Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 100
ISSN 1676-6709
Outubro/2017

Contribuição da adubação verde anual e do cultivo de espécies arbóreas para a ciclagem de nutrientes em cultivo orgânico do cafeeiro

Embrapa

ISSN 1676-6709
Outubro, 2017

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agrobiologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 100

Contribuição da adubação verde anual e do cultivo de espécies arbóreas para a ciclagem de nutrientes em cultivo orgânico do cafeeiro

Marta dos Santos Freire Ricci
Ednaldo da Silva Araújo
Bruno José Rodrigues Alves
Fernanda Fátima Delgado de Almeida
Janaina Ribeiro Costa Rouws
David Goronci Cocheto Junior

Embrapa Agrobiologia
Seropédica, RJ
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agrobiologia
BR 465, km 7, CEP 23.891-000, Seropédica, RJ
Caixa Postal 74505
Fone: (21) 3441-1500
Fax: (21) 2682-1230
www.embrapa.br/agrobiologia
www.embrapa.br/sac

Comitê de Publicações
Presidente: Bruno José Rodrigues Alves
Secretária-Executiva: Carmelita do Espírito Santo
Membros: Ednaldo da Silva Araújo, Janaina Ribeiro Costa Rouws, Luc Felicianus Marie Rouws, Luis Cláudio Marques de Oliveira, Luiz Fernando Duarte de Moraes, Marcia Reed Rodrigues Coelho, Maria Elizabeth Fernandes Correia, Nátia Élen Auras

Supervisora editorial: Maria Elizabeth Fernandes Correia
Normalização bibliográfica: Carmelita do Espírito Santo
Tratamento de ilustrações: Maria Christine Saraiva Barbosa
Editoração eletrônica: Maria Christine Saraiva Barbosa
Foto da capa: Marta dos Santos Freire Ricci

1ª edição
1ª impressão (2017): 50 exemplares

Todos os direitos reservados.
A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agrobiologia

CONTRIBUIÇÃO da adubação verde anual e do cultivo de espécies arbóreas para a ciclagem de nutrientes em cultivo orgânico do cafeeiro. Marta dos Santos Freire Ricci *et al.* — Seropédica : Embrapa Agrobiologia, 2017. 31 p.; (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 100).
ISSN: 1676-6709
1. Arborização. 2. Café. 3. Fertilização orgânica. 4. Fazendinha Agroecológica Km 47. I. Ricci, Marta dos Santos Freire. II. Araújo, Ednaldo da Silva. III. Alves, Bruno José Rodrigues. IV. Almeida, Fernanda Fátima Delgado de. V. Rouws, Janaina Ribeiro Costa. VI. Cocheto Junior David Goronci. VII. Embrapa Agrobiologia. VIII. Série

631.874 (CDD 23.ed.)

© Embrapa 2017

Sumário

Introdução 9

Material e Métodos 10
- Caracterização e desenho da área experimental 10
- Estimativa da queda de ramos, folhas e flores das espécies arbóreas 12
- Cultivo do adubo verde nas entrelinhas do cafeeiro 12
- Tratamento estatístico dos dados 14

Resultados e Discussão 15
- Contribuição do adubo verde para a ciclagem de macronutrientes 15
- Ciclagem de nutrientes proveniente da deposição natural de partes das espécies arbóreas 17
- Ciclagem de nutrientes proveniente da poda de manejo da gliricídia 19
- Ciclagem comparativa entre os sistemas avaliados 20

Conclusões 26

Referências 27

Contribuição da adubação verde anual e do cultivo de espécies arbóreas para a ciclagem de nutrientes em cultivo orgânico do cafeeiro

Marta dos Santos Freire Ricci[1], Ednaldo da Silva Araújo[1], Bruno José Rodrigues Alves[1], Fernanda Fátima Delgado de Almeida[2], Janaina Ribeiro Costa Rouws[1], David Goronci Cocheto Junior[2]

Resumo

Com o objetivo de avaliar a contribuição da arborização e da adubação verde para a ciclagem de nutrientes no agrossistema cafeeiro, este trabalho foi conduzido durante dois anos agrícolas, 2009-2010 e 2010-2011, em uma unidade de pesquisa destinada à produção orgânica. A área experimental foi constituída por três sistemas de cultivo: café arborizado com *Gliricidia sepium*; café cultivado a pleno sol e café arborizado com *Erythina poeppigiana*, no qual foi utilizado um modelo estatístico 'quase-experimental', onde os sistemas de cultivo foram distribuídos em faixas não aleatorizadas, de onde foram retiradas seis repetições. Cada sistema foi subdividido em "com" e "sem" o cultivo de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.). A biomassa seca da parte aérea produzida pelo feijão-de-porco cultivado nas entrelinhas do café foi baixa, em média, 1,85 Mg ha^{-1} em 2010 e 1,57 Mg ha^{-1} em 2011, tendo contribuído pouco para a ciclagem de nutrientes. A contribuição mais relevante para este processo ocorreu

[1] Pesquisadores da Embrapa Agrobiologia, BR 465, km 07, Seropédica/RJ, CEP 23890-000, Seropédica-RJ, E-mails: marta.ricci@embrapa.br; ednaldo.araujo@embrapa.br; bruno.alves@embrapa.br; janaina.rouws@embrapa.br.

