capaces de estimular la actividad bacteriana, que se consideraron como un freno a la multiplicación de los *Fusarium*.
- **Transmisibilidad.** Propiedad ligada a la naturaleza microbiana de la resistencia. El hecho de que las mezclas entre suelos sensibles y resistentes adquieran la resistencia, es verdaderamente notable e inevitablemente sugeridor de aplicaciones prácticas. En este punto es necesario aclarar que todos los factores que favorecen la colonización del suelo aceptor (sensible) por los microorganismos originarios del suelo dador (resistente), facilitan también la transmisión de la resistencia.
- **Especificidad.** La resistencia, en el ejemplo que hemos elegido en nuestro trabajo, se ejerce específicamente contra las formas especializadas de *F. oxysporum*. La hemos ensayado con éxito para *F.o. f.sp. lycopersici* (fusariosis vascular del tomate), *F.o. f.sp. dianthi* (fusariosis vascular del clavel), *F.o. f.sp. cyclaminis* (fusariosis vascular del ciclamen); *F.o. f.sp. lini* (fusariosis vascular del lino). Sin embargo su efecto es nulo sobre la verticiliosis (agente causal *Verticilium dahliae*), que es otra traqueomicosis común en múltiples cultivos. Tampoco se hace patente su acción contra las micosis cuya sintomatología más común es la podredumbre del pie del hospedador.

Estos resultados muestran de una manera empírica, cómo el suelo se comporta como un ente vivo en su conjunto. Describimos ahora algunos aspectos de la ecología microbiana que inciden directa o indirectamente sobre la resistencia a las micosis vasculares. A nuestro juicio la competición por el alimento es el motor de todos los demás fenómenos, como lisis, fungistasis, antibiosis, parasitismo, etc. Pero además, por ser la competición nutritiva la hipótesis que se ha estudiado en los casos de suelos resistentes a las Fusariosis vasculares, hemos dedicado una atención especial a las fuentes de energía en el patosistema, a la energía fluyente de dos nichos ecológicos claros: la materia orgánica muerta –de las raíces en descomposición– y la rizosfera –donde sin duda ocurren los fenómenos más determinantes para que la infección tenga éxito.

**Mecanismos de resistencia.** Los tratamientos térmicos al suelo señalaron que la resistencia desaparece entre 50 y 55 °C, al tiempo que detectamos una fuerte disminución de la microflora. Para conocer la función de los hongos en la resistencia, en los suelos resistentes y sensibles, previamente tratadas con vapor de agua inoculamos las especies aisladas más frecuentemente. Los resultados indicaron que sólo las especies *F. oxysporum* y *F. solani* restablecían una resistencia aceptable en el suelo resistente y no en el sensible. Estos resultados pueden justificarse de los dos modos siguientes:

- Son los miembros del mismo género e incluso de la misma especie para la que se ejerce la resistencia, los que la restablecen de manera importante. Además, en los suelos resistentes la flora fusárica es mucho más elevada (10 veces o más) que en las sensibles (Alabouvette, 1983). Estas observaciones sugieren una competición intragénica o incluso intraespecífica entre las poblaciones naturales de *Fusarium* en los suelos resistentes.
- La segunda reflexión es sobre el suelo como medio abiótico que parece actuar como un elemento primordial en la resistencia. Los trabajos de diferentes equipos, aunque todavía demasiado oscuros, aportan cierta luz a uno de los propósitos de este trabajo, que es mostrar la inseparable relación entre la fracción viva del suelo y la típicamente pedológica.

De manera general, el mecanismo propuesto para explicar la resistencia en los suelos a diferentes micosis ha sido la competición por diferentes elementos nutritivos. En el caso concreto de las traqueomicosis, se ha estudiado especialmente dos modelos: en los suelos de Châteaurènard (Francia) la resistencia está ligada a la competición por el carbono entre las poblaciones de *Fusarium* patógenas y no patógenas; mientras que, la resistencia de los suelos californianos del Valle de Salinas, se asocia a la competición por el hierro inducida por ciertas bacterias fluorescentes del género *Pseudomonas* (Schneider, 1984). Un estudio crítico comparando ambas hipótesis, puso de manifiesto su complementariedad, al indicar que cuando las necesidades de carbono han cumplido la alimentación de la población de microbios, el nivel de resistencia del suelo depende de la disponibilidad de hierro. Estas observaciones tienen su explicación en los suelos del Valle de Salinas por la acción quelante de los pigmentos fluorescentes pioverdinas de *Pseudomonas*, aunque la quelación de hierro puede producirse de manera comparable por las fusarininas de *Fusarium* (Lemanceau, 1988).

Demostrar la competición nutritiva entre cepas patógenas y no patógenas de *F. oxysporum* es un problema arduo, y sobre todo que las patógenas son menos aptas para competir por el alimento. Los modelos in vitro no son válidos para trasladar sus resultados al suelo, y los modelos en el medio telúrico son difíciles de estudiar por la misma opacidad del medio. Las primeras indagaciones en este punto han mostrado la gran aptitud para sobrevivir de cada una de las esporas del hongo en un suelo natural y en ausencia de plantas. La dinámica es sumamente interesante, de

modo que cuando un inóculo del hongo se introduce en el suelo, se establece un equilibrio equivalente a la concentración inicial aportada. Desde un punto de vista cualitativo, para un mismo nivel de población, los propágulos del hongo tienen unas potencialidades diferentes, de manera que la actividad enzimática y la aptitud para la germinación de las microclamidoporas formadas en el suelo por transformación progresiva de microconidios producidos en medio artificial, son muy inferiores a las que tienen las clamidoporas formadas en el suelo. Estas observaciones, trasladadas al medio natural pueden sugerir la existencia de una heterogeneidad del inóculo patógeno en el suelo, según que los propágulos hayan tenido origen en un nicho ecológico rico o pobre en elementos nutritivos.

### **Características de la nematofauna en los ambientes mediterráneos**

La nematofauna edáfica es clave en los procesos relacionados con la actividad biótica del suelo, por tener representación de todos los grupos tróficos -depredadores, fitófagos y saprófagos-. Los nematodos desempeñan una función destacada en los procesos de la putrefacción de las raíces y su transformación en materia orgánica, contribuyendo a la renovación del sistema radicular de las plantas, por ser de los pocos herbívoros que existen en el suelo. Por otra parte, los nematodos se encuentran distribuidos a lo largo de todo el perfil del suelo. Estas características no son frecuentes en el resto de los organismos edáficos, que suelen estar especializados desde el punto de vista trófico y localizados en los horizontes antrópicos. Por otro lado, los nematodos son organismos muy primitivos desde el punto de vista filogenético y por lo tanto se han diferenciado antes de que aparecieran las características ambientales de los ecosistemas mediterráneos y la agricultura. Por ello nos pueden servir para reconstruir “la memoria del suelo” en una dimensión histórica, a través del tiempo geológico.

Tomando como referencia las conclusiones del trabajo de Bello *et al.* (1994), encontramos que a través del análisis de la biogeografía de las especies presentes en la nematofauna edáfica, aparecen en los ambientes mediterráneos dos componentes principales, uno integrado por especies características de los ambientes tropicales y otro por un grupo de especies de ambientes templados y fríos. La caracterización biogeográfica de estos componentes tropicales y templados es fundamental desde el punto de vista agronómico, y está de acuerdo con los planteamientos de que los ambientes mediterráneos son un ecotono entre los ambientes tropicales y templados, en los cuales se desarrollan las especies de uno u otro elemento según que las técnicas agronómicas usadas influyan en las características ambientales del agrosistema.

Si tenemos en cuenta los dos elementos estructurales que caracterizan a la nematofauna, podemos diseñar dos estrategias diferentes en la lucha contra los nematodos patógenos de las plantas. Mediante la utilización de las temperaturas altas, a través de la solarización, podemos controlar a los nematodos pertenecientes a

los ambientes templados y fríos, como es el caso del patógeno específico de la papa *Globodera pallida* (Bello y González, 1994). Por otra parte, frente a un representante de los ambientes tropicales como el nematodo formador de nódulos *Meloidogyne javanica*, se puede favorecer las bajas temperaturas mediante la utilización de cubiertas orgánicas en el cultivo de plataneras (Bello *et al.*, 1995). Estos dos modelos contra los nematodos, basados en la temperatura, se armonizan de un modo natural en las áreas de clima mediterráneo continental, como Castilla-La Mancha, con inviernos de temperaturas inferiores a los 20 °C hasta mayo, y altas desde junio a septiembre. En ellas, hongos y nematodos patógenos de el suelo sólo pueden desarrollar pocos ciclos de vida. Este hecho es la clave de la baja frecuencia de enfermedades en los cultivos de estas áreas, y puede ser la base de una agricultura de calidad (Bello *et al.*, 1990). Los ejemplos estudiados nos permiten ver la importancia que la caracterización de la estructura biogeográfica de la nematofauna y por tanto la “memoria del suelo” tiene en el diseño de sistemas “armónicos de producción” que eviten el desarrollo de enfermedades y plagas, con la consiguiente reducción de los gastos innecesarios en combatirlos y los peligros de contaminación ambiental.

Por otro lado, el estudio de la nematofauna y su valor como bioindicador de los procesos de recuperación de suelos, mediante la utilización de laboreo de conservación en áreas cerealistas (Bello y López-Fando, 1993), nos ha permitido observar un aumento de la abundancia y diversidad de las formas saprófagas, micófagas, omnívoras y depredadoras en suelos sometidas a técnicas de no laboreo, al mismo tiempo que las poblaciones de las especies fitoparásitas se mantienen en niveles inferiores a los de daño, confirmándonos que nuestros suelos aún conservan su “memoria”.

Estos estudios sobre la nematofauna y su valor indicador de la capacidad de autorregulación edáfica, nos han llevado a señalar la necesidad de elaborar un método que nos permita determinar la biomasa y la biodiversidad en los agrosistemas de un modo correcto. Este método debe ser diferente al utilizado en ecología para el estudio de la biomasa edáfica en los ambientes naturales, puesto que en los agrosistemas es necesario tener en cuenta los aspectos cualitativos, y definir especialmente los diferentes grupos tróficos e incluso aquellos aspectos que están relacionados con el estado metabólico de los organismos edáficos, ya que de otra forma podríamos cuantificar como valores altos de biomasa los que corresponden a especies patógenas, y en los suelos contaminados tomar como poblaciones altas los individuos que están afectados por agentes contaminantes, que en un periodo corto de tiempo pueden desaparecer del suelo.

Esperamos, al menos, que estas observaciones sobre ecología edáfica, que determinan aspectos de la fitopatología, sirvan para mirar el suelo desde otros puntos de vista que los habitualmente utilizados cuando se pretende detener una enfermedad de las plantas de origen edáfico, pero sobre todo para valorar la importancia que la ecología de los sistemas agrarios tiene en la elaboración de unas técnicas agronómicas que nos permitan una producción de calidad.

## Agradecimientos

Al Dr. González por su colaboración y Alicia Gala por su ayuda técnica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acea, M.J., C.R. Moore, J. Alexander (1988) Survival and growth of bacteria introduced into soil. *Soil Biol. Biochem.*, 20: 509-515.
- Alabouvette, C. (1983) La receptivité des sols aux Fusarioses vasculaires. Rôle de la compétition nutritive entre microorganismes. Thèse docteur-es-sciences Naturelles. 158 pp. Université de Nancy.
- Baker, K.F., R.J. Cook (1974) *Biological control of plant pathogens*. 433 pp. Freeman; San Francisco.
- Bello, A., M. Escuer, M. Arias (1994) Nematological problems, production system and mediterranean environments. *Boletín OEPP/EPPO Bulletin*, 24: 383-391.
- Bello, A., J.A. González (1994) Potato-cyst nematodes in the Canary Island. An epidemiologic model for the mediterranean region. *Boletín OEPP/EPPO Bulletin*, 24: 429-438.
- Bello, A., J.A. González, A.M. Korayem, S.R. Gowen (1995) *Meloidogyne javanica* management on bananas in the Canary Islands. *Nematropica* (en prensa).
- Bello, A., C. López-Fando (1993) Los nematodos del suelo indicadores de la degradación y recuperación de un Xeralf. En *Actas XII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, de Salamanca*. I: 419-426.
- Bello, A., J. Tello, A. Navas, R. Laguna, R. Meco (1990) Caracterización de los problemas fitopatológicos de origen edáfico en Castilla-La Mancha. Su interés en una ordenación fitosanitaria. En *II Jornadas de Fitopatología*. Serie Jornadas Técnicas, 4, pp 149-165. Consejería Agricultura de Castilla-La Mancha.
- Cook, R.J., K.F. Baker (1983) *The nature and practices of biological control of plant pathogens*. 539 pp. American Phytopath. Soc.; St. Paul, Minesota, EEUU.
- Couteaudier, Y. (1989) Interactions microbiennes dans le sol et la rhizosphère: analyse du déterminisme de la compétition entre populations de *Fusarium*. Thèse Docteur. 101 pp. Université Claude Bernard; Lyon.
- Funck-Jensen, D., J. Hocklenhull (1984) Root exudation, rhizosphere microorganisms and disease control. *Växtdyddsnotise*, 48: 49-54.
- Griffin, G. (1972) *Ecology of Soil Fungi*. 193 pp. Chapman and Hall; London.
- Lemanceau, P. (1988) Receptivité des sols aux Fusarioses vasculaires. Étude critique des théories proposées. Thèse Docteur. 95 pp. Université Claude Bernard; Lyon.
- Lockwood, J.L. (1984) Soil fungistasis: mechanisms and relation to biological control of soil-borne plant pathogens. En *Soilborne Crop Diseases in Asia* (J. Bay-Petersen, ed.), pp 159-174. Food and Fertilizer Technology Center; Taipei.
- Lockwood, J.L. (1988) Evolution of concept asociated with soilborne plant pathogens. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 26: 93-121.
- Rouxel, F. (1978) Étude de la résistance microbiologique des sols aux Fusarioses vasculaires. Applications aux sols de la Basse Valeé de la Durance. Thèse Docteur. 151 pp. Université de Dijon.
- Schneider, R.W. (1984) Effects of non-pathogenic strain of *Fusarium oxysporum* on celery root infection by *F. oxysporum* f.sp. *apii* and a novel use of the Linewaver-Burk double reciprocal pot technique. *Phytopathology*, 74: 646-653.
- Schneider, R.W. (1982) *Suppressive soils and plant disease*. 87 pp. The American Phytopathol. Soc.; St. Paul, Minesota, EEUU.

# **El huerto escolar como recurso para la educación ambiental**

**R. Cebrián Domínguez\*, C. de León García\*\*, F. Figuero Morales\*\*\***

*\* Seminario Permanente de Agricultura Ecológica. Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola de La Laguna. Apartado 932. 38080 Santa Cruz de Tenerife.*

*\*\* Programa de Educación Ambiental. Tenerife.*

*\*\*\* Colegio Público Santa Cruz de California. La Laguna.*

## **RESUMEN**

A través de experiencias concretas exponemos cómo mediante el desarrollo de los huertos escolares en agricultura ecológica se puede abordar la educación ambiental de forma interdisciplinar en las diferentes etapas educativas, y conectada con otros temas transversales como educación para la salud, educación para la paz, educación moral y cívica, educación vial, educación para la igualdad de oportunidades entre ambos sexos, etc. Además nos permite trabajar con un método constructivo, en el cual el alumno es el protagonista de su propio aprendizaje; desarrollar actitudes de valoración y respeto con el medio natural y social; implicar más a la familia en la formación de los alumnos; formar permanentemente al profesorado favoreciendo la investigación-acción; y convertir al colegio en un centro dinamizador del entorno. Las experiencias mostradas han sido desarrolladas por diferentes centros docentes de Tenerife.

## **INTRODUCCIÓN**

Los huertos escolares se han venido desarrollando en Canarias desde hace varios años, tanto en núcleos rurales como urbanos, gracias al entusiasmo y voluntarismo de numerosos profesores que ven en esta actividad un valioso recurso para la educación ambiental (EA), que permite a los alumnos ser los protagonistas de su propio aprendizaje, favorece el trabajo en equipo y aporta una función terapéutica para alumnos con retraso o problemas de conducta.

La convocatoria de la Dirección General de Ordenación e Innovación Educativa para realizar proyectos de EA con subvención económica, ha favorecido el que

nuevos centros se acogieran a la misma y sean numerosos los proyectos que tienen como objetivo el desarrollo de huertos escolares en los distintos niveles educativos.

A través del seguimiento de estos proyectos por parte del Programa de Educación Ambiental y del contacto con los profesores implicados en los mismos, se pusieron en evidencia las siguientes necesidades por parte de éstos:

- Desconocimiento de la filosofía de la agricultura ecológica (AE) y de su importancia como recurso para la EA.
- Desconocimiento de las técnicas específicas y las normas de la AE.
- Carencia de una formación específica del profesorado con relación al tema.
- Falta de personal especialista en AE para asesorar y apoyar técnicamente.
- Desconocimiento de otros proyectos similares realizados en el entorno próximo.
- Necesidad de apoyo pedagógico.
- Carencia de material didáctico de apoyo.
- Poco o ningún apoyo, en el centro, por sus compañeros.
- Tiempo limitado y escasos recursos económicos.

Para intentar dar respuesta a estas necesidades, y una vez valoradas las posibilidades pedagógicas que ofrece el huerto escolar como núcleo temático interdisciplinar y las posibilidades que ofrece para relacionar los diferentes temas transversales, la Coordinación del Programa de Educación Ambiental contactó con el Seminario Permanente de Agricultura Ecológica (SPAÉ) de la Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola de La Laguna, con el fin de buscar las vías de colaboración para desarrollar, como experiencia piloto en Tenerife, el Programa “Los huertos escolares como recurso para la educación ambiental”.

### **El huerto escolar como núcleo temático interdisciplinar**

El huerto escolar nos permite relacionar *la sensibilización hacia el medio, la adquisición de conocimientos, la aptitud para resolver problemas y la clarificación de valores*, mediante la selección y organización de algunos contenidos de las diferentes áreas en torno a este núcleo temático, y da a los alumnos la posibilidad de abordar integralmente situaciones y problemas de un contexto (Figura 1). Como ejemplo, detallamos las siguientes áreas:

- *Ciencias de la Naturaleza*: el agua, la tierra, el aire; los seres vivos y su diversidad, nutrición autótrofa y heterótrofa; nutrición humana; ecosistemas, plagas, lucha biológica; cambios naturales en los ecosistemas, cambios producidos por la acción humana, agricultura ecológica, uso y manejo de herramientas agrícolas básicas; abonado; conservación de alimentos; contaminación; asociación y rotación de cultivos; etc.

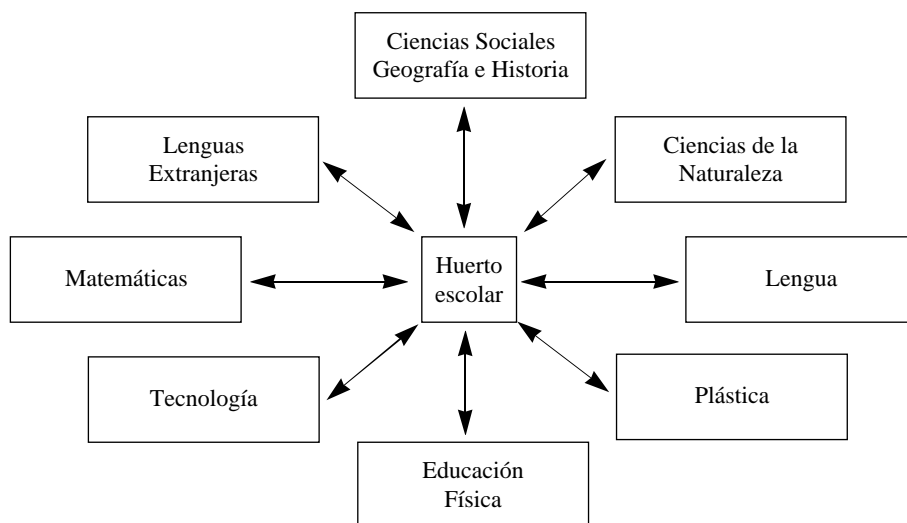


Figura 1. El huerto escolar como núcleo temático interdisciplinar

- *Ciencias Sociales*, Geografía e Historia: el ambiente y su conservación; las relaciones campo-ciudad; las actividades agrarias y el espacio rural, degradación de tierras, excedentes; España en el mundo, la Comunidad Europea; derechos humanos, ecologismo, etc.
- *Matemáticas*: medidas, estimación y cálculo de magnitudes; organización de la información, etc.
- *Lengua Castellana y Literatura*: conversaciones, diálogos, entrevistas, debates, canciones, cuentos, refranes, historias locales, exposiciones, mensajes publicitarios, etc.
- *Tecnología*: exploración y comunicación de ideas; planificación y realización; organización y gestión, técnica y sociedad, etc.
- *Educación Artística*: formas naturales y artificiales del entorno; composición de carteles, collage, murales y tebeos relacionados con el tema colaborando con otros en su elaboración; realización de construcciones con materiales sencillos: semilleros, cernideras, terrarios, etc; exploración visual y táctil de diferentes texturas; dramatizaciones.

El huerto escolar también permite trabajar algunos objetivos de los diferentes “temas transvesales” educativos (Figura 2):



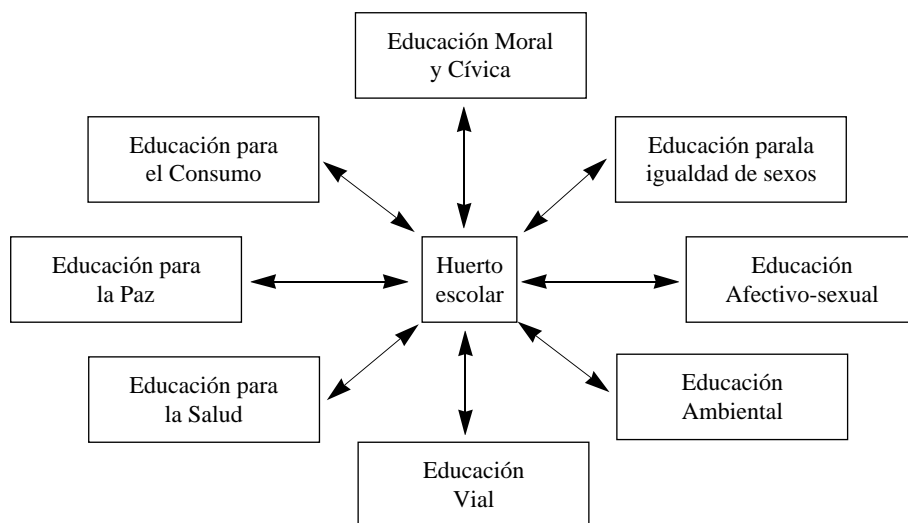


Figura 2. Relación del huerto escolar con los objetivos de los diferentes temas transversales

- *Educación para la Paz*: solidaridad, tolerancia, autonomía, compromiso, diálogo, aceptación de la diversidad, corresponsabilidad, consenso, etc.
- *Educación para el Consumidor*: orientación hacia la calidad de vida; consumir productos-servicios de forma racional y controlada; evaluar las consecuencias que para sí mismo, la comunidad y el medio ambiente tienen nuestras decisiones; conocer el proceso de producción-consumo y sus consecuencias.
- *Educación para la Salud*: adquirir hábitos para una alimentación equilibrada; seguir la pista a un producto desde su producción primaria hasta la llegada al consumidor; analizar las diferentes estrategias de venta empleadas en los anuncios publicitarios; conocer las técnicas básicas de manipulación y conservación de alimentos.
- *Educación para la igualdad de oportunidades entre ambos sexos*: valoración de las habilidades manuales implicadas en el manejo de herramientas, aparatos y máquinas, superando estereotipos sexistas; rechazo de discriminaciones en la organización de actividades grupales por razones étnicas, de sexo o de posición social, etc.
- *Educación Vial*: desarrollo de hábitos de observación visual, auditiva, etc.; identificar y analizar las interacciones que las sociedades humanas establecen con sus territorios por la utilización del espacio y en el aprovechamiento de los recursos

naturales, valorando las consecuencias de tipo económico, social, político y ambiental de las mismas.

- *Educación Ambiental*: comprender y establecer relaciones entre hechos y fenómenos del entorno natural-social y contribuir activamente, en lo posible, a la defensa, conservación y mejora del ambiente; conocer el patrimonio cultural y participar en su conservación y mejora, respetando la diversidad; colaborar en la planificación y realización de actividades en grupo, aceptar las normas y reglas establecidas democráticamente, y articular los intereses propios con los del resto del grupo y asumir responsabilidades; analizar los mecanismos que rigen el funcionamiento del medio físico y valorar las repercusiones que sobre él tienen las actividades humanas, etc.
- *Educación Moral y Cívica*: construir una imagen de sí mismo y del tipo de vida que se desea llevar acorde con los valores personalmente deseados; reconocer el carácter finito de los recursos naturales y de la necesidad de racionalizar su uso, de conservarlos y renovarlos; rechazo ante el reparto desigual de los recursos entre los pueblos del planeta y solidaridad con los que sufren la escasez de recursos y alimentos.

