

Avaliação de biomassa vegetal em sistema de produção em transição agroecológica

Evaluation of plant biomass in production system in transition agroecology

AVILA, João Eduardo Tombi de¹; ASSAD, Maria Leonor Lopes²; LIMA, Abdeel Silva³

1 Pós-graduando, PPGADR/UFSCar, São Carlos/SP, Brasil, agrojoaoeduardo@yahoo.com.br; 2 Professora Associada, Universidade Federal de São Carlos – Bolsista CNPq, São Carlos/SP, Brasil, leonorrccla@gmail.com; 3 Graduando em Agronomia, UFSCar/PRONERA Bolsista CNPq - UFSCar/PRONERA, São Carlos/SP, Brasil, abdeellima@gmail.com

RESUMO: Utilizar biomassa vegetal é uma alternativa para adubar solos na transição agroecológica. O objetivo deste trabalho foi avaliar a biomassa vegetal produzida em três áreas – pomar de bananeiras (*Musa paradisiaca*), feijão-guandu (*Cajanus cajan*) e pasto de braquiária (*Brachiaria decumbens*) – de uma unidade de produção e vida familiar (UPVF), de Iperó (SP), e propor alternativas de manejo para diminuir a dependência de fertilizantes industriais. Foram determinadas as massas secas de produtos (exportados da UPVF) e de coprodutos (que permanecem na UPVF) e foram estimados os teores de macronutrientes de coprodutos disponíveis para as culturas. A biomassa vegetal produzida na UPVF não atendeu à demanda nutricional do pomar de bananeiras, principal produto comercial da UPVF. Concluiu-se que o feijão-guandu, com maior produção de matéria seca e maior acúmulo de nitrogênio e de potássio, pode ser usado para aumentar a fertilidade do agroecossistema, desde que seja ampliada sua área de produção.

PALAVRAS-CHAVE: *Cajanus cajan*, massa seca de produtos, massa seca de coprodutos, agroecossistema.

ABSTRACT: Using plant biomass is an alternative to fertilize soils in agro-ecological transition. The objective of this study was to evaluate the plant biomass produced in three areas – banana orchard (*Musa paradisiaca*), pigeon pea (*Cajanus cajan*) and pasture (*Brachiaria decumbens*) – of a production and family life unity (UPVF) of Iperó (SP) and propose management alternatives to reduce reliance on industrial fertilizers. It were determined the dry weight of products (exported from UPVF) and the dry weight of co-products (which remain in UPVF) and the macronutrient of co-products available for crops were estimated. It was found that the biomass produced in UPVF did not attend the nutritional demand of the banana orchard, the main commercial product of UPVF. It was concluded that the pigeon pea, with the highest dry matter production and the highest accumulation of nitrogen and potassium, can be used to increase the fertility of agroecosystem since its production area is enlarged.

KEY WORDS: *Cajanus cajan*, dry mass of products, dry mass of co-products, agro-ecosystem.

Introdução

A transição agroecológica caracteriza-se por um processo gradual e multilinear de mudança num dado tempo do manejo de agroecossistemas, aproximando-os do ambiente onde estão inseridos (CAPORAL, 2005). O agricultor familiar, ao alterar seus sistemas produtivos, modificando os cultivos e os insumos aplicados, assume um importante papel na transição agroecológica. Nesse sentido, Finatto e Salamoni (2008) destacam que o papel do grupo familiar é fundamental nas mudanças do sistema produtivo, pois ele se identifica com o lugar que trabalha e vive; mesmo porque, em muitos casos, a terra, além de uma posse, é o lugar onde seus antepassados viveram. Assim, o sistema produtivo de base familiar pode ser entendido como uma unidade de produção e vida familiar (UPVF). Isto porque, conforme salienta Wanderley (1996), esse sistema combina os fatores terra, trabalho e família que traduzem a capacidade de transformação e adaptação da agricultura familiar a diferentes situações, buscando preservar a autonomia da família. Ferrante (2001) destaca que as estratégias familiares podem cumprir importante papel no dimensionamento da qualidade de vida de assentados da reforma agrária, colaborando de forma relevante na (re)construção da sustentabilidade nos assentamentos rurais.

Portanto, a UPVF constitui o ambiente central da discussão agroecológica, pois os agricultores familiares têm limitações de áreas para o plantio e, os assentados da reforma agrária, limitações em recursos para aumentarem a fertilidade dos seus agroecossistemas. Os sistemas que produzem maior quantidade de biomassa vegetal são mais férteis e apresentam maior possibilidade de manutenção da vida de forma sustentável (MAYER, 2009). E, quando são combinados com outras técnicas ecológicas de manejo, como rotação de culturas, adubação verde, sistemas de plantio direto na palha, pastoreio racional e sistemas agroflorestais, podem contribuir para manutenção e aumento da fertilidade do sistema.

Khatounian (2001) define fertilidade do sistema como a capacidade de um agroecossistema de gerar vida de forma sustentável, com o objetivo de facilitar o desenho e o manejo de sistemas sustentáveis em ambiente tropical e subtropical.