[2] Eng. Agrônomo, UFRRJ, fernandadelga@yahoo.com.br; davidgoronci@hotmail.com.

pelo aporte de biomassa aérea proveniente da queda de folhas, galhos e flores das espécies arbóreas. Outra contribuição importante para o processo de ciclagem foi a poda efetuada na parte aérea da gliricídia. As quantidades de macronutrientes reciclados, tanto pela prática da adubação verde, como pela arborização, foram relevantes, considerando-se as doses de macronutrientes indicadas pela literatura. No entanto, as diferenças nas quantidades observadas em cada sistema revelaram que as maiores contribuições foram devido à presença do elemento arbóreo. Tomando como base o N, o cultivo do cafeeiro associado à adubação verde e arborização foi o único tratamento que proporcionou um teor de N foliar no cafeeiro mais próximo do nível considerado adequado para esta espécie, o que evidencia a importância da utilização dessas práticas.

Contribution of green manure and arboreal species for nutrient cycling in organic coffee cultivation

Abstract

In order to evaluate the contribution of trees and green manure for nutrient cycling in the coffee agro-systems, this work was conducted during two years, 2009-2010 and 2010-2011, in a research unit destined to organic production. The experimental area was composed by follow three cropping systems: wooded coffee with Gliricidia sepium *and with* Erythina poeppigiana*, and coffee grown in full sun, in which was used a statistical model where cropping systems were distributed in bands not randomized, from where six replicates were taken. Each system was subdivided into with and without* Canavalia ensiformis *(L.) DC. The dry biomass of the aerial part produced by legume grown in coffee lines was low, 1.85 Mg ha^{-1} in 2010, and 0.91 Mg ha^{-1} in 2011, contributing little to nutrients cycling. The most relevant contribution was achieved due to biomass input from falling leaves, branches and flowers of tree species. Another important contribution to the process of cycling was the pruning conducted in shoots of the* Gliricidia sepium *trees. The amounts of macronutrients recycled, both by the practice of green manure, as for afforestation, were relevant, considering the macronutrient doses indicated in the literature. However, the differences in the amounts observed in each system revealed that the major contributions were far due to the presence of tree element. Based on*

the N, the cultivation of coffee when associated to the two cultural practices (green manure and afforestation), was the only treatment which provided a leaf N concentration at the nearest coffee critical level considered adequate for this specie, highlighting the importance of using this practices.

Keywords: afforestation; coffee nutrition; Gliricidia sepium*;* Erythrina poeppigiana*.*

Introdução

A questão energética na agricultura vem assumindo importância cada vez maior. Na opinião de Paschoal (1994), a eficiência energética dos sistemas orgânicos é sempre maior que a dos sistemas convencionais. Em qualquer sistema de produção, para se obter boa produtividade é preciso adequar as adubações às necessidades nutricionais das espécies cultivadas e buscar promover práticas de manejo que auxiliem na obtenção de um balanço de nutrientes positivo.

O balanço de nutrientes é calculado através das entradas e saídas e dos fluxos de nutrientes de maior relevância dentro dos diferentes sistemas de manejo do solo, e pode ser calculado para diferentes escalas ou níveis, tais como glebas, fazendas, regiões, entre outras (FAO, 2003). Trata-se de uma ferramenta que serve como um indicador de possíveis alterações na qualidade do solo (HAAS et al., 2002; BEKUNDA e MANZI, 2003), uma vez que é possível prever mudanças na fertilidade do solo decorrentes do manejo adotado.

O paradigma agroecológico e orgânico da produção do cafeeiro pressupõe que a fertilidade do solo deve ser mantida ou melhorada por meio da utilização de recursos naturais que priorizem a ciclagem de nutrientes (GUIMARÃES et al., 2002). De acordo com Moura et al. (2005), manter a cultura do cafeeiro nutricionalmente equilibrada constitui um dos principais desafios dos produtores da Zona da Mata Mineira, onde a baixa fertilidade dos solos e o limitado conhecimento dos produtores sobre os processos de ciclagem de nutrientes, resultam em baixos níveis de *input* externo, que possam garantir a manutenção de boas colheitas.

Na agricultura orgânica, o aporte de nutrientes é realizado em doses reduzidas, porque a maioria das fontes de nutrientes utilizadas apresenta baixa concentração e solubilidade. Portanto, uma avaliação científica das práticas de adubação, de seus reais benefícios quanto à produtividade, à estabilidade da produção, à eficiência energética,

biológica e ecológica, além dos aspectos econômicos (COSTA e CAMPANHOLA, 1997), torna-se necessária, sobretudo em sistemas orgânicos, pois um efetivo balanço de nutrientes pode evitar o empobrecimento dos solos e auxiliar na manutenção da estabilidade socioeconômica e ambiental da cafeicultura (MOREIRA, 2003).

A adoção de práticas de cultivo tais como a adubação verde, o cultivo consorciado, entre outras, e que auxiliam no processo de ciclagem de nutrientes, devem ser estimuladas a fim de auxiliar na manutenção dos estoques de nutrientes ao solo.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a contribuição da adubação verde e do cultivo de espécies arbóreas leguminosas sobre o processo de ciclagem de nutrientes em uma área cultivada com café Conilon sob manejo orgânico, em comparação ao cultivo sem utilização das mencionadas práticas.