### **Líneas de actuación propuestas para desarrollar a lo largo de los próximos cursos escolares**

Una vez valorados los problemas detectados, diseñamos las siguientes líneas de actuación:

- Favorecer el contacto entre los profesores de diferentes centros que desarrollan proyectos similares con el fin de intercambiar experiencias y materiales didácticos.
- Impartir cursos de formación del profesorado sobre “El huerto escolar como recurso para la educación ambiental” a través de la Dirección General de Ordenación Educativa.
- Diseñar y ofertar a los agentes de extensión agraria de las diferentes islas cursos de agricultura ecológica con el fin de que puedan asesorar en su momento a los diferentes centros escolares.
- Presentar el Programa a la Dirección General de Producción y Capacitación Agraria de la Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación, con el fin de solicitar una subvención económica que garantice la financiación de este asesoramiento y del seguimiento de los huertos escolares por parte de técnicos del SPAE.
- Llevar a cabo el asesoramiento a todos aquellos centros escolares que tuvieran un proyecto didáctico sobre huertos, subvencionado o no.
- Favorecer la creación de un “Seminario permanente de huertos escolares” con el

fin de seguir profundizando en las posibilidades didácticas de los mismos, intercambiar información y materiales de trabajo e ir aportando por parte del SPAE la nueva bibliografía publicada sobre el tema.

- Difundir la experiencia en los diferentes medios de comunicación, centros culturales, y otros centros educativos.

### **Desarrollo del programa a lo largo del curso 92-93**

Las líneas de actuación desarrolladas a lo largo del curso 92-93 fueron:

- Asesoramiento pedagógico y aporte de material didáctico y bibliográfico a los centros con proyecto didáctico.
- Dos cursos de formación, dirigidos a profesores de Preescolar, Educación General Básica y Enseñanzas Medias sobre “El huerto escolar como recurso para la EA.”. Es de resaltar el interés despertado por el tema, ya que las solicitudes presentadas rebasaron mucho el número de plazas ofertadas, y estos profesores quedaron pendientes para las siguientes ediciones del mismo que se pudieran convocar en el curso escolar 93-94.
- Se aprobó la subvención económica solicitada para llevar a cabo el asesoramiento y apoyo técnico por técnicos del SPAE a lo largo de todo el curso escolar a los siguientes diez colegios públicos y los alumnos afectados (\* = todo el centro): Taganana de 47 alumnos\*; Ofra Retamas de 260 alumnos\*; Agache de 160 alumnos\*; Tamaimo\*; San Isidro\*; Andrés Orozco (Arafo); San Luis Gonzaga (Taco) de 112 alumnos; García Escámez de 100 alumnos (preescolar); Bethencourt y Molina (Barranco Grande) de 182 alumnos (2ª etapa); Santa Cruz de California (El Sobradillo) de 400 alumnos\*.

Estas experiencias han tenido una amplia difusión en Centros Culturales, prensa, radio, encuentros, mesas redondas, etc., tanto por parte de alumnos como de profesores y técnicos.

Durante el curso 93-94 no se renovó la subvención económica debido al recorte presupuestario, por lo que no se realizó asesoramiento técnico a los 18 centros con proyecto didáctico.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Aubert, C., (1980) *El huerto biológico*. Ed. Integral. Barcelona. 203 p.
- Cabildo y ayuntamientos de Tenerife. *Ideas para la conservación del Medio Ambiente. Guía práctica*.
- Carmen, L.M. de, (1983) *Investigando el suelo*. Ed. Teide.
- Ayuntamiento de Alcobendas (1990) *I Jornadas Hombre y Medio Ambiente*.

- Ministerio de Educación y Ciencia (1992) *Diseños curriculares*.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes (1991) *Educación Ambiental: Principios para su enseñanza y aprendizaje*. Madrid.
- Forsythe, T.G., (1992) *Plagas del Campo. Control biológico*. CEAC. Barcelona.
- Heck, I. (1987) *Agricultura ecológica para jóvenes*. Integral. Barcelona. 79 p.
- Hernández, P. y otros? *Natura y cultura de las Islas Canarias*. 625 pág. La Laguna, 1987 (5ª ed.)
- Hoyos Sánchez, N. *Refranero Agrícola Español*.
- Jaffe, R., G. Apple. (1990) *The Growing Classroom*. Garden Based Science. Ed Addison. Wesley, EEUU.
- Rueda, F., J.M. Lobo, (1984) *La vida en el suelo*. Ed. Penthalon. 129 p.

# **Nitratos en lechugas procedentes de cultivos convencionales y ecológicos en la provincia de Valencia**

**P. Domínguez Gento\*, A. Domínguez Gento\*\***

*\* Asociación para el Desarrollo de la Agricultura Ecológica. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Avenida Blasco Ibáñez 21, 46010 Valencia. \*\* Comité d'Agricultura Ecològica de la Comunitat Valenciana. Avenida de Carcaixent 23, 46600 Alzira (Valencia).*

## **RESUMEN**

Por el método espectrofotométrico de la brucina en medio sulfúrico analizamos 11 muestras de lechugas convencionales, adquiridas al azar en cinco poblaciones de Valencia, y obtuvimos un contenido medio de ión nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) de 1.055 ppm y desviación típica de 408 ppm. Al mismo tiempo y por el mismo procedimiento analizamos otras 10 muestras de lechugas procedentes de cultivos ecológicos, que dieron una media de nitrato de 948 ppm y desviación de 440 ppm. Así pues, las lechugas ecológicas contienen un 10 % menos de nitrato que las convencionales. No obstante aparecen muestras ecológicas que llevan bastante más nitrato que la media de las convencionales, lo cual implica manejos inadecuados del abono orgánico, que habría que corregir.

## **INTRODUCCIÓN**

Uno de los principales problemas de la agricultura convencional es el abonado masivo con sales nítricas, muy solubles, que saturan la tierra y las plantas, y alcanzan finalmente las aguas superficiales y subterráneas, contaminando así tanto los alimentos vegetales como las aguas potables procedentes de pozos.

Las consecuencias son pésimas para el ambiente, ya que favorecen la eutrofización de los ecosistemas acuáticos, y también para la salud humana, porque los nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) que se forman a partir de los nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) pueden provocar metahemoglobinemias, cánceres y otros problemas fisiológicos (Lee, 1970; Farré y Oliver, 1982; Forman *et al.*, 1988; Fraser, 1985; Hartman, 1983).

La acumulación de nitrato en las aguas es un tema bastante estudiado y legislado

en España (Secretaría General del Medio Ambiente, 1989; Agencia del Medi Ambiente, 1990). En el mapa elaborado por la Dirección General del Medio Ambiente (Figura 1) puede observarse el grado de contaminación de los acuíferos españoles, muy elevado en todas las zonas de cultivos intensivos. Sin embargo sobre el contenido de nitratos en los alimentos es poco lo investigado todavía, y sólo existe legislación en lo referente a aditivos.

El objetivo del presente trabajo fue analizar dos series de lechugas para conocer su concentración de nitrato y de paso comparar las obtenidas mediante cultivo convencional y las procedentes de cultivos ecológicos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Utilizamos el método espectrofotométrico de la brucina en medio sulfúrico concentrado, por su relativa sencillez y por ser método oficial (Ministerio de Sanidad y Consumo, 1985; Association of Official Analytical Chemistry, 1975), que da un producto de color amarillo al reaccionar con el ión nitrato.

Durante septiembre de 1993 compramos al azar 11 muestras convencionales, en comercios de cinco municipios de la provincia de Valencia: Alberic, Alzira, Burjasot, Carlet y Valencia, y las 10 ecológicas en dos establecimientos de Valencia y en un campo de Alberic.

Tabla 1. Valores obtenidos en miligramos de nitrato por kg de lechuga (o partes por millón)

	Convencionales	Ecológicas
	758	646
	1.106	466
	1.948	567
	1.701	859
	769	1.839
	1.117	1.206
	1.038	1.217
	634	1.454
	578	465
	1.083	757
	870	
Máximos	1.948	1.839
Mínimos	578	465
Media	948	440

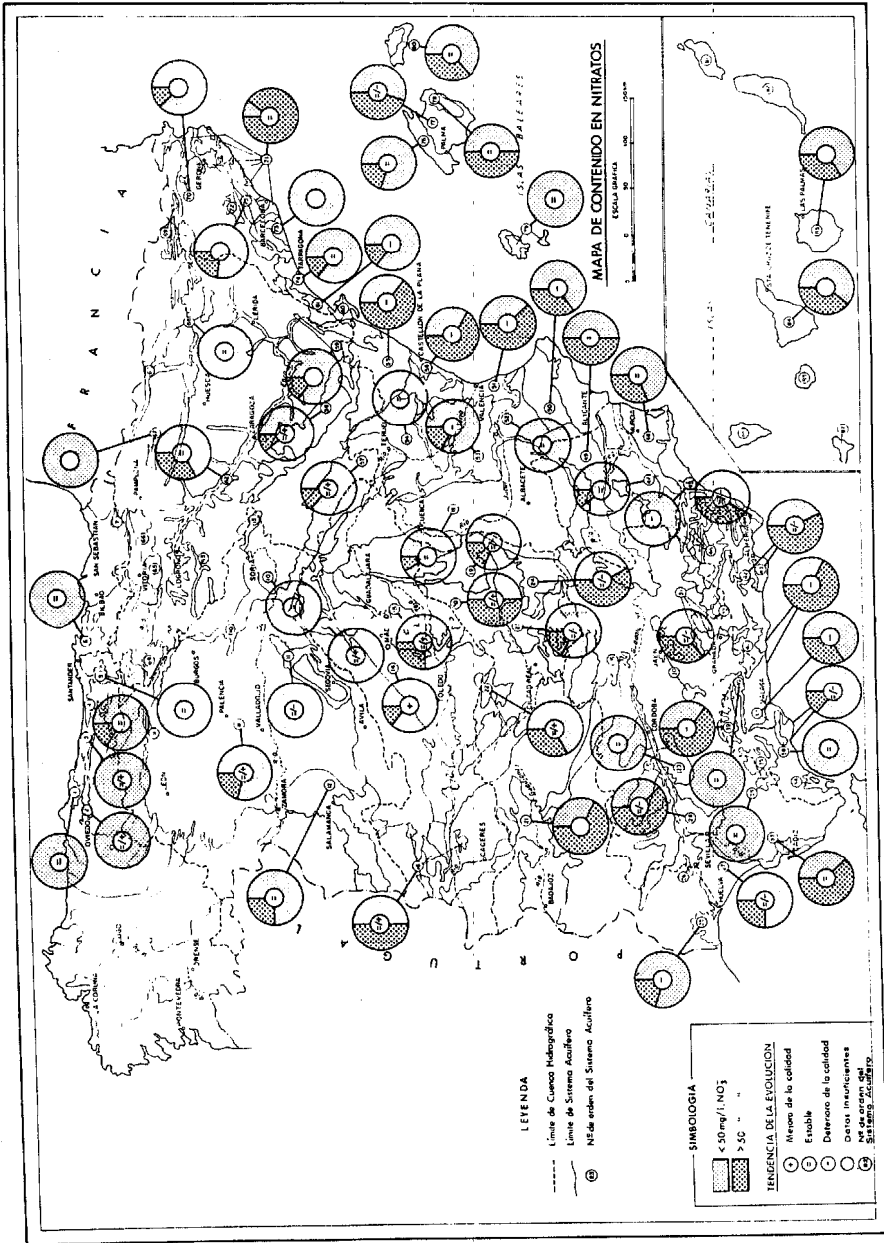


Figura 1. Mapa de contenido en nitratos, de la Dirección General de Medio Ambiente

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observa una gran dispersión de valores en ambos casos. Debido a que la acumulación de nitrato en los vegetales depende de múltiples factores: especie, variedad, parte analizada, temperatura, luz, riego, abonado, edad, momento de recolección, manipulación posterior, etc., la variación puede ser grande incluso entre plantas cosechadas en el mismo campo y de la misma manera.

Según esto, las muestras analizadas sirven para dar una idea relativa respecto a las concentraciones normales de nitrato que pueden darse en estos vegetales. Debería hacerse más análisis y en diferentes épocas para que los datos fueran plenamente representativos. Pero estos resultados coinciden con los obtenidos en otros trabajos más exhaustivos, que consideraban el tipo y la cantidad de abono (Stopes *et al.*, 1989).

## CONCLUSIONES

Las lechugas cultivadas ecológicamente, mediante abonos orgánicos, acumulan menos nitrato que las obtenidas mediante cultivo convencional, con abonos químicos de síntesis. Concretamente, un 10 % menos.

Sin embargo, algunas de las muestras ecológicas contienen cantidades demasiado elevadas de nitrato, por encima de la media de las convencionales, lo cual puede ser debido a manejos inadecuados de los abonos orgánicos o al riego con aguas cargadas de nitrato. Por tanto, también en el caso de la agricultura ecológica se debe prestar más atención a este tema.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agencia del Medi Ambient (1990) *Evaluación del ión nitrato en las aguas de consumo público de la Comunidad Valenciana*. 274 pp.
- Association of Official Analytical Chemistry (1975) *Methods of analysis for the examination of water and wastewater*. pp 614-615.
- Farré, I., B. Oliver (1982) Brote de metahemoglobinemia en una comunidad de lactantes por exceso de nitratos en el agua. *Arch. Ped.* 1/85: 85-95.
- Forman, D. *et al.* (1988) Nitrate exposure and the carcinogenic process. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 534: 597-603.
- Fraser, P. (1985) Nitrates: Epidemiological evidence. vol. 65, pp 183-194. IARC Sci. Publ.
- Hartman, P. (1983) Putative mutagens and carcinogens in foods: nitrates/nitrites ingestion and gastric cancer mortality. *Envir. Mutag. Review*, 5: 111-121
- Lee, D.H. (1970) Nitrites and methemoglobinemia. *Environ. Res.*, 3: 484-511.
- Ministerio de Sanidad y Consumo (1985) *Análisis de alimentos*. pp 667-668.
- Secretaría General del medio Ambiente (1989) *El medio ambiente en España*. 89. pp 99-107.
- Stopes, C. *et al.* (1989) Effects of Composted FYM and a Compound Fertiliser on Yield and Nitrate Accumulation in Three Summer Lettuce Cultivars Grown in an Organic System. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 27: 555-559.



# **Método para frenar la desertificación y su aplicación a la agricultura ecológica**

**R. Calvo Herrero, M.S. Garrido Valero, E. González Sánchez**

*Agrotest S.A. Paseo General Martínez Campos 7. 28010 Madrid*

## **RESUMEN**

Se ha desarrollado una metodología para el estudio de la desertificación utilizando imágenes del satélite Landsat dentro del proyecto de investigación Asmode, financiado por el programa *Environment* de la Unión Europea. Las imágenes Landsat constituyen una buena aproximación para estudios regionales del tipo de la desertificación. Fotointerpretando estas imágenes y comprobando la información en el campo, se llega a ordenar el territorio en áreas homogéneas con distinto nivel de degradación. La vulnerabilidad intrínseca del territorio, determinada por las características físicas y bióticas del medio, se ve afectada por las actividades humanas, que en unos casos eleva el riesgo de desertificación y en otros lo disminuye o no afecta.

El método de trabajo ha consistido en la elaboración de unidades homogéneas de desertificación a partir de un exhaustivo trabajo de campo donde describimos puntos de muestreo, utilizando imágenes de satélite en formato de papel. La selección de los parámetros que más inciden en la degradación del territorio nos ha permitido desarrollar un método de evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo. Eligiendo los parámetros del territorio relacionados con la potencialidad agrícola, se puede definir las unidades donde la implantación de la agricultura ecológica sería un método para frenar la desertificación.

## **INTRODUCCIÓN**

Realizamos este trabajo dentro del Proyecto Asmode (Assessment of remote sensing techniques for monitoring the extent and progression of desertification in the Mediterranean area), dentro del programa *Environment*, financiado por la Dirección General XII de la Unión Europea.

Las imágenes Landsat constituyen una buena aproximación para estudios regionales de la desertificación. Fotointerpretando estas imágenes y verificando la información en el campo, se llega a ordenar el territorio en áreas homogéneas con

distintos niveles de degradación. A la vulnerabilidad intrínseca del territorio, determinada por las características físicas del medio, hay que sumarle los factores derivados de la acción humana, que se superponen a aquellas y añaden riesgo a la susceptibilidad natural del suelo.

La desertificación es uno de los problemas ambientales más agudos que sufren los países del área mediterránea, entre ellos España, y que se acentúa por la acción humana inadecuada en el medio.

La interacción de factores puramente físicos determina lo que se denomina vulnerabilidad intrínseca del medio frente a la desertificación, que no es más que el grado de deterioro o pérdida de la capacidad biótica del suelo. Los factores más destacables son el suelo, el tipo de lluvia, la cubierta vegetal, la geomorfología y la litología.

Además hay que tener en cuenta aspectos como las prácticas de conservación de suelos, el riego, el empleo de productos fitosanitarios, la capacidad de carga del territorio para la explotación ganadera, la explotación silvícola, el uso de maquinaria y el calendario de cosechas, con vista a la obtención de información del tiempo que pasa el suelo desnudo. Todos estos factores relacionados con las actividades humanas, definen el riesgo del proceso de desertificación (Figura 1).

## MÉTODO

Entre la gama de satélites que proporcionan información, es el Landsat TM el que ofrece un acercamiento mejor al territorio. Tras un análisis espectral llegamos a la conclusión de que las bandas 2, 4 y 7 aportan una información muy útil para estudios de este tipo. Tales bandas suministran datos sobre la litología, las características edáficas y la cobertura vegetal. Para los trabajos de campo y de fotointerpretación utilizamos imágenes compuestas a escala 1:100.000 aproximadamente.

Para determinar el grado de desertización, realizamos un exhaustivo trabajo de campo, siguiendo este proceso:

- Identificación y representación de las imágenes de satélite a escala 1: 100.000 aproximadamente sobre los planos topográficos a escala 1:200.000, determinando el área solapada o no incluida en las imágenes.
- Identificación y delimitación de las unidades homogéneas sobre las imágenes de satélite a base del color y la textura.
- Establecimiento de los puntos de muestreo necesarios. El muestreo es selectivo y orientado, y los datos se obtienen de forma organizada.
- Identificación de la red viaria y núcleos de población en las imágenes, con el fin de facilitar nuestra situación en campo y determinar los lugares de muestreo más accesibles.
- Elaboración de itinerarios para cada jornada de trabajo.

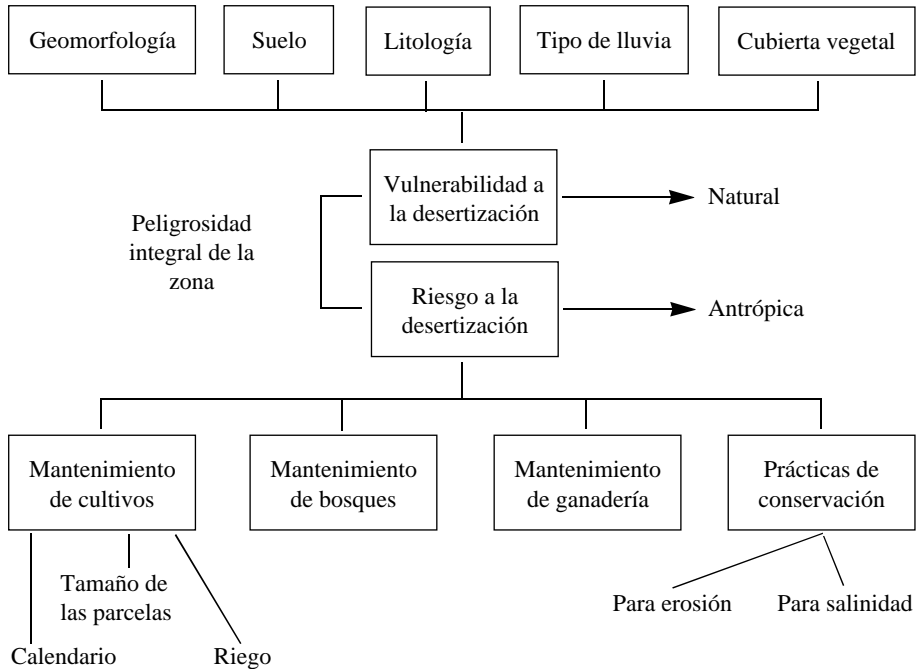


Figura 1. Factores que condicionan la vulnerabilidad y el riesgo a la desertización

– Diseño de una ficha tipo, para anotar los datos obtenidos en el campo: la situación del punto; el cultivo o el tipo y densidad de la vegetación; el tipo y densidad del sotobosque; el manejo del suelo; la pendiente y la orientación; la litología y la geomorfología; el tipo de suelo; el microrrelieve; la pedregosidad.; la rocosidad; la textura y la profundidad del horizonte A; el color de la tierra; los síntomas de erosión; el grado actual y el riesgo potencial; la salinidad y los carbonatos; las prácticas de conservación de suelos; y un esquema.

Una profundización en el estudio del proceso de desertificación pasa por seleccionar los parámetros del medio físico y los factores bióticos que inciden de manera más directa en el proceso y que además sean fácilmente ponderables.

### Parámetros del medio físico

**Clima.** El estudio del clima debe orientarse a la obtención de datos sobre el tipo de lluvia y las temperaturas. Es importante elaborar los diagramas pluviométricos para conocer el carácter torrencial de las lluvias. La gota fría que se produce en el área mediterránea consiste en precipitaciones puntuales muy intensas, que generan grandes pérdidas de suelo fértil en pocas horas.

**Litología.** Es importante para diferenciar la dureza del sustrato, su compactación, concentración en sales y grado de erosionabilidad. La litología es fácilmente analizable a través de la imagen Landsat. Los tipos margosos y los suelos que de ellos se derivan son muy susceptibles a la desertificación.

**Edafología.** el suelo es el sustrato vivo sobre el que se asienta la vegetación, y es fundamental para la implantación de los cultivos. Su estado de salud informa sobre el nivel de degradación y su potencial productivo. Es importante conocer el contenido en materia orgánica, la conductividad, la caliza activa y otras características edáficas como la textura, la estructura, etc.

**Geomorfología.** La altitud y sobre todo la pendiente son fundamentales en la descripción de las características orográficas del medio. Las zonas con mucha pendiente son más susceptibles de degradarse por arrastre de material debido a las lluvias intensas. En algunos casos la erosión hídrica ocasiona formaciones en rambla, que es una cuenca torrencial de funcionamiento esporádico.

### **Parámetros bióticos**

**Cobertura vegetal.** Dirigimos el muestreo fundamentalmente hacia el diagnóstico del porcentaje de cobertura, la estacionalidad del follaje y el tipo de formación. Diferenciamos entre vegetación autóctona, repoblación y cultivos. La calidad de la cobertura vegetal es un protector de primer orden frente a la degradación del suelo.

**Ganadería.** El pastoreo excesivo acelera la pérdida del potencial productivo del suelo. La cabaña más dañina es la caprina y en menor grado la ovina.

**Manejo.** Parámetros interrelacionados con el uso del suelo para cultivo y lleva implícito el tipo de laboreo, la utilización de fertilizantes y plaguicidas, el tipo de riego y la pendiente del cultivo.

## **RESULTADOS E INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Nuestro objetivo es delimitar áreas homogéneas respecto al grado de desertificación. Integramos la información obtenida del análisis de las imágenes Landsat y un muestreo en el campo, mediante una matriz de doble entrada. En la Tabla 1 presentamos la matriz con los parámetros geomorfología-litología y pendiente frente a cobertura vegetal-usos del suelo (Tabla 1).

Una profundización en el estudio nos llevaría a la posibilidad de modelizar el presente método. Buscamos un modelo sencillo, operativo y que reflejase la realidad de forma fiable, y recurrimos a una solución de tipo vectorial. Las componentes del vector son aquellas variables que más aportan a la definición del proceso de desertificación: suelo, pendiente y cobertura vegetal.

El resultado es un mapa de unidades homogéneas respecto al grado de desertificación (véase el mapa de las páginas en color).

Tabla 1. Matriz de integración

Uso o manejo	Litología									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Riego manta banal F.	-	-	*	-	-	-	-	-	-	*
Riego manta no banal F.	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-
Riego goteo banal F.	-	*	*	-	-	-	-	-	-	-
Riego goteo no banal F.	-	-	-	*	-	-	-	-	-	*
Secano banal	-	*	*	*	-	-	-	-	-	*
Secano no banal	-	*	*	*	-	-	*	-	*	*
Abandonado	-	*	*	-	*	-	-	-	-	-
Riego manta banal H	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-
Riego manta no banal H.	-	-	*	*	*	-	-	-	-	*
Riego goteo no banal H.	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-
Pino aislado matorral	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-
Minería	-	-	-	-	-	-	*	*	-	-
Escoria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*
Escombrera	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Repoblación	-	*	-	-	-	*	-	-	-	-
Bosque pino	-	*	-	-	*	-	*	-	-	-
Matorral denso	-	*	-	-	-	*	*	-	-	-
Matorral bajo	-	*	-	-	-	*	*	-	-	-
Herbácea	-	-	-	-	*	*	-	-	-	-

## Leyenda:

1 Volcánica; 2 Marga ladera; 3 Marga llanura aluvial; 4 Esquisto-marga rambla

5 Marga plataforma costera; 6 Caliza ladera; 7 Esquisto ladera

8 Conglomerado ladera; 9 Cuarcita; 10 Cuaternario indiferenciado

**La agricultura ecológica en el control de la desertificación**

Esta ordenación del territorio en áreas homogéneas proporciona una información muy útil de cara a posteriores aplicaciones. La actividad del sureste peninsular objeto de estudio, es eminentemente agrícola. La agricultura es la principal fuente de ingresos y a la vez la causa más directa de degradación ambiental del territorio. La actividad agrícola se remonta a la época romana; luego los árabes comenzaron la tala de árboles y el aprovechamiento agrícola y ganadero. El territorio es de una fragilidad especial por sus peculiares características climáticas de gran aridez y lluvias torrenciales, y su accidentada orografía de ramblas, sierras, llanuras aluviales, etc. Las prácticas de conservación del suelo son imprescindibles para el manejo agrícola. Los árabes ya introdujeron el cultivo en bancales, con muros de contención, que han permitido la conservación del suelo hasta nuestros días. De este

modo los agricultores han sido durante siglos los protectores de los suelos de la región, que hubieran desaparecido tras las talas masivas de bosques en la antigüedad. El abandono de las prácticas de uso del suelo tradicionales es la causa del creciente deterioro del territorio. En la actualidad están contribuyendo a este deterioro algunas prácticas, como:

- el abandono del cultivo en bancal
- el riego con agua de alta conductividad
- la intensificación del cultivo
- el monocultivo
- el cultivo en zonas muy erosionables.