Diversos são os benefícios que a prática de incorporação de biomassa pode proporcionar ao solo. Destacam-se: melhoria na estrutura, aumento da capacidade de infiltração de água de chuva, aumento da aeração, redução da plasticidade e da coesão, aumento da capacidade de retenção de água e diminuição da variação da temperatura diária (MIYASAKA, 2008). A incorporação da biomassa contribui também para aumentar a disponibilidade de nutrientes, por meio da mineralização, e para a complexação de elementos tóxicos (BAYER e MIELNICZUK, 2008). O enriquecimento do solo com matéria orgânica proveniente da incorporação de biomassa pode ser favorecido com algumas práticas bastante estudadas (GLIESSMAN, 2009), como compostagem, adubação verde, utilização de coberturas consorciadas, faixas de vegetação espontâneas e sistemas agroflorestais. Recomenda-se também o uso de plantas que tenham profundidades e formatos de raízes diferentes, formando uma rede protetora do solo (MONEGAT, 1991).

Neste sentido, o presente trabalho foi desenvolvido com uma família de agricultores de um assentamento rural do município de Iperó (SP), interessados em buscar autonomia do seu agroecossistema. Estes apontaram que, para avançar no processo de transição agroecológica em busca de melhores condições de vida no campo, o uso de matéria orgânica do solo é imprescindível para “produzir sem precisar acrescentar nada de fora”. Assim, partiu-se da hipótese que a integração entre setores da UPVF estudada, apoiada na biomassa vegetal que permanece no campo, pode suprir a carência nutricional das culturas, diminuindo a necessidade de aporte externo. Em vista do exposto, o objetivo

deste trabalho foi avaliar a biomassa vegetal produzida em três setores de produção, como fonte de nutrientes de uma unidade de produção e vida familiar (UPVF), e propor alternativas de manejo que permitam diminuir a dependência de fertilizantes industriais.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido no lote 64 da área um do Assentamento Fazenda Ipanema, reconhecido pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) em 1998. Este assentamento está situado em Iperó, município a 125 km da capital do Estado de São Paulo (Figura 1). Nele encontram-se atualmente 151 famílias residentes em lotes com áreas variando de 4 a 16 hectares. O clima na

região é caracterizado como Cfa (clima temperado subtropical úmido), segundo classificação de Köppen, caracterizado por verão quente, temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e estações de verão e inverno bem definidas (ALBUQUERQUE e RODRIGUES, 2000).

A UPVF estudada (47° 64' W, 23° 39' S, altitude 560 metros) possui 8 ha. Está dividida em sete setores que ao longo do ano são ocupados por: culturas anuais (adubos verdes, berinjela, milho, quiabo, abóbora e feijão, principalmente), distribuídos em 2 ha; culturas anuais olerícolas (alface em sistema de estufa e de campo, rúcula, acelga, chicória, rabanete, beterraba e pimentão, principalmente), em 0,5 ha; culturas perenes frutíferas (goiaba, caqui, limão, lichia e banana), em

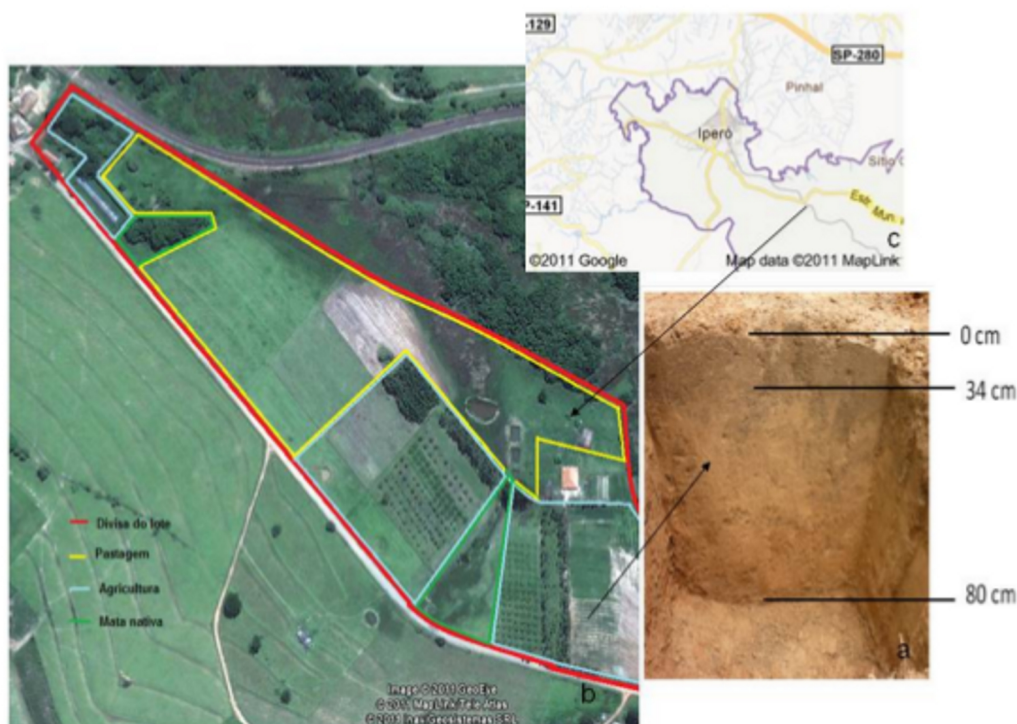


Figura 1: Localização da unidade de produção e vida familiar (UPVF) estudada no município de Iperó (SP) e trincheira de avaliação do perfil do solo aberta no pomar de bananeiras da UPVF. Fonte: Google Maps (2011) (maps.google.com.br).