Material e Metódos

Caracterização e desenho da área experimental

O trabalho foi conduzido em área experimental do SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica), conhecida como 'Fazendinha Agroecológica Km 47', área destinada à produção orgânica, mantida por meio de um convênio de parceria entre a Embrapa, a UFRRJ e a Pesagro-RJ, situada no município de Seropédica, RJ, a 33 metros de altitude, 22º 45' S de latitude e 43º 41' W Grw de longitude. O clima incluído na classificação de Köppen como tipo Aw, apresenta verões úmidos e invernos secos. A temperatura média anual é de 24,6ºC e a precipitação média de 1.300 mm, sendo os meses de julho e agosto os mais secos.

O solo está classificado como Planossolo, tendo apresentado, em setembro de 2009, as seguintes características químicas, conforme metodologia de avaliação sugerida por Embrapa (1997):

pH = 5,4 (em água); Al^{+3} = 0,04 cmolc dm^{-3}; Ca^{+2} = 2,61 cmolc dm^{-3}; Mg^{+2} = 1,55 cmolc dm^{-3}; P trocável = 14,2 mg dm^{-3} (Mehlich 1); K^{+} = 105,3 mg dm^{-3}; C orgânico = 0,99 g kg^{-1} (Walkley-Black).

A área de estudo foi estabelecida em 1999 com café Conilon clonal 8121 (*Coffea canephora*), conduzido sob manejo orgânico. A área total, de aproximadamente 4.000 m^2, encontrava-se dividida em três subáreas contendo os seguintes sistemas de cultivo: café arborizado com *Gliricidia sepium*; café arborizado com *Erythrina poeppigiana* e café cultivado a pleno sol (monocultivo), que foram dispostos lado a lado em esquema de faixas dispostas ao longo de uma área com declividade aproximada entre 20 e 30%.

Ambas as espécies arbóreas são leguminosas pertencentes à família *Fabaceae*, são caducifólias, perdendo suas folhas no período mais seco, entre os meses de julho a setembro.

Os cafeeiros foram estabelecidos no espaçamento 3,0 m x 1,5 m e as espécies arbóreas foram plantadas nas entrelinhas dos cafeeiros, no espaçamento de 9 m x 9 m, tendo sido utilizadas estacas medindo 2,20 m de altura e com cerca de 10 cm de diâmetro.

Em 2009, foi realizada uma poda drástica nos cafeeiros, os quais foram recepados a 40 cm de altura do solo. Após a recepa, durante dois anos agrícolas consecutivos (2009-2010 e 2010-2011), foi feito um estudo para avaliar a contribuição de ambas as práticas, no qual os três sistemas de cultivo do cafeeiro (sombreamento do cafeeiro) e os dois níveis de adubação verde (com e sem cultivo de adubo verde), constituíram um fatorial 3 x 2.

A adubação anual de manutenção dos cafeeiros foi realizada com base na análise de solos e tecido foliar. Em 2009-2010, foram aplicados 270 g $planta^{-1}$ de calcário dolomítico (20,7% de Ca + 10,8% de Mg); 250 g $planta^{-1}$ de torta de mamona (5% de N); 200 g $planta^{-1}$ de farinha de ossos (2,5% de N + 8,72% de P); 100 g $planta^{-1}$ de sulfato duplo de potássio e magnésio (23% de K_2O + 11% de Mg + 22% de S).

Em 2010-2011, aplicou-se 1 kg planta^{-1} de torta de mamona (5-6% de N); 250 g planta^{-1} de farinha de ossos (2,5% de N + 8,72% de P) e 125 g planta^{-1} de sulfato de potássio (50% de K_2O + 17% de S), quantidades que proporcionaram uma oferta de aproximadamente 123 a 145 kg N ha^{-1}; 48 kg P ha^{-1}; 137,5 kg K_2O ha^{-1} e 46,75 kg S ha^{-1}.

Estimativa da queda de ramos, folhas e flores das espécies arbóreas

Durante um período de 12 meses (maio de 2009 a abril de 2010), a deposição de biomassa aérea proveniente das espécies arbóreas foi avaliada. Com este objetivo, foram instalados, em cada sistema de cultivo arborizado, 10 coletores circulares, cada um com área de 0,283 m², os quais foram distribuídos a uma distância de 1,5 m a partir do caule das arbóreas. A cada 15 dias, o material depositado nos coletores foi recolhido e separado em ramos, folhas e material reprodutivo (flores). Em seguida, foram levados para em estufa com circulação forçada de ar a 65ºC, até a obtenção de peso constante, moídos e encaminhados para o Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia, a fim de determinar os teores de macronutrientes. Com base nestes dados, calculou-se a quantidade de macronutrientes aportados nos sistemas de cultivo arborizados. Os resultados de aporte de biomassa aérea obtidos em um ano de coleta foram extrapolados para o ano 2010 – 2011.

Cultivo do adubo verde nas entrelinhas do cafeeiro

O adubo verde escolhido foi o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC). Esta leguminosa apresenta porte ereto, ciclo anual que varia de 90 a 120 dias, é resistente a altas temperaturas e à seca, desenvolve-se bem em ambientes parcialmente sombreados e possui uma capacidade de fixar N atmosférico que varia de 80 a 150 Mg ha^{-1} (CALEGARI et al., 1993; LORENZI e MATOS, 2008; RICCI e RODRIGUES, 2009).