Ya hay suelos con tanta salinidad, que junto con la escasez de agua, no se pueden cultivar; zonas donde la capa fértil del suelo ha sido barrida, aflorando la roca madre; zonas con fuerte acarcavamiento y vegetación desértica; y bancales tradicionalmente cultivados con especies en secano, ahora abandonados.

Ante todo esto, cabría pensar en la agricultura ecológica como una alternativa viable, recomendable en algunos casos e imprescindible en otros, para frenar la desertificación y conseguir el desarrollo sostenible de la zona.

Correlacionamos los parámetros que inciden directamente en la desertificación y los factores que definen la agricultura ecológica, y obtuvimos como resultado los que ayudan a la toma de decisiones en la búsqueda de las zonas más adecuadas para implantar este tipo de agricultura como protección ante el avance de este proceso.

A continuación exponemos la clasificación de las áreas en cuatro categorías, según la propuesta de transformación a agricultura ecológica para reducir al mínimo la desertificación.

### **Áreas desestimadas previamente para la implantación de agricultura ecológica**

Eliminamos de antemano determinadas unidades territoriales porque sus características impiden ser orientadas hacia este tipo de prácticas. Los criterios seguidos fueron:

#### ***Zonas muy degradadas***

- Zonas sin suelo fértil debido a una fuerte erosión hídrica.
- Zonas desertificadas, con fuerte acarcavamiento.
- Zonas de suelo contaminadas por exceso de sales y metales pesados (antiguos cultivos, ahora abandonados y áreas de minería y vertido de escorias).

Estas zonas son:

**U2** Zona de depósito aluvial salinizada.

**U9** Zona de margas. Cultivo de secano en bancales. Zonas no cultivadas y con fuerte acarcavamiento.

**U22** Zona de mina con sustrato litológico metamórfico tipo esquistos y micacitas. Rodeado de escombreras.

**U23** Zona de mina con sustrato litológico metamórfico tipo esquistos y micacitas. Escombrera.

**U24** Zona de mina; vertedero de escorias.

**U25** Zona de mina sobre terreno volcánico.

**U26** Zona de canteras, conglomerados y arenas.

### ***Zonas de interés naturalista***

Sin lugar a dudas el mejor factor conservador del suelo es la vegetación autóctona o naturalizada. Por ello optamos por mantenerla inalterada. Estas áreas corresponden a las unidades de sierra, con elevada pendiente, de elevada fragilidad frente a procesos de desertificación. Dentro de este apartado incluimos áreas rocosas con escasa cobertura vegetal:

**U7** Zona de plataforma costera con plantaciones de eucaliptos.

**U12** Zona de margas con vegetación natural, matorral de labiadas y pinos.

**U13** Zona de sierra de material margoso y vegetación de matorral bajo.

**U16** Zona de sierra con sustrato litológico metamórfico, tipo esquistos y gneis y vegetación de pinar.

**U17** Zona de sierra con sustrato litológico metamórfico, tipo esquistos y gneis y matorral bajo de alta densidad.

**U18** Zona de sierra con sustrato litológico metamórfico, tipo esquistos y gneis y matorral de baja densidad.

**U19** Zona con sustrato de rocas carbonatadas consolidadas y margas, con pinar.

**U20** Zona con sustrato litológico de rocas carbonatadas consolidadas y margas, con pino disperso y matorral de baja densidad.

**U21** Zona con sustrato litológico de rocas carbonatadas consolidadas y margas, con matorral bajo y escasa vegetación herbácea.

**U27** Zona de conglomerados, áreas de pino y matorral.

**U28** Zona de calizas y dolomías con matorral bajo.

### ***Zonas de agricultura convencional intensiva, muy contaminadas y degradadas ecológicamente***

A causa de la fuerte intensificación de cultivos, con utilización masiva de productos químicos de síntesis, recomendamos para ellas un primer paso de agricultura integrada, donde disminuya la contaminación de los suelos y las aguas y aumente el equilibrio ecológico. En una segunda etapa, tras varios años con el nuevo manejo, podría pensarse en la transformación a la agricultura ecológica.

**U1** Zona de depósitos aluviales cuaternarios. Cultivo en regadíos de cítricos y huertas. Esta unidad está ampliamente extendida en la zona Norte, corresponde a la Vega del Segura, Sangonera y Guadalentín. los suelos son profundos, son zonas de acumulación, de origen aluvial y escasa pendiente. Abundan los cítricos en regadío y la horticultura.

**U6** Zona de plataforma costera. Cuaternario indiferenciado. Cultivo hortícola en invernadero y parcelas grandes regadas por surcos.

### **Áreas reorientables a la agricultura ecológica**

#### ***Zonas de potencial agrícola adecuado***

**U3** Zona de cuaternario indiferenciado. Terraza aluvial con cultivo de frutales en seco. Esta unidad corresponde a las terrazas altas del río Sangonera. Se caracteriza por unas pendientes bajas, menores del 2%, con valles cerrados aterrizados en algunos puntos. Cultivo tradicional de almendro en seco y cereal. Por sus características puede ser una zona de alta potencialidad para su reorientación a agricultura ecológica tanto a seco, manteniendo el cultivo tradicional en terrazas, como en regadío en los valles cerrados. Los pequeños valles dentro de esta unidad constituyen enclaves cerrados que aíslan de los tratamientos químicos de zonas cercanas.

**U5** Zona de cuaternario indiferenciado. Es de baja pendiente, pedregosidad alta y suelos profundos, conservadas y bien protegidas. Es idónea para la agricultura ecológica, manteniendo el cultivo tradicional existente de algarrobo, almendro y olivo en seco.

**U8** Zona de cuaternario indiferenciado con cultivo hortícola y en seco. Es de escasa pendiente, en plataforma costera, suelos profundos con cultivo principalmente en seco, con huertas familiares aisladas. Terrenos aislados y protegidos, aptos para una reorientación ecológica.

#### ***Zonas de baja potencialidad agrícola***

**U4** Zona de sedimentos cuaternarios, de seco, con bancales de almendro fundamentalmente, terrenos en pendiente y suelos pedregosas. Existen puntos degradados por exceso de sales debido a la ascensión capilar desde el acuífero 48, de elevada conductividad, con una calidad de agua C4 S4, que limita su uso agrícola para riego. Reorientación a agricultura ecológica con restricciones. Se podría mantener un cultivo en seco, abancalado debido a la pendiente.

**U15** Zona de rambla con material metamórfico tipo esquistos, cultivo de huerta e invernadero, con riego por goteo. Cultivo de invernadero muy intensificado, en los alrededores de Mazarrón, que se va extendiendo a las zonas de mayor pendiente. Se podría reorientar los bordes, ya que están limitados por zonas naturales bien conservadas.

#### ***Zonas de elevado riesgo de degradación y baja potencialidad agrícola***

Cursos de ramblas con fuerte escorrentía o zonas rambliza de fuerte arrastre de material y frecuente inundación, situadas a sotavento y muy afectadas por el fenómeno de la gota fría.

**U10** Zona de rambla y sustrato margoso.



**U11** Zona de rambla, sustrato litológico margoso, que está siendo transformada a cultivo intensivo de huerta e invernadero.

**U14** Zona de rambla. Sustrato litológico margoso. Introducción de plantaciones de frutal con riego por goteo.

El mapa de las páginas en color refleja la propuesta de reorientación del territorio según las siguientes categorías:

Áreas desestimadas para la agricultura ecológica:

- Zonas muy degradadas
- Zonas de interés natural
- Zonas degradadas por agricultura convencional intensiva

Áreas de reorientación a agricultura ecológica:

A- Zonas de elevado potencial agrícola

B- Zonas de bajo potencial agrícola

C- Zonas de elevado riesgo de degradación y bajo potencial agrícola.

## BIBLIOGRAFÍA

Albaladejo, J., M.A. Stocking, E. Díaz (1990) *Degradación y regeneración del suelo en condiciones ambientales Mediterráneas*, pp 15-45. CSIC; Murcia.

Bauer Manderscheid, E. (1980) *Los bosques de España en la Historia*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; Madrid.

Díaz Álvarez, M.C., M.S. Garrido Valero, R. Hidalgo González (1988) *Agricultura y Medio Ambiente*. Unidades Temáticas Ambientales. 62 pp. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo; Madrid.

FAO (1984) *Directrices para el control de la degradación de los suelos*. 38 pp. FAO. Roma.  
García Ruiz, J.M. (1990) *Geoecología de las áreas de montaña*. 337 pp. Geofoma Ediciones. Logroño.

Garrido Valero, S., A.J. Almorox, M.C. Díaz Álvarez, S.A. Requejo (1992) Soil erosion in cereal crop fields of Madrid province: effects of different tillage systems and set-aside. En el International Symposium, Saint Cloude, Francia, *Farm Lands Erosion in temperate plains environments and hills*. pp 69.

Garrido Valero, S. (1993) *Buenas prácticas agrícolas y medio ambiente*. Hoja Divulgadora nº 6/92. MAPA; Madrid.

International Symposium Farm Lands Erosion in temperate plains environments and hills (1992) *Excursion Guide*. 148 pp. Centre de Boigeographie-Ecologie Ens; Saint Cloude, Francia.

Kelley, H.W. (1983) *Mantengamos viva el suelo: causas y remedios de la erosión*. Boletín de Suelos de la FAO, 50, 77pp. FAO; Roma.

Sala, M., J.L. Rubio, J.M. García Ruiz (1991) *Soil Erosion studies in Spain*. 228 pp. Geofoma Ediciones; Logroño.

# Influencia del abono nitrogenado y de compost sobre la producción y ataques del barrenador *Chilo suppressalis* en el cultivo del arroz en Aragón

A. Perdiguier\*, F. Gimeno\*, O. Escar\*\*, J. Bertrán\*\*\*, F. Villa\*\*\*\*

\* Centro de Protección Vegetal, Montañana 176, 50016 Zaragoza. \*\* ATRIA Cooperativa Ecológica de los Pirineos, Av. del Sol s/n. 22410 Alcolea de Cinca (Huesca). \*\*\* Laboratorio Agrario Regional, Montañana 177, 50016 Montañana. \*\*\*\* Centro de Transferencia Tecnológica en Producción Vegetal, Diputación General de Aragón, Montañana 176, 50016 Zaragoza.

## RESUMEN

Son frecuentes las citas bibliográficas y los experimentos de campo que relacionan la intensidad y desequilibrio de los abonados nitrogenados en el arroz con otros factores, fundamentalmente con la mayor población de insectos fitófagos sobre el arroz. En Aragón, el taladro o barrenador *Chilo suppressalis* Walk es clave para el cultivo y sobre él se realizan regularmente tratamientos fitosanitarios colectivos. El presente trabajo tiene como objetivo el conocimiento de las relaciones apuntadas, con el fin de optimizar los abonados, intentando conseguir la mayor rentabilidad en el cultivo con el menor impacto ambiental. Realizamos el ensayo sobre una parcela que llevaba cuatro años de abonado orgánico siguiendo técnicas de agricultura ecológica. Ensayamos dosis de nitrógeno de 0, 100, 200 y 300 Unidades Fertilizantes/ha, y compost a razón de 7.125 kg/ha todo en fondo. La mayor rentabilidad del cultivo, que implique a su vez un menor ataque de *C. suppressalis*, se consigue con un aporte en torno a las 100 UF de nitrógeno por hectárea y año. El contenido de UF de nitrógeno de rápido aprovechamiento en el compost ensayado es escaso. Sería necesario aumentar su cantidad hasta el límite citado.

## INTRODUCCIÓN

Son frecuentes las citas bibliográficas y los experimentos de campo que relacionan la intensidad y desequilibrio de los abonados nitrogenados en el arroz con otros

factores fitotécnicos, fundamentalmente con la mayor población de insectos fitófagos sobre el cultivo. En Aragón, el parásito clave en el cultivo del arroz es el taladro o barrenador del arroz *Chilo suppressalis* Walk, lepidóptero sobre el que se realizan regularmente tratamientos fitosanitarios colectivos. El presente trabajo tiene como objetivo el conocimiento más concreto de las relaciones apuntadas, con el fin de optimizar los abonados y conseguir la mayor rentabilidad del cultivo con el menor impacto ambiental posible.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Realizamos el estudio en unas parcelas de la Cooperativa Ecológica de los Pirineos, de Alcolea de Cinca en Santa Lecina (Huesca), que poseen la certificación oficial de la agricultura ecológica, cuya tierra es de textura franco-limosa en todas las muestras superficiales y franco-arcillo-limosa en las muestras profundas (entre 30 y 60 cm), de pH moderadamente básico, con bastantes sales solubles en prueba de salinidad, y escasa materia orgánica. El agua de riego tiene un pH calculado de 7,64 y la conductividad eléctrica es baja: 0,36. El 8 de mayo de 1993 sembramos arroz variedad Balilla x Sollana, con un abonado de fondo el 5 de mayo de 1993 y un abonado de cobertera el 28 de junio en el estado fenológico del inicio de ahijado. No hemos llevado a cabo ningún tratamiento fitosanitario en las parcelas objeto del ensayo. El diseño fue en bloques al azar, con cinco variantes y tres repeticiones, en parcela elemental rectangular de 8 x 15 m.

El abono procedente del compost elaborado por la cooperativa tenía 1,84 % de nitrógeno total, 2,18 % de fósforo soluble en agua y citrato amónico neutro ( $P_2O_5$ ) y 2,40 % de potasio soluble en agua ( $K_2O$ ) analizado por el método gravimétrico.

Tabla 1. Unidades fertilizantes del abono aplicado

Variantes	Abonado de fondo Sulfato amónico 21% Superfosfato de calcio 18% Cloruro potásico 50%	Abonado de cobertera Total Nitrato amónico 33,5%	UF totales de rápido aprovechamiento
Testigo (sin abono)	0 - 82,5 - 100	0	0 - 82,5 - 100
AN-100	65 - 82,5 - 100	35	100 - 82,5 - 100
AN-200	130 - 82,5 - 100	70	200 - 82,5 - 100
AN-300	195 - 82,5 - 100	105	300 - 82,5 - 100
Compost	135 - 155 - 171	0	44* - 155 - 171

\* Se considera aprovechable en el primer año una tercera parte del nitrógeno del compost.

Aplicamos el abonado de fondo de forma manual e incorporación mecánica, y el abonado de cobertera de forma manual y sin agua en la parcela.

Las unidades de muestreo (entre paréntesis el tamaño del muestreo) fueron las siguientes: El 17 de septiembre de 1993, el número de espigas/m<sup>2</sup> (1 m<sup>2</sup>/parcela); el número de semillas por espiga (50 cm<sup>2</sup>/parcela); y la altura de la planta en cm (10 medidas/parcela); el 29 de septiembre, el porcentaje plantas atacadas por el barrenador (0,4 m<sup>2</sup>/parcela); el rendimiento bruto en kg (6 m<sup>2</sup>/parcela); el porcentaje humedad (6 m<sup>2</sup>/parcela); el peso específico (6 m<sup>2</sup>/parcela); y el rendimiento al molino (6 m<sup>2</sup>/parcela).

Analizamos los datos con el análisis de la varianza de Anova y la prueba de comparación de medias con la prueba de Duncan ( $P < 0,01$ ).

## RESULTADOS

Tabla 2. Valores medios obtenidos y su significación

Tipo de abonado N-P-K	Número espigas por m <sup>2</sup>	Número semillas por espiga	cm altura planta 17 set.	% plantas atacadas barrenador	Humedad del grano 4 oct. (%)	Cosecha en kg/ha*	Peso específico en kg/hl
0 - 82,5 - 100	298 b	86 a	80,3 b	5,37 a	23,9a	2.913 b	52,30a
100 - 82,5 - 100	398 ab	91,3 a	87 b	5,02 a	24,3a	3.777a	52,17a
200 - 82,5 - 100	460 ab	66,6 a	90 ab	27,13 b	25,7a	3.959a	49,97 b
300 - 82,5 - 100	534 a	72,3 a	107 a	36,07 b	38,2 b	3.626a	46,90c
Compost							
44 - 155 - 171	349 b	72,6 a	80,6 b	3,62 a	23,7a	2.850 b	52,47a

Los resultados seguidos por una misma letra no difieren significativamente ( $p < 0,01$ ) con la prueba de intervalo múltiple de Duncan.

\*Con el 14,5% de humedad.

## DISCUSIÓN

Dada la complejidad de los temas a discutir, en función de los resultados obtenidos, diferenciaremos éstos en los siguientes apartados:

### 1. Observación de los componentes responsables del desarrollo del cultivo

- Número de espigas por superficie
- Número de semillas por espiga
- Altura de la planta en fase de grano duro (maduración).

En el número de semillas por espiga no aparecen diferencias significativas entre las variantes observadas, pero en los dos aspectos restantes observamos claramente cómo aumenta el número de plantas y la altura de las mismas en relación directa con el mayor aporte de nitrógeno, de tal manera que la variante “Aportación de 300 UF de nitrógeno” difiere significativamente del compost y del testigo, y no del resto, aunque destaca sobre ellas. Ahora bien, esto no incide necesariamente de forma favorable sobre el rendimiento del cultivo. Así, comprobamos que una dosis elevada de nitrógeno no ha aumentado el llenado de los granos, produce tallos altos, más sensibles al encamado y una densidad incorrecta que supera el índice del área foliar recomendado.

## 2. Valores relacionados con la intensidad del ataque del barrenador

Las variantes Compost, 0 y 100 UF de nitrógeno aportadas no difieren entre ellas y sí respecto a las restantes. Se confirma, por tanto, una relación creciente entre los aportes nitrogenados y la intensidad de los ataques de *Chilo*. La Figura 1 refleja la relación de estas variantes, y la Figura 2 la curva de vuelo del parásito.

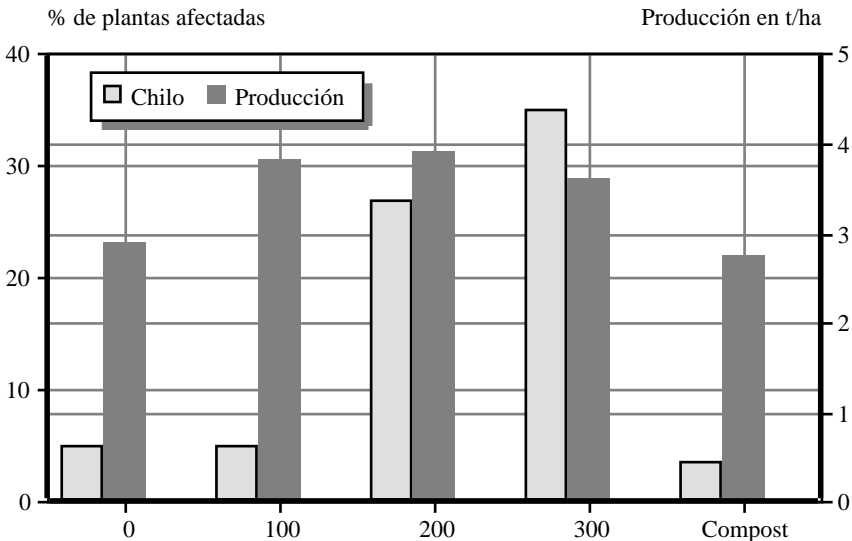


Figura 1. Ensayo de abonado sobre *Chilo suppressalis* en Alcolea de Cinca (Huesca), 1993

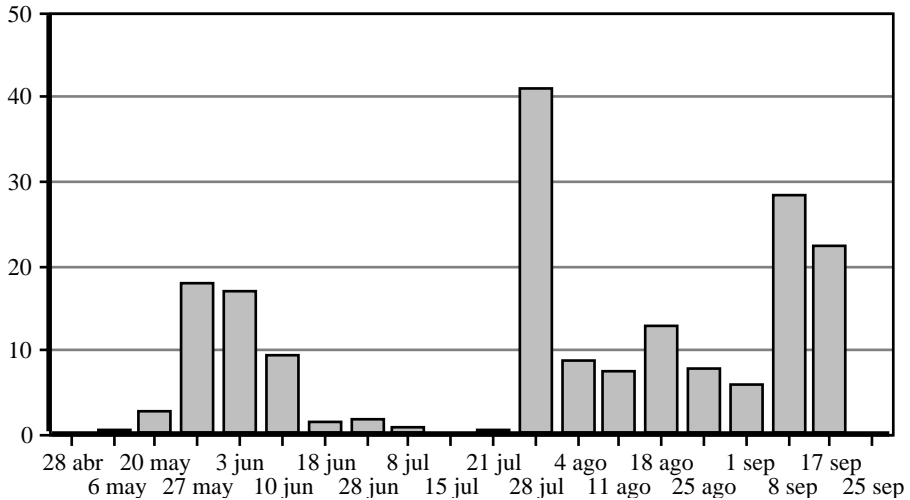


Figura 2. Número de adultos de *Chilo suppressalis* capturados con trampa sexual en arrozales de Alcolea de Cinca (Huesca) en 1993

**3. Valores relacionados con la rentabilidad del abonado**

En relación a la cosecha obtenida, las variantes que implican aportaciones de 100, 200 y 300 UF de nitrógeno no difieren entre sí, mientras que éstas sí presentan valores significativamente más altos que los aportes con 0 UF de nitrógeno y de compost.

Ahora bien, en cuanto al peso específico, la variante 100 UF de nitrógeno supera significativamente al aporte de 200 y éste, a su vez, al de 300, sin que existan diferencias significativas entre las variantes 0, 100 y compost. Si además el rendimiento en el molino es similar en todas ellas, cabe pensar que, en función del rendimiento esperado, las mayores aportaciones de nitrógeno no consiguen optimizar los resultados esperados.

**CONCLUSIÓN**

La mayor rentabilidad del cultivo, en base a una racional aportación de abonado nitrogenado que implique a su vez un menor ataque de *Chilo suppressalis*, se consigue con un aporte en torno a las 100 UF de nitrógeno por hectárea y año.

El compost ensayado es escaso en el contenido de UF de nitrógeno de rápido aprovechamiento, y sería necesario aumentar éstas hasta los límites antes fijados.

# **Caracterización del consumidor actual de los productos de la agricultura ecológica en Madrid**

**R. García Peláez\*, A. Fernández de Soto García\*\***

*\* c/ Noviciado 20, 3º Ctro. 28015 Madrid. \*\*Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Avenida de la Complutense s/n. 28040 Madrid*

## **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo fue caracterizar al consumidor actual mediante métodos de mercadotecnia, para lo cual efectuamos 41 encuestas a los clientes en el momento de la compra de estos productos durante 1993. El consumidor habitual es principalmente mujer entre 30 y 50 años, asalariada y con formación académica universitaria. Los productos los adquiere por considerarlos más sanos. El producto más consumido es el pan, y los productos frescos y los lácteos son los más apreciados. Los encuestados opinan que estos productos son más sanos, tienen mejor sabor y son más naturales, sin embargo consideran que son más caros y difíciles de encontrar y no están dispuestos a pagar nada más por ellos. En conclusión, el consumidor necesita una mayor promoción de estos productos, más variedad, mayor número de establecimientos y una disminución sensible de los precios.

## **INTRODUCCIÓN**

La evolución de la Agricultura Ecológica en España en estos últimos años ha sido más que notable, sobre todo en la investigación, sin embargo existe un gran desconocimiento sobre los aspectos y repercusiones socioeconómicas de esta iniciativa sobre el consumidor. Esta última circunstancia nos condujo a investigar cuáles son las motivaciones del consumidor de estos productos, su experiencia y dar a conocer sus sugerencias con el fin de que el mercado se adecue a las necesidades del consumidor para asegurar el óptimo desarrollo de este sector.

## MÉTODO

Para definir al consumidor actual de los productos de la agricultura ecológica empleamos métodos objetivos de mercadotecnia, como las encuestas.

Dada la dificultad para encontrar a los consumidores de los productos agrarios ecológicos, decidimos encuestarlos en el lugar de la compra de estos productos. Elegimos los establecimientos más representativos, tanto por su localización como por la afluencia de clientes. Allí les efectuamos las preguntas más adecuadas a su condición y experiencia en estos productos.

Seleccionamos a los encuestados a medida que llegaban al establecimiento y algunas veces estuvimos asesorados por el encargado del comercio con el fin de asegurarnos de que el encuestado reuniera las características de consumidor habitual. En total entrevistamos a 41 personas, número determinado para la homogeneidad de las respuestas que íbamos obteniendo -un mayor número de encuestados no hubiera modificado los resultados.

### El consumidor actual

Con los datos obtenidos de los encuestados y apoyados por la observación personal durante la investigación, podemos definir el perfil del consumidor actual habitual, que frecuenta las tiendas especializadas (Figura 1).

Es principalmente una mujer (83 %), entre los 30 y 50 años de edad (68%), con formación académica universitaria (54 %) o con estudios secundarios (34 %). Principalmente trabaja como asalariada (46 %) o es ama de casa (24 %).

