

# PRODUÇÃO DE BIOMASSA E ACÚMULO DE NUTRIENTES PELA VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA EM CULTIVO DE CAFÉ ORGÂNICO

Marta dos Santos Freire Ricci<sup>1</sup>; Janaina Ribeiro Costa<sup>1</sup>;  
Abraão José Silva Viana<sup>2</sup>; Ilzo Artur Moreira Risso<sup>3</sup>

(Recebido: 13 de fevereiro de 2009; aceito: 9 de junho de 2010 )

**RESUMO:** Com o objetivo de avaliar a produção de biomassa e o acúmulo de nutrientes pela vegetação espontânea em cultivos orgânicos de café e a fitossociologia dessas espécies, foi desenvolvido um experimento na Fazendinha Agroecológica em Seropédica, RJ, onde foram avaliados três tratamentos, que corresponderam aos sistemas de cultivo de café Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) associado às leguminosas arbóreas *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. e *Erythrina variegata* L. (tratamentos 1 e 3) e cultivado a pleno sol (tratamento 2), com oito anos de idade, os quais foram distribuídos no delineamento em blocos ao acaso com seis repetições. Apesar de terem sido realizadas seis roçadas durante o ano, em apenas cinco épocas, avaliaram a biomassa aérea produzida pela vegetação espontânea e os teores de N, P, K, Ca e Mg e micronutrientes acumulados na biomassa, com a finalidade de estimar a quantidade de nutrientes possíveis de serem reciclados após a decomposição. A fitossociologia da vegetação espontânea foi avaliada em outubro de 2006 e junho de 2007, e pelas espécies encontradas, determinaram a riqueza, a abundância, a frequência relativa das espécies e o índice de diversidade de Shannon. As produções mais significativas de biomassa foram obtidas no período de outubro a dezembro de 2006, registrando-se a maior produção no cultivo do café com gliricídia. Não há diferença entre os tratamentos quanto aos teores de N, K, Ca na biomassa; porém, o maior teor de P é observado no café a pleno sol, e o de Mg, no café com gliricídia. A diversidade de espécies vegetais é baixa e não há diferença entre os sistemas. As espécies de plantas invasoras encontradas em maior frequência nos sistemas nas duas épocas avaliadas são a *Commelina diffusa* Burm. f. (trapoeraba) e *Paspalum conjugatum* Berg. (Capim-forquilha).

Palavras-chave: Agricultura orgânica, plantas daninhas, plantas invasoras, ciclagem de nutrientes, fitossociologia.

## BIOMASS AND NUTRIENT ACCUMULATION BY THE SPONTANEOUS VEGETATION IN ORGANIC COFFEE CROPS

**ABSTRACT:** To evaluate biomass production and nutrient accumulation by the spontaneous vegetation in organic coffee crops and the phytosociology of these species, an experiment was set up at Fazendinha Agroecológica, in Seropédica, Rio de Janeiro state, in Brazil. The experiment consisted of three treatments, corresponding to systems of cultivation of conilon coffee (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) in association with the tree legumes *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. and *Erythrina variegata* L. (treatments 1 and 2), and a full sun cultivation system (treatment 3), distributed in a random block design with six replicates. Although six hoeings were performed over the course of one year, the aerial biomass produced by the spontaneous vegetation and the N, P, K, Ca, Mg and micronutrient contents accumulated in it were measured in only five periods<sup>4</sup>, to estimate the amount of nutrients that could be recycled after decomposition. The phytosociology of the spontaneous vegetation was evaluated in October 2006 and June 2007. Based on the species found, richness, abundance, relative frequency of species and Shannon's diversity index were determined. The most significant biomass production values were obtained between October and December 2006, the highest results being found in coffee grown with gliricídia. No differences regarding the N, K, and Ca contents in the biomass were observed between the different treatments; however, the highest P content was registered in coffee grown in the full sun system, while the highest Mg content was found in coffee grown with gliricídia. The diversity of plant species is small and no differences can be observed among the systems. The most frequent invasive plant species in the systems, in both periods evaluated, were *Commelina diffusa* Burm. f. and *Paspalum conjugatum* L.

Key words: Organic agriculture, weeds, invasive plants, nutrient cycling, phytosociology.

### 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o 6º produtor mundial de café orgânico, com uma produção de cerca de 80 mil sacas, apenas 0,2% da produção nacional (MOREIRA,

2003). Devido a uma série de dificuldades encontradas pelos produtores, as produtividades obtidas nos sistemas orgânicos são consideradas, na maioria das vezes, de baixa a média (de 10 a 25 sacas de 60 kg beneficiadas por hectare). Entre as maiores

<sup>1</sup> Engenheiras Agrônomas, Doutoradas, Embrapa Agrobiologia - Antiga Rodovia Rio-São Paulo Km 47 - Caixa Postal 74505 - 23851-970 - Seropédica, RJ - marta@cnpab.embrapa.br; janaina@cnpab.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Licenciado em Ciências Agrícolas, BS - Embrapa Agrobiologia - Caixa Postal 74.505 - Seropédica, RJ - abraaojsv@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Licenciado em Ciências Agrícolas, MS - Embrapa Agrobiologia, Caixa Postal 74.505 - Seropédica, RJ - ilzo\_artur@cnpab.embrapa.br

dificuldades encontradas, está a baixa concentração de nutrientes presentes nas fontes alternativas, sendo o nitrogênio o nutriente mais limitante devido ao baixo teor presente nas fontes alternativas e à elevada quantidade demandada pelo cafeeiro. Porém, Theodoro et al. (2007) registraram uma produtividade de 37,7 sacas ha<sup>-1</sup> em sistema de produção orgânico de café arábica no sul de Minas Gerais.