No primeiro ano de cultivo (2009-2010) foram cultivadas três linhas de feijão-de-porco nas entrelinhas do cafeeiro, semeadas na densidade de 10 sementes por metro linear, o que resultou em um espaçamento de 0,70 m entre linhas da leguminosa. A semeadura foi realizada em

15/12/2009 e, transcorridos 120 dias da semeadura, foi realizado o corte da mesma, deixando-se a biomassa sobre o solo.

No segundo ano, o feijão-de-porco foi semeado nas mesmas condições do primeiro ano, entretanto, devido ao crescimento dos cafeeiros e, consequentemente, maior diâmetro de copa, a área disponível em cada entrelinha, destinada ao plantio da leguminosa, o espaçamento entre as três linhas de feijão-de-porco foi de apenas de 0,50 m. A semeadura foi realizada em 24/11/2010 e o corte foi efetuado 127 dias após a semeadura (30/03/2011).

Nos dois anos de cultivo, a parte aérea do adubo verde foi cortada e a produção de biomassa fresca foi estimada com base em uma área de 6 m² tomados na parcela útil. Em seguida, o restante da biomassa foi picada e espalhada sobre a superfície do solo.

A fim de estimar a produção total de biomassa seca da leguminosa, subamostras da biomassa fresca foram separadas, pesadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65ºC, até a obtenção de peso constante. Posteriormente, tais amostras foram moídas e enviadas para o Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia, a fim de serem analisadas quanto ao teor de macronutrientes, de acordo com a metodologia da Embrapa (1997).

A *Gliricidia sepium* é uma espécie caducifólia que pode atingir de 12 a 15 metros de altura (MATOS et al., 2005). Em termos de aporte de biomassa, a gliricídia apresenta poucas raízes superficiais, o que favorece a exploração das áreas mais profundas do solo em água e nutrientes, propiciando assim, a ciclagem de elementos minerais perdidos por lixiviação (FRANCO, 1988). Forma uma copa ampla e espalhada, que, quando associada ao cafeeiro, torna-se necessária o manejo de poda, caso contrário, o sombreamento exercido por esta espécie ultrapassa o nível de sombreamento desejado para o cafeeiro, que, de acordo com a literatura, deve ser de 20 a 40% (RICCI, 2005; 2010).

Em maio de 2010, foi avaliada a atenuação da transmissividade da radiação, que foi de 68% na parcela do café com gliricídia e 33% no café com eritrina. Por essa razão, foi realizada a poda de aproximadamente 40% da copa das gliricídias. O material podado foi separado (ramos grossos e finos, folhas e flores), pesado, triturado com o auxílio de uma picadeira e espalhado, uniformemente, sob a copa dos cafeeiros. Amostras de cada material foram pesadas e secas em estufa, a fim de estimar a biomassa seca total produzida pela poda e os teores acumulados pelas frações ramos, folhas e material reprodutivo. Além disso, em função das características da copa, houve necessidade de poda somente em relação à *Gliricidia sepium*, uma vez que a *Erythrina poeppigiana*, por ser uma espécie que apresenta uma copa mais definida (menos espalhada), proporcionou aos cafeeiros um adequado nível de sombreamento, não tendo ultrapassado o recomendado pela literatura. Em 2011 não houve necessidade de realização de poda em nenhuma das espécies arbóreas.

Tratamento estatístico dos dados

Com exceção dos dados dos teores de nutrientes no tecido foliar do cafeeiro, todos os demais parâmetros foram analisados utilizando-se um modelo quase-experimental (SAMPIERE, citado por GUEDES, 2010). Optou-se por este modelo porque os tratamentos estavam localizados na área experimental em seis faixas não casualizadas, que foram consideradas como repetições. Após ter sido verificada a homogeneidade de variância entre os tratamentos, dois a dois, a hipótese de igualdade das médias entre tratamentos foi verificada por meio da interpretação dos intervalos de confiança (IC) construídos para a diferença entre as médias dos tratamentos dois a dois, em cada variável, com nível de confiança de 95%. Quando o valor zero (0) estava incluído no IC, concluiu-se que as médias dos dois tratamentos em comparação eram estatisticamente iguais; porém, quando o IC não abrangeu o valor zero, concluiu-se que as médias eram significativamente diferentes.

Para os dados de nutrientes, as análises de variância foram realizadas conforme o esquema do delineamento em blocos casualizados, considerando os três sistemas de cultivo como blocos e a presença e ausência da adubação verde como a outra fonte de variação. Os níveis dos fatores foram avaliados pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Contribuição do adubo verde para a ciclagem de macronutrientes

No primeiro ano de cultivo do feijão-de-porco, a quantidade de biomassa aérea seca produzida por esta leguminosa não diferiu estatisticamente entre os sistemas de cultivo sombreados e a pleno sol, tendo sido a produção média, no período 2009-2010, de 1,85 Mg ha^{-1} (Tabela 1), enquanto no período 2010-2011, foi de 1,57 Mg ha^{-1}, cerca de 50% menor. Entre as causas mais prováveis para a redução observada está o prolongado período de seca ocorrido entre 19/01 e 27/02/2011, quando foram registrados somente 13 mm de chuvas, distribuídos em 5 dias, e temperaturas máximas do ar que variaram de 35 a 44ºC.