Sus respuestas tienen mucha importancia ya que tiene mucha experiencia en estos productos: el 39 % lleva más de cinco años adquiriéndolos (Figura 2), aunque el nuevo consumidor también tiene destacada importancia (22 %).

Lo más interesante fue comprobar el grado de conocimiento que tienen sobre el término “agricultura ecológica”. A la pregunta ¿Qué le sugiere el término “agricultura ecológica”? respondieron:

	%
Natural	39
No química	37
Sano	34
Más cuidado	12
No abonos	10
No plaguicidas	5
Respeto al medio ambiente	7



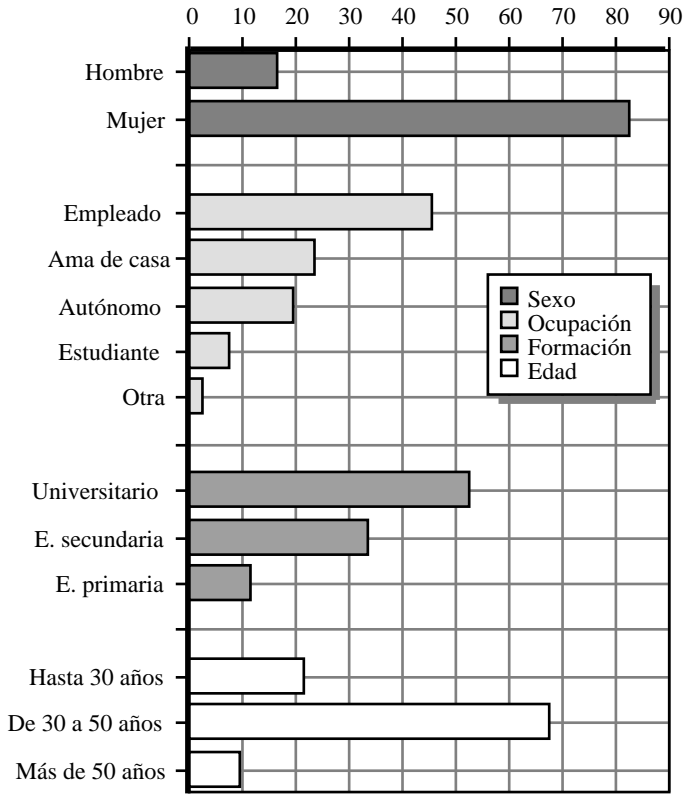


Figura 1. El perfil de los consumidores en tanto por ciento

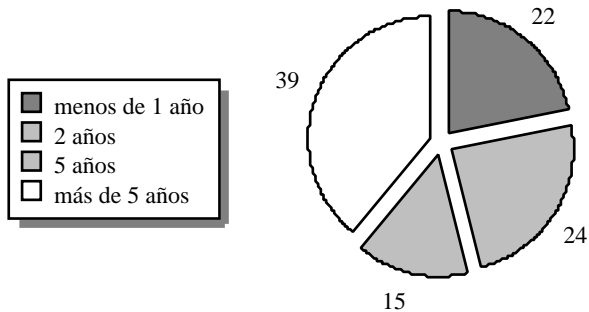


Figura 2. Años consumiendo productos de la agricultura ecológica

Esto apunta a que las motivaciones principales para consumir estos productos se refieren a que consideran que son sanos (conceptos de natural, sin química y sano, más del 60%), pues las otras opiniones no superan el 30%. El consumidor asocia estos productos con una alimentación sana, pero no se responsabiliza del ambiente.

El factor económico, como para cualquier consumidor y sobre todo en temas de alimentación, es decisivo para la extensión de este mercado. Debido a los elevados precios de los productos, es difícil que los consumidores actuales mantengan una alimentación completa con ellos (Figura 3). En estudios efectuados anteriormente (Doxa, 1991) se manifestaba que los consumidores pagarían aún más con un elevado porcentaje. Los consumidores actuales, tal vez entre otros motivos por la recesión económica, opinan mayoritariamente que no estarían dispuestos a pagar más por los productos.

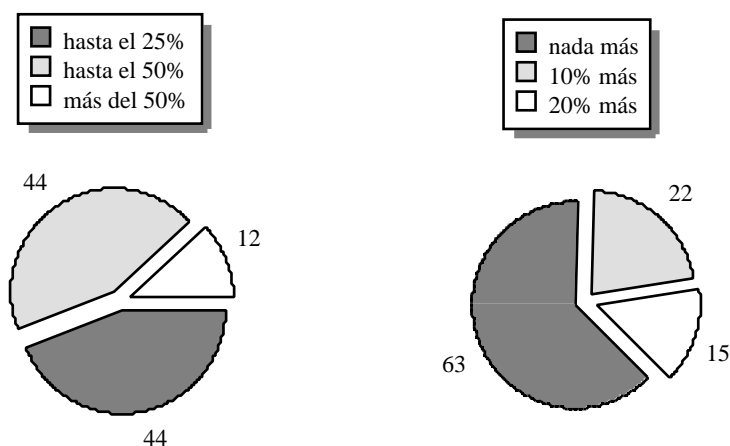


Figura 3. Influencia del factor económico en la compra de productos ecológicos. A la izquierda, porcentaje sobre el gasto en alimentación. A la derecha, cuánto más pagarían

Los productos frescos son los más apreciados por los clientes de las tiendas consultadas (Tabla 1). Muy pocos no consumen ningún tipo de fruta u hortaliza.

Tabla 1. Productos frescos consumidos habitualmente (%)

	Todos	Algunos	Nada
Hortalizas	41	39	20
Frutas	41	49	17
Cereales	27	56	17

De los productos no elaborados, la miel es el más consumido (aunque es uno de los más difíciles de obtener según las normas ecológicas, como demuestra el escaso número de certificados):

	%
Miel	88
Huevos	71
Leche	54
Carne	22
Otros	37

Los consumidores no diferencian entre manipulación natural de la miel y cría ecológica de las abejas. Esto también ocurre con los productos elaborados:

	%		%
Pan	80	Infusiones	63
Dulces	78	Lácteos	49
Zumos	68	Conservas	34
Queso	66	Vino	27
Pastas alimenticias	63	Otros	20

El pan y los dulces son los más consumidos pese a no tener la mayoría de ellos la certificación de producto ecológico.

Prefieren las frutas y hortalizas, los dulces, queso y lácteos, y los huevos. Preguntamos cuáles productos demandarían, y normalmente coinciden con los ofertados. Según las respuestas ofrecidas, esto puede explicarse porque sean los productos más conseguidos, es decir donde realmente se notan sabores “caseros y tradicionales”, así como donde el consumidor observa por sí mismo su origen ecológico.

Sus opiniones sobre las ventajas y desventajas que consideran en estos productos serán muy útiles a los distribuidores para conocer cuáles son los fallos y logros de estos productos en el mercado.

Ninguna de las ventajas que sugerimos a los consumidores ha destacado de las otras (Figura 4). La opinión de mejor sabor tiene más relevancia que en estudios anteriores, donde se considera poco importante. Es cierto que en algunos productos este aspecto no se aprecia, pero la opinión es que en general sí se nota mejor sabor.

En las desventajas sí se aprecia diferencias (Figura 5). El precio mayor y la inaccesibilidad son desventajas importantes para tener en cuenta. Son la clave del futuro desarrollo de este mercado y justifican por qué la mayoría de los consumidores no compran estos productos.

Por último pedimos algunas sugerencias acerca de estos productos:

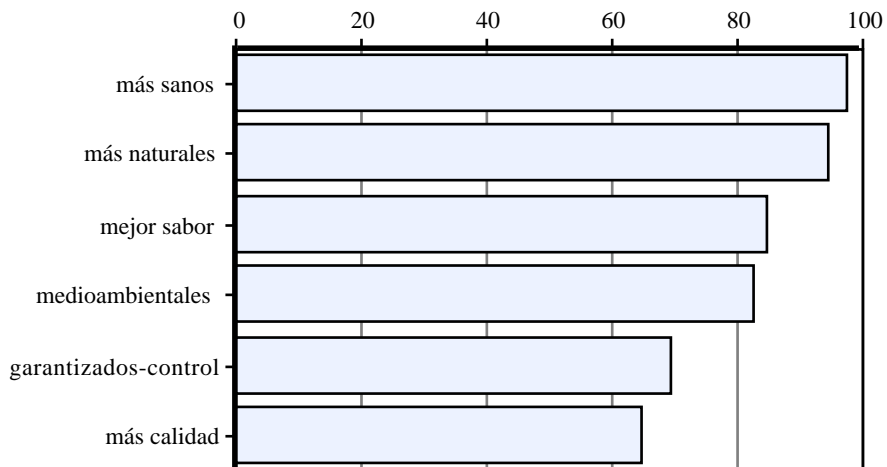


Figura 4. Ventajas consideradas por los consumidores

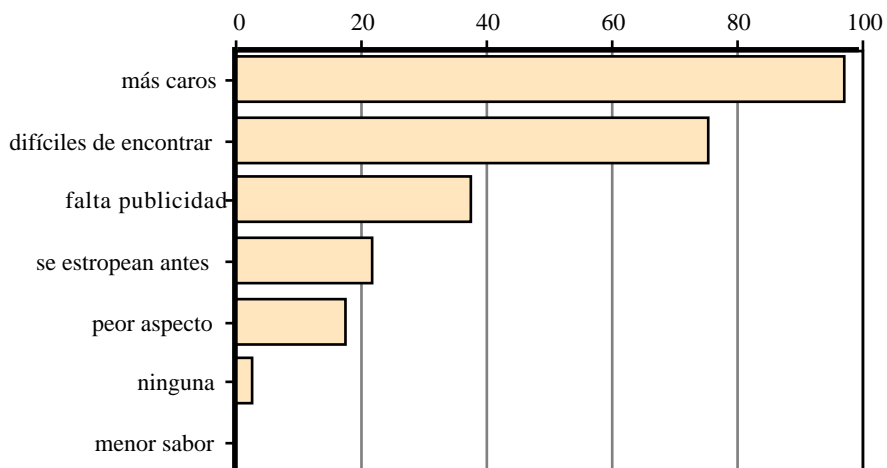


Figura 5. Desventajas consideradas por los consumidores

	%		%
Bajar los precios	49	No contesta	7
Más tiendas	39	Garantías	5
Más variedad	34	Otros	5
Conocimientos	42		

Las respuestas ponen de manifiesto, en síntesis, todos los aspectos comentados durante la entrevista: mejorar precios, información, puntos de venta, variedad.

## CONCLUSIONES

Estos resultados puedan parecer, según el punto de vista, interesantes o carentes de valor. Son informativos, orientativos, están alejados del rigor matemático, que no pretendimos en ningún momento.

A raíz de este estudio conocemos un poco quién es el consumidor habitual de los productos de la agricultura ecológica; qué sabe de esta iniciativa, qué grado de compromiso tiene y hasta cuánto está dispuesto a pagar, qué productos prefiere, qué le gusta y que le disgusta.

Las sugerencias que nos ha manifestado resumen las carencias encontradas en este mercado: más establecimientos donde adquirir estos productos, que aumenten una oferta hoy insuficiente, más información sobre los productos, y una mejora sensible de los precios.

Con estos resultados deseamos que los integrantes de este sector (agricultores, distribuidores, minoristas, etc.) puedan adecuar este mercado a las necesidades del eslabón final de esta cadena: el consumidor. Cualquier nueva iniciativa redundará en asegurar un próspero futuro a la agricultura ecológica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Comisión de las Comunidades Europeas. Environnement et qualité de la vie (1989) Bilan des connaissances et des aplicaciones de l'agriculture biologique et intérêt pour l'agriculture communautaire. Situation des pays de la CEE. Vol I-II. En *Rapport EUR 12346 FR/1*; Luxemburgo.
- Doxa S.A. (1991) Estudio sobre el mercado de productos de la agricultura ecológica. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; Madrid.
- García Peláez, R. (1994) Investigación del mercado de los productos de la agricultura ecológica en Madrid. Trabajo experimental de fin de carrera. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola; Madrid.
- Harris, E., E.L. Dorr. *Investigación de mercados*. Mc Graw-Hill.
- Ortega Martínez, E. (1989) *Manual de investigación comercial*. Ed. Pirámide.

# **Plan de utilización productiva de basura orgánica domiciliaria recogida selectivamente**

**R. Bertolino, M. Díaz, M. Toledo, L. Minniti**

*Secretaría de Extensión de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. Centro de Estudio y Acción Ambiental. Muniagurria 862, (2000) Rosario, Argentina*

## **RESUMEN**

Los objetivos del Plan son reducir la contaminación ambiental producida por la acumulación de basura domiciliaria a partir de su utilización racional, sensibilizar a la población sobre la necesidad de su participación en la ejecución de planes para mejorar su calidad de vida, poner a punto distintas técnicas de elaboración de compost y otros subproductos, y promover la producción y consumo de productos ecológicos entre las familias adheridas al Plan. Primero se realizó en marzo de 1992 una prueba piloto en tres localidades y a partir de los resultados obtenidos se amplió el Plan a otras ocho localidades, desde marzo de 1993 a marzo de 1994. En cada comunidad se composta la basura domiciliaria en platataformas independientes. La fermentación de los montones de residuos, aireados de modo natural, demanda alrededor de cinco meses. Los análisis efectuados a las muestras de abono terminado confirman su calidad, y los ensayos comparativos de rendimiento de cultivos hortícolas hacen prever que su utilización será importante para el desarrollo de una producción ecológica en la zona.

## **INTRODUCCIÓN**

La urbanización y la industrialización han modificado muchos comportamientos del ser humano moderno, entre los que destaca el aumento del consumo. La producción de infinidad de artículos y la creación de nuevas formas que los hagan más accesibles han provocado, a su vez, el aumento en la cantidad de residuos.

Cuanto más “moderna” es una sociedad, mayor es la cantidad de residuos que genera, y ésta se utiliza como índice del nivel vida de sus habitantes.

El primer inconveniente que plantea la presencia de residuos es su destino final. Los desechos acumulados a cielo abierto en sitios cercanos a los núcleos urbanos, quemados o enterrados demuestran la incompreensión que las personas tienen por el medio que les rodea.

Paralelamente con la acumulación en el tiempo, aparecen los problemas de la contaminación de la tierra, el aire y las aguas, aumentan los riesgos sanitarios para la población y las dificultades en el manejo de los crecientes volúmenes producidos. Además, no recuperar, reutilizar o reciclar los residuos constituye un despilfarro de los cada vez más escasos recursos naturales.

Como alternativa a los problemas enunciados elaboramos el experimento de selección en el origen y el posterior tratamiento de la fracción orgánica que presentamos a continuación. Los resultados obtenidos nos permiten suponer la viabilidad de la propuesta.

## MÉTODO

Tanto la “Experiencia piloto de utilización productiva de residuos sólidos domiciliarios” como el Plan posterior se realizaron en localidades rurales del sur de la Provincia de Santa Fe, que están estrechamente vinculadas con la producción agropecuaria y cuyos habitantes urbanos no superan los 15.000.

Tabla 1. Población de las localidades participantes

Localidad	Fecha de inicio	Cantidad habitantes
Sargento Cabral	Mayo 1992	1.087
Los Quirquincho	May.92-dic.93	3.269
Firmat	Mayo 1992	17.601
Bigand	Abril 1993	4.761
Peyrano	Junio 1994	2.670
Godeken	Abril 1994	1.830
Salto Grande	Abril 1994	2.330
Acebal	Mayo 1994	4.309
Carreras	Mayo 1994	2.155
Santa Teresa	Junio 1994	3.129
Chabas	Junio 1994	7.058

Primero se organizaron “grupos movilizadores” en cada localidad, constituidos con alumnos de escuelas medias y a cuyo cargo estuvo la etapa de sensibilización de la población. Se trabajó con “familias adherentes” que se empadronaron voluntariamente, y en “áreas piloto” definidas dentro de cada localidad.

Con los materiales biodegradables recolectados selectivamente se elaboró compost siguiendo el método de montones con aireación por volteos. La infraestructura solicitada a las autoridades locales para realizar el tratamiento de los residuos fue mínima, sin maquinaria alguna. En cada localidad se elaboró y ejecutó la estrategia que se evaluó más oportuna, teniendo en cuenta las características propias de su población.

## RESULTADOS

La medición de los kg totales recolectados (Tablas 2 y 3) permiten observar el importante crecimiento que el Plan ha tenido en los últimos ocho meses de 1994 debido principalmente a la incorporación de familias adherentes en las localidades de Godeken, Salto Grande, Acebal y Carreras. En las localidades de Santa Teresa y Chabas el Plan se halla en la primera etapa de sensibilización, y la recogida selectiva comenzará en septiembre de 1994.

Tabla 2. Kilogramos de basura orgánica domiciliaria recogida selectivamente en 1994

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Firmat	1.200	1.100	815	715	815	875	1.140	1.700
Sargento Cabral	1.835	1.345	1.255	1.395	1.555	1.540	2.250	1.475
Bigand	7.090	6.630	6.580	6.040	6.465	6.680	7.605	7.165
Peyrano	3.550	2.600	1.800	2.400	2.780	3.900	3.060	3.010
Godeken	-	-	-	-	-	680	7.720	7.980
Salto Grande	-	-	-	-	-	-	5.020	5.200
Acebal	-	-	-	-	-	-	-700	5.630
Carreras	-	-	-	-	-	-	-	3.320
Santa Teresa	-	-	-	-	-	-	-	-
Chabas	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	14.075	11.675	10.450	10.550	11.615	13.675	27.495	35.480

Las cantidades de residuos inorgánicos mezclados con los residuos orgánicos seleccionados por las familias adherentes, en ninguna de las localidades supera el 1,5 % del peso total, lo que nos permite evaluar la selección como muy efectiva (Tabla 4).



Tabla 3. Cantidad aproximada de familias adherentes al Plan en 1994

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Firmat	~50	~50	48	47	54	61	65	85
Sargento Cabral	81	72	61	60	60	62	64	69
Bigand	~350	~350	~350	~350	~380	~380	~400	~400
Peyrano	~200	~200	~200	~200	~200	~200	~150	~150
Godeken	-	-	-	-	-	171	~300	~300
Salto Grande	-	-	-	-	-	-	~190	~190
Acebal	-	-	-	-	-	-	~170	~300
Carreras	-	-	-	-	-	-	-	~150
SantaTeresa	-	-	-	-	-	-	-	-
Chabas	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	~681	~672	~659	~657	~694	~874	~1.339	~1.644

Se considera familia adherente la que participa en la recogida selectiva por lo menos una vez al mes.

Tabla 4. Impurezas en la recogida de basura orgánica

	Aluminio	Latas	Metal	Plást.	Trapos	Vidrio	Papel	Otros	% total
Firmat	8,9	4,8	1,6	72,6	12,1	-	-	-	0,21
Godeken	4,6	-	-	51,8	3,6	-	34,7	5,2	0,29
Bigand	0,4	2,3	0,6	66,8	10,7	7,9	8,1	3,2	1,52

En Firmat se realizó el control sobre tres recolecciones (25-27-29), en las que se detectó 0,625 kg de impurezas sobre 295 kg recolectados.

En Godeken se realizó el control sobre tres recolecciones (25-27-29), en las que se detectó 5,315 kg de impurezas sobre 1.820 kg recolectados

En Bigand se realizó el control sobre tres recolecciones (25-27-29), en las que se detectó 25,075 kg de impurezas sobre 1.645 kg recolectados. Entre las impurezas se encontraban dos pilas, cuatro frascos de medicamentos y dos agujas.

Los primeros análisis sobre metales pesados en el producto terminado, efectuados por la cátedra de Toxicología Aplicada de la Facultad de Ciencias Bioquímicas de la Universidad Nacional de Rosario por espectroscopía de absorción atómica, indican que no se superan las tolerancias admitidas internacionalmente para los mismos (Tabla 5).

Tabla 5. Partes por millón de metales pesados en muestras de abono final

Metal	Peyrano	Sargento Cabral
Zinc	106	66
Plomo	5,5	< 1
Cobre	57	26,8

En todas las muestras analizadas por la cátedra de Microbiología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, no se detectó la presencia de coliformes

El porcentaje de nitrógeno total encontrado en las muestras de producto final, en ningún caso fue inferior a 1,23 y se alcanzó en numerosas ocasiones valores superiores a 2,50.

Los valores de carbono orgánico encontrados han superado en todos los casos el 10,75 %.

Las primeras mediciones de kg producidos de hortalizas en los ensayos comparativos de rendimientos aplicando dosis de 20 t/ha de este abono, han mostrado aumentos en el rendimiento superiores al 20 %.

## CONCLUSIONES

La participación de casi 1.650 familias en el "Plan de utilización productiva de residuos sólidos domiciliarios", muchas de ellas desde hace más de dos años, y la constante incorporación de nuevas familias, nos permite evaluar como viable la propuesta.

La organización de "Comisiones de vecinos de apoyo al Plan" en algunas localidades, la incorporación de fracciones inorgánicas a la selección en origen (papel y vidrio) y la iniciación de otras actividades como consecuencia de la ejecución del Plan (viveros comunales, cultivo de frutillas sin agroquímicos, etc.), son prueba del efecto multiplicador de acciones comunitarias que se produce como consecuencia de la participación de las familias en una acción concreta en favor del ambiente.

Los primeros análisis sobre la presencia de patógenos, porcentaje de nitrógeno y porcentaje de carbono, ensayos comparativos de rendimientos, etc. nos impulsan a profundizar la investigación del proceso de elaboración del compost y la evaluación de las aplicaciones de distintas dosis del Abono resultante en producciones hortícolas.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Deffis Casso, A. (1989) *La basura es la solución*. 227 pág. Concepto.
- Bellapart Vila, C. (1988) *Agricultura biológica en equilibrio con agricultura química*. Aedos.
- Seifert, A. (1971) *Agricultura sin venenos o el nuevo arte de hacer el compost*. 170 pág. Integral.
- Meinicke, A. (1988) *Las lombrices*. 223 pág. Hemisferio Sur.
- Everett, T.H. *Manual de jardinería*.
- Varios autores (1973) *La contaminación*. Salvat
- Varios autores (1991) *Nueva Enciclopedia de la Provincia de Santa Fe*.
- INTA-MAG *Mapa de suelos de la Provincia de Santa Fe*.
- Revista CYTA n° 20. MAG.
- Revista CYTA n° 743. MAG.
- IPEC (1991) *Censo Nacional de Población y Vivienda*.

# **Situación actual y perspectivas de la agricultura ecológica en España**

**Santiago Menéndez de Luarca, Almudena Rodríguez Sánchez-Beato**

*Instituto Nacional de Denominaciones de Origen. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. c/ Don Quijote 3. 28020 Madrid*

## **INTRODUCCIÓN**

Para comprender la situación actual de la agricultura ecológica es necesario conocer los fundamentos filosóficos, sociales, económicos y políticos que han provocado la aparición y desarrollo de este modelo agrario.

La agricultura ecológica se ha clasificado como una agricultura alternativa, la más exigente en la conservación del entorno y que aplica técnicas muy precisas que exigen un conocimiento profundo del sistema agrario y de las numerosas interrelaciones que condicionan la producción.

Cuando se habla de agricultura ecológica (biodinámica, biológica u orgánica, etc.), se refleja un movimiento muy amplio con implantación muy dispar y con unas bases teóricas y filosóficas, que aunque conducen a un concepto de agricultura con unos valores y características similares, proceden en su origen de corrientes distintas, que han marcado profundamente su desarrollo y en algunos casos su implantación geográfica.

La primera corriente que surgió fue la impulsada por Rudolf Steiner, quien desde principios de siglo difundió la antroposofía, la cual considera que la ciencia no debe limitarse al mundo material sino abrirse a los mundos "suprasensibles".

Un colaborador de Steiner, Ehrenfried E. Pfeiffer, publicó en 1929 en EEUU, los principios sobre los que hoy se asienta este modelo agrario, que pasó a llamarse agricultura biocodinámica en alemán y biodinámica en inglés y francés.

Estos principios eran los siguientes:

- La finca agropecuaria es un gran organismo (de ahí el nombre de agricultura orgánica que reciben otros modelos) que debe autoabastecerse de semillas, abonos (compost) y forraje para los animales, para a su vez alimentar a la tierra.
- La tierra no es un mero suelo, no es una materia inerte: la actividad de los microorganismos vivos que transforman los elementos insolubles en elementos asimilables para las plantas, se favorece gracias al aporte de abonos fermentados ricos en humus.

- Los abonos químicos, fácilmente solubles, deben rechazarse por favorecer el desarrollo de los parásitos de las plantas.
- Los parásitos sólo aparecen cuando hay un desequilibrio en las plantas, deben combatirse rotando y asociando cultivos y mediante preparados especiales que vivifican la granja.

La segunda corriente fue la denominada agricultura orgánica, que inició en los años cuarenta Albert Howard. En su libro “Testamento agrícola”, con las directrices principales de este método, divulgó la idea de volver a una agricultura rural que diera prioridad a la fertilidad de la tierra mediante el aporte de materia orgánica compostada, no sólo para mejorar las cualidades físico-químicas de ésta sino para favorecer la resistencia de la planta a las enfermedades y los parásitos. Algunos seguidores de la agricultura orgánica extendieron estas ideas por el Reino Unido y los Estados Unidos, dando lugar a una de las asociaciones más antiguas: The Soil Association.