1,5 ha; área de eucalipto, em 0,5 ha; pastagem plantada (braquiária), em 2,5 ha; mata nativa, em 0,5 ha; e área de construções, em 0,5 ha.

O trabalho de campo foi desenvolvido de setembro de 2010 a março de 2011 e envolveu a caracterização da UPVF e a quantificação da biomassa vegetal produzida em três setores de produção: pomar de bananeiras (*Musa paradisiaca* L.), feijão-guandu (*Cajanus cajan* L. Millsp.) e pasto de braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf). Os três foram escolhidos para a realização do trabalho devido à importância que têm dentro do agroecossistema, conforme apontado pelos agricultores. O pomar de bananeiras foi formado em 2008, com 3 m entre linhas e 3 m entre plantas, num total de 1.000 plantas da variedade Nanicão (grupo genômico AAA). Ocupa 0,9 ha e tem sido mantido com uma planta matriz e dois rebentos mais vigorosos, por família de bananeira. A limpeza dessa área é feita com desfolhas e roçada nas entrelinhas, conforme a necessidade. As adubações realizadas envolveram, preferencialmente, adubos orgânicos (cama de frango) e pequenas quantidades de adubos solúveis, em geral na forma de misturas NPK (nitrogênio, fósforo, potássio). O pomar constitui uma fonte de renda estável para a família, visto que a produção tem sido escoada por meio do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), desenvolvido com recursos dos Ministérios do Desenvolvimento Agrário (MDA) e do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS). O feijão-guandu foi plantado na área destinada aos adubos verdes e ocupava 0,1 ha quando do estudo de campo. O pasto de braquiária deve ser ampliado nos próximos anos por desejo da família.

Caracterização da UPVF e dos setores de produção selecionados

A caracterização dos setores de produção estudados da UPVF envolveu três etapas:

caminhadas transversais com os agricultores; descrição de um perfil de solo; e coleta de amostras compostas dos solos das áreas estudadas.

As caminhadas transversais, técnica do Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) descrito por Souza (2009), consistiram em realizar em todo o lote percursos, na companhia de agricultores da família, atentando para a paisagem, o histórico da área, o manejo atual, impactos ambientais, perspectivas de manejo, potencialidades e limitações de cada setor de produção. Esta primeira etapa do diagnóstico foi realizada por meio de duas visitas técnicas, em agosto e setembro de 2010.

Na descrição do perfil de solo seguiu-se proposta de Santos et al. (2005). No pomar de bananeiras foi aberta uma trincheira de 1 m x 1 m x 1 m para descrição morfológica dos atributos sequência e profundidade de horizontes, cor, textura, estrutura, consistência, transição entre horizontes, presença de raízes e porosidade. A escolha dessa área (Figura 1) foi feita com base na sua representatividade dentro da UPVF e no fato do pomar de bananeiras ter sido indicado pelos agricultores como uma das áreas para estudo da biomassa.

A última etapa da caracterização dos setores da UPVF consistiu na coleta de amostras compostas dos solos das áreas selecionadas para análises químicas. As coletas foram realizadas em dezembro de 2010 na companhia de agricultores da família. Foram coletadas 10 amostras nas camadas 0 a 0,10 m e 0,10 a 0,30 m na área de braquiária e nas camadas 0 a 0,10 m, 0,10 m a 0,30 m e 0,30 m a 0,50 m na área de feijão-guandu e no pomar de bananeiras. As amostras compostas foram encaminhadas para o Laboratório de Análises Químicas de Solos e Planta, do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). A matéria orgânica do

solo (MOS) foi determinada pelo método volumétrico com dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$). O pH foi potenciometricamente determinado em suspensão de cloreto de cálcio ($CaCl_2$ 1 mol L^{-1}), com relação solo:solução 1:2,5. As extrações de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram feitas por meio de resina trocadora de íons, sendo Ca e Mg trocáveis determinados por espectrofotometria de absorção atômica, P disponível por fotocolorimetria em 640 nm e K trocável por fotometria de emissão por chama. Todas as análises foram feitas conforme Rajj et al. (2001) e os resultados encontram-se na Tabela 1.

Quantificação da biomassa vegetal produzida nos setores selecionados

A avaliação da biomassa vegetal em cada um dos setores de produção selecionados foi feita em março de 2011, quando as culturas se encontravam no final do ciclo de crescimento vegetativo. Nessa

época, de final da estação chuvosa, assumiu-se que as plantas apresentavam valores máximos de biomassa. Foi feita a determinação da massa seca de produtos (MSP) e de coprodutos (MSC). Considerou-se produto todo material vegetal com valor econômico de venda ou consumível, e que seria, portanto, exportado do setor. Foram considerados coprodutos todo material vegetal residual, sem valor econômico de venda, e que permaneceria no campo. Todas as coletas foram feitas em três repetições.

No pomar de bananeiras foram colhidos e pesados os cachos, o pseudocaule e as folhas de três plantas diferentes escolhidas ao acaso. Seguindo o manejo adotado pela família nas colheitas de banana, foi feito o corte raso do pseudocaule, a cerca de 10 cm acima do solo, seguido de tombamento do pseudocaule e das folhas no solo e da retirada do cacho inteiro. Em seguida, foram coletadas todas as folhas e amostras correspondentes a 10% do peso total do

Tabela 1: Análise química dos solos dos setores de uma unidade de produção e vida familiar (UPVF) localizada em Iperó (SP).