A análise de tecido foliar do feijão-de-porco demonstrou que os teores de N, P e K acumulados na biomassa aérea, não foram influenciados significativamente pelos sistemas de cultivo, porém houve maior acúmulo de Ca nos cafeeiros do sistema arborizado com gliricídia, e maior acúmulo de Mg em ambos os sistemas arborizados (Tabela 2). No entanto, considerando os teores de nutrientes médios (três sistemas), estes foram compatíveis com os teores observados para esta leguminosa por Guimarães et al. (2002).

Com base nos valores mostrados nas Tabelas 1 e 2, calcularam-se as quantidades de macronutrientes recicladas ou redisponibilizadas pelo adubo verde. Estes valores foram utilizados no cálculo do balanço de

nutrientes apresentados na Tabela 3, tendo sido descontado no cálculo, os valores correspondentes à contribuição da fixação biológica de nitrogênio (FBN).

Tabela 1. Valores de biomassa seca da parte aérea do feijão-de-porco cultivado nas entrelinhas dos cafeeiros, nos dois ciclos de cultivo. Seropédica, RJ.

Sistemas de cultivo	Biomassa seca (Mg ha^{-1})	
	2009 - 2010	2010 - 2011
Café com Gliricídia	1,87 a	1,87 a
Café a Pleno Sol	1,86 a	1,86 a
Café com Eritrina	1,83 a	0,98 a
Média	1,85	1,57

Letras minúsculas iguais, na coluna, não diferem entre si pelo intervalo de confiança para a diferença entre as médias dos tratamentos dois a dois com 95% confiança.

Tabela 2. Teores médios de macronutrientes (g kg^{-1}) contidos na biomassa seca da parte aérea do feijão-de-porco cultivado nas entrelinhas dos cafeeiros, em função dos sistemas de cultivo, nos dois ciclos de cultivo. Seropédica, RJ.

Nutriente	Sistemas de cultivo do cafeeiro				
	Café com gliricídia	Café a pleno sol	Café com eritrina	Média	CV (%)
2009 - 2010					
N	28,16 a	25,95 a	28,82 a	27,64	10,24
P	2,00 a	1,82 a	2,07 a	1,96	14,86
K	18,67 a	19,75 a	17,42 a	18,61	17,10
Ca	19,85 a	12,46 b	11,04 b	14,45	33,11
Mg	3,37 a	2,37 b	2,73 ab	2,82	21,67
2010 - 2011					
N	29,65 a	28,37 a	31,70 a	29,91	16,11
P	2,03 b	2,15 b	2,62 a	2,27	14,38
K	20,25 b	25,33 a	21,08 b	22,22	14,63
Ca	17,71 a	10,72 b	12,28 b	13,57	31,27
Mg	4,86 a	2,68 c	3,76 b	3,77	31,65

Letras minúsculas iguais, na linha, não diferem entre si pelo intervalo de confiança para a diferença entre as médias dos tratamentos dois a dois com 95% confiança.

Tabela 3. Acúmulo de macronutrientes (kg ha^{-1} ano^{-1}) reciclados pela biomassa aérea pelo feijão-de-porco cultivado nas entrelinhas de cafeeiros em diferentes sistemas de cultivo, nos dois ciclos de cultivo. Seropédica, RJ.

Nutriente	Sistemas de cultivo do cafeeiro[1]				
	Café com gliricídia	Café a pleno sol	Café com eritrina	Média	CV (%)
2009 - 2010					
N-total	52,36 a	46,93 a	53,37 a	50,88	25,3
N-reciclado[2]	17,82	1,26	11,23	---	---
P	3,80 a	3,40 a	3,80 a	3,70	31,5
K	34,60 a	36,50 a	32,10 a	34,40	28,7
Ca	36,40 a	22,60 b	20,70 b	26,60	40,3
Mg	6,20 a	4,40 a	5,10 a	5,20	35,5
2010 - 2011					
N-total	31,64 a	19,49 b	31,07 a	27,40	25,6
N-reciclado	18,80	1,37	12,36	---	---
P	2,16 b	1,48 c	2,67 a	2,07	24,1
K	21,61 a	17,40 b	20,66 a	19,89	14,4
Ca	18,89 a	7,36 c	12,03 b	12,76	44,6
Mg	5,18 a	1,84 c	3,68 b	3,57	43,9

(1) Letras minúsculas iguais, na linha, não diferem entre si pelo intervalo de confiança para a diferença entre as médias dos tratamentos dois a dois com 95% confiança. (2) Valores calculados descontando-se a contribuição da FBN para o N-total: 66,1%; 78,7% e 97,4%, respectivamente nos sistemas café com gliricídia, com eritrina e a pleno sol.

Ciclagem de nutrientes proveniente da deposição natural de partes das espécies arbóreas

A Tabela 4 contém a estimativa da deposição de biomassa seca proveniente da queda de cada parte das arbóreas (folhas, ramos e flores), e seus teores de macronutrientes. Nos sistemas café com gliricídia e café com eritrina, foram obtidos aportes de biomassa aérea seca de 3507,9 kg ha^{-1} e 2855 kg ha^{-1}, respectivamente, sendo que a gliricídia depositou mais biomassa proveniente de folhas e flores, enquanto a eritrina depositou mais ramos. Em relação ao suprimento de N, as folhas de ambas as espécies foram a parte da planta que acumulou os maiores valores deste nutriente, tendo sido a principal fonte de suprimento de N para os cafeeiros, proveniente da deposição da parte aérea das arbóreas, enquanto os ramos apresentaram os teores mais baixos de N.