La tercera rama histórica la constituye la llamada agricultura biológica, desarrollada por el suizo Hans Peter Rusch y su colaborador Hans Müller. La idea principal que emerge de esta tendencia es que la Naturaleza no es todopoderosa y por lo tanto el ser humano debe asegurar su subsistencia sin dilapidar sus riquezas, empleando al máximo las que son renovables. Rusch aplicó argumentos científicos y económicos para justificar la eficacia de esta agricultura.

En los últimos años, se ha venido empleando la denominación de agricultura ecológica para definir estos modelos agrarios apoyados por los movimientos ecologistas que empezaron a destacar a principios de los años ochenta. Algunos países del entorno europeo como España, Dinamarca y Alemania emplean preferentemente este término, que intenta recoger el concepto de una agricultura integrada al máximo en el entorno natural a través de la aplicación de prácticas agrícolas y ganaderas respetuosas con el ambiente.

Así pues, la agricultura ecológica en sus distintas corrientes se originó a principios de siglo. En 1928 se creó en Alemania la Cooperativa de consumidores Brandenburg, que empleaba productos de la agricultura biodinámica.

El despegue de la agricultura ecológica se produjo a finales de los años sesenta y principios de los setenta debido a una serie de fenómenos económicos y sociales que marcaron una época sin precedentes en el mundo agrario.

El fin de la Segunda Guerra Mundial supuso para Europa un profundo cambio en la concepción del modelo agrícola tradicional, basado en el empleo de mano de obra barata y en la escasa utilización de los medios de producción.

La mecanización sustitutiva de la mano de obra y las mejores perspectivas para las poblaciones rurales que ofrecían los grandes núcleos urbanos industriales originaron el éxodo del campo a la ciudad. Esta transferencia de mano de obra provocó en el medio agrario una disminución notable de la población y un aumento del tamaño de las empresas agrarias. Al mismo tiempo se produjo un espectacular avance de las

técnicas agrícolas en mejora genética, tratamientos contra plagas, mecanización del campo, etc, que aumentan las producciones vegetales y animales. Esta llamada Revolución Verde se vio decididamente apoyada por los gobiernos europeos, que tenían que solucionar el desabastecimiento alimentario surgido de la guerra.

Una prueba indiscutible de esta preocupación por el desarrollo de una agricultura competitiva fue la Política Agrícola Común (PAC), emprendida en 1968 como consecuencia de la firma del Tratado de Roma. Este Tratado inició una novedosa visión global de la agricultura, al definir unos mecanismos e instrumentos para la aplicación de la PAC y unos objetivos que se verían cumplidos en pocos años.

En 1973 ya se había logrado un aumento de la productividad agraria del 6,7% por término medio anual, un aumento de la renta de los agricultores, seguridad en el abastecimiento, el mantenimiento de precios razonables y cierta estabilidad de mercados.

Estos logros tienen efectos claramente negativos en la economía y el ambiente.

Se producen excedentes como consecuencia de la escasa adecuación de la oferta a la demanda y por la financiación de ciertas producciones que son consideradas básicas para los agricultores europeos. Los mecanismos de financiación constituyen un círculo vicioso al seguir manteniendo el productivismo del agricultor, que planifica su actividad en función de la ayuda que va a percibir y no de la rentabilidad intrínseca de su producción y de la demanda real del mercado. La CEE trata de articular diversos mecanismos que eviten esta situación, a través de políticas de regulación de las producciones, por ejemplo imponiendo en 1979 la tasa de corresponsabilidad para la producción láctea, objetivos de producción en 1980, la cuota de la leche o los estabilizadores.

El deterioro del ambiente agrario que se produce por la práctica de una agricultura intensiva y paradójicamente mal planificada. El agricultor aplica prácticas agrícolas intensivas, que se traducen en el resurgimiento de nuevos problemas que restan eficacia a la actividad agrícola. Aparecen plagas resistentes, se pierde a ojos vistas el patrimonio genético en favor de variedades y razas muy seleccionadas y exigentes, se contamina las aguas de muchas regiones europeas con nitritos... Son ejemplos de la realización de una agricultura poco racional, que además de contaminar despilfarra recursos.

En la Europa desarrollada, y como consecuencia de los problemas enunciados antes, se produce un cambio notable en la mentalidad y el enfoque de la PAC. Así el Libro Verde de la Comisión, de 1985, habla ya de la necesidad de una agricultura capaz de garantizar la conservación del entorno socioeconómico y natural.

Otras instancias se hacen eco de esta nueva visión, y el Parlamento Europeo dicta en 1986 una resolución sobre agricultura y ambiente donde de manera clara se aboga por la necesidad de introducir una etiqueta de calidad para la comercialización de los productos ecológicos, el fomento de granjas experimentales y la mejora de la información y formación del agricultor ecológico.

Poco más tarde, la Comisión inicia los trabajos con los distintos Estados miembros para desarrollar una norma para la Unión Europea que plasme las ideas políticas de las distintas instituciones y gobiernos comunitarios. Todos estos trabajos culminan en el actual Reglamento CEE N° 2092/91 del Consejo, de 24 de junio de 1991, sobre producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios.

Antes de la aprobación del Reglamento, Francia, Dinamarca y España habían regulado ya legalmente la producción ecológica. En 1980 la Asamblea francesa votó la Ley de Orientación Agrícola, en cuyo artículo 14 señalaba que las normas de la producción de la agricultura que no utiliza productos químicos de síntesis se homologarían por una orden del Ministerio de Agricultura. El Decreto de 10 de marzo de 1981 relativo a la homologación de las normas, definió las condiciones básicas que debían reunir éstas.

Dinamarca, a raíz de un escalofriante informe oficial publicado en 1984 sobre los graves efectos que tenía la agricultura intensiva sobre el ecosistema marino, promulgó, en junio de 1987, la Ley relativa a la producción agrícola ecológica. El Estado danés tiene mayor peso en el control de la producción ecológica que el francés, donde se ha ejercido siempre por organismos y asociaciones privadas.

En España el Real Decreto 759/1988, de 15 de julio, incluyó los productos agroalimentarios obtenidos sin el empleo de productos químicos de síntesis en el régimen de denominaciones de origen, específicas y genéricas establecido en la Ley 25/1970, de 2 de diciembre, para crear el marco legal adecuado para que posteriormente se aprobase el Reglamento de la Denominación Genérica “Agricultura Ecológica” y su Consejo Regulador.

### **La situación actual**

El Real Decreto 1852/1993, de 22 de octubre, sobre producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios, estableció que el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación ratificará las normas dictadas por las Comunidades Autónomas que determinen o establezcan los requisitos de los productos que lleven indicaciones referentes al método de producción ecológico en el etiquetado, en la publicidad o en los productos comerciales y que se ajusten al reglamento comunitario 2092/91.

El objetivo fundamental de esta disposición es que las Comunidades Autónomas ejerzan las competencias de control de la producción ecológica que ya tenían por sus Estatutos de Autonomía, y crea un marco jurídico armónico para acometer con eficacia los compromisos que establece el Reglamento CEE.

El citado Real Decreto establece que el MAPA aprobará un logotipo que como símbolo nacional podrá ser empleado voluntariamente por los operadores en el etiquetado de estos productos. Este logotipo todavía no está definido ya que se quiere llegar a un consenso con las Comunidades Autónomas.

Esta disposición también crea la Comisión Reguladora de la Agricultura Ecológica, como un órgano colegiado adscrito al MAPA para el asesoramiento en esta materia. El Decreto determina una estructura primaria y su función principal, por lo que está pendiente la promulgación de una orden ministerial que complete su composición de forma pormenorizada y su sistema de funcionamiento. Con este órgano se quiere crear un foro donde, tanto el sector como los consumidores, la Administración Central y las Comunidades Autónomas puedan participar en todas aquellas materias que afectan a la agricultura ecológica, como por ejemplo normas técnicas y de control, legislación, promoción, protección de los consumidores, mercado, investigación y desarrollo, etc.

Se ha tratado de configurar un sistema de funcionamiento flexible, donde se puedan crear grupos específicos de carácter permanente para que emitan informes que posteriormente se debatirán en el seno del pleno de la Comisión y que permitan un funcionamiento lo más ágil y eficaz posible.

La función de la Comisión Reguladora dependerá de las inquietudes e intereses del propio sector, que será quien deba hacer de ella un órgano con un cierto peso específico y un instrumento operativo para el desarrollo de la agricultura ecológica.

En estos momentos hay dos Comunidades Autónomas que ejercen el control: Andalucía y Valencia. El proceso de ratificación de las normas está muy avanzado en Valencia, Baleares, Cataluña, algo menos en Aragón, Andalucía y Navarra, y en fase de primeras consultas en el País Vasco, Canarias, Castilla y León y Madrid.

Se prevé que en un futuro no muy lejano todas las Comunidades Autónomas ejerzan el control por el sistema previsto en el Reglamento CEE, es decir, a través de una o varias autoridades de control y/u organismos privados autorizados y supervisados por una autoridad competente. Hasta el momento las Comunidades Autónomas que han enviado proyectos de normas para su ratificación se han erigido en autoridades de control únicas.

Para evitar un vacío jurídico se ha previsto que por el momento el CRAE siga ejerciendo el control en las Comunidades Autónomas donde éstas no hayan optado por aplicar el Reglamento CEE.

Respecto a la norma de la CEE, en los últimos meses estamos negociando en Bruselas aspectos muy importantes que afectan a temas relacionados con la certificación, el etiquetado, el empleo de semillas y material de reproducción y productos fitosanitarios.

Las nuevas modificaciones del Reglamento pueden suponer una mejora notable en la calidad de estos productos y un etiquetado que proporcione una información más correcta al consumidor. Muchos de los Estados miembros abogan porque el porcentaje mínimo de ingredientes agrícolas ecológicos en el artículo elaborado se



eleve del 50% actual al 70% (que cualquier producto etiquetado como ecológico contenga como mínimo un 70% de ingredientes agrarios procedentes de esta agricultura). También se quiere que los productos ecológicos puedan llevar en su etiqueta un logotipo de forma similar al previsto para los productos industriales.

Ha habido algunas reuniones sobre las normas para la producción animal y la vinificación. La Comisión tiene intención de presentar la propuesta para los productos animales antes del 3 de junio de 1995 a pesar de que bastantes Estados Miembros, entre ellos España, desearían una fecha más cercana.

La evolución de la producción agraria ecológica en Europa parece ser distinta según los países. En la CEE el número de hectáreas dedicadas a la agricultura ecológica desde 1985 hasta 1993 se ha multiplicado por cuatro: de menos de 100.000 hectáreas en 1985 a cerca de 400.000 en 1993. Existen además marcadas diferencias entre los países: Alemania tiene cerca de 160.000 ha a principios de 1994, Francia 100.000, Italia 60.000, Reino Unido 20.000, Dinamarca 14.000, Holanda y España con alrededor de 10.000 ha. El resto de los países poseen unas superficies inferiores a las 3.000 ha.

En 1993 los países de la EFTA (Austria, Noruega, Suecia, Suiza y Finlandia) tenían 160.000 y los Países del Este 30.000 ha. Se prevé que estos últimos experimenten un notable aumento debido, entre otras causas, a la proximidad de importantes mercados como el alemán o el austriaco.

Las ayudas que los Estados miembros van a desarrollar en torno a este sector mediante el Reglamento CEE 2078/1992 del Consejo, sobre métodos de producción agraria compatibles con las exigencias de protección del ambiente y la conservación del espacio natural, podrían aumentar en los próximos años la superficie comunitaria dedicada a agricultura ecológica.

Parece que todos los países van a dedicar parte de las ayudas previstas en el Reglamento subvencionando, a través de una prima anual por hectárea, el período de transformación a la agricultura ecológica, como en el Reino Unido. En otros la ayuda se extenderá también tras este período, como España (hasta un máximo de 5 años) y Francia y Alemania en algunas regiones.

Estas ayudas unidas a otros programas de carácter ambiental (programa Life, por ejemplo) para proyectos de carácter regional, así como las nuevas disposiciones comunitarias como el Reglamento 2085/93 por el que se regula el Reglamento 4256/88 que establece normas para la aplicación del Reglamento CEE 2052/88 sobre el Fondo de Orientación y Garantía Agrícola, sección Garantía, permitirán el desarrollo de una agricultura e industria que sea respetuosa con su entorno, y por ende el desarrollo de la agricultura ecológica.

## **Perspectivas de la agricultura ecológica en Europa**

Es difícil predecir cuál será la evolución de la agricultura ecológica en los próximos años, sin embargo existen algunos datos antes citados que permiten suponer que al menos en algunos países este sector seguirá creciendo. En España por ejemplo, las Comunidades Autónomas servirán de impulsores de esta agricultura y es posible que la superficie y el número de agricultores ecológicos siga aumentando, si bien no es probable que lo haga de forma tan rápida como en los tres últimos años, en que se ha pasado de 346 agricultores y 4.235 ha en 1991 a 753 agricultores y 11.674 ha en 1993.

Es probable que los mayores crecimientos se verifiquen en los Países del Este y en aquellos países que han empezado a desarrollar este modelo agrícola más tardíamente como en España, Grecia o Portugal.

Según un estudio de 1992 del Landell Mills Commodities Studies belga en siete países europeos, España cuenta con uno de los mayores porcentajes de terreno libre de contaminación que favorece el cultivo ecológico. Andalucía y Extremadura cuentan con mayores zonas aprovechables que Cataluña, Valencia y Murcia, más afectadas por el uso de plaguicidas.

Además habría que tener en cuenta que en nuestro país todavía se conserva un patrimonio genético importante en razas animales de bovino, ovino y caprino, y existe la única raza porcina europea en régimen extensivo. Los cultivos más tradicionales como el olivar y el viñedo se han desenvuelto integrados en su entorno. Prácticas en el viñedo como la prohibición del riego y la elección de variedades autóctonas, o de amplia presencia temporal en el territorio, unidas a un clima que exige pocos tratamientos fitosanitarios y da un fruto con una riqueza glucométrica que no necesita manipulaciones en su elaboración posterior, son fácilmente cumplibles por nuestra agricultura, frente a la de otros países de nuestro entorno comunitario.

Para la demanda del producto ecológico en el mercado será un factor esencial la mayor concienciación ambiental de los consumidores actuales, especialmente los jóvenes, y la capacidad que tenga el sector para introducirse en los puntos de venta accesibles al consumidor.

En un estudio realizado en 1991 por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación sobre la comercialización de los productos de la agricultura ecológica en España, se señalaba que estaba surgiendo un consumidor potencial en la clase social media y media-alta, que en poco tiempo podría demandar estos productos siempre que se comercializasen en los puntos de venta habituales y que estuvieran garantizados. El precio no era un factor determinante ya que el 48% de las personas encuestadas estaban dispuestas a pagar hasta un 10% más, y el 20% hasta un 20% más.

Es evidente que en muchos países no se ha alcanzado la cuota de consumo, porque es manifiesto el desconocimiento de sus propiedades por parte del consumidor.

En algunos países europeos este tipo de productos se vende en establecimientos habituales, con lo cual son fácilmente accesibles. En España se han comenzado a introducir lentamente en grandes superficies que quieren ofrecer una gran variedad de productos, y están en marcha iniciativas para introducirlos en galerías y mercados municipales. Sin embargo, la distribución en España es un aspecto pendiente e irá mejorando en la medida en que el número de agricultores aumente y se logre una masa crítica que permita acometer proyectos empresariales viables, al reducirse los costos de distribución.

La agricultura ecológica se encuentra en línea con la orientación actual de la PAC, que ha sufrido desde 1992 un profundo cambio de valores en la concepción de las actividades económicas relacionadas con la agricultura, al introducir políticas y requerimientos ambientales en todas sus actuaciones. Hoy los aspectos jurídicos y políticos están estrechamente ligados al desarrollo de una política ambiental, por lo que el desarrollo de producciones que mantengan la población rural en su entorno y contribuyan a un menor despilfarro de los recursos y a una disminución de la contaminación del medio agrario serán potenciadas en los años venideros por los gobiernos y dirigentes europeos, que se han dado cuenta de la necesidad imperiosa de una planificación en este sentido.

# **Situación actual y perspectivas de la agricultura ecológica en Europa**

**Patrice Bailleux**

*Programa de Agricultura Ecológica. Dirección General VI. Comisión de la Comunidad Europea. Rue de la Loi 200. B-1049 Bruselas*

## **INTRODUCCIÓN**

El concepto de agricultura ecológica es el resultado de una larga evolución. Durante la primera mitad de nuestro siglo se desarrollaron, principalmente en los países del norte de Europa, diversos movimientos influidos o inspirados por consideraciones filosóficas, económicas o políticas. Así nacieron la agricultura biodinámica en Alemania, la agricultura orgánica en el Reino Unido o la agricultura biológica en Suiza.

A partir de los años sesenta surgieron numerosas organizaciones o asociaciones bajo la bandera de la producción ecológica. Varios factores explican esta efervescencia, que provocó la atomización del sector y le dio una enorme heterogeneidad. La aparición del movimiento ecologista, las movilizaciones estudiantiles, los proyectos alternativos y, por supuesto, los intereses comerciales, dieron origen a numerosas escuelas y denominaciones.

Un consumidor interesado por este tipo de producción que viaje por Europa se verá ante una situación muy compleja, que se refleja en las denominaciones utilizadas en cada país para el sector: en francés, italiano, portugués, griego y holandés se utiliza el término biológico; en español, alemán y danés se prefiere ecológico; en inglés dicen orgánico.

En 1991, el Consejo Europeo adoptó el Reglamento (CEE) n° 2092/91 que, aunque actualmente limitado a los productos agrícolas de origen vegetal, constituye una etapa decisiva en el reconocimiento oficial del sector, tanto desde el punto de vista legislativo como administrativo o político, frente al público en general: crea unas normas comunes para todos los productores y una vigilancia y armonización de la presentación de los productos.

## **Importancia económica del sector de la agricultura ecológica en Europa**

El Reglamento citado obliga a los agentes económicos a notificar su actividad y someterse a la vigilancia de los Estados miembros. Gracias a esta obligación es

posible definir la situación exacta del sector mediante una revisión anual. Anteriormente este inventario sólo tenía carácter indicativo, al no poderse comparar los datos entre los países de la Unión Europea.

En 1992, primer año de las notificaciones, los datos sobre productores por Estado miembro fueron los siguientes: Alemania 4.794; Bélgica 151; Dinamarca 804; España 562; Francia 3.235; Grecia 75; Irlanda 150; Italia ~3.000; Luxemburgo 13; Países Bajos 433; Portugal 36; Reino Unido 737. 14.000 productores en total. Los datos de 1993 indican un aumento en Alemania (6.690), Bélgica (168) e Italia (3.800); Irlanda (150); disminución en Dinamarca (660) y probablemente en Francia (no hay cifras). En términos generales se habría duplicado el número de productores desde 1987 (según Lampkin había 7.500).

El CRABE, en 1993, ofreció datos de distintas fuentes, según las cuales las superficies se han cuadruplicado entre 1987 y 1993, y superan actualmente las 400.000 ha en la Comunidad. Estos datos no están armonizados y en algunos países se derivan de encuestas, no obstante ofrecen una buena visión de la importancia de este modo de producción.

En la venta y comercialización de los productos ecológicos, se calcula que la cuota de mercado actual ronda el 0,5 % del mercado de los productos agrícolas en todos los países de la Comunidad, con grandes variaciones de unos países a otros. Las cifras de B. Sylvaner para 1992 atribuyen un 0,1% a Italia y un 0,8% a Alemania, con valores intermedios del 0,2% en Francia y del 0,3% en el Reino Unido. Los distintos datos indican que los productos con mayor presencia son frutas, hortalizas y cereales. Siguen aceites, vino y lácteos. La carne es aún muy escasa.

Los análisis del mercado convergen en que las perspectivas para el futuro son generalmente favorables: para el año 2000 se calcula que los productos ecológicos con arreglo a las normas vigentes alcanzarán un 2,5%.

La venta de productos ecológicos se viene realizando principalmente de forma directa del productor al consumidor

## **Perspectivas**

El contexto económico general actual es favorable al auge de la agricultura ecológica. Tres factores concretos permiten ilustrar y reforzar esta afirmación.

– La Política Agrícola Común debe realizar importantes ajustes de sus mecanismos, principalmente debido a la producción de grandes cantidades de excedentes que resultan un lastre para el presupuesto de la Comunidad. Algunas medidas de reequilibrio de los mercados se basan en disposiciones que, como la retirada de tierras de la producción, requieren un importante cambio de mentalidad en el sector agrario.

Entre las soluciones propuestas por la Comunidad podemos citar dos orientaciones no sólo compatibles con la agricultura ecológica, sino muy próximas a ella: por una parte, la diversificación de la producción, que rebasa el ámbito agrario para integrar otras actividades económicas; por otra, el desarrollo de una política de calidad para ofrecer al consumidor productos con características especiales.

- Desde hace algunos años se viene observando que la sociedad europea concede gran importancia al ambiente. La agricultura no es ajena a esta situación, particularmente debido a los perjuicios que se derivan de ciertas prácticas agrícolas “clásicas”, como la progresiva esterilización de determinadas tierras a raíz de la acumulación de plaguicidas y abonos químicos; la destrucción de la tierra por la pérdida de materia orgánica y la compactación que produce la mecanización intensiva; la erosión por el agua y el viento, como con sus avalanchas, inundaciones, etc.; el empobrecimiento en la diversidad de las especies debido a la acción de los plaguicidas en la flora y la fauna; la desestructuración del paisaje a causa de las políticas de concentración parcelaria y de intensificación, cuando se elimina setos y abrigos diversos, se instala el monocultivo en grandes extensiones, etc.; la descomposición del tejido social en el medio rural por la drástica reducción del empleo agrario en determinadas comarcas.
- El consumo de productos agrícolas, por su parte, ha evolucionado en los últimos años en el sentido de que el consumidor se inclina cada vez más por productos de calidad, noción que cubre realidades bastante diversas vinculadas con la autenticidad, las cualidades gustativas, el modo de producción y la ausencia de residuos. Para atender a las obligaciones y exigencias de la industria agroalimentaria, basadas en la normalización, la reducción de los costes de producción y la homologación, los productores tendieron a desarrollar productos industriales renunciando a menudo a las características “naturales” de los productos. Las consecuencias son pérdida de sabor, presencia de residuos de plaguicidas y hormonas, el refinado y la uniformización de los alimentos.

Al tomar conciencia de esta situación y disponer de una información cada vez más completa sobre la relación entre nutrición y salud, los consumidores europeos pusieron en tela de juicio sus hábitos de consumo y prestaron más atención a la composición de los productos elaborados y a su modo de obtención. Los consumidores de productos ecológicos son cada vez más numerosos. Según la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica IFOAM, los consumidores potenciales de estos productos representan en Francia un 27% del total.

Las motivaciones y expectativas de los consumidores se han intentado analizar en una serie de trabajos y estudios. De esos análisis se desprenden diversas constantes, principalmente en lo que respecta a la evolución de la demanda.

Hasta ahora los consumidores de productos ecológicos eran sobre todo profesionales superiores y justificaban su elección en expectativas y exigencias en cuanto a la forma de producción. Estas personas, menos del 10% del total de los consumi-

dores, aceptaban precios del 25 al 35% superiores a los de los productos convencionales. Con la crisis económica, la demanda de productos ecológicos procede de profesionales medios, generalmente más jóvenes, que se interesan más por las cualidades intrínsecas del producto final, como la ausencia de residuos. La diferencia de precio es determinante: se tolera, como máximo, el 20% de suplemento con respecto a los productos convencionales. Esta nueva categoría de consumidores potenciales es el 20% de la población.

- Cualesquiera que sean las hipótesis previas para analizar la evolución de la demanda de productos ecológicos, el margen de crecimiento potencial es muy importante, ya que hemos de tener presente que la cuota de mercado de estos productos se evalúa actualmente en un 0,5% del mercado de los productos agrícolas.

### **La norma comunitaria**

Como he mencionado, la adopción del Reglamento del Consejo (CEE) n° 2029/91, de 24 de junio de 1991, representó una etapa decisiva en el reconocimiento oficial de la agricultura ecológica a escala europea e incluso mundial.

El Reglamento establece los principios generales de esta forma de producción y las normas que deben aplicarse para la elaboración, la venta y la importación de los productos ecológicos.

La norma básica se completó en 1992 y 1993 con distintos reglamentos de la Comisión dirigidos a concretar algunos aspectos para su aplicación. Estas disposiciones se establecieron previa consulta a los Estados miembros en el Comité Permanente de Agricultura Ecológica.

Las disposiciones formalizan el reconocimiento del sector, establecen unas normas comunes para todos los agentes económicos que ejerzan su actividad en el marco de la agricultura ecológica, y garantizan una presentación clara de los productos ecológicos para los consumidores, con el fin de impedir una serie de abusos observados hasta entonces.

En lo sucesivo, la utilización del término “ecológico” en las etiquetas y en la publicidad de los productos agrarios y alimenticios queda reservado, en la Comunidad, a los productos obtenidos de acuerdo con los principios de producción y las normas de elaboración definidos en el Reglamento comunitario. Esta protección específica afecta al término “biologique” en francés, y a sus versiones en griego, italiano, irlandés y portugués. El término “organic” queda protegido en inglés, y el término “ecológico” en español, danés y alemán.

El Reglamento se aplica actualmente tan sólo a los productos agrarios vegetales no elaborados (frutas y hortalizas, cereales, etc.) y a los productos destinados a la alimentación humana compuestos básicamente por ingredientes de origen vegetal (pan, galletas, etc.).

En relación con las producciones animales, hasta que se adopte una norma comunitaria, seguirán aplicándose las disposiciones nacionales existentes. En su última propuesta de modificación del Reglamento, la Comisión ha previsto presentar una propuesta en este ámbito antes del 1 de julio de 1995 (COM(93)558).