Prof m	MOS g dm^{-2}	pH $CaCl_2$	P mg dm^{-2}	K	Ca mmol dm^{-2}	Mg	CTC	V %
Pomar de bananeiras (<i>Musa paradisiaca</i> L.)								
0-0,10	15	6,1	10	1,7	29	10	59,7	68
0,10-0,30	12	6,0	9	1,4	26	9	55,4	66
0,30-0,50	9	5,9	9	1,2	22	7	47,2	64
Feijão-guandu (<i>Cajanus cajan</i> L. Millsp)								
0-0,10	19	6,3	17	2,0	48	26	98,0	78
0,10-0,30	17	6,2	10	1,7	33	17	73,7	70
0,30-0,50	14	5,5	11	1,1	30	15	77,1	60
Pasto de braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf)								
0-0,10	16	5,5	5	1,3	21	5	52,3	52
0,10-0,30	14	5,5	6	1,5	25	4	55,5	55

Prof. = profundidade; MOS = matéria orgânica do solo; CTC = capacidade de troca catiônica; V = saturação por bases.

cacho de cada uma das três plantas. Visando obter amostras representativas dos pseudocaulos, estes foram subdivididos em parte basal, média e superior, conforme metodologia adaptada de Mayer (2009), e foram coletadas amostras correspondentes a 10% do peso de cada uma das partes dos pseudocaulos das três plantas. As amostras dos cachos foram utilizadas para determinação da massa seca de produtos do pomar de bananeiras (MSPB), e as folhas e amostras dos pseudocaulos foram usadas para determinar a massa seca de coprodutos do pomar de bananeiras (MSCB).

As coletas da parte aérea de plantas feijão-

guandu e de braquiária foram feitas em três subparcelas de 0,25 m², definidas aleatoriamente, para determinação da massa seca de coprodutos do feijão-guandu (MSCF) e de coprodutos do pasto (MSCP). O corte das plantas de feijão-guandu foi realizado na altura habitual de manejo na UPVF, a cerca de 1 m do solo, e o corte das plantas de braquiária foi feito rente ao solo. A determinação de matéria seca foi feita por meio de secagem em estufa ventilada a 65°C até atingir peso constante, calculando-se a média e o desvio-padrão (Tabela 2). A partir desta média, foi estimada a biomassa vegetal seca por hectare de cada um dos materiais estudados (Tabela 2).

Tabela 2: Matéria seca amostrada (kg) e produtividade da matéria seca (kg ha⁻¹) do produto e dos coprodutos estudados na unidade de produção e vida familiar (UPVF) de Iperó (SP).

Cultura/Material	Área Plantada ha	Massa Seca Amostrada		Produtividade ¹ kg MS ha ⁻¹	
		Média kg	Desvio-padrão kg		
Bananeira	0,9	Cacho ² (produto)	0,410	0,059	4.555,10 (6.696,00)
		Folhas ³ (coproduto)	2,033	0,117	2.258,66 (3.320,23)
		Pseudocaulo ² (coproduto)	0,213	0,067	2.366,43 (3.478,65)
		Total			9,180,19 (13.494,88)
Feijão guandu ⁴ (coproduto)	0,1	0,343	0,065	13.720	
Braquiária ⁴ (coproduto)	2,5	0,335	0,041	13.400	

¹Valores entre parênteses indicam a estimativa da massa seca estimada para a família de bananeiras (planta-mãe, planta-filha e planta-neta), conforme Oliveira (2002). ²Amostragem de 10% do material de três plantas escolhidas ao acaso. ³Amostragem de todo o material de três plantas escolhidas ao acaso. ⁴Amostragem em três subparcelas de 0,25 m² escolhidas ao acaso.

Estimativa de nutrientes e alternativas de manejo para transição agroecológica

Com os valores de matéria seca, foram estimados os teores de macronutrientes (N, P, K, S, Ca, Mg) presentes em produtos e coprodutos dos setores estudados (Tabela 3). Na estimativa da quantidade (EQ) de nutrientes acumulados nos produtos e coprodutos considerados neste trabalho, adotaram-se expressões adaptadas de Malavolta et al. (2002):

- produtos e coprodutos de bananeiras

$EQ (kg ha^{-1}) = \text{teor do nutriente no material} \times \text{massa seca do órgão} \times N$

onde: N = número de plantas por hectare (1.111 plantas, espaçamento 3 m x 3 m).

- coprodutos do feijão-guandu e da braquiária

$EQ (kg ha^{-1}) = \text{teor do nutriente no material} \times \text{massa seca} \times N$

onde: N = 40 000 (conversão do valor medido

Tabela 3: Estimativa da demanda e da oferta de macronutrientes nos setores estudados na unidade de produção e vida familiar (UPVF) de Iperó (SP).