A Figura 1 mostra como ocorreu a deposição da biomassa aérea durante o período estudado. A maior deposição ocorreu após o fim do período chuvoso, tendo ocorrido em fevereiro para a eritrina, e em abril para a gliricídia, ambos no período chuvoso. Segundo Dias et al. (2002), um estresse hídrico pode ocasionar um aumento no aporte de serapilheira resultante da maior queda de folhas ocorrida, devido ao aumento dos níveis endógenos de promotores da senescência, tais como etileno e ácido abscísico. Entre os meses de outubro e dezembro, não houve deposição de material.

Em relação à quantidade de nutrientes provenientes da ciclagem, os maiores aportes foram observados para o N e K, seguidos pelos nutrientes Ca, Mg e P (Tabela 4). A oferta de adubos com liberação mais lenta dos nutrientes se constitui em uma alternativa para mitigar as perdas ocorridas por volatilização e/ou por lixiviação/erosão.

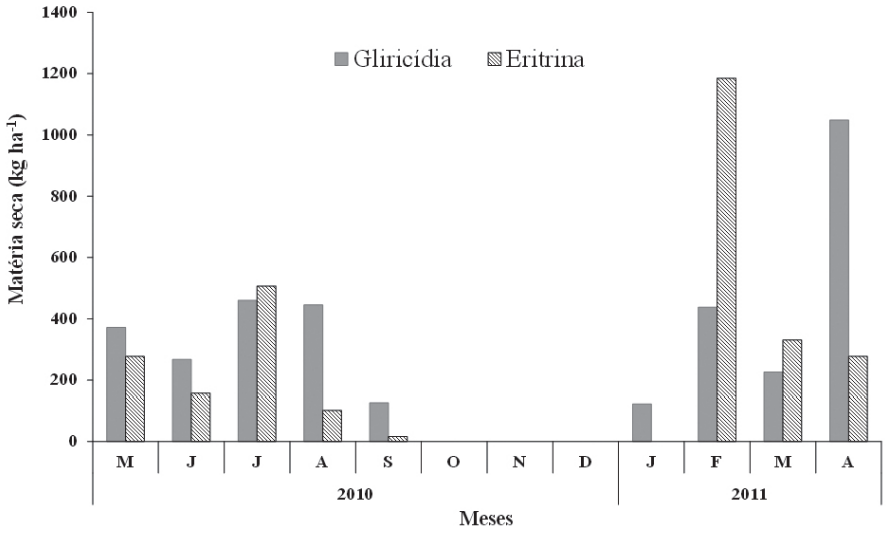

Fig. 1. Matéria seca média mensal de serapilheira proveniente da queda de folhas, flores e ramos das espécies arbóreas associadas ao cafeeiro (kg ha^{-1}) durante o período de maio de 2010 a abril de 2011.

Tabela 4. Aporte de biomassa seca de folhas, ramos e flores das espécies arbóreas associadas ao cafeeiro, e respectivos aportes de nutrientes, no período de maio de 2010 a abril de 2011. Seropédica, RJ.

Especie	Parte da planta	Biomassa seca (kg ha^{-1})	Aportes de nutrientes (kg ha^{-1})				
			N	P	K	Ca	Mg
Gliricídia	Folhas	2493,7	67,30	2,80	38,70	29,60	13,20
	Ramos	636,9	8,60	0,47	9,23	7,16	2,71
	Flores	377,3	11,58	0,98	10,19	1,30	1,00
TOTAL		**3507,9**	**87,48**	**4,25**	**58,12**	**38,06**	**16,91**
Eritrina	Folhas	1885,7	42,20	2,20	13,70	47,0	10,60
	Ramos	969,3	12,09	0,82	40,63	21,8	4,50
TOTAL		**2855,0**	**54,29**	**3,02**	**54,33**	**68,80**	**15,10**

Ciclagem de nutrientes proveniente da poda de manejo da gliricídia

A poda realizada em 2009 nos 20 elementos arbóreos presentes no sistema café com gliricídia, atingiu cerca de 40% do total da copa, tendo resultado em um aporte estimado de 3.225,5 kg ha^{-1}. A partir desse valor de biomassa e dos teores de nutrientes contidos na mesma, estimou-se a contribuição que a poda representou para o aporte de N, P, K, Ca e Mg no agrossistema (Tabela 5). Em termos quantitativos, o maior aporte obtido foi de K, seguido dos nutrientes N, Ca, Mg e P. Numericamente, em relação ao N, o cálculo direto leva a um valor estimado de 51,83 kg ha^{-1}. No entanto, considerando-se que a contribuição da *G. sepium* para a FBN é de 80%, de acordo com dados levantados por Paulino et al. (2009), a estimativa do N reciclado, aquele presente no solo e absorvido pela leguminosa, foi de 10,4 kg ha^{-1}, valor bastante inferior, quando comparado ao proveniente da contribuição da FBN (41,5 kg ha^{-1}).