Na cafeicultura convencional, embora a aplicação intensiva de fertilizantes minerais seja permitida, verifica-se o empobrecimento gradativo do solo, principalmente no teor de matéria orgânica, o que tem sido considerada uma das razões para a queda de produtividade. A fim de garantir o nível de produção, a demanda pela aplicação de fertilizantes minerais passou a ser cada vez maior, elevando, conseqüentemente, os custos de produção.

Uma das alternativas mais eficientes para elevar o nível de matéria orgânica dos solos e ainda promover a ciclagem de nutrientes nos sistemas é por meio do cultivo de adubos verdes ou por meio do manejo da cobertura viva dos solos e dos resíduos vegetais oriundos de roçadas da vegetação espontânea, queda de folhas, poda de ramos, entre outros, o que possibilita o retorno de grandes quantidades de carbono orgânico ao solo e a diminuição de perdas por erosão. A adubação verde tem sido muito utilizada para introduzir grandes quantidades de matéria orgânica nos solos proveniente da biomassa vegetal produzida; manter o solo coberto, protegendo-o dos danos provocados pela erosão, aumentar a atividade biológica dos solos, estimular processos biológicos importantes, tais como a ciclagem de nutrientes e a fixação biológica de nitrogênio; e auxiliar o controle de invasoras (ERASMO et al., 2004; NASCIMENTO & MATTOS, 2007; RICCI et al., 2002a; THEODORO, 2006).

Theodoro et al. (2003) avaliaram 21 lavouras de café orgânico representativas do estado de Minas Gerais, Brasil, quanto às características químicas do solo e teores foliares de macro e micronutrientes, e concluíram que há uma boa eficiência dos sistemas orgânicos de produção de café quanto ao fornecimento de N às plantas, a qual pode ser atingida por meio da utilização da prática de adubação verde, aplicação de compostos orgânicos, realização de roçada de plantas espontâneas e manutenção de cobertura vegetal permanente do solo.

Sabe-se que as plantas espontâneas competem com o cafeeiro por água e nutrientes, promovendo perdas significativas na produção, que variam de 55,9% a 77,2% do total (GARCIA BLANCO et al., 1982). Por essa razão, as espécies vegetais que ocorrem espontaneamente nas áreas agrícolas têm sido chamadas invasoras ou daninhas, por serem consideradas mais causadoras de danos do que de benefícios às plantas cultivadas (FAVERO et al., 2000; SANTOS et al., 2000).

Na agricultura orgânica, o uso de herbicidas é proibido, o que acarreta aumento dos custos de produção devido ao aumento da necessidade de mão de obra para o controle da vegetação espontânea (RICCI & OLIVEIRA, 2007).

Uma alternativa simples e barata é a manutenção da vegetação espontânea nas entrelinhas, roçando-as periodicamente no intuito de diminuir a competição com o cafeeiro (SANTOS et al., 2002) e não de eliminar completamente essa vegetação, pois é sabido que, quando bem manejadas, as espontâneas protegem o solo da erosão e insolação, promovem a descompactação do solo, aumentam a aeração e a retenção de água dos solos, produzem biomassa, reciclam nutrientes das camadas mais profundas do solo para a superfície, disponibilizando-os novamente ao cafeeiro, e servem de abrigo para predadores de possíveis pragas e doenças do cafeeiro (BARUQUI & FERNANDES, 1985; MESQUITA et al., 1992; RICCI et al., 2002b; VASCONCELOS & PACHECO, 1987). Alcântara et al. (2007) avaliaram sete diferentes tipos métodos de controle de plantas invasoras na cultura do cafeeiro e concluíram que o tratamento sem controle nenhum (testemunha) aumentou o pH do sol e reduziu o teor de Al<sup>3+</sup> e a saturação por Al<sup>3+</sup>, nas profundidades de 15 e 30 cm, tendo sido o controle com roçadeira o tratamento que mais se aproximou da testemunha.

Há evidências de que a vegetação espontânea influencia a diversidade e abundância de insetos herbívoros e inimigos naturais associados nos sistemas de cultivo. Algumas plantas espontâneas desempenham papéis ecológicos importantes ao abrigar e sustentar um complexo de artrópodes benéficos que ajudam na supressão de população de pragas (ALTIERI et al., 2002).

A permanência e o manejo da vegetação espontânea nas entrelinhas do cafezal também

funcionam como um adubo verde, sendo uma forma bastante eficaz de reciclar os nutrientes ao cafeeiro, podendo fornecer quantidades significativas de macronutrientes (P, Ca, Mg, K e N) e micronutrientes (FAVERO et al., 2000; QASEM, 1992).