### **Principios de producción ecológica definidos por el Reglamento (CEE) n°2092/91, en particular en su Anexo 1**

- La fertilidad y la actividad biótica de la tierra deberán mantenerse mediante el cultivo de leguminosas, abono verde o plantas de raíz profunda, con arreglo a un programa de rotación plurianual y mediante la incorporación al terreno de abonos orgánicos (procedentes de compost u otros) obtenidos de residuos procedentes de haciendas cuya producción se atenga a las normas de producción ecológica. Algunos subproductos ganaderos, como el estiércol, se podrán utilizar si proceden de granjas que cumplan la norma nacional de producción ecológica. Si los medios mencionados no fueran suficientes para asegurar la adecuada nutrición de los vegetales y el equilibrio mineral de la tierra, y en consecuencia fueran necesarias aportaciones complementarias, podrá utilizarse una cantidad limitada de abono orgánico o mineral. Éstos deberán figurar en la lista de productos del Anexo II A del Reglamento, que se refiere básicamente a los abonos orgánicos y minerales naturales poco solubles (Tabla 1).
- La protección de las plantas contra los parásitos y enfermedades y la eliminación de las hierbas se efectuará mediante técnicas que permitan evitar la utilización de plaguicidas: selección de especies que presenten una resistencia natural, programa apropiado de rotación de cultivos, medios mecánicos de cultivo, quema de las hierbas, protección de los enemigos naturales de los parásitos. En caso de peligro inmediato que amenace al cultivo, podrá utilizarse algunos productos fitosanitarios, que figuran en la parte B del Anexo II del Reglamento (Tabla 2). Esta lista incluye productos que se utilizaban normalmente en la agricultura ecológica antes de haberse adoptado el Reglamento comunitario. Aunque establece criterios estrictos para el futuro, la normativa permite mantener las prácticas utilizadas en este ámbito.
- La recolección de los vegetales que crecen de forma espontánea en zonas naturales, bosques y zonas agrarias se asimila a un método de producción ecológica.
- Al pasar de una agricultura convencional a una agricultura ecológica, el periodo mínimo de transformación será de dos años (antes de la siembra) para los cultivos anuales, y de tres años (antes de la primera recolección) para los cultivos plurianuales distintos de los prados. Estos plazos podrán aumentarse o reducirse en función de los antecedentes de cultivo.



Tabla 1. Productos autorizados en la agricultura ecológica para el abonar mejorar la tierra (Parte A del Anexo II del Reglamento)

Estiércol de granja y gallinaza  
Estiércol líquido y orina  
Paja  
Turba  
Compost utilizado para el cultivo de hongos y la cría de lombrices  
Compost de restos vegetales  
Productos animales elaborados procedentes de mataderos y de la industria del pescado  
Subproductos orgánicos de productos alimenticios y de la industria textil  
Algas y derivados  
Serrín, cortezas vegetales y residuos de madera  
Cenizas de madera  
Fosfato mineral natural  
Fosfato mineral aluminio-cálcico  
Escorias Thomas o de desfosforación  
Mineral potásico  
Sulfato de potasio (necesidad reconocida por el organismo de control)  
Roca caliza  
Creta  
Mineral de magnesio  
Mineral magnesio y calcio  
Sulfato de magnesio (sal de Epsom) natural  
Yeso (sulfato de calcio natural)  
Oligoelementos (boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, cinc) (necesidad reconocida por el organismo de control)  
Azufre (necesidad reconocida por el organismo de control)  
Rocas en polvo

El período de transformación y las limitaciones para la comercialización de los productos agrarios obtenidos durante dicho período afectarán únicamente a los agricultores que lleven como mínimo dos años respetando los principios de la agricultura ecológica.

### **Elaboración de los productos agrarios ecológicos en productos alimenticios**

Es indudable que el consumidor que compra productos alimenticios que llevan indicaciones relativas al método de producción ecológica, busca una calidad que va ligada al carácter natural del producto. Por ello, la norma comunitaria ha limitado

Tabla 2. Productos autorizados en la agricultura ecológica para el control de parásitos y enfermedades (Parte B del Anexo II del Reglamento).

Preparados a base de pelitre extraídos de *Chrysanthemum cinerariaefolium*  
que contengan eventualmente elementos sinérgicos  
Preparados a base de *Derris elliptica*  
Preparados a base de *Quassia amara*  
Preparados a base de *Ryania speciosa*  
Propóleo  
Tierra de diatomeas  
Polvo de roca  
Preparados a base de metaldehído que contengan un repulsivo contra las especies  
animales superiores utilizados en las trampas  
Azufre  
Caldo bordelés  
Caldo borgoñón  
Silicato de sodio  
Bicarbonato de sodio  
Jabón potásico  
Preparados a base de feromonas  
Preparados a base de *Bacillus thuringiensis*  
Preparados a base de granulovirus  
Aceites vegetales y animales  
Acite de parafina

considerablemente los ingredientes de origen no agrario (aditivos varios, minerales, aromatizantes, etc.) y los auxiliares tecnológicos que puedan resultar indispensables para la preparación de productos alimenticios a partir de productos agrarios ecológicos (Tablas 3 y 4). En este ámbito, hay que hallar un punto de equilibrio adecuado entre las expectativas de los consumidores que desean obtener productos naturales y las exigencias de la técnica de la preparación y comercialización de una gama suficientemente amplia de productos alimenticios presentados con la denominación de “ecológicos”.

Es evidente que los procesos de acondicionamiento y de elaboración en el sector ecológico han de respetar la legislación comunitaria general o, en su defecto, las disposiciones nacionales sobre productos alimenticios.

El Reglamento (CEE) n° 2092/91 prohíbe recurrir a tratamientos ionizantes en la preparación de productos ecológicos. Por otra parte en el sector de la producción ecológica no es posible utilizar microorganismos modificados genéticamente, que se emplean de forma habitual en los procesos de elaboración de los productos alimenticios convencionales.

Tabla 3. Lista de ingredientes de origen no agrario permitidos por la norma comunitaria en la preparación de productos alimenticios (Parte A del Anexo VI del Reglamento)

**A.1.** Aditivos alimentarios, incluidos los vehículos (CE = condiciones específicas)

E 170 Carbonato de calcio	E 407 Carragenatos
E 270 Ácido láctico	E 410 Goma de algarrobo
E 290 Dióxido de carbono	E 412 Goma guar
E 296 Ácido málico	E 413 Goma de tragacanto
E 300 Ácido ascórbico	E 414 Goma arábica
E 306 Extracto rico en tocoferoles (CE: antioxidante para grasas y aceites)	E 415 Goma xanthana
E 322 Lecitinas	E 416 Goma karaya
E 330 Acido cítrico	E 440(i) Pectina
E 333 Citrato de calcio	E 500 Carbonato de sodio
E 334 Acido tartárico [L (+)-]	E 501 Carbonato de potasio
E 335 Tartrato de sodio	E 503 Carbonato de amonio
E 336 Tartrato de potasio	E 504 Carbonato de magnesio
E 341(i) Ortofosfato monocalcico (CE: gasific. para harinas fermentadas)	E 516 Sulfato de calcio (CE: vehículo)
E 440 Ácido alginico	E 524 Hidróxido de sodio (CE: para el tratamiento superficial de langengeback, una galleta regional de Alemania)
E 401 Alginato de sodio	E 938 Argón
E 402 Alginato de potasio	E 941 Nitrógeno
E 406 Agar	E 948 Oxígeno

**A.2.** Aromatizantes con arreglo a la Directiva 88/388/CEE

Sustancias y productos definidos en el punto i) de la letra b) y en la letra c) del apartado 2 del artículo 1 de la Directiva 88/388/CEE, y etiquetados como sustancias aromatizantes naturales o preparados aromatizantes naturales, con arreglo a la letra d) del apartado 1 y al apartado 2 del artículo 9 de dicha Directiva.

**A.3.** Agua y sales

Agua potable

Sal (que tenga como componentes básicos el cloruro de sodio o el cloruro de potasio), utilizada normalmente en la elaboración de alimentos.

**A.4.** Preparados a base de microorganismos

– Todos los preparados a base de microorganismos habitualmente empleados en la elaboración de alimentos, a excepción de los microorganismos modificados genéticamente definidos en el apartado 2 del artículo 2 de la Directiva 90/220/CEE.

– Microorganismos modificados genéticamente definidos en el apartado 2 del artículo 2 de la Directiva 90/220/CEE: En caso de que se incluyan en este punto de conformidad con el procedimiento establecido en el artículo 14 (actualmente no se incluye ningún organismo).

**A.5.** Minerales (incluidos los oligoelementos) y vitaminas

Sólo están autorizados en la medida en que su utilización sea exigida por la ley en los productos alimenticios a los que se incorporen.

Tabla 4. Lista de auxiliares técnicos y otros productos que pueden utilizarse para la elaboración de los productos agrarios ecológicos (Parte B del Anexo VI del Reglamento (CEE) n° 2029/91)

<i>Nombre</i>	<i>Condiciones específicas</i>
Agua	Agente coagulante
Cloruro de calcio	
Carbonato de calcio	
Hidróxido de calcio	
Sulfato de calcio	Agente coagulante
Cloruro de magnesio (o nigari)	Agente coagulante
Carbonato de potasio	Desecado de uvas
Carbonato sódico	Reguladores de acidez en la industria azucarera
Ácido sulfúrico	Id. y tratamiento de aceitunas verdes
Hidróxido de sodio	
Dióxido de carbono	
Nitrógeno	
Etanol	Disolvente
Acido tánico	Clarificante
Albúmina de clara de huevo	
Caseína	
Gelatina	
Cola de pescado	
Aceites vegetales	Agente engrasante o desmoldeador o antiespumante en la industria azucarera
Gel de sílice o solución coloidal de dióxido de silicio	
Carbón activado	
Talco	
Bentonita	
Caolín	
Tierra de diatomeas	
Perlita	
Cáscaras de avellana	
Harina de arroz	
Cera de abejas	Desmoldeador
Cera de carnauba	Desmoldeador

Preparados a base de microorganismos y enzimas

– Todos los preparados a base de microorganismos y de enzimas habitualmente empleados como auxiliares técnicos en la elaboración de alimentos, a excepción de los microorganismos modificados genéticamente definidos en el apartado 2 del artículo 2 de la Directiva 90/220/CEE.

– Microorganismos modificados genéticamente definidos en el apartado 2 del artículo 2 de la Directiva 90/220/CEE: en caso de que se incluyan en este punto de conformidad con el procedimiento establecido en el artículo 14 (actualmente no se incluye ningún organismo).

## Control

Cada agente económico, sea productor agrario, elaborador o importador, que en el marco de una actividad comercial ponga en el mercado productos agrarios o productos alimenticios obtenidos por el método de producción ecológica, debe notificar su actividad a la autoridad competente del Estado miembro de que se trate. Además, ha de someterse al régimen de control establecido por el Estado miembro. Este último podrá elegir una o varias autoridades públicas u organismos privados autorizados. Una autoridad de supervisión, que será designada por el Estado miembro, será responsable de la verificación y la objetividad de los controles efectuados por los organismos de control.

Cada producto ecológico sólo podrá comercializarse bajo esa denominación después de efectuados el control y la verificación.

Las disposiciones del control y las exigencias que debe cumplir cada agente económico se indican de forma muy detallada en la norma comunitaria, en particular en el Anexo III del Reglamento (CEE) n° 2092/91.

El organismo de control elaborará una descripción completa de la empresa agraria cuando empiece a aplicarse el régimen de control. Posteriormente, el productor deberá notificar cada año al organismo de control su programa de cultivos en cada parcela.

Deberá llevarse una contabilidad detallada, tanto de las materias primas compradas como de los productos agrícolas vendidos. Esta contabilidad deberá reflejar las cantidades, la identificación precisa, el origen y el destino de los productos de que se trate.

En caso de que en una misma empresa agraria exista una producción ecológica y una producción convencional, será obligatorio separar completamente las parcelas y los lugares de almacenamiento de los dos tipos de producción. No podrá cultivarse mediante ambos sistemas variedades idénticas. El control se efectuará sobre toda la empresa y en consecuencia afectará también a la parte cultivada convencionalmente.

A las empresas de elaboración y de envasado de los productos ecológicos se les aplicará los mismos principios de identificación, seguimiento y contabilidad. La contabilidad servirá para que el organismo de control pueda comprobar el origen de los productos utilizados, así como el resultado del proceso de elaboración.

Si en la empresa de elaboración estuviera prevista una elaboración de productos agrarios convencionales, será obligatorio disponer de lugares de almacenamiento diferentes, y el proceso deberá realizarse por series completas, separadas en el espacio o en el tiempo. Si dichas operaciones no se realizan con frecuencia, deberán anunciarse con antelación al organismo de control. Los distintos lotes deberán estar claramente identificados y han de adoptarse medidas para excluir la posibilidad de que se mezclen productos ecológicos y productos convencionales. Por lo que

respecta a los importadores, las medidas previstas en el marco del régimen de control están dirigidas a garantizar la vigilancia de los movimientos de cada lote de productos importados, en particular mediante información sobre el tipo, el origen y la cantidad. Asimismo, el organismo de control deberá tener acceso a la información relativa al transporte y al destinatario de los productos.

En caso de que se observe una irregularidad, el organismo de control deberá adoptar las medidas necesarias para que se supriman las indicaciones relativas al método de producción ecológico de toda la producción o del lote de que se trate. Si se observa una infracción manifiesta o de efecto prolongado, se procederá a retirar al agente económico el derecho a producir o a comercializar utilizando indicaciones relativas al método de producción ecológica durante un período determinado.

La organización del sistema de control es competencia de cada Estado miembro en su territorio. En consecuencia, los sistemas actualmente aplicados muestran cierta variedad de un Estado miembro a otro. Mientras que en los Países Bajos existe un único organismo responsable de los controles, en Alemania existen 51 organismos autorizados para tal fin, con actividades que por lo general se definen en los Estados federados. En los otros países de la Comunidad, existen varios organismos autorizados: Bélgica (4), Dinamarca (2), Grecia (2), España (2), Francia (4), Irlanda (4), Italia (7), Luxemburgo (3), Portugal (2) y Reino Unido (7). Estos datos indican pues que, con excepción de los Países Bajos, el agente económico tiene cierta libertad en la elección de su organismo de control.

### **Etiquetado de los productos destinados al consumidor**

La norma comunitaria es muy precisa para el etiquetado y la publicidad de los productos ecológicos a fin de acabar con la situación anterior, en muchos casos confusa, que generaba dudas y descontento entre los consumidores. El Reglamento distingue distintas categorías en función de su contenido de productos agrarios de origen ecológico. Este contenido se expresa en porcentaje del contenido total de ingredientes de origen agrario

A. Productos agrarios ecológicos (vegetales) no elaborados y productos elaborados que contengan más del 95% de ingredientes agrarios producidos con arreglo a los principios de producción ecológica.

Estos productos son los únicos que podrán contener indicaciones relativas al método de producción ecológica en la denominación de venta del producto.

Podrán contener hasta un 5% de ingredientes de origen agrario convencional, siempre que se trate de productos que no existan (frutos exóticos, por ejemplo) o que no existan en cantidad suficiente en el mercado comunitario de productos ecológicos. La lista de estos ingredientes autorizados figura en la Parte C del Anexo VI del Reglamento (Tabla 5).

Tabla 5. Lista de ingredientes de origen agrario, no producidos con arreglo al método ecológico, autorizados en la preparación de productos elaborados que lleven la denominación “ecológica” (Parte C del Anexo VI del Reglamento)

**C.1.** Productos vegetales sin elaborar y productos derivados de ellos mediante la aplicación de los procesos mencionados en la letra a) de la definición punto 2 del Reglamento (CEE) n° 207/93.

<b>C.1.1.</b> Frutas y frutos secos comestibles	Semilla de rábano picante
Coco	Piñones
Nuez de Brasil	Semilla de rábano
Nuez de anacardo	Bellota
Dátil	Fenogreco
Piña	Cereza tropical
Mango	Achicoria
Papaya	<b>C.1.2.</b> Condimentos y especias comestibles
Ciruela silvestre	Todos excepto el tomillo
Cacao	<b>C.1.3.</b> Cereales
Fruta de la pasión	(Mijo: rúbrica suprimida)
Cola	Arroz silvestre ( <i>Zizania aquatica</i> )
Cacahuete	<b>C.1.4.</b> Semillas oleaginosas y frutos oleaginosos
Rosa canina	Semilla de sésamo
Cáscara sagrada	<b>C.1.5.</b> Varios
Arándano	Algas, incluidas las algas marinas
Jarabe de arce	
Quinoa	
Amaranto	

**C.2.** Productos vegetales transformados mediante la aplicación de los procesos mencionados en la letra b) de la definición punto 2 del Reglamento (CEE) n° 207/93.

<b>C.2.1.</b> Grasas y aceites, refinados o no, pero nunca modificados químicamente, obtenidos de vegetales que no sean:	<b>C.2.3.</b> Varios
Olivo	Zumo de limón
Girasol	Vinagre de bebidas fermentadas, excepto el de vino y el de sidra de manzana
<b>C.2.2.</b> Azúcares, almidón y otros productos de cereales y tubérculos	
Azúcar de caña y de remolacha	<b>C.3.</b> Productos animales
Almidones y féculas no modificados químicamente	Miel
Pastas secas de harina, de almidón o de fécula de arroz en hojas	Gelatina
Gluten	Organismos acuáticos comestibles que no procedan de acuicultura
Fructosa	Lactosa
	Mantequilla en polvo?

El etiquetado de esta categoría de productos podrá incluir además la indicación de que está sujeta al régimen de control “Agricultura Ecológica-Sistema de Control CEE”. Actualmente esta indicación es facultativa.

**B. Productos elaborados que contengan entre el 50 y el 95 % de ingredientes de origen agrario que se ajusten al método de producción ecológico**

En el etiquetado de estos productos sólo podrá incluirse indicaciones relativas al método de producción ecológico en la lista de ingredientes. Dichas indicaciones deberán limitarse a los ingredientes obtenidos con arreglo al método de producción ecológico, clasificados por su peso, en orden decreciente y sin resaltar especialmente la tipografía (forma, tamaño y color idénticos a los de la lista de ingredientes).

**C. Productos elaborados que contengan menos del 50 % de productos de origen ecológico**

No podrá hacerse referencia al método de producción ecológico en el etiquetado de dichos productos, y éste no podrá incluir ninguna indicación utilizada en los Estados miembros que pueda inducir al comprador a pensar que el producto ha sido obtenido con arreglo al método de producción ecológico.

**D. Productos procedentes de empresas que hayan iniciado un proceso de transformación**

Con carácter temporal (hasta el 1 de julio de 1995), podrán incluirse en el etiquetado y en la publicidad indicaciones referentes a la transformación a la agricultura ecológica, siempre que dichas indicaciones no induzcan a error al consumidor respecto a la naturaleza exacta del producto. La empresa agraria deberá estar sujeta al régimen de control, y habrá de respetarse un período de doce meses antes de la recolección. Con esta medida se pretende ayudar al productor en su fase de transición, que por lo general es muy dura (inversiones ligadas al cambio de sistema de producción y rendimientos más bajos), dándole la posibilidad de aprovechar mejor su producción. La Comisión ha propuesto prorrogar esta medida por un período indeterminado (COM (93) 558).

## **Transporte**

Los productos agrarios obtenidos por el método de producción ecológico sólo podrán transportarse en embalajes o contenedores cerrados que impidan la sustitución del contenido de los mismos. Además, en dichos embalajes deberá indicarse el nombre y la dirección del elaborador, así como el nombre del producto; asimismo, deberán figurar indicaciones relativas al método de producción ecológico.



### **Importaciones de terceros países**

La comercialización de productos ecológicos originarios de terceros países estará sujeta a un procedimiento de examen por la Comisión, a fin de comprobar la equivalencia de las normas aplicables en dichos países en el ámbito de la agricultura ecológica. Dicho examen se referirá básicamente a las normas de producción y a las disposiciones en materia de control.

Además, los lotes importados deberán ir acompañados de un certificado de control expedido por el organismo de control competente en el tercer país, en el que se ofrecerán las garantías necesarias respecto al método de producción utilizado.

Cuando la Comisión haya comprobado la equivalencia respecto de un tercer país, incluirá a éste en una lista de países en los cuales pueden considerarse normalizados los intercambios comerciales de productos agrarios de origen ecológico.

En la actualidad, este procedimiento no ha concluido para ningún país, y se ha elaborado una lista provisional transitoria mientras se realiza una evaluación final. En esa lista figuran los siguientes países: Argentina, Australia, Austria, Israel, Suiza y Suecia.

Se ha establecido un sistema excepcional hasta el 31 de julio de 1995, a fin de que los agentes económicos puedan importar productos de terceros países que no figuren en la mencionada lista comunitaria. Siempre que se demuestre la equivalencia de las normas de producción y de control, un agente económico podrá obtener la autorización de importar un producto de un tercer país. Esta prueba de equivalencia deberá ser aportada por el importador, y se limitará al producto que desee importar. Este procedimiento excepcional se aplicará bajo la responsabilidad de los Estados miembros, los cuales deberán comunicar a la Comisión y a los restantes Estados miembros las decisiones que adopten en la materia.

Este sistema reviste especial importancia para producciones específicas, controladas a escala regional o local, originarias de países donde la producción ecológica no esté generalizada (por ejemplo plantaciones de café o de té originarias de un país muy concreto).

La Comisión ha propuesto prorrogar este régimen.

El transporte de productos ecológicos originarios de un tercer país deberá efectuarse en un embalaje cerrado en el que se mencionarán las referencias del importador y los elementos de identificación del producto conformes con el certificado de inspección que acompañe al lote.

### **CONCLUSIONES**

Si bien las perspectivas de desarrollo parecen excelentes en la coyuntura actual, existen algunos factores que pueden influir significativamente en su importancia.

Hay diferentes estudios de mercado realizados en varios países de la Comunidad de los que se deduce que la demanda global de productos de agricultura ecológica aumentará siempre y cuando se dé una reducción de precios de manera general, los productos ecológicos sean accesibles al consumidor y respondan a las expectativas de calidad y mejore la información al consumidor.

De modo más general, hay determinados eslabones a lo largo de la cadena que requieren mejoras o una atención específica de los interlocutores interesados para que pueda progresar todo el sector. La lista que se expone a continuación, sin ser exhaustiva, da algunas sugerencias interesantes que se puede intentar aplicar.

### **Mejora de los métodos de producción**

Actualmente persiste un determinado número de problemas técnicos no resueltos de diversas producciones agrícolas: la lista de abonos autorizados no siempre basta para satisfacer todas las necesidades de abono y mejora de la tierra, la lucha contra determinadas enfermedades o plagas requiere el uso de productos sintéticos (mosca del mediterráneo), el control de los imprevistos es difícil, etc.

### **Reducción del coste de producción de los productos ecológicos**

Los precios que se exigen al consumidor por los productos ecológicos son actualmente demasiado elevados respecto a los productos convencionales, y ello repercute no sólo en los costes de producción en el campo, que son mayores, sino en los márgenes que cargan los intermediarios. De ahí la necesidad de desarrollar métodos de producción más rentables que por ejemplo incluyan la mecanización y el desarrollo de aperos específicos para el sector ecológico, el aumento de la productividad (la obtención de rendimientos comparables al sector convencional se garantiza sólo tras un período muy largo) y la mejora de la organización de la producción y la comercialización, que actualmente se encuentran muy dispersas.

### **Control fiable y creíble**

El control no sólo debe ser eficaz sino que debe ser también creíble. El Reglamento comunitario delega el control a los Estados miembros. Es importante que los sistemas y estructuras aplicados por éstos ofrezcan todas las garantías de objetividad y uniformidad en los criterios seguidos por los organismos encargados del control. Algunas actividades presentan dificultades técnicas bastante importantes. Además, el control debe ir acompañado de un sistema eficaz de represión del fraude. Parece que la implantación de un sistema de análisis a escala europea para los productos de la agricultura ecológica podría ser un medio de vigilancia adecuado que permitiría, entre otras cosas, dar al consumidor una imagen fiable de la situación del sector.

### **Comercialización de productos sanos**

El Reglamento obliga al cumplimiento de unas normas referentes al abonado y al tratamiento de las plagas y enfermedades.

La ausencia de residuos químicos sintéticos en los productos ecológicos es un resultado esperado por el consumidor, pero no es suficiente. Es importante que los métodos y procesos de elaboración y el acondicionamiento de los productos agrícolas básicos se ajusten a las normas y las exigencias generales higiénicas y sanitarias vigentes en el sector agroalimentario.

### **Control de la comercialización**

Las zonas de producción de agricultura ecológica suelen estar desconectadas de los grandes centros de consumo (generalmente, las grandes aglomeraciones urbanas). La venta directa, que hasta hace poco ha constituido la norma mayoritaria de comercialización, está evolucionando rápidamente. Puede preverse diferentes formas de distribución, como grandes superficies, redes especializadas, etc. El acierto en la organización de la distribución de los productos ecológicos va a condicionar todo el desarrollo futuro del sector.

### **Evitar la desorganización del mercado**

Es fundamental que el desarrollo de la producción vaya parejo al aumento del consumo de los productos ecológicos.

Si la producción en un sector concreto aumenta demasiado rápidamente, la aparición de excedentes provocará una caída de los precios inevitable. La utilización de ayudas directas importantes al sector de la agricultura ecológica en algunos países ha provocado ya desequilibrios significativos puesto que la demanda ha permanecido estable durante el mismo período. Este proceso ha podido observarse en Alemania recientemente.