Tabela 5. Teores de nutrientes contidos na biomassa seca proveniente da poda da gliricídia e valores dos aportes de nutrientes estimados com base na biomassa seca total podada. Seropédica, RJ, maio de 2010.

Valores estimados	N	P	K	Ca	Mg
Teores de nutrientes (g kg^{-1})	16,1	0,93	11,3	2,7	1,5
Aporte de nutrientes (kg ha^{-1})[1]	10,4[(2)]	3,00	36,3	8,6	4,8

(1) Valores obtidos com base no total de 3.225,45 Mg ha^{-1} de biomassa seca. (2) Valor calculado descontando-se a contribuição da FBN de 80% para o N-total (Paulino et al., 2009).

Ciclagem comparativa entre os sistemas avaliados

Os resultados obtidos nos anos agrícolas 2009-2010 e 2010-2011 foram sistematizados nas Tabelas 6 e 7. Com base nesses resultados é possível verificar que a contribuição das espécies arbóreas para o processo de ciclagem de nutrientes no agrossistema cafeeiro, foi mais relevante quando comparada à contribuição da adubação verde com feijão-de-porco.

A contribuição proporcionada pelo cultivo da leguminosa anual foi baixa, uma vez que a produção de biomassa seca foi baixa, 1,85 Mg ha^{-1} em 2009-2010, e 1,57 Mg ha^{-1} em 2010-2011 (média dos três sistemas). Dentre as hipóteses para explicar a pequena acumulação de nutrientes, duas são as mais prováveis. A primeira está relacionada à menor proporção da área cultivada com o adubo verde, que correspondeu a cerca de 33% da área total plantada. Portanto, os valores de biomassa obtidos no presente estudo não devem ser comparados aos demais resultados existentes na literatura, nos quais o feijão-de-porco é cultivado solteiro e a pleno sol, nos quais a biomassa aérea produzida é mais elevada, variando de 4 a 15 Mg ha^{-1} (FÁVERO et al., 2001; GUIMARÃES et al., 2002; CARNEIRO et al., 2008; LEAL et al., 2012; RAYOL e ALVINO-RAYOL, 2012), em função da densidade de semeadura e das condições edafoclimáticas da área cultivada. A segunda hipótese está relacionada ao sombreamento exercido pelas espécies arbóreas sobre o feijão-de-porco.

Tabela 6. Contribuição do processo de ciclagem de nutrientes para o aporte de nutrientes (kg ha^{-1}) no agrossistema cafeeiro, em função da adubação verde e da associação do cafeeiro com leguminosas arbóreas. Seropédica, RJ, 2009 - 2010.

Elementos recicladores de nutrientes	Com adubação verde anual					Sem adubação verde anual				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Café com gliricídia										
Biomassa produzida pelo feijão-de-porco	17,8	3,8	34,6	36,4	6,2	---	---	---	---	---
Queda de folhas, galhos e flores da gliricídia	87,5	4,3	58,1	38,1	16,9	87,5	4,3	58,1	38,1	16,9
Poda da copa da gliricídia[1]	10,4	3,0	36,3	8,6	4,8	10,4	3,0	36,3	8,6	4,8
TOTAL	115,7	11,1	129,0	83,1	27,9	97,9	7,3	94,4	46,7	21,7
Café a pleno sol										
Biomassa produzida pelo feijão-de-porco	1,3	3,4	36,5	22,6	4,4	---	---	---	---	---
TOTAL	1,3	3,4	36,5	22,6	4,4	---	---	---	---	---
Café com eritrina										
Biomassa produzida pelo feijão-de-porco	11,2	3,8	32,1	20,7	5,1	---	---	---	---	---
Queda de folhas, galhos e flores da eritrina	54,3	3,0	54,3	68,8	15,1	54,3	3,0	54,3	68,8	15,1
TOTAL	65,5	6,8	86,4	89,5	20,2	54,3	3,0	54,3	68,8	15,1

(1) Valores de N descontada a contribuição da FBN.

Tabela 7. Contribuição do processo de ciclagem de nutrientes para o aporte de nutrientes (kg ha^{-1}) no agrossistema cafeeiro, em função da adubação verde e da associação do cafeeiro com leguminosas arbóreas. Seropédica, RJ, 2010 - 2011.

Elementos recicladores de nutrientes	Com adubação verde anual					Sem adubação verde anual				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Café com gliricídia										
Biomassa produzida pelo feijão-de-porco	18,8	2,2	21,6	18,9	5,2	---	---	---	---	---
Queda de folhas, galhos e flores da gliricídia[2]	87,5	4,3	58,1	38,1	16,9	87,5	4,3	58,1	38,1	16,9
Poda da copa da gliricídia[1]	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
TOTAL	106,3	6,5	79,7	57,0	22,1	87,5	4,3	58,1	38,1	16,9
Café a pleno sol										
Biomassa produzida pelo feijão-de-porco	1,4	1,5	17,4	7,4	1,8	---	---	---	---	---
TOTAL	1,4	1,5	17,4	7,4	1,8	---	---	---	---	---
Café com eritrina										
Biomassa produzida pelo feijão-de-porco	12,4	2,7	20,7	12,0	3,7	---	---	---	---	---
Queda de folhas, galhos e flores da eritrina[2]	54,3	3,0	54,3	68,8	15,1	54,3	3,0	54,3	68,8	15,1
TOTAL	66,7	5,7	75,0	80,8	18,8	54,3	3,0	54,3	68,8	15,1

(1) Não realizada em 2011. (2) Dados extrapolados de 2009 – 2010.