Setores	Área ha	N	P	K	Ca	Mg	S
		Demanda do produto kg					
Família de bananeira (MSPB)	0,9	127,97	17,55	390,6	69,52	55,11	9,97
		Oferta do coproduto kg					
Família de bananeira (MSCB)	0,9	38,26	4,64	151,82	31,5	22,44	2,42
Feijão-guandu (MSCF)	0,1	35,4	2,6	15,5	6,31	2,6	2,19
Braquiária (MSCP)	2,5	274,7	33,5	100,5	139,02	70,35	53,6
		Deficit %					
(MSPB-MSCB)/MSPB		70,1	73,6	61,1	54,7	59,3	75,7
[MSPB -(MSCB+MSCF)]/MSCP		42,4	58,7	57,2	45,6	54,6	53,8
		Acúmulo de nutrientes kg ha ⁻¹					
Família de bananeira	Produto (MSPB)	142,2	19,5	434	77,2	61,2	11,1
	Coproduto (MSCB)	42,5	5,2	168,7	35	24,9	2,7
	Total	184,7	24,7	602,7	112,2	86,1	13,8
Feijão-guandu (MSCF)		354	26	155	63,1	26	21,9
Braquiária (MSCP)		109,9	13,4	40,2	55,6	28,1	21,4

MSPB – massa seca de produto da família de bananeiras (planta-mãe, planta-filha e planta-neta); MSCB – massa seca de coproduto da família de bananeiras (planta-mãe, planta-filha e planta-neta); MSCF – massa seca de coproduto do feijão-guandu; MSCP – massa seca de coproduto do pasto de braquiária.

em 0,25 m² para 1 ha)

Os teores de macronutrientes nos materiais amostrados foram estimados com base em dados levantados na literatura. Para a cultura de bananas foi utilizado o FERTICALC® - Bananeira, apresentado por Oliveira (2002). Inicialmente, e como a cultura da bananeira é formada por uma "família" de plantas composta por planta-mãe, planta-filha e planta-neta, foi feita a estimativa da massa seca produzida pela família adotando-se o fator de conversão k1, proposto por OLIVEIRA (2002):

$$\text{- MS família (kg ha}^{-1}\text{) = MS (kg ha}^{-1}\text{) x k1}$$

onde: k1 = 1,47.

Em seguida, a partir da produtividade da cultura, da BMSP e da BMSC, calculou-se a necessidade de reposição de cada nutriente demandado pela cultura por meio de um coeficiente de utilização biológica (CUB). Foram adotados índices referentes à transformação do conteúdo de um nutriente da "planta-mãe" em conteúdo desse nutriente na família: 1,52 para N; 1,74 para P; 1,64 para K; 1,50 para Ca e Mg; 1,47 para S, conforme Oliveira (2002). Na sequência, prevendo-se a utilização no próximo ciclo da cultura de nutrientes restituídos ao solo por meio da BMSC, após a mineralização, multiplicou-se o resultado obtido de cada macronutriente da BMSC por índices referentes à taxa de mineralização. Esses índices, propostos por Oliveira (2002), foram 0,55 para Ca e Mg; 0,60 para P e S; 0,65 para N; e 0,85 para K.

A estimativa da quantidade de nutrientes fixados na parte aérea da MSCF foi feita com base em teores apresentados por Caceres e Alcarde (1995). Na estimativa da quantidade de nutrientes fixados na parte aérea da braquiária, foram utilizados valores percentuais de concentração de macronutrientes na MSCP adaptados de Alcântara

et al. (2000).

A partir da estimativa da quantidade de nutrientes disponível na biomassa de produtos e coprodutos foram estimadas a demanda, a oferta e o deficit de nutrientes nos setores estudados (Tabela 3) e foram definidas alternativas de manejo para aproveitamento de biomassa de coprodutos na fertilização de solos da UPVF estudada.

Resultados e Discussão

Caracterização da UPVF e dos setores de produção selecionados

Durante as caminhadas transversais na UPVF muitas informações foram levantadas junto aos agricultores, que contribuíram de forma decisiva para a discussão dos resultados obtidos neste trabalho. Algumas delas serão apontadas quando necessárias. Um aspecto importante na compreensão do sistema de produção e que foi apontado pelos agricultores, é o aumento gradativo de culturas perenes e de áreas de mata nativa, nos últimos cinco anos, e conseqüente diminuição da área destinada à produção animal (gado de leite, eqüinos e aves). Os agricultores destacaram várias vezes a intenção em avançar no processo de transição agroecológica em busca de melhores condições de vida no campo e fizeram afirmações como "a matéria orgânica do solo é imprescindível". Entretanto, ainda utilizam insumos externos para a produção. O estado de conservação do solo nas diferentes áreas, a diversidade de culturas e o aproveitamento de resíduos agrícolas foram considerados importantes evidências de que os agricultores da UPVF estudada se esforçam por adotar práticas que permitam fazer a transição agroecológica.

A introdução de adubos verdes em 2009 representou uma mudança na UPVF. A constante ampliação da área plantada com adubos verdes, com o aproveitamento de sementes em novas áreas, é de grande importância na transição

agroecológica, conforme apontam Jesus et al. (2011). Assim como a área de pastagem com braquiária, o setor de feijão-guandu não recebeu adubação, tendo sido feito apenas um controle de plantas espontâneas nas entrelinhas, com capina manual após o plantio. O pasto de braquiária é o maior e mais antigo setor formado no lote e foi dividido em três grandes piquetes para favorecer a rebrota da gramínea.