Neste trabalho, objetivou-se a produção de biomassa e o acúmulo de nutrientes pela parte aérea da vegetação espontânea em cultivos orgânicos de café a pleno sol e consorciados com espécies arbóreas, bem como avaliar a fitossociologia dessas espécies.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área experimental do projeto SIPA - Sistema Integrado de Produção Agroecológica (Fazendinha Agroecológica km 47), situada em Seropédica, RJ, que corresponde a uma unidade de produção orgânica, sendo um projeto da Embrapa Agrobiologia em parceria com a UFRRJ e PESAGRO-Rio.

A área experimental foi plantada em fevereiro de 1999 com mudas de café Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner), cultivar 8121, cedidas pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), manejadas no sistema orgânico, e tem aproximadamente 1000 mudas de café distribuídas em oito linhas plantadas em curvas de nível no espaçamento 3,0 m x 1,5 m, mas apenas as seis linhas centrais da lavoura foram consideradas para o presente estudo.

O experimento foi constituído por três tratamentos distribuídos no delineamento em blocos ao acaso com seis repetições (linhas de cultivo), a saber: café associado às leguminosas arbóreas *Gliricidia sepium* Kunth ex Walp. (tratamento 1) e *Erythrina variegata* L. (tratamento 3); café cultivado a pleno sol (tratamento 2).

As espécies arbóreas foram plantadas no espaçamento de 9 m x 9 m, a partir de estacas de 2,20 m de altura e 10 cm de diâmetro, retiradas de árvores existentes na propriedade.

A análise do solo anterior ao início do estudo demonstrou os seguintes valores: pH em água (5,6); Al (0,1 cmolc dm<sup>-3</sup>); Ca (1,6 cmolc dm<sup>-3</sup>); Mg (1,3 cmolc dm<sup>-3</sup>); P (15,1 mg dm<sup>-3</sup>); K (387 mg dm<sup>-3</sup>).

Em 2006, não foi feita calagem e para a adubação anual utilizou-se 1 kg de torta de mamona

(5 a 6% de N) por planta, fornecido em uma única aplicação no final de janeiro. Essa adubação correspondeu a uma aplicação de 110 a 133 kg de N por hectare.

O experimento teve duração de um ano, sendo realizadas seis roçadas com auxílio de roçadeira costal, nas seguintes datas: julho, outubro e dezembro de 2006; janeiro, março e maio de 2007. Em cinco datas (exceto janeiro de 2007), estimou-se a produção de biomassa aérea proveniente da vegetação espontânea, coletando-se em cada parcela toda a biomassa presente em dois quadrados de 0,5 m x 0,5 m (0,25 m<sup>2</sup>), localizados no centro das entrelinhas da lavoura. Em seguida, o material foi pesado e seco em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, durante 72 horas. Após a secagem, o material foi pesado, moído e analisado quanto à N, P, K, Ca e Mg e micronutrientes (EMBRAPA, 1997), com a finalidade de estimar a quantidade de matéria seca produzida e o teor de nutrientes acumulados pela vegetação espontânea em cada tratamento, bem como estimar a quantidade de nutrientes reciclados após a decomposição dessa biomassa deixada sob o solo.

Foi avaliada também a fitossociologia da vegetação espontânea em duas épocas; a primeira em outubro de 2006 (início do período chuvoso) e a segunda em junho de 2007 (estação seca), utilizando-se a metodologia “ponta do sapato”, adotada pelo CATIE (STAVER, 2001). Essa metodologia consiste em caminhar nas entrelinhas do café, tendo sido avaliados 20 pontos por parcela. Entre um ponto e outro, foram contados cinco passos, identificando-se a espécie encontrada no centro da ponta do sapato (diâmetro de um lápis).

Em seguida, foram determinados a riqueza (número de espécies), a abundância (número de indivíduos), a frequência relativa (F) das espécies ( $pe = n/N$ ) e o índice de diversidade de Shannon (H'). A diversidade de Shannon foi calculada pela expressão:  $H' = - \sum n/N \ln n/N$  (MAGURRAN, 1988), em que n = número de indivíduos de uma determinada espécie e N = número total de indivíduos ocorrentes.

A análise de variância dos dados com aplicação do teste F e a comparação de médias, por meio do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, foram feitas pelo programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior produção de biomassa pela vegetação espontânea foi observada nos meses de outubro e dezembro de 2006 (média dos tratamentos) (Figura 1), período que coincidiu com o início das chuvas e com a elevação da temperatura; a maior quantidade de biomassa foi obtida nas parcelas onde o café foi cultivado em associação com a gliricídia,  $14,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ , em relação a  $12,6 \text{ Mg ha}^{-1}$  e  $12,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ , produzida respectivamente no café a pleno sol e café com eritrina.