### **Identificación de los productos de la agricultura ecológica adecuada y fácilmente comprensible para el consumidor**

El Reglamento establece disposiciones precisas de etiquetado de los productos de la agricultura ecológica. En este aspecto concreto se ha señalado numerosos errores de interpretación y el uso de denominaciones cuyo objeto es engañar al consumidor. Es imprescindible observar la máxima vigilancia en este aspecto, ya que el consumidor debe recibir una información simple y precisa de todos los productos comercializados en toda la Comunidad.

### **Mejora de la comunicación y de la promoción**

Actualmente no se informa suficientemente a los consumidores de las características de los productos ecológicos, su modo de obtención y su presentación. Subsiste aún demasiada confusión entre los productos ecológicos y los productos caracterizados por propiedades específicas (productos de denominación de origen, de la zona, dietéticos, etc.). En este contexto, el uso de un logotipo europeo puede ofrecer al consumidor un mensaje simplificado y reconocido en todo el territorio comunitario.

**Organización de los productores**

Tradicionalmente, el sector de la agricultura ecológica se presenta compartimentado e individualista. Esta imagen deriva de diversas formas de evolución en el tiempo en función de las situaciones políticas y económicas.

El desarrollo del sector requiere la definición de una estrategia coherente y el cumplimiento de ciertas disciplinas por parte de todos los agentes económicos.

La agricultura ecológica puede entrever buenas perspectivas de desarrollo gracias a un contexto favorable. El hecho de contar con una norma armonizada a escala europea, que se aplique de forma efectiva en todos los Estados miembros, constituye un reto suplementario.

No obstante, el desarrollo requiere dos exigencias: rigor y competencia. Rigor en el cumplimiento de normas claras y serias por parte de todos los componentes del sector. Competencia, ya que la agricultura ecológica basada en un planteamiento global es muy exigente en los aspectos de formación de sus agentes y capacidad técnica de los mismos.

# Los agroecosistemas y la ganadería en su paisaje

**Pedro Montserrat Recoder**

*Instituto Pirenaico de Ecología. CSIC. Apartado 64. 22700 Jaca (Huesca)*

Hace años ya intuimos la urgencia de considerar globalmente, como un sistema, todo lo relacionado con la productividad agraria, en especial la inserción normal de cada comunidad rural en su ambiente trófico. Terminaban los años cincuenta y se iniciaba el desarrollismo que tanto desequilibró esos sistemas primarios, los de siempre, que fueron olvidados ante la especulación desenfrenada y tan desligada de la tierra. Se abusó y seguimos abusando del carburante fósil, con los abonos químicos y tantos venenos para plantas y animales. Es obvio que los países ricos pueden soportar ese consumo salvaje, disparado, pero la mayoría tienen deudas que no podrán pagar. Aún persisten esos desequilibrios sangrantes e incluso se acentúan por consumir y despilfarrar lo que tantos necesitan. Es urgente considerar que pertenecemos al sistema global, a un bioma situado y diverso, en el que se halla esa Humanidad que debería usar bien todos sus recursos y sin destruir nada útil. Las posibilidades ordenadoras o de perfección operativa son inmensas, insospechadas, y las consideraciones sistémicas, de interrelación generalizada -ecológica-, nos ayudarán si actuamos de una manera sensata, científica y progresista de verdad.

Luego entramos en el terreno ecológico, donde ahora se usa el concepto de agroecosistema, sinónimo de agrobiosistema. Lo que importa es considerar las relaciones naturales de acción/reacción inherentes a cualquier sistema, aunque ante la complejidad organizativa, su reacción en cadena nos parezca excesiva, desproporcionada. Se califica al agro como un ecosistema, con sus funciones esenciales, características vitales de cada biocenosis situada en su ambiente completo. Eso es más que un medio-ambiente, como ahora se denomina. Intentaré ilustrar de algún modo y con esquemas simplificados pero sugestivos, esa complejidad de tantas estructuras en evolución continua desde los pasados tiempos geológicos hasta el actual, y las proyectaremos hacia el futuro previsible.

La diversidad estructural, ese conjunto de seres vivos entrelazados, unidos por relaciones antiguas y en ajuste continuo, hace complejo su conocimiento, tanto, que ya es difícil imaginar algo superior a lo adquirido. Y más cuando con frecuencia destruimos los equilibrios logrados en dicho ajuste milenario. Por añadidura, con la ilusión de abarcar tanta complejidad, se generaliza en exceso el modelo matemático,

“apto para todo”, y muchos ya no discuten sus artefactos, la caricatura deformada, orientada sólo hacia lo que desean programar, perfeccionar para cierto desarrollo -el suyo- que además se considera progresista en el conjunto social.

Para terminar estas consideraciones generales e introductorias, deseo mencionar situaciones curiosas, vivencias pasadas en el choque de ese idealismo naturalístico con la visión miope del desarrollista que aprovecha oportunidades y destruye los futuribles más seguros, esos que se apoyan en el dinamismo ecológico antes esbozado. Hace ya tres lustros daba la clase de Ecología en la Universidad de Navarra y a continuación venía un químico que lo mataba casi todo con sus productos de síntesis. Algo parecido me pasó hace poco en un curso estival con un economista que aún emplea modelos incompletos para ordenar el desarrollo rural en alta montaña. Un progreso que debería ser intrínseco, es decir contar con los recursos propios, o sea naturales, él lo planteaba como subvención, con un aporte foráneo y colonizador, o sea destructor del sistema. Ese contraste de mentalidades sigue por ahora; es una especie de claroscuro que nos da el relieve que permite destacar las ideas capaces de provocar unas reacciones constructivas. No comentaré tantas cosas negativas, tanto proyecto descabellado, cuentos de la lechera magnificados, sino que destacaré más por contraste lo positivo y alentador, lo vital y útil por el empleo correcto de tantos recursos como nos da la Naturaleza que todo lo vivifica.

### **El cambio de tendencias**

Tímidamente y empezando por los científicos interesados en la conservación de los recursos naturales, se destaca ya la diversidad evolutivamente adquirida, y se descubren matices de índole biológica -la diversidad de especies- junto con los del comportamiento solidario, en especial el gregarismo, que indica el origen de tantas culturas, del comportamiento social a lo largo de tantos milenios y a lo ancho del globo terráqueo.

Debemos tomar cada sistema como una entidad compleja, compuesta por inabarcables elementos íntimamente entrelazados y unas acciones desconocidas, que serían la “caja negra”, lo ignorado por el modelo matemático. Pero nosotros podemos ver y comparar cada sistema con otros sistemas similares que actúan con funciones equivalentes. La comparación entre modos de vida, la manera de comportarse ante lo concreto, permite comprender la acción solidaria y cómo es posible mejorar los sistemas sin destruir logros anteriores.

### **El origen y la evolución de los sistemas**

Si miramos hacia los orígenes, la Historia nos muestra ese contacto entre culturas primarias, el inicio de unas civilizaciones que nacieron y prosperaron hasta decaer finalmente por unas causas conocidas. Ese intercambio de conocimientos resulta esencial, y así vemos que antes progresaron las que usaban una vía de comunicación fluvial (Nilo, Eufates, Río Amarillo, etc). La comunicación fácil propició

también la difusión de unos elementos destructores, las enfermedades sociales en una sociedad decrepita. La vida fácil, el “pan y circo”, debilitó a unos imperios que habían sido contruidos gracias al sacrificio y la austeridad generalizados. La tensión, el estrés bien ordenado, facilita y acelera la organización, mientras la molicie pronto acaba con lo conseguido antes.

En la base de cualquier civilización, de sus culturas primarias, vemos siempre una dinámica esbozada ya en otros conjuntos naturales. Así, las plantas forman bosques, matorrales o pastos, que funcionan integrados y como un ecosistema complejo, dinamizado por cierto número de animales que consumen una parte de lo producido sin comprometer la viabilidad del conjunto. Durante milenios de cohabitación y con ese funcionamiento integrado se forjó el sistema. El ser humano entró al final como un consumidor parecido al fitófago o al carnívoro; actuó primero como ellos y después con las técnicas agropecuarias que llegan hasta nuestros días.

A mi entender no hay más Agronomía que esa, la natural, la que integra con la Naturaleza las producciones para el consumidor humano. Para salvar los mínimos se usa el abono y otros subsidios que ahora suplen más o menos lo que antes se producía con tanta naturalidad. Es mucho el gasto actual y por ello ya se habla de “agricultura sostenible”, como si todo dependiera de la inversión. Por tanto existe la que podemos llamar agronomía buena, duradera, y también la otra desequilibrada, que necesita las ayudas por haber destruido sus mecanismos de regulación natural.

### **El capital regulador**

Llegamos al punto clave: a la idea de regulación, tan necesaria porque somos unos seres vivos que no solemos invernarse ni aletargarnos para salvar un bache productivo. Las bacterias, con su desarrollo explosivo, exponencial, deben pasar a vida latente y por ello no pueden permanecer independientes de su estructura estabilizadora, conservadora y también dinamizadora, la propia del sistema integrado y diversificado. Por esto en la Naturaleza se acumulan las estructuras reguladoras o estabilizadoras, constituyendo un capital que asegura la continuidad del sistema.

La regulación, o piloto automático, nos permite usar esos sistemas complejos que aún desconocemos en su funcionamiento íntimo, e integrarnos en ellos como la cosa más natural del mundo. Podemos conocer las cualidades individuales y las sistémicas más activas en el funcionamiento integrado, y hasta podemos cuantificarlas por sectores concretos, pero jamás conoceremos todas las peculiaridades del sistema. Si atendemos a la función reguladora esencial, conviene considerarla como un capital por su capacidad productiva en cualquier nivel del sistema. Tenemos por lo tanto el capital geofísico (climas, tierras, topografía), botánico (bosques, pastos, setos, cereales, leguminosas, etc.), zoológico (rebaños de bóvidos, équidos, suidos, roedores, insectos, etc.) y de una manera muy especial el de la cultura, con esa capacidad del ser humano social y organizado, para integrarse en el ambiente y prosperar en él usando a la perfección todos los recursos disponibles.

¡Buen programa! y real por cierto. Parece mentira que para muchos sea algo remoto, desconocido y por ello no se le conceda la importancia debida en el progreso de la Humanidad. Tanto modelo matemático, independizado de lo real, de las dimensiones propias de cada sistema, resulta perturbador y crea un ambiente raro, enrarecido, que dificulta la planificación eficaz, el progreso continuado y por ello deseable.

Entremos algo más en el entramado de relaciones esbozado, pero antes cabe destacar una metodología que parece apropiada. Al final insinuaré las orientaciones para investigar de manera eficaz en el futuro. Pido perdón si aparento dogmatizar.

## **PECULIARIDADES DEL AGROECOSISTEMA**

El agroecosistema es una biocenosis instalada y usada por el ser humano mediante sus animales domésticos o bien directamente con aperos y maquinaria moderna. En él se recicla la materia: los elementos químicos, y existe un flujo energético que se diluye o disipa en los pasos sucesivos: Sol-planta-fitófago-carnívoro. Si comiésemos sólo carnívoros usaríamos poca energía. Los grandes animales son fitófagos y acceden más directamente a la energía al consumir la hierba tan abundante. Además de la vía trófica general, las secundarias consumen poco y suelen ser reguladoras. Cabe destacar finalmente a los basureros, trituradores y mineralizadores, que completan el reciclado y recuperan la fertilidad para que todo siga funcionando.

Tan importante como producir es reciclar, que despeja el ambiente, retira los restos que se acumularían, y así propicia el uso renovado. El progreso natural ha sido por reactivación acelerada, encauzada en órganos adecuados. Con esta mentalidad podemos interpretar el sentido progresista de ciertas estructuras que facilitan unas funciones esenciales. Podemos verlas actuando en el ámbito geofísico y además el biótico-cultural, del ser humano organizado y con sus raíces ancestrales.

### **El ambiente geofísico**

Los seres vivos prosperan en su ambiente geofísico, el adecuado, con la luz, humedad y calor dosificados a lo largo del año. Existen variaciones geográficas, como la continentalidad o alejamiento del mar, o su cercanía con humedad y temperatura reguladas (“oceanidad”). Las condiciones óptimas para el césped tierno y verde, se dan en ese clima asimilador o anabólico, mientras los cactus con espinas y canosos, sugieren más el ambiente continental o catabólico que propicia la respiración, el autoconsumo del vegetal. Las cordilleras crean unos climas topográficos variados y así se magnifica la red de oportunidades productivas para el vegetal y sus consumidores ahí situados.



### **El relieve**

Es fundamental la pendiente o ladera (sistema cuesta) que se repite con exposición variada (solana-umbría) y unas disponibilidades hídricas en aumento hacia la parte baja, el glacis que acumula coluvios y alcanza la vega inferior -coluvial y aluvial-, donde la capacidad reguladora es máxima, mientras el cresterío rocoso se deseca. El agua freática transporta sales y por evaporación las deposita refrigerando además a la planta en horas de calor. El agua es el gran regulador y sus funciones recuerdan las de la sangre que nos refresca y alimenta. Es interesante comparar organismos (conjuntos pluricelulares) con paisajes (biocenosis definidas), pero nos conviene conocer bien las limitaciones del método; la Ecología precisamente detecta esas limitaciones. El césped variado y productivo manifiesta una gran diversidad, y los sistemas agropecuarios tradicionales lo aprovecharon a fondo. Éstos son como un libro abierto para el interesado en la dinámica paisajística más elemental y sugerente.

### **La sucesión ecológica**

Es muy importante conocer el dinamismo, la seriación de comunidades del líquen y musgo a la hierba, matas, arbustos y al bosque avasallador con su clima o ambiente forestal extraordinario, dominador del ambiente geofísico, que ya es diversificado en la montaña. La evolución serial es el conjunto de etapas constructoras, edificadoras del paisaje, que aprovecharon los animales para comer y guarecerse. El fitófago produce la regresión al césped y multiplica los contactos entre árbol-arbusto (setos) y las hierbas del pasto. Así se forman unos retículos importantísimos que comentaremos después.

El paisaje queda estructurado, la selva vaciada sectorialmente presenta infinidad de oportunidades aprovechadas por animales variados, entre los que destaca el jabalí y otros fitófagos gregarios. El jabalí hoza el borde forestal en busca de rizomas y animales cavadores y por ello ahí proliferan las bacterias aerobias mineralizadoras, las liberadoras de fertilidad. El agricultor imita su acción, la multiplica y por exceso provoca erosiones destructoras. La cabra y otros ramoneadores desbrozan, liberan fertilidad retenida y la sitúan en el subsistema más activo de las grandes hierbas, en el borde megafórbico que resulta totipotente, tanto para el bosque (hacia dentro) como para el pasto (hacia fuera). Este es el ecotono, la membrana, ese contacto heteropolar que organiza y mantiene las estructuras productivas más dinámicas.

### **La situación temporal**

Llegamos al factor tiempo, el más descuidado por muchos de los que usan modelos matemáticos y confunden las coles o lechugas de vida corta con vides y los olivos centenarios, tanto que ahora recomiendan su arranque ante coyunturas que podrían ser pasajeras. Debemos hacer un esfuerzo de imaginación para conocer los condicionantes temporales del sistema. La evolución serial mencionada nos ayuda,

y así vemos que un bosque completo, con sus árboles centenarios y tierra profunda, trabajada por infinidad de seres vivos situados cada uno en su nivel trófico, ha necesitado siglos o milenios para conjuntarse. De la viva tierra forestal conocemos poco, y sus biocenosis complejas exigen un tiempo para su consolidación. Ahora parece aumentar el respeto hacia el bosque y se aprecia el suelo forestal maduro. El pasto intercalado en áreas boscosas mantiene o aumenta el dinamismo edáfico, sin destruirlo como haría el apero del agricultor aculturado que busca nuevas fincas para poder amortizarlo y pagar el combustible. La roturación actualiza un capital retenido que se gasta en poco tiempo. Es la triste historia del monte mediterráneo sometido al artiguero tradicional, un cultivo nómada que ha destruido tantos montes españoles.

Veremos la explosión demográfica de las bacterias, con el desplome por agotamiento rápido de los recursos (estrategia de la r), y el potencial biótico regulado por su resistencia ambiental (estrategia de la K): el consumo equilibrado con la producción. Los sistemas conjuntados por evolución de siglos mantienen su estructura estable que condiciona a las estructuras más dinámicas. Simbolizo en el árbol esa estabilidad, y en la bacteria la explosión productiva condicionada. Potencia y eficacia no suelen compaginarse. El eficaz suele ser el lento, mientras los potentes acaban pronto y exigen el apoyo del eficaz. La necesidad, el apuro continuado, la tensión que podemos llamar estrés, fomenta la organización eficaz, mientras el exceso de recursos propicia un despilfarro destructor.

## **LA MODELIZACION AGROECOLOGICA**

Es complejo el panorama y son muchos los factores, las interrelaciones que detectamos, junto con otras desconocidas. Ya insinuamos que nos convenía comparar el funcionamiento de cada conjunto tomado como tal, y que en nuestro caso debemos situarlo en su paisaje normal, junto a la historia o evolución continuada desde la prehistoria. La tierra natural y sus bosques presentan la mayor complicación, con una historia de milenios que resulta inabarcable por los métodos de modelización matemática, incluidos los estocásticos más perfeccionados.

En la exposición metodológica -con visión rápida de algunos condicionantes ambientales- ya manifestamos su enorme complejidad. Además, cada ser vivo crea su ambiente, modifica el de los demás, y todo evoluciona como tal conjunto, con unas relaciones sistémicas que nos sirven si las tomamos tal cual son. Es obvio por lo tanto que debemos volver el calcetín al revés y tomar el ejemplo de las cosas complejas que se repiten situadas en su ambiente histórico y ecológico, para observar cómo evolucionan -en conjunto o en el sector que nos interesa- y conocer su dinamismo. Será entonces cuando podremos crear los modelos físicos o matemáticos que detectarán gradientes, cuantificarán procesos, etc.

En agroecología nos conviene crear unos modelos reales, los concretos y situados en un ambiente contrastado, alejado de la molición oceánica, y con adaptaciones al clima diversificado, poco propicio, que por lo tanto aún no han sufrido las alteraciones del cultivo nómada mencionado. En nuestros esquemas ya destaca la montaña que sufre la explotación natural intensa y sus comunidades debieron ajustarse a ella. Además por lejanía de las ciudades y pueblos, las montañas no fueron roturadas, por lo menos hasta tiempos recientes. Así reducimos lo incontrolable y aumenta la validez del estudio integrado, agroecológico .

### **El conjunto paisajístico-natural detectable**

La explotación forestal antes era puntual, concentrada en lugares accesibles y por ello quedaban superficies relictas en rincones apartados, pero la foto aérea puso de manifiesto su existencia y propició el despilfarro, parado parcialmente por la declaración de Parque Nacional en pocas montañas del norte peninsular. En cambio el animal doméstico, el rebaño, escaló desde tiempo inmemorial nuestras montañas hasta entrar en contacto con el bucardo y sarrio (*Capra hispanica* y *Rupicapra pyrenaica*) que han mantenido los pastos de montaña naturales, los autóctonos, con tantas plantas endémicas, originadas o conservadas in situ, naturalmente y sin gastos.

Es general la existencia de unos pastos aprovechados con regularidad desde la prehistoria, que ahora se abandonan y cambian, perdiendo infinidad de razas o ecotipos pratenses adaptados a sus condiciones tan peculiares. Cada sistema natural sufrió una explotación intensa, continuada, y sus plantas variaron, evolucionan para encajar a la perfección. Tenemos por lo tanto muchos ejemplos, unos modelos reales que conocemos y podemos experimentar, hasta cuantificar en lo que más interese. Por ello, por estar sometidos a la caza mayor o a ciertos rebaños bien manejados, podemos estudiarlos de manera ordenada, inteligente, para detectar la reacción del césped al introducir las variables propias del ámbito geofísico, pero también las del ambiente biótico -animales en pastoreo- y de índole cultural o humana.

### **Las culturas modélicas**

No faltan los ejemplos reales de sistema, con agricultura marginal antiquísima; algunos son tan simples que resultan aptos para ser descritos o para detectar sus funciones elementales en relación con su ambiente abiótico contrastado. Siempre tendremos en cuenta que no son individuos sino comunidades, unos seres vivos ligados por ataduras sistémicas entre sí y con su medio vital. Otras veces he descrito sistemas concretos y representativos, como el de la vaca tudanca en Campóo-Cabuérniga (Cantabria), el ansotano trashumante, el benasqués con sus fresnos escamondados y el chistavino tan parecido (Huesca). El modelo pasiego -burgalés y cántabro- ya es excepcional por su estrés (tensión edificadora) tan peculiar como irreplicable, pero manifiesta la fuerza organizadora de unos mecanismos culturales primarios.

Es posible por lo tanto establecer prototipos, como paradigmas adaptativos, y utilizarlos en las comparaciones esclarecedoras de cada estrategia utilizada, la que supera unas limitaciones encontradas por cada cultura en el pasado, que también pueden salvar las culturas actuales y, además, las previsibles del futuro.

Cada sistema tiene su dinamismo, pero los marginales reciben ahora unos impactos excesivos. Además su comunidad humana envejece con rapidez, todo cambia y pronto será difícil experimentar el mecanismo ancestral actuando a la perfección. Por ello interesa el renacer de culturas autóctonas junto al Parque, esa reserva de naturalidad establecida para las especies amenazadas. Se trata del ser humano, una dimensión humana que se manifestó y desaparece sin haber aprovechado su potencialidad. Ahora debemos reaccionar, porque con esa cultura elemental perdemos muchas técnicas agrarias eficaces y fáciles de mantener; se acaban por abandono. Esa debe ser la misión del modelo recuperador, un ejemplo en la montaña que mantendrá unas técnicas agropecuarias integradas al sistema.

## **AGRONOMÍA RENOVADA, SOSTENIDA Y NATURALÍSTICA**

Llegamos al final, a las consideraciones prácticas derivadas de los principios teóricos esbozados antes, con el intento de que sean aplicables a casos concretos. No es fácil porque vivimos en un suburbio generalizado, con individuos que aprovechan el entramado social para medrar insolidariamente, y además estamos sometidos al consumismo exagerado. Aún parecemos locos quienes hablamos del reciclado y del aprovechamiento racional de tantos recursos como sustraemos a otras comunidades tercermundistas. Sin embargo vivimos en un sistema global, de toda la Humanidad relacionada, con naciones e individuos interdependientes.

Ahora ya no se premia el ajuste solidario del beneficio colectivo, sino el individual desmesurado. Esto es así y el sistema calle-suburbio nos domina con su mecanismo especulativo, desordenado, desarraigado y en nada parecido a los del progreso comunitario y natural tan ajustado por siglos de convivencia.

La lucha directa contra tantos males sociales provocaría reacciones aplastantes y sólo queda como acción posible la educadora indirecta, por estar alejada del interés especulativo de unas empresas desarraigadas y por situarnos en otro ambiente donde predomina lo natural que modela el paisaje. Las estepas y campos tradicionales, pero en especial la montaña diversificada que antes comentamos, deben ser utilizados y responderán con creces si planteamos bien la estrategia. En la forma de descender las aguas en cada ladera, podemos demostrar la viabilidad de tantas estrategias utilizadas por la Humanidad desde siempre, y así, suavemente, llegaremos al campo feraz de los glacis o terrazas fluviales. Hablo de unas técnicas agropecuarias que tendrán enorme porvenir; debemos intentarlo e insistiré por activa y por pasiva.

Dejo deliberadamente de considerar el cultivo en las huertas, bien organizado en relación con su mercado, que aprecia la calidad. Es otro frente por el que debemos avanzar, para acreditar así esas técnicas naturalísticas renovadas, adaptadas a nuestro tiempo y unidas al progreso de tantas artesanías huertanas. En cambio los aspectos agropecuarios del rebaño, más ligados a las artesanías rurales y al llamado turismo verde, se integran vitalmente en el paisaje y facilitarán la nueva tendencia en una agronomía extensiva creadora de paisaje, de un ambiente bello y productivo.

Los animales trabajaron siempre para el ser humano y conviene perfeccionar su colaboración para lograr un desarrollo agrario sostenido, en constante progreso. Antes existían los animales de labor que consumían el pasto agropecuario, pero ahora los sustituímos por otros que comen pienso en la cuadra y contaminan el río con sus deyecciones eutrofizantes. Las razas andarinas eran capaces de subir laderas empinadas y rocosas para buscar su alimento, pero fueron sustituidas por otras con escasa movilidad, y así ya no forzamos la selección compensatoria, sino que acentuamos el desajuste. Conviene recuperar y alcanzar metas insospechadas, unas empresas modélicas con rebaños sanos, en un ambiente natural no contaminado, y en los sistemas marginales que comentamos como propios de la montaña recuperada.

### **Los agentes básicos del sistema**

Mientras se considera progresista el empleo en la montaña de maquinaria poco móvil, los animales -domésticos y silvestres- con su trabajo deberán caracterizar la nueva agronomía y colaborar realizando las tareas penosas, para evitar la erosión del tractor y otros aperos. El sistema es agropecuario y ensambla bien todos sus elementos, que dan así la estabilidad productiva y sostenida tan apreciada, esa que sólo depende del uso correcto y ordenado de todos los elementos. En la montaña predominan las fuerzas naturales y por ello resulta fácil coordinar el gregarismo animal con la gestión comunal del pastor-gerente, que ahora deberíamos revalorizar.