Nas caminhadas transversais ficou evidente que alguns setores da UPVF careciam de biomassa para atender o manejo agroecológico almejado. Com efeito, constatou-se que a área da UPVF estudada não apresenta variação de tipo de solo. Na avaliação do perfil de solo no pomar de bananeiras (Figura 1) constatou-se que a UPVF é formada por Latossolo Vermelho-Amarelo textura média, profundo, com horizonte A moderado. O solo apresentava estrutura com agregados na forma de blocos subangulares em geral fracos e pequenos, que se desfaziam em grânulos também fracos e pequenos. A consistência dos agregados quando secos era macia na camada até uns 30 cm de profundidade e ligeiramente dura nas camadas subsuperficiais; esses agregados, quando umedecidos, apresentaram consistência pouco friável na camada superficial e friável na subsuperficial; e quando molhados, eram ligeiramente plásticos e pouco pegajosos nos dois horizontes. A transição do horizonte A (0-15 cm) para o horizonte B (15-80 cm) era clara e ondulada. No horizonte A observaram-se muitos poros de tamanho pequeno ($\varnothing < 1$ mm) enquanto que no horizonte B os poros eram em menor número e também pequenos. Essas características evidenciam que se trata de solo que não oferece resistência à penetração de raízes e não apresenta grande variação entre as diferentes camadas.

As análises químicas dos solos dos setores de produção estudados na UPVF (Tabela 1) indicaram que os valores de V, CTC, pH, Ca e Mg estavam satisfatórios para o cultivo e apenas o K

apresentava valores médios a baixos, conforme Raij et al. (1996), principalmente na área de pastagem. O teor de matéria orgânica, avaliado de acordo com Raij et al. (1996), apresentou-se baixo, sendo que o setor de feijão-guandu teve um teor um pouco mais elevado do que a área de pastagem e o pomar de bananeiras (Tabela 1). Do mesmo modo, o K apresentou-se médio para banana e feijão-guandu e baixo na área de braquiária, enquanto que o P foi baixo e muito baixo em todas as áreas estudadas, segundo critérios de Raij et al. (1996), com exceção da camada superficial (0 - 10cm) de feijão-guandu, onde o valor de 17 mg dm⁻³ (Tabela 1) pode ser considerado médio.

Comparando-se os três setores estudados, constatou-se que o setor de pastagem com braquiária foi o que apresentou menor fertilidade, destacando-se as baixas quantidades de P (Tabela 1), que podem ser limitantes para essa forrageira, conforme apontam Rossi e Monteiro (1999). Por outro lado, a área de feijão-guandu apresentou fertilidade superior às demais, constituindo uma potencial área fonte de fertilidade, enquanto que as áreas de pomar de bananeiras e pasto com braquiária se caracterizariam, pela sua baixa fertilidade, como áreas dreno de fertilidade. No entanto, essa diferenciação – de área fonte e área dreno – pode estar mais relacionada com o manejo adotado do que com as características dos solos, visto que o estudo pedológico apontou grande uniformidade na UPVF (Tabela 1).

Quantificação da biomassa vegetal produzida nos setores selecionados

Dos três setores estudados, o feijão-guandu apresentou a maior MS por unidade de área enquanto o pomar de bananeiras apresentou a menor quantidade de MS por hectare (Tabela 2), mesmo considerando-se a família de plantas. Esta, com 13.495 kg MS ha⁻¹ (Tabela 2), teve nos frutos (MSPB) a maior proporção de MS (49,6%), quando comparados à MS do pseudocaule (25,7%) e das

folhas (24,6%). Ou seja, cerca de 50% da biomassa da bananeira retorna ao pomar como coproduto da cultura, enquanto a outra metade é exportada do lote.

Conforme apontado pelos agricultores da UPVF estudada, o plantio adensado do feijão-guandu e a opção de não manejá-lo no primeiro ano do seu ciclo fizeram com que as plantas alcançassem 3 m de altura. Por esta razão, o manejo das plantas adotado pela família, com altura de corte a 1 m do solo, foi considerado adequado por aproveitar ao máximo as folhas e galhos finos para as adubações e permitir a rebrota com mais facilidade. Salmi et al. (2006) apontam que, quando se objetiva o rendimento econômico de biomassa verde em cortes sucessivos, deve-se considerar o aspecto de rebrota e de sobrevivência das plantas remanescentes, pois ambas as características são favorecidas por alturas de corte mais elevadas.

A matéria seca da gramínea (Tabela 2) está próxima à média encontrada por Botrel et al. (1999). Segundo esses autores, a *B. decumbens* é adaptada às condições de solos ácidos e de baixa fertilidade, além de ser eficiente na cobertura do solo e concentrar 10% de proteína bruta (PB) em sua matéria seca, o que a torna importante para a alimentação animal. Os valores obtidos no presente trabalho apontam que ela foi eficaz na formação de biomassa e na absorção de macronutrientes (Tabela 3). Entretanto, os valores obtidos na análise química do solo do setor indicaram que muito pouco dos nutrientes da forrageira estão sendo repostos ao solo, mesmo porque não há incorporação dessa biomassa. O setor é pastoreado e a biomassa vegetal é transformada em biomassa animal, refletindo-se em ganho de peso animal e produção de dejetos.