Ao longo de um ano, a vegetação espontânea apresentou o mesmo padrão de produção de biomassa nos três sistemas estudados, com maior produção de biomassa pela vegetação espontânea observada no período entre outubro e março (Figura 1), reforçando a importância de se intensificar o manejo dessa vegetação nesse período, o qual coincide com a fase de enchimento de grãos do café, o que poderia aumentar a interferência sobre a produção da cultura. De acordo com Pitelli (1985), quando se estuda a capacidade das plantas invasoras em competir por nutrientes com as culturas agrícolas, a produção de biomassa seca pela vegetação espontânea tem mais importância do que os teores acumulados. Segundo esses autores, uma determinada espécie invasora pode acumular maiores teores de nutrientes; no entanto, devido à sua baixa produção de biomassa seca, interfere menos na cultura agrícola.

Dos tratamentos avaliados, o cultivo do café a pleno sol (tratamento 2) e do café com eritrina (tratamento 3) apresentaram resultados estatisticamente iguais quanto à produção de biomassa, porém inferiores ao obtido no café com gliricídia (tratamento 1), contrariando os resultados encontrados por Ricci et al. (2004) na mesma área do presente estudo.

Considerando o nível de sombreamento proporcionado pelas espécies arbóreas avaliadas neste trabalho, a eritrina possui uma copa mais definida, que proporciona uma sombra restrita, o que permite maior incidência de radiação solar no sistema, enquanto a gliricídia possui uma copa mais espalhada e homogênea, sombreando praticamente toda lavoura. Tal particularidade pode explicar por que os tratamentos 2 e 3 apresentaram resultados iguais quanto à produção de biomassa das espontâneas.

Ricci et al. (2004) concluíram também que o cultivo do café com gliricídia e banana proporcionou menores valores de riqueza, abundância e índice de diversidade de Shannon, e reduziu significativamente a biomassa seca das plantas espontâneas. No presente estudo, a trapoeraba (*Commelina diffusa* Burm. f.) e o Capim-forquilha (*Paspalum conjugatum* Berg.) foram as espécies invasoras encontradas em maior frequência no café com gliricídia. Segundo Lorenzi (2000), ambas têm nítida preferência por solos mais úmidos e semi-sombreados, o que deve ter favorecido a germinação e o crescimento dessas espécies, contribuindo para a maior produção de biomassa nesse sistema.

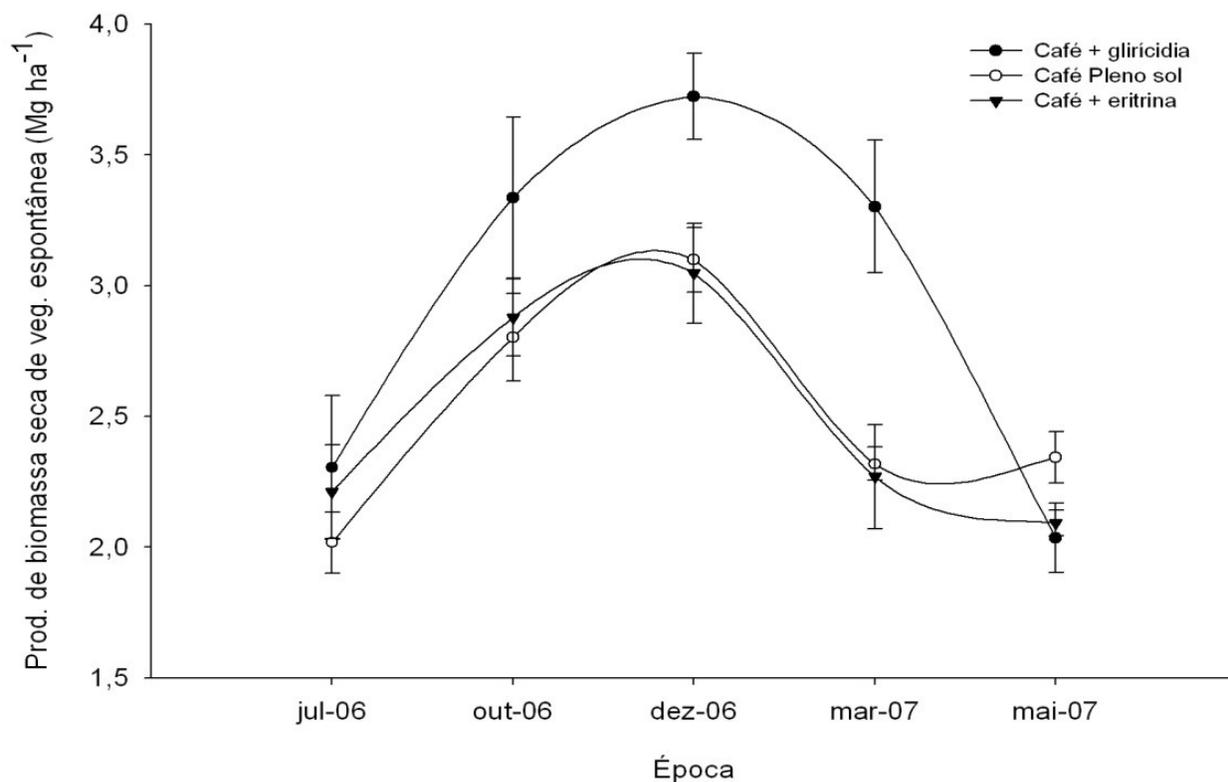
Com relação aos teores de nutrientes acumulados pela biomassa da vegetação espontânea, não houve diferenças significativas entre os tratamentos quanto ao teor de N em nenhuma época avaliada (Tabela 1), mas houve diferença quanto à época, sendo os maiores teores encontrados nos meses de outubro de 2006 (início do período chuvoso) e maio de 2007. Em outubro, os maiores teores encontrados possivelmente foram devidos à decomposição da biomassa da parte aérea do café proveniente da poda de limpeza realizada em meados de setembro de 2006, cuja biomassa foi espalhada no solo das entrelinhas da lavoura como cobertura morta, e sua decomposição, intensificada pelo início do período chuvoso.