Tabela 8. Teores médios contidos no tecido foliar dos cafeeiros após os dois anos de avaliação, em função dos sistemas de cultivo. Seropédica, RJ, setembro de 2011.

Sistema de cultivo	Adubo Verde	N	K	P	Ca	Mg
		g kg^{-1}				
Café com Gliricídia	Com AV	30,50 Aa	16,50 Aa	1,24 Ba	14,72 Aa	4,73 Aa
	Sem AV	26,70 Aa	17,33 Aa	1,23 Ba	14,56 Aa	4,76 Aa
	CV (%)	26,7	11,6	8,7	4,5	10,7
Café a Pleno Sol	Com AV	24,30 Aa	16,80 Aa	1,51 Aa	13,85 Aa	2,86 Ba
	Sem AV	24,52 Aa	17,50 Aa	1,54 Aa	13,98 Aa	3,23 Ba
	CV (%)	8,2	5,6	7,2	8,9	17,4
Café com Eritrina	Com AV	27,10 Aa	16,17 Aa	1,49 Aa	16,99 Aa	4,50 Aa
	Sem AV	26,75 Aa	16,92 Aa	1,58 Aa	14,99 Aa	3,88 Aa
	CV (%)	7,6	7,8	9,7	24,3	22,5

Valores com letras iguais na coluna (as maiúsculas comparam os sistemas e as minúsculas comparam os níveis de adubação verde), não diferem entre si pelo teste *t* de Bonferroni em nível de 5% de probabilidade.

Uma evidência dessa influência do sombreamento sobre o feijão-de-porco são os valores da contribuição da FBN para o N-total, que foram de 66,1% e 78,7% nos sistemas arborizados, e de 97,4%, no sistema a pleno sol. Assim, quando cultivada a pleno sol, a leguminosa foi capaz de fixar mais N do que quando cultivada sob a influência do sombreamento das arbóreas.

No entanto, o que se está sendo analisado no presente trabalho é o processo de ciclagem de nutrientes, não o de FBN.

Importante ressaltar que os valores presentes nas Tabelas 6 e 7 são valores de N provenientes do processo de ciclagem de nutrientes realizada pelo feijão-de-porco, tendo sido descontado o valor estimado da contribuição da FBN no valor de N-total.

Em um trabalho realizado por Matiello et al. (2014), os autores concluíram que a oferta de NPK necessária para o cafeeiro produzir

cada saca de 60 kg de café beneficiado por hectare em uma área sem correção de acidez foi de 6,2 kg de N; 0,90 kg de K_2O, e de 0,61 kg de P_2O_5, enquanto que para uma área que sofreu correção de acidez, a necessidade de NPK diminui para 2,6 kg; 0,23 kg e 3,0 kg, respectivamente.

Em termos de doses de NPK, a literatura recomenda para cafeeiros adultos e em produção (arábica), doses que variam de 120 a 470 kg ha^{-1} de N; 20 a 60 kg ha^{-1} de P_2O_5; 120 a 400 kg ha^{-1} K_2O, a fim de produzir de 20 a 60 sacas beneficiadas ha^{-1} (MATIELLO et al., 2014). No presente estudo, os sistemas de cultivo que proporcionaram oferta mais aproximada do requerimento sugerido foram os sistemas arborizados, com uma pequena vantagem numérica para o sistema café com gliricídia (Tabelas 6 e 7).

Em termos de teores nutricionais presentes no tecido foliar do cafeeiro, a literatura indica como nível crítico para o cafeeiro Conilon adulto e em produção, as seguintes faixas de teores, em g kg^{-1}: 29 a 32 de N; 1,2 a 1,6 de P; 18 a 22 de K; 10 a 13 de Ca; 3,1 a 4,5 de Mg (PREZOTTI et al, 2007; PREZOTTI e GUARÇONI, 2014). Os dados mostrados na Tabela 8 demonstram que os teores de P, Ca e Mg ficaram dentro da faixa adequada em todos os tratamentos, enquanto o K ficou ligeiramente abaixo. Em relação ao N, a associação do cafeeiro com leguminosas arbóreas (arborização) e anuais (adubação verde), foi o único tratamento capaz de proporcionar um teor de N nas folhas dentro da faixa indicada pela literatura.

Em geral, as maiores contribuições totais de macronutrientes reciclados foram obtidas nos sistemas arborizados, com destaque para o sistema café com gliricídia, sendo as menores contribuições foram observadas no sistema a pleno sol (monocultivo). Dentro de cada sistema, a prática da adubação verde teve menor destaque na reciclagem. Esses resultados também refletiram nos teores observados no tecido foliar dos cafeeiros, sendo que os maiores teores foram obtidos nos sistemas arborizados, enquanto os menores, no cultivo do cafeeiro a pleno sol.

Em um trabalho realizado por Chaves (2000), o autor afirma que a adubação do cafeeiro com esterco de gado e leucena (*Leucaena leucocephala*), possibilitou atingir 78% da produção alcançada no tratamento com fertilizante mineral. De acordo com o autor, embora ocorra uma perda na produtividade, o baixo custo de implantação e manejo da leguminosa, pode ser favorável se comparado aos custos elevados do