Estimativa de nutrientes e alternativas de manejo para transição agroecológica

Com o presente trabalho buscou-se destacar a defasagem existente entre a demanda de nutrientes

de uma cultura comercial e a possibilidade de intervenção com os recursos atualmente disponíveis na área. Assim, a partir dos valores de acúmulo de nutrientes no produto e nos coprodutos (folhas e pseudocaules) de famílias de bananeiras, e considerando as taxas de mineralização propostas por Oliveira (2002), verificou-se que a biomassa de coprodutos pode contribuir com pelo menos 25% da demanda de nutrientes de produtos do pomar de bananeiras, com destaque para Ca, Mg e K (Tabela 3). Na UPVF estudada em Iperó, constatou-se que o K foi o nutriente requerido em maior quantidade (390,6 kg); e, em apenas 0,9 ha, houve uma oferta de 151,8 kg de K (Tabela 3) disponíveis nos coprodutos (folhas e pseudocaules). Esses resultados são parcialmente concordantes com os obtidos por Moreira e Fageria (2009) que, estudando a taxa de remobilização e repartição de nutrientes na bananeira cultivar Thap Maeo cultivada na Amazônia Ocidental, constataram que N e K apresentaram o maior índice relativo de remobilização.

Ao se acrescentar a quantidade de nutrientes disponíveis no feijão-guandu à oferta dos coprodutos do pomar de bananeiras, constatou-se uma redução do déficit de todos os nutrientes, em especial de N, S e P (Tabela 3). Entretanto, essa disponibilidade depende do manejo a ser adotado. Com efeito, Alcântara et al. (2000) constataram não haver mais nutrientes a serem solubilizados do feijão-guandu 150 dias após o manejo do adubo verde, em um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico. Esses autores recomendam que a adubação verde com feijão-guandu seja feita antes desse período e apontam que os melhores resultados foram obtidos até 90 dias após o manejo.

Os agricultores da UPVF estudada em Iperó vêm buscando alternativas dentro da própria unidade para diminuir o consumo de insumos externos que ainda se faz necessário. Entretanto, o manejo segmentado adotado pela família, ao longo

dos anos, ainda não favoreceu a integração entre os setores, o que poderia ser feito, por exemplo, por meio da consorciação de pastagem com culturas perenes num manejo silvopastoril. Durante o trabalho de campo, os agricultores manifestaram interesse em ampliar nos próximos anos a produção animal (atualmente com 14 animais a pasto, entre gado leiteiro e equinos), o que faz do pasto uma área importante para o redesenho da UPVF. Barcellos et al. (2008) apontam que as leguminosas, associadas a outras tecnologias, podem contribuir para minimizar a degradação das pastagens, por conta dos distintos serviços que, potencialmente, podem desempenhar. Neste sentido, Paciullo et al. (2007) constataram que o sombreamento parcial da braquiária possibilitou incrementos nos teores de proteína bruta (PB) e na digestibilidade da forrageira. Ou seja, a implantação de um manejo silvopastoril dentro da UPVF possibilitaria ganhos na qualidade da gramínea e de área disponível para espécies perenes (adubos verdes, frutíferas, silvícolas e árvores nativas). O consórcio da braquiária com o feijão-guandu, por exemplo, poderia aumentar a biomassa produzida no setor, melhorar a ciclagem dos nutrientes, contribuir na melhoria do microclima pelo sombreamento parcial e contribuir para o aumento da disponibilidade de proteína para o gado, visto que a leguminosa concentra cerca de 23% PB na sua biomassa (TEIXEIRA et al., 1985).

Na UPVF estudada, os coprodutos da bananeira permanecem dentro do pomar e o pasto de braquiária tem sua biomassa destinada à produção animal. Assim, a área plantada com feijão-guandu é a única fonte de fertilidade no agroecossistema capaz de suprir a demanda de nutrientes do bananal. Entretanto, a área de 1.000 m² plantada com feijão-guandu não é suficiente para suprir a demanda da cultura de bananeiras da UPVF. Tomando-se por base o K, nutriente com maior demanda no pomar de bananeiras (Tabela 3), estimou-se que seriam necessários 20.580 kg de

MS de feijão-guandu para produzir 13.495 kg de matéria seca das bananeiras. Assim, para suprir as exigências nutricionais do atual pomar de bananeiras com 0,9 ha, estimou-se que seriam necessários 1,5 ha de feijão-guandu. Outras espécies de leguminosas, como a crotalária (*Crotalaria juncea* L.) e o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* D.C.), com maior eficiência na absorção de nutrientes (CACERES e ALCARDE, 1995), podem ser utilizadas, o que reduziria a área necessária para cultivo de adubo verde.

Conclusões

A biomassa produzida na UPVF não atende à demanda nutricional do principal setor de produção comercial do lote, o pomar de bananeiras. O feijão-guandu produz maiores teores de MS por unidade de área na UPVF, seguido pela braquiária e pelo pomar de bananeiras, e é mais eficiente no acúmulo de nitrogênio e potássio. Esta leguminosa pode ser utilizada para aumentar a fertilidade do agroecossistema desde que sua área de plantio seja ampliada em pelo menos 15 vezes em relação aos 0,1 ha observados na UPVF estudada. O manejo da diversidade dos recursos existentes na UPVF, a possibilidade de incrementá-los com outras espécies, a integração dos setores e o manejo da biomassa internamente (transferência de fertilidade), representam opções que podem contribuir para a transição agroecológica e, mais importante, para a autonomia dos agricultores.