É pouco provável que o maior acúmulo de N observado em maio de 2007 esteja relacionado à adubação anual do café, tendo em vista que ela foi realizada no final de janeiro de 2007 e aplicada de forma concentrada em um raio de aproximadamente 50 cm a partir do caule do café, sendo a amostragem da biomassa da vegetação espontânea feita no centro das entrelinhas do café.

O P e o Mg foram os nutrientes que demonstraram teores diferenciados na biomassa da vegetação espontânea dos tratamentos avaliados, sendo o maior acúmulo de P observado no tratamento café a pleno sol, enquanto o maior acúmulo de Mg, no tratamento café com gliricídia (Tabela 1), e os maiores acúmulos desses nutrientes foram registrados em maio de 2007, semelhante ao resultado obtido para N (Tabela 1).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para os teores de K e Ca presentes na biomassa, considerando a média das épocas avaliadas (Tabela 1); porém, os maiores teores de K foram encontrados na biomassa da vegetação espontânea nos meses de outubro e dezembro de 2006, e os menores teores, nos meses de julho de 2006 e março e maio de 2007. Nesses meses, ocorre uma grande demanda por K pelo cafeeiro, para os grãos, o que pode ter diminuído o seu acúmulo na vegetação espontânea. A maior umidade do solo (período chuvoso) pode também ter sido a razão para os teores de K mais elevados, obtidos nos meses de outubro e dezembro, visto que o K é transportado para a superfície radicular por meio dos mecanismos de difusão e de fluxo de massa, processo de transporte de nutrientes no solo dependente do teor de umidade do solo (OLIVEIRA et al., 2004).

Ronchi et al. (2003), estudando os efeitos da interferência, especificamente da competição, de cinco espécies de plantas daninhas ou invasoras (*Bidens pilosa* L., *C. diffusa*, *Leonurus sibiricus* L., *Richardia brasiliensis* Gomes, *Nicandra physaloides* (L.) Gaertn. e *Sida rhombifolia* L.) sobre o conteúdo relativo de macro e micronutrientes em mudas de café, concluíram que o grau de interferência das espécies invasoras sobre o acúmulo de nutrientes no cafeeiro variou com a espécie e com a densidade da espécie invasora (número de indivíduos por unidade de área). Das cinco espécies estudadas, a *B. pilosa*, *C. diffusa*, *L. sibiricus* e *R. brasiliensis*, mesmo em baixas densidades, acarretaram decréscimos consideráveis no conteúdo relativo de nutrientes nas plantas de café. *B. pilosa* foi a espécie que extraiu a maior quantidade de nutrientes, enquanto *N. physaloides* e *S. rhombifolia* foram as que causaram menor interferência no cafeeiro.



**Figura 1** – Produção média de biomassa seca da vegetação espontânea, em Mg ha<sup>-1</sup> (média das seis repetições), em função dos tratamentos e épocas avaliadas. Seropédica, RJ.

**Tabela 1** – Teores de macronutrientes (g kg<sup>-1</sup>) (média de seis repetições) presentes na biomassa da vegetação espontânea, em função dos tratamentos e épocas avaliadas. Seropédica, RJ, 2006-2007.

Tratamentos	Jul/06	Out/06	Dez/06	Mar/07	Mai/07	Média
N						
Café + glirícidia	17,02 aB	21,42 aA	15,69 aB	14,57 aB	21,41 aA	18,02 a
Café a pleno sol	16,61 aB	19,74 aA	16,72 aB	13,70 aC	20,81 aA	17,52 a
Café + eritrina	16,36 aB	18,50 aB	14,89 aB	16,07 aB	22,75 aA	17,71 a
Média	17,67 C	19,89 B	15,76 C	14,78 C	21,66 A B	17,75
CV 1 (%) (parcela)	26,9					
CV 2 (%) (subparcela)	13,8					
K						
Café + glirícidia	11,2 bD	23,8 aA	21,9 aA	18,7 aB	16,2 aC	18,3 a
Café a pleno sol	11,1 bC	20,5 aB	23,8 aA	19,5 aB	19,0 aB	18,8 a
Café + eritrina	15,3 aB	22,3 aA	21,4 aA	19,7 aA	20,6 aA	19,9 a
Média	12,5 C	22,2 A	22,3 A	19,3 B	18,6 B	19,0
CV 1 (%) (parcela)	24,1					
CV 2 (%) (subparcela)	15,0					
P						
Café + glirícidia	1,99 aA	2,20 aA	1,97 bA	1,45 aB	2,21 bA	1,96 b
Café a pleno sol	2,09 aB	2,32 aB	2,38 aB	1,74 aC	2,96 aA	2,30 a
Café + eritrina	1,56 bC	1,65 bC	1,88 bB	1,34 aC	2,29 bA	1,74 c
Média	1,88 C	2,05 B	2,09 B	1,51 D	2,49 A	2,00
CV 1 (%) (parcela)	16,1					
CV 2 (%) (subparcela)	15,9					
Ca						
Café + glirícidia	12,41 aA	5,67 aB	3,90 aD	2,79 aC	4,40 aC	5,83 a
Café a pleno sol	6,73 bA	5,77 aA	4,43 aB	3,70 aB	5,46 aA	5,22 a
Café + eritrina	9,55 aA	6,03 aB	4,43 aC	4,02 aC	5,36 aB	5,88 a
Média	9,56 A	5,82 B	4,25 D	3,50 E	5,07 C	5,64
CV 1 (%) (parcela)	35,1					
CV 2 (%) (subparcela)	23,6					