Recomendé otear los paisajes para ver en el espacio la estrategia más o menos afortunada que indica tendencias interpretables, y así el camino a seguir será más seguro. Pues bien, en toda la cornisa cantábrica y ambiente subcántabro aumenta el pastoreo mejorante de los équidos, algo impensable hace pocos años y todo debido al precio estable de dicho ganado en el matadero bilbaíno. Si miramos el trabajo que realiza el caballo en invierno, al dejarlo casi sin pienso para que active su acción mejorante (estrés organizador), veremos al lastón (*Brachypodium rupestre* y *Helictotrichon cantabricum*) castigado, con su hoja recia rebajada y el pasto afinado que asoma vigoroso. El ganado vacuno debe completar el trabajo de la yegua que, además de un pasto extraordinario y casi sin gastos, nos puede dar un potrillo en primavera.

Podrían saturarse los mercados español y francés por un aumento rápido de la cabaña equina. Por ello debemos investigar unas salidas artesanas seguras para su carne roja tan apropiada para una chacinería especializada, y además promocionar su consumo directo en carnicería. Digo eso para indicar cuán complejas son las

interacciones sistémicas, algo que no conviene olvidar si experimentamos en sistemas complejos y situados en unas coordenadas espacio-temporales. El rebaño de ovejas aún rebajará el césped bello y productivo, y con ello podemos especializar el pasto, diversificarlo y obtener el césped deseado gracias al rebaño y su pastor.

Además del rebaño -animal doméstico en la montaña-, adquiere importancia la fauna silvestre con acciones parecidas a las mencionadas, como la hozada del jabalí y el trabajo de las lombrices junto a otros animales subterráneos. Hay que destacar a la lombriz, que alberga bacterias en su intestino bien aireado, mineraliza la materia orgánica y forma esos agregados de tierra que le confieren su estructura permeable y fértil, pilar básico para esta nueva agronomía tan prometedora.

Me refiero al porvenir de la cría de lombrices, que nos dará un “compost” apto para abonar huertos y prados, y hasta pastos preparados con una misión especializada en el sistema global. De modo rudimentario, el pasiego que recolecta broza en el monte ya inicia este proceso que ahora deberíamos perfeccionar. Es un campo experimental lleno de posibilidades y a mi entender único para poder iniciar las actividades agroecológicas con ganado sano y unos productos ganaderos realmente ecológicos. Son actividades más difíciles que las huertanas y por ello deben iniciarse donde aún dominan los procesos naturales.

Mientras el arado forma unos terrones deleznable que se deshacen pronto, el agregado producido por la lombriz dura varios años; es un animal que consume basura para criar y airear unas bacterias que forman la mucosidad en cada pelotita que expulsa su intestino. Tenemos muchos trabajadores gratuitos que nos eliminan estorbos y crean una estructura útil para producir bien, sin interrupciones. Menos maquinaria, menos biocidas o abonos de síntesis y un mejor aprovechamiento de las posibilidades organizativas. Podemos y debemos dominar, hacer trabajar con orden y presidir la creación de un paisaje bello, atractivo, muy apropiado para interesar al mercado selecto y estabilizar el conjunto. Podemos “vender” belleza, armonía, y la montaña se presta para conseguirlo.

## **FOMENTEMOS LA ESPERANZA ILUSIONADA**

Esa es la visión de un viejo botánico que contempla el desmoronamiento del mundo rural por abandono progresivo. Mi especialidad se relaciona con los prados, pastos, el pastoreo gregario y la etología del habitante comunal, antes arraigado pero ahora indefenso ante las fluctuaciones del mercado. Es mucha la presión foránea que pretende auparlo y no debería cundir el pesimismo. Quiero reaccionar para que entre todos mostremos al joven su gran porvenir y a la larga el de nuestro país. Los jóvenes decidirán, pero estoy seguro de que muchos volverán al solar de sus antepasados y lo revitalizarán. Creo en el ser humano y más aún en el entusiasmo que debe superar tanta dificultad, tanta desorganización del paisaje y de los sistemas montaraces.

# **Los conceptos de sistema agrario. Una referencia para la agricultura ecológica**

**Antonio Gómez Sal**

*Ecología. Campus Universitario. Facultad de Ciencias. Universidad de Alcalá de Henares. 28871 Alcalá de Henares (Madrid)*

## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad es frecuente la aplicación del enfoque sistémico para analizar aspectos relacionados con la actividad agraria. No cabe duda de lo acertado de dicho enfoque, que combina la consideración de los efectos globales -el sistema como “caja negra”- con la posibilidad de descender al detalle de las interacciones, cuando nos referimos a una problemática en la que están implicados múltiples elementos -organismos, condiciones y factores de producción, tecnologías, habilidades y conocimientos empíricos o técnicos- que además se presentan con frecuencia organizados en forma jerárquica o actúan de manera secuencial. Sin embargo, por el singular carácter de la agricultura como ámbito de confluencia temática o superposición de problemáticas, suele producirse una confusión conceptual entre las distintas aproximaciones, ángulos o enfoques epistemológicos desde los que puede ser abordado el estudio de los sistemas agrarios.

Aclarar y deslindar las competencias teóricas, los objetivos y las metodologías de trabajo que diferencian los mencionados enfoques, puede ser útil para avanzar posteriormente en el necesario y tan invocado diálogo entre los mismos y facilitar así el desarrollo práctico de soluciones, muchas de ellas agrupadas en el amplio concepto de la agricultura ecológica. Ello sólo será posible mediante la imprescindible colaboración entre los distintos enfoques a la hora de llevar a cabo la gestión de los sistemas agrarios concretos. La confusión se manifiesta por ejemplo en aspectos tales como hablar de “ecosistemas sostenibles” -o sustentables- (“sustainable ecosystems”) en publicaciones y reuniones internacionales de importancia, cuando la sostenibilidad es sin duda una propiedad del sistema de producción -uso sostenible- y no del ecosistema. En este caso habría que hablar de estabilidad -reversibilidad- o sus componentes de flexibilidad o elasticidad (“resilience”) frente a la explotación humana, propiedades, éstas sí, ecológicas y admitidas como rasgos funcionales de los ecosistemas. No faltan ejemplos de lo mismo en buena parte de la bibliografía sobre sistemas agrarios, olvidando que la racionalidad de los distintos

enfoques y de los sistemas de los que se ocupan es diferente y con frecuencia opuesta. Ser conscientes de ello es condición indispensable para construir sobre bases sólidas la ciencia y técnica de la agricultura ecológica, un propósito que requiere entender de ecosistemas, pero también de sistemas de producción y de sistemas económicos, todos ellos sistemas agrarios, cuando nos referimos a esta actividad humana. Reconocer el distinto carácter de los objetivos que dirigen el funcionamiento de los sistemas agrarios según sea el ángulo con que se juzgan -carácter que puede ser opuesto o contradictorio-, no significa atentar desde el principio contra la base en la que parece querer fundamentarse el desarrollo de una ciencia de confluencia -un concepto de agroecosistema poco comprometido y sobre el que cada especialista puede entender lo que le resulta más próximo a su formación-, sino más bien al contrario: supone el ser consciente de la limitación de los distintos enfoques y de la manera en que los sistemas se condicionan mutuamente limitando sus posibilidades de expresión. Una consecuencia inmediata de esta tesis es precisamente la necesidad del trabajo en común entre los profesionales que se interesan por la actividad agraria o sus consecuencias desde distintos ángulos.

El objetivo de este artículo es precisamente exponer una síntesis de las características que diferencian y relacionan los distintos enfoques.

### **Características diferenciales de los tres tipos de sistemas agrarios**

En una primera aproximación interesaría diferenciar los siguientes tipos de sistemas agrarios: ecológico, de producción y económico. En un trabajo anterior (Gómez Sal, 1993) ya comenté algunas de las características diferenciales que ahora expongo en forma esquemática (Tabla 1).

La idea de *ecosistema* proviene del reconocimiento de funciones y componentes comunes en distintas partes de la Naturaleza. El carácter del ecosistema no es finalista: a diferencia de los sistemas de producción y económico no persigue un objetivo. No es una unidad concreta sino un nivel de organización, una perspectiva desde la que se aborda el estudio de la estructura y función de la Naturaleza. Este tipo de sistemas poseen la capacidad de mantener más o menos invariantes ciertas características en la ocupación del espacio. De hecho son el resultado de la interacción entre los seres vivos y la materia inerte que se transforma en el proceso de la degradación de la energía. Una de sus características es la formación del suelo, con su significado de unidad de control, realimentada por la actividad agraria que condiciona la evolución del sistema (Gómez Sal, 1986). Otra característica importante es el aumento de complejidad, no sólo de organismos sino también de tipos de materiales, estratos u horizontes en las estructuras inertes, y en la arquitectura y disposición espacial de los elementos con menor tasa de renovación.

Los procesos de producción agraria modifican profundamente las características de los ecosistemas sobre los que se apoyan. Como consecuencia de ello surge una nueva configuración, nuevas proporciones entre los elementos que constituyen el



Tabla 1. Tres conceptos de sistema agrario. Síntesis de analogías y diferencias

Principal objeto de interés	Carácter	Magnitudes	Valoración
<p><b>Agroecosistema</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Función y estructura</i></li> <li>- <i>Organización, "pattern", arquitectura</i></li> <li>- <i>Relaciones numéricas entre especies</i></li> <li>- Integra la población humana y las infraestructuras inertes construidas</li> <li>- Niveles de información: genético, ecológico y cultural</li> <li>- Especial relevancia de la información de tipo "cultural", conocimientos empíricos y técnicos sobre la función de los ecosistemas</li> </ul>	<p>NO FINALISTA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Interesa conocer las propiedades...</i></li> <li>- estabilidad</li> <li>- grado de autonomía</li> <li>- reversibilidad</li> </ul>	<p>Tiempo (t) Espacio (s) Biomasa (b) Energía (W) Número de especies (N) Diversidad (H) Información (I)</p>	<p>Considera EFICIENCIAS de diverso carácter</p> <p>Relaciones entre las magnitudes anteriores</p> <p>t s b W N I H</p> <p>t s/t b/t W/t N/t I/t H/t</p> <p>s b/s W/s N/s H/s</p> <p>b N/b I/b H/b</p>
<p><b>Sistema de producción</b></p> <p><i>Adecuación de técnicas y recursos para obtención de productos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de producción agraria</li> <li>- Sistemas tecnológicos</li> <li>- Sistemas de gestión de recursos</li> </ul>	<p>FINALISTA</p> <p><i>Obtención de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>alimentos, fibras, madera, suelo forestal, paisaje, naturaleza, esparcimiento, recreo, calidad de vida, usos intergrados</li> </ul>	<p>- <i>Energía</i> - <i>Materiales</i> - <i>Producción</i></p> <p>El ajuste se produce según el grado de cobertura de los objetivos</p>	<p>RENDIMIENTO</p> <p><i>Magnitudes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>abonos cosechas</li> <li>trabajo input/output animales</li> <li>plaguicidas <math>\longleftrightarrow</math> semillas</li> <li>semillas, etc. etc.</li> </ul> <p>RECURSOS PRODUCTOS</p>
<p><b>Sist. económico</b></p> <p><i>La viabilidad económica</i></p> <p><i>Possibilidades de persistencia</i></p> <p><i>Uso sostenible</i></p>	<p>FINALISTA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asegurar el medio de vida</li> </ul>	<p>a) Dinero</p> <p>b) Valoración ambiental o energética de los recursos</p>	<p>RENTABILIDAD</p> <p>a) Sistema económico habitual</p> <p><b>Inversiones</b> <math>\longrightarrow</math> Capital <math>\longrightarrow</math> <b>Renta</b></p> <p>b) Economía de los recursos naturales</p> <p>Incluye consideraciones sobre el impacto sobre el medio de la extracción de recursos y de la eliminación de residuos.</p>

sistema, así como nuevos procesos que apartan la evolución de ese ecosistema del proceso habitual de sucesión ecológica o lo matizan aunque sin contradecir sus regularidades generales. El trabajo antes mencionado resumía algunas de las características que diferencian los ecosistemas agrarios cuando se compararan con los no modificados por la acción humana: son sistemas más abiertos, con mayor tasa de renovación de la biomasa y en consecuencia mayor velocidad de degradación de la energía utilizada por los organismos; predominan en ellos poblaciones especializadas; se define un nuevo patrón de distribución espacial en el que aumentan las asimetrías y los desequilibrios entre componentes con distinto grado de madurez, y existe una mayor afluencia de recursos externos que cambian las condiciones de fertilidad en las distintas parcelas del sistema, de manera que unas se ven favorecidas (eutrofizadas) frente a otras exportadoras de recursos. Como condición indispensable para la viabilidad de este entramado es necesario un control cultural en el que la experiencia o el saber organizado de la población humana prevalece frente a otros elementos de control, transmisores de información en el ecosistema. Se logra así una nueva organización con estabilidad alternativa -metaestabilidad- apoyada en mayor o menor medida en estructuras -remanentes del ecosistema natural- que aportan madurez y cumplen una función estabilizadora (Gómez Sal, 1988).

Se trata en síntesis de un ecosistema “equilibrado por la actividad humana” (Montserrat, 1961), que puede ser modificado en gran medida pero siempre que seamos capaces de mantener su funcionalidad.

Los *sistemas de producción* tratan sobre cómo utilizar los recursos para obtener determinados productos. Este carácter de obtención de productos, entendido con la mayor amplitud posible, es lo que define a la agricultura. El objetivo del sistema puede ser muy estricto -frutos de un determinado color o tamaño-, o tan abierto como para representar “un modo de vida”, una manera de relacionarse con la Naturaleza (Bello y González, 1994) o una opción alternativa dirigida a aumentar la calidad y la variedad de los alimentos.

El carácter finalista de estos sistemas permite que su valoración sea más sencilla que en el caso de los ecosistemas. Una propiedad característica es el “rendimiento”, expresable por las distintas fórmulas mediante las que se puede relacionar la producción obtenida con lo invertido: cosecha/semillas; cosecha/trabajo; o de forma más general, productos/inversiones. Un sistema de producción puede tener un elevado rendimiento y ser además sostenible, es decir que no comprometa la persistencia de funciones y procesos que son clave para el ecosistema en el que se apoya, o con el mismo o menor rendimiento ser esquilador y destructor del ecosistema. Entre los primeros cabe destacar sistemas basados en el policultivo (con abono orgánico, rotación de cultivos, setos e hileras de árboles entre parcelas, ganado diverso, etc) que además de una adecuada producción -con frecuencia la máxima sostenible para el lugar donde se practica-, mantienen un alto valor natural en el agroecosistema sobre el que se apoyan. El aumento del “capital productivo del sis-

tema” -tierra fértil, árboles frutales, ganado selecto, canalizaciones y acequias, etc.- (Gómez Sal, 1993) tiene en estos sistemas una importancia singular. Se cuida y se acondiciona el sistema para transmitirlo en herencia a las generaciones futuras -solidaridad diacrónica-. El paisaje diverso y atractivo es en realidad un añadido -un subproducto- indicador de equilibrio en estos sistemas agrarios basados en la interpretación y el aprovechamiento de la complejidad consustancial a los ecosistemas. No faltan ejemplos sobre los usos esquiladores o destructores, que aumentan la dependencia y el desequilibrio: erosión, fuego, abandono, invasión del matorral, aculturación...

Respecto al *sistema económico*, ya se realice su valoración en términos sólo monetarios o considerando otros aspectos de interés -impacto de la extracción de recursos sobre el medio, impacto de la eliminación de los residuos-, un concepto importante con él relacionado es el de “rentabilidad”. Un sistema de producción puede tener alto rendimiento, producir una estimable variedad y calidad de alimentos, y no ser económicamente rentable. Sus productos pueden no ser competitivos en el mercado con otros similares -no necesariamente de peor calidad- pero sus precios haber sido fijados con criterios políticos en un espacio económico de amplia escala. La fijación de los precios no valora generalmente las propiedades cualitativas y difícilmente cuantificables del sistema de producción, que harían más valiosos los productos. El capital y la energía se mueven por canales de gran amplitud y requieren centros de consumo y de producción también de gran dimensión. Quizás esta gran escala a la que funciona el mercado sea la causa de las reducidas posibilidades para mantener y desarrollar sistemas de producción basados en el detalle. En los sistemas tradicionales, las dimensiones de los canales que regulan el flujo de dinero y de energía, así como la velocidad de las transferencias eran también menores. Un sistema menos dinámico, que realiza sus intercambios de forma lenta y cuidadosa, con mayor información interna pero menor control procedente del exterior, permite en general una mayor discriminación en el uso del territorio y los recursos. El resultado es un patrón más detallado, de grano fino, en la ocupación del espacio.

### **La conexión entre los sistemas**

Estos sistemas se conectarían o relacionarían de la forma siguiente.

El *ecosistema* se situaría en la base y es el que admite menos modificaciones, pues de él dependen los otros dos. Constituye una referencia básica e imprescindible a la hora de decidir alternativas sobre el uso de los recursos -potencialidades, reversibilidad, impactos- y aun contando con las amplias posibilidades de la técnica actual o con la facilidad de inversión económica y energética para modificar características del medio natural, las limitaciones provenientes del ecosistema sobre el que actúa la agricultura, deben representar la primera llamada a la sensatez a la hora de decidir el uso de los recursos. Por haber forzado las posibilidades de determinados ecosistemas para admitir ciertos usos, se ha originado numerosas catástrofes

ecológicas, con sus repercusiones sociales, demográficas o sobre la calidad de vida: erosión y contaminación a gran escala, incendios, deforestación y degradación de suelos, pérdida de valiosos paisajes humanizados. Cualquier uso **no** puede llevarse a cabo en cualquier lugar y **no** se trata sólo de un problema de oportunidad y costes. Los “recursos” tienen distinta tasa de renovación, algunos tardan siglos en recuperarse y otros no son renovables por haber cambiado las condiciones en que se formaron.

El *sistema de producción* ocuparía un segundo eslabón de la pirámide, situándose directamente sobre el ecosistema pero condicionado a su vez -siendo regulado- por el sistema económico. Es un sistema más dinámico, cuyos cambios no dependen tanto de ritmos o potencialidades naturales, sino más bien de las capacidades y medios técnicos (sistema tecnológico) y de aspectos sociales y organizativos (estructura de la propiedad, régimen de tenencia, organización social de la producción). A través de este sistema enlazaríamos con otras problemáticas susceptibles también de análisis sistémico y que afectan a la actividad agraria -sistemas social, administrativo o legislativo-, pero que no se desarrollan en el presente esquema por actuar a través de su influencia sobre el sistema de producción. El sistema de producción es finalista: procura la adecuación de las técnicas y los recursos para obtener determinados productos, y en consecuencia puede ser valorado según el grado de ajuste o cobertura de los objetivos. Puede estar planteado de manera cuidadosa, que aumente de forma simultánea el capital productivo y el valor natural del ecosistema, o de forma esquiladora, destructora de la capacidad del ecosistema para poder seguir produciendo aun en el caso de que se aumenten las inversiones. En esta dialéctica se ejemplifica la oposición entre la agricultura ecológica (solidaria con la Naturaleza, con la calidad de vida y con las generaciones futuras) y la agricultura “industrial”, principalmente preocupada por la rentabilidad económica en el corto plazo.

El *sistema económico* ocuparía el tercer eslabón de la secuencia de dependencias, condicionando las posibilidades de expresión y desarrollo de los dos sistemas anteriores. Su carácter es también finalista, pues perseguiría el asegurar las posibilidades supervivencia de las poblaciones humanas y de persistencia en el uso de los recursos. Sus imposiciones variarán según se trate de una valoración en términos únicamente monetarios o bien que incluyan otras magnitudes como la energía, el carácter renovable de los recursos o el coste de los impactos sobre el medio de los distintos sistemas de producción. A través de él se regula la entrada de energía y de dinero en el sistema de producción y se condiciona así su influencia sobre el ecosistema. Representa por lo tanto un mecanismo de control sobre el entramado de los sistemas, que condiciona también la escala territorial a la que se manifiestan los intercambios y transferencias de materiales, energía e información. Es el sistema más flexible y dinámico, con innumerables posibilidades y alternativas teóricas. Las regulaciones vienen en última instancia condicionadas por el mercado y por la

forma en la que éste se encuentra organizado -su mayor o menor conexión externa y amplitud territorial.

El *ajuste entre los tres sistemas* mencionados viene condicionado por las disponibilidades de energía y de dinero (fuentes de financiación) y por la mayor o menor proximidad de los centros de decisión al territorio agrario concreto. En condiciones de precariedad de dichos flujos (energía y dinero) es cuando resulta más necesario extremar la coherencia y el ajuste entre los tres sistemas. De forma ideal, las distintas parcelas del territorio se utilizan para lo que son más adecuadas, hay una especialización en productos de renta, a la vez que se mantiene una variedad de producciones básicas para el autoabastecimiento. Ello va acompañado de un reciclaje dirigido a mantener la fertilidad de las tierras y de la complementariedad entre agricultura, usos forestales y ganadería. En una situación como la descrita, propia de una sociedad agraria tradicional, se generan técnicas y saberes valiosos sobre el uso de los recursos, que sin embargo pierden vigencia cuando compiten con los planteamientos de la agricultura industrial. Dichos saberes y conocimientos de tipo práctico están sin embargo detrás y son los que han mantenido hasta la época actual algunos de los sistemas y paisajes que más unánime aprecio e interés concitan como métodos originales para hacer compatible una producción perdurable y la conservación de la Naturaleza, como es el caso de las dehesas, el policultivo, las praderías pirenaicas o las rotaciones cereal-leguminosas en áreas de montaña (Gomez Sal y Bello, 1983).

El desajuste entre los tres sistemas de los que venimos hablando se ve propiciado por la mayor extensión del mercado y por la mayor disponibilidad de capital y energía, lo que suele dar lugar a una uniformización de los usos y del paisaje, la modificación del suelo, la dependencia de abonos y plaguicidas, eliminación de los retazos y retículos estabilizadores propios del ecosistema natural. Este conjunto de componentes y técnicas de cultivo llegan a ser anacrónicos y a carecer de sentido en el nuevo paisaje agrario-industrial. Las limitaciones provenientes del ecosistema sobre el que se apoya los sistemas de producción y económico no se estiman como importantes, pues se confía de forma ilimitada en la tecnología y en la inversión. Los efectos negativos se infravaloran, se piensa que son imperceptibles a corto plazo. Pero a medio plazo estas limitaciones dependerán de que la situación económica permita hacer frente al aumento exagerado de insumos y de las expectativas de calidad de vida de la población -capacidad para vivir en un medio contaminado o en un paisaje uniforme y degradado.

### **Perspectivas**

¿Cómo desarrollar sistemas de producción que por ser coherentes con el ecosistema que los mantiene, sean capaces de capitalizar e incrementar sus recursos en las presentes condiciones de mercado? Este es precisamente uno de los desafíos más importantes de la agricultura ecológica: el llegar a ser no sólo una “alternativa que

aproveche las rendijas, o espacios de producción marginales que deja la otra agricultura”, o los incipientes mercados emergentes que demandan productos selectos, sino un verdadero planteamiento renovador de gran alcance, que sea capaz de proponer soluciones a la crisis de poblamiento en el medio rural, la conservación de los valiosos paisajes humanizados basados en la agricultura extensiva y, en definitiva, procurar una relación aceptable de la sociedad con la Naturaleza en los años futuros. Se abre un amplio campo para la investigación de confluencia -técnicas renovadas adaptadas, sistemas organizativos- donde queda mucho por desarrollar. No se puede pedir soluciones inmediatas a estos planteamientos cuando el esfuerzo invertido en investigación y en formación en el desarrollo de esta línea práctica de la agricultura es incomparablemente menor que el dedicado a la agricultura industrial. El bagaje con se cuenta proviene de la ya importante experiencia de la agricultura ecológica (Colmenares *et al.*, 1994), pero sobre todo de las soluciones encontradas por los sistemas tradicionales, cuyos saberes y técnicas -planteamientos para las distintas escalas territoriales- deben ser sistematizados, tamizados e interpretados y contrastados con el conocimiento científico. El marco conceptual de los distintos niveles de análisis del sistema agrario nos puede ayudar a situar la teoría y la práctica de la agricultura ecológica y a identificar aquellos componentes del ecosistema (tierra fértil, árboles y retículos forestales, diversidad de ganado y cultivos, reciclaje, entre otros) que deben mantenerse a ultranza en la planificación de la actividad agraria en las distintas escalas territoriales (finca, empresa agraria, espacio rural).

## BIBLIOGRAFÍA

- Colmenares, R., J. Pérez Sarmentero, A. Molina, (1994) La agricultura ecológica. Construyendo la agricultura del mañana. *El Campo*, 131: 147-169
- Bello, A., J. A. González (1994) Ecología de los sistemas agrarios. En *Curso de Agricultura y Medio Ambiente*. pp. 3-21. ITG Agraria; Pamplona.
- Gómez Sal, A. (1986) Consideraciones ecológicas sobre el suelo agrícola. En II Congreso de Agricultura Biológica *La fertilidad del suelo*. pp. 21-28. MAPA; Madrid.
- Gómez Sal, A. (1988) Ecosistemas rurales. En *Elementos básicos para la educación ambiental*. pp. 51-77. Publicaciones del Aula de Ecología. Ayuntamiento de Madrid.
- Gómez Sal, A. (1993) Ecología de los sistemas agrarios. *Ecosistemas*, 7:10-15.
- Gómez Sal, A., A. Bello (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.
- Montserrat, P. (1961) Las bases de la practicultura moderna. *Boletín Agropecuario de la Caja de Pensiones de Cataluña*: 99-124.