Ética e Biossegurança

O presente artigo faz parte da pesquisa desenvolvida para elaboração da Dissertação de Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural, da Universidade Federal de São Carlos, aprovada no Comitê de Ética na Pesquisa da mesma instituição, em janeiro de 2011.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, G.B.; RODRIGUES, R.R. A vegetação do morro de Araçoiaba, Floresta

- Nacional de Ipanema (SP). **Scientia Florestalis**, n.58, p.145-159, dez. 2000.
- ALCÂNTARA, F.A. et al. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesq. agrop. bras.**, Brasília, v.35, n.2, p.277-288, fev, 2000.
- BARCELLOS et al. (2008). Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **R. Bras. Zootec.**, v.37, suplemento especial p.51-67, 2008.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A. et al. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ª ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.7-16.
- BOTREL, M.A. et al. Avaliação de gramíneas forrageiras na região sul de Minas Gerais. **Pesq. agrop. bras.**, Brasília, v.34, n.4, p.683-689, abr. 1999.
- CACERES, N.T.; ALCARDE, J.C. Adubação verde com leguminosas em rotação com cana-de-açúcar (*Saccharum* spp). **Rev. Stab**, - v.13, n. 5, p. 16-20, mai/jun. 1995.
- CAPORAL, F.R. **Agroecologia não é um tipo de agricultura alternativa**. Brasília: MDA/SAF/DATE, 2005. Capturado em 22 nov. 2011. Online. Disponível na Internet: <http://www.ipcp.org.br/storage/EA/Agroecologia/Agroecologia%20n%E3o%20%E9%20um%20tipo%20de%20agricultura%20alternativa.pdf>.
- FERRANTE, V.L.B. Assentamentos rurais em São Paulo: passando a limpo 15 anos de experiências. Araraquara: **Revista Uniara**, n. 09, p. 101-111, 2001.
- FINATTO, R.A.; SALAMONI, G. Agricultura familiar e agroecologia: perfil da produção de base agroecológica do município de Pelotas/RS. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, vol. 20, n.2, p.199-217, dez. 2008.
- GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: bases conceituais para a sustentabilidade na agricultura**. Ed. UFRGS, 2009. 653 p.
- JESUS, P.P. et al. Campo-território. **Rev. de geografia agrária**, v. 6, n. 11, p. 363-375, fev., 2011.
- KHATOUNIAN, C.A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Ed. Agroecológica, 2001. 345 p.
- MALAVOLTA, E. et al. Repartição de nutrientes nos ramos, folhas e flores do cafeeiro. **Pesq. agrop. bras.**, Brasília, v.37, n. 7, p.1017-1022, 2002.
- MAYER, P. H. Fertilidade do sistema agrícola: um estudo de 3 comunidades da região metropolitana de Curitiba – PR. Tese (Doutorado em Meio ambiente e desenvolvimento), Universidade Federal do Paraná, 2009. 210 p.
- MIYASAKA, S. Propostas de uma campanha nacional de biomassa para o solo com vistas à agricultura sustentável. In: _____ (coord.). **Manejo da biomassa e do solo visando à sustentabilidade da agricultura brasileira**. São Paulo: Ed. Navegar, 2008. Parte I. p. 40-115.
- MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó(SC): Ed. do Autor, 1991. 337 p.
- MOREIRA, A.; FAGERIA, N.K. Repartição e remobilização de nutrientes na bananeira. **Rev. bras. frutic.**, Jaboticabal, vol.31, n.2, p. 574-581, 2009.
- OLIVEIRA, F.H.T. Sistema para recomendação de calagem e adubação para a cultura da bananeira. Tese (Doutorado em Solos e nutrição de plantas), Universidade Federal de Viçosa, 2002. 78p.
- PACIULLO, D.S.C. et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesq. agrop. bras.**, Brasília, v.42, n.4, p.573-579, abr. 2007.
- RAIJ, B. van et al. Interpretação de resultados de análise de solo. In: _____ (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p.8-13. (Boletim Técnico, 100).
- RAIJ, B. van et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.
- ROSSI, C.; MONTEIRO, F.A. Doses de fósforo, épocas de coleta e o crescimento e diagnose nutricional nos capins braquiária e colômbio. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.1101-1110, out./dez. 1999.
- SALMI, G.P. et al. Dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de genótipos de guandu sob cultivo em aléias. **Pesq. agrop. bras.**, Brasília, v.41, n.4, p.673-678, abr. 2006.
- SANTOS et al. (2005). **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 5.ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.

- SOUZA, M.M.O. A utilização de metodologias de diagnóstico e planejamento participativo em assentamentos rurais: o diagnóstico rural/rápido participativo (DRP). **Em Extensão**, Uberlândia, v. 8, n. 1, p. 34 - 47, jan./jul. 2009.
- TEIXEIRA, J.P.F. et al. Composição química de grãos de feijão-guandu cultivar kaki. **Bragantia**, Campinas, v. 44, n.1, p. 457-463, 1985.
- WANDERLEY, M.N.B. Raízes históricas do campesinato brasileiro. In: ENCONTRO ANUAL DA ANPOCS, 20., Caxambu, 1996. **Anais...** Caxambu, 1996.