Continua...  
To be Continued...

Tabela 1 – Continua...

Table 1 – Continued...

Mg						
Café + gliricídia	5,76 aC	6,21 aB	4,94 aD	4,55 aD	7,47 aA	5,79 a
Café a pleno sol	3,22 bA	3,28 bA	2,81 bA	2,07 cB	3,42 cA	2,96 c
Café + eritrina	5,43 aA	4,05 bB	3,28 bC	2,98 bC	5,47 bA	4,24 b
Média	4,80 B	4,51 B	3,68 C	3,20 C	5,45 A	4,33
CV 1 (%) (parcela)	18,2					
CV 2 (%) (subparcela)	17,5					

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na linha (época), e minúsculas na coluna (sistemas), diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

As quantidades de macronutrientes recicladas, estimadas com base na biomassa produzida pela vegetação espontânea, demonstram que houve diferença entre os tratamentos quanto às quantidades de N, P e Mg recicladas (Tabela 2), não havendo, porém, diferenças para o K e o Ca. As maiores quantidades de N e Mg recicladas foram obtidas no tratamento no qual o café foi associado à gliricídia, quando comparado aos demais tratamentos. As diferenças observadas podem estar relacionadas à presença das árvores, que devido à produção de biomassa aérea, foram capazes de tornar o solo mais fértil, e conseqüentemente, aumentar o processo de ciclagem. Dias et al. (2006) concluíram que as espécies arbóreas apresentam capacidade diferenciada de alterar os níveis de fertilidade do solo. Portanto, pelos resultados obtidos, infere-se que o cultivo da gliricídia beneficiou a ciclagem de nutrientes no sistema, tendo refletido sobre o acúmulo de nutrientes pela biomassa da vegetação espontânea, visto que as espécies espontâneas, de acordo com Lorenzi (2000), apresentam maior habilidade em acumular nutrientes em seus tecidos vegetais do que as plantas cultivadas.

Os valores médios totais (média dos três tratamentos) de N, P, K, Ca e Mg reciclados pela biomassa da vegetação espontânea após a realização de cinco roçadas no período de julho de 2006 a maio de 2007 foram respectivamente 232,8; 26,4; 258,5; 72,4 e 57,5 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 2). Tais valores são equivalentes à aplicação de 517 kg ha<sup>-1</sup> de ureia (45 % de N), 147 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em ácido cítrico), 431 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O), 362 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de cálcio (20% de cálcio) e 359 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de magnésio monohidratado - MgSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O (16% de magnésio).

Comparando os teores de micronutrientes presentes na biomassa da vegetação espontânea, os tratamentos apresentaram diferenças entre si, porém os dados não permitiram concluir de forma clara a influência das espécies arbóreas sobre o acúmulo de nutrientes pela vegetação espontânea (Tabela 3). Entretanto, em relação à época avaliada, observa-se que os meses mais secos apresentaram teores mais elevados de Cu e Fe (maio de 2007) e de Mn (outubro de 2006 e maio de 2007), não havendo diferença entre épocas para o Zn.

As avaliações da fitossociologia realizadas em outubro de 2006 (início do período chuvoso) e maio de 2007 (início do período seco) demonstraram que os tratamentos não se diferenciaram entre si com relação à diversidade espacial expressa pelo índice de Shannon (Tabela 4).

Considerando valores de referência citados por Cavalcanti & Larrazábal (2004), a diversidade de Shannon é considerada alta quando está acima de 3; média, entre 2 e 3; baixa, entre 1 e 2; e muito baixa quando menor que 1. No presente trabalho, a diversidade variou de 0,41 a 0,56 entre os tratamentos na avaliação realizada em outubro de 2006 e de 0,44 a 0,50, em junho de 2007, considerados, portanto, segundo os autores antes mencionados, como valores baixos.

As espécies encontradas com maior frequência em todos os tratamentos e nas duas épocas avaliadas foram a *C. diffusa* (trapoeraba) e *P. conjugatum* (Capim-forquilha). A trapoeraba representou 49,4% da população encontrada em outubro de 2006 e 35,6% em maio de 2007, ao passo

que o capim-forquilha representou 29,2% em outubro e 28,1% em maio. Ambas as espécies são plantas encontradas geralmente em solos férteis e úmidos, em lavouras perenes, sendo tolerantes a certo nível de sombreamento (Lorenzi, 2000), estando de

acordo com as condições de maior umidade (menor exposição ao sol) encontradas nos tratamentos arborizados (tratamentos 1 e 3), sendo um indicativo de que o manejo na área está favorecendo o aumento da fertilidade do solo.

**Tabela 2** – Valores totais de macro e micronutrientes reciclados pela biomassa produzida após cinco roçadas realizadas nos meses de julho, outubro e dezembro de 2006 e março e maio de 2007 (média de seis repetições). Seropédica, RJ, 2006-2007.

Tratamentos	Totais reciclados (kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )					Totais reciclados (g ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )			
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
Café + glirícidia	260,5 a	28,4 a	280,5 a	81,1 a	82,9 a	101,8 a	9585 a	1560 b	535 a
Café a pleno sol	219,5 b	28,9 a	243,5 a	64,9 a	37,3 c	77,0 b	8470 a	2605 a	540 a
Café + eritrina	218,5 b	21,9 b	251,5 a	71,2 a	52,2 b	91,6 a	5410 b	3015 a	565 a
Média	232,8	26,4	258,5	72,4	57,5	90,1	7822	2393,3	546,7
CV parcela (%)	33,0	22,6	28,2	45,2	31,5	22,9	69,2	37,0	15,5
CV subparcela (%)	20,3	18,9	23,7	26,6	27,9	17,3	58,4	29,7	17,3

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

**Tabela 3** – Teores de micronutrientes (mg kg<sup>-1</sup>) (média de seis repetições) presentes na biomassa da vegetação espontânea, em função dos tratamentos e épocas avaliadas. Seropédica, RJ, 2006-2007.

Tratamentos	Out/06	Dez/06	Mar/07	Mai/07	Média
Cu					
Café + glirícidia	5,78 aB	6,76 aB	5,95 aB	8,88 aA	6,84 a
Café a pleno sol	6,03 aB	6,27 aB	6,38 aB	9,79 aA	7,12 a
Café + eritrina	5,54 aB	5,98 aB	4,91 aB	7,84 bA	6,06 b
Média	5,78 B	6,34 B	5,74 B	8,83 A	6,67
CV 1 (%) (parcela)	20,1				
CV 2 (%) (subparcela)	17,4				
Fe					
Café + glirícidia	879 aA	569 aA	379 Aa	751 bA	644 a
Café a pleno sol	449 bA	468 aA	187 aA	498 bA	400 b
Café + eritrina	337 bC	802 aC	315 aB	1262 aA	679 a
Média	555 B	613 B	294 C	837 A	574
CV 1 (%) (parcela)	63,1				
CV 2 (%) (subparcela)	55,8				

Continua...  
To be Continued...

Tabela 3 – Continua...

Table 3 – Continued...

Mn					
Café + glirícidia	116 bA	84 bA	85 bA	138 bA	106 b
Café a pleno sol	251 aA	200 aB	206 aB	262 aA	230 a
Café + eritrina	220 aA	159 aB	202 aA	230 aA	203 a
Média	195 A	148 B	164 B	210 A	180
CV 1 (%) (parcela)	28,1				
CV 2 (%) (subparcela)	24,0				
Zn					
Café + glirícidia	39,2 aA	34,1 aA	32,9 aA	33,7 aA	35,0 b
Café a pleno sol	44,0 aA	41,3 aA	46,2 bA	38,6 aA	41,8 a
Café + eritrina	45,1 aA	41,2 aA	42,3 bA	42,0 aA	43,4 a
Média	42,7 A	38,8 A	40,5 A	38,1 A	40,1
CV 1 (%) (parcela)	10,3				
CV 2 (%) (subparcela)	16,6				

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na linha (época), e minúsculas na coluna (sistemas), diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 4** – Valores do índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) das plantas espontâneas, em outubro de 2006 e junho de 2007. Seropédica, RJ.

Época	Sistemas de cultivo (tratamentos)			Média
	Café + glirícidia	Café a pleno sol	Café + eritrina	
Outubro 2006	0,56 aA	0,41 aA	0,50 aA	0,47 A
Junho 2007	0,46 aA	0,44 aA	0,50 aA	0,49 A
Média	0,51 a	0,42 a	0,50 a	0,48
CV parcela (%)	26,1			
CV subparcela (%)	23,4			

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha (sistemas), e maiúsculas na coluna (época), diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

#### 4 CONCLUSÕES

As maiores produções de biomassa são obtidas no período de outubro a dezembro de 2006, e o maior valor é obtido no cultivo do cafeeiro com glirícidia.

As espécies encontradas com maior frequência nos sistemas nas duas épocas avaliadas foram a

*Commelina diffusa* Burm. f. e *Paspalum conjugatum* Berg., espécies predominantemente encontradas em solos férteis e úmidos.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café e à Fundação de Amparo

à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, pelo financiamento do projeto e concessão da bolsa de Apoio Técnico.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, E. N. de; NÓBREGA, J. C. A.; FERREIRA, M. M. Métodos de controle de plantas invasoras na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e componentes da acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 31, p. 1525-1533, 2007.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, San José, v. 61, p. 17-24, 2002.
- BARUQUI, A. M.; FERNANDES, M. R. Práticas de conservação do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, p. 55-69, 1985.
- CAVALCANTI, E. A. H.; LARRAZÁBAL, M. E. L. de. Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (segunda expedição oceanográfica: REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). **Revista Brasileira de Zoologia**, Viçosa, v. 21, p. 467-475, 2004.
- DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE, A. S.; MOREIRA, J. F.; POLIDORO, J. C.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Influência da projeção das copas de espécies de leguminosas arbóreas nas características químicas do solo. **Pasturas Tropicais**, v. 28, p. 8-17, 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).
- ERASMO, E. A. L.; AZEVEDO, W. R.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, A. M.; GARCIA, S. L. R. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 22, p. 337-342, 2004.
- FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, p. 171-177, 2000.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Programa e resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- GARCIA BLANCO, H.; OLIVEIRA, D. A.; PUPPO, E. I. H. Período de competição de uma comunidade natural de mato em cultura de café em formação. **O Biológico**, São Paulo, v. 48, p. 9-20, 1982.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 608 p.
- MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurements**. Princeton: Princeton University, 1988. 179 p.
- MESQUITA, M. da G. B. de F.; OLIVEIRA, G. C. de; PEREIRA, J. C. Cobertura vegetal x erosão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, p. 57-61, 1992.
- MOREIRA, C. F. **Caracterização de sistemas de café orgânico sombreado e a pleno sol no sul de Minas Gerais**. 2003. 78 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.
- NASCIMENTO, A. F. do; MATTOS, J. L. S. de. Benefícios com a utilização de adubos verdes. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Santa Maria, v. 2, p. 41-55, 2007.
- OLIVEIRA, R. H.; ROSOLEM, C. A.; TRIGUEIRO, R. M. Importância do fluxo de massa e difusão no suprimento de potássio ao algodoeiro como variável de água e potássio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, p. 439-445, 2004.
- PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 120, p. 16-27, 1985.
- QASEM, J. R. Nutrient accumulation by weeds and their associated vegetable crops. **Journal Horticultural Science**, London, v. 67, p. 189-195, 1992.

- RICCI, M. dos S. F.; ALVES, B. J.; AGUIAR, L. A.; MANOEL, R. M.; SEGGES, J. H.; OLIVEIRA, F. F. de; MIRANDA, S. C. de. **Influência da adubação verde sobre o crescimento, estado nutricional e produtividade do café (*Coffea arabica*) cultivado em sistema orgânico**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002a. 20 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 153).
- RICCI, M. dos S. F.; COELHO, R. A.; ESPINDOLA, J. A. A.; COSTA, J. R. Influência do sombreamento com leguminosas arbóreas sobre a população de plantas espontâneas em área cultivada com cafeeiro (*Coffea canephora*). **Revista Agronomia**, v. 38, p. 23-29, 2004.
- RICCI, M. dos S. F.; LIMA, P. C.; ESPÍNDOLA, J. A. A.; MOURA, W. M. Conversão de cafezais convencionais em orgânicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, p. 53-61, 2002b.
- RICCI, M. dos S. F.; OLIVEIRA, N. G. **Custos de implantação e manutenção e receitas brutas obtidas com o cultivo orgânico de café nos sistemas a pleno sol e consorciado à bananeira e eritrina**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 16 p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 18).
- RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 21, p. 219-227, 2003.
- SANTOS, I. C. dos; LIMA, P. C.; ALCÂNTARA, E. N. de; MATTOS, R. N.; MELO, A. V. de. Manejo de entrelinhas em cafezais orgânicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, p. 115-126, 2002.
- SANTOS, I. C. dos; RIBEIRO, M. de F.; ALCÂNTARA, E. N. de. **Manejo de plantas daninhas no cafezal**. Belo Horizonte: Epamig, 2000. 24 p. (Epamig. Boletim Técnico, 61).
- STAVER, C. ¿Cómo tener más hierbas de cobertura y menos malezas en nuestros cafetales ? **Agroforestería en las Américas**, v. 8, p. 30-32, 2001.
- THEODORO, V. C. A. de. **Transição do manejo de lavoura cafeeira do sistema convencional para o orgânico**. 2006. 142 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- THEODORO, V. C. A. de; CARVALHO, J. G.; GUIMARÃES, R. J. Avaliação do estado nutricional de agroecossistemas de café orgânico no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, p. 1222-1230, 2003.
- THEODORO, V. C. A. de; GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G. Desempenho do manejo orgânico na nutrição e produtividade de lavoura cafeeira. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 29, p. 631-638, 2007.
- VASCONCELLOS, C. A.; PACHECO, E. B. Adubação verde e rotação de culturas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, p. 37-40, 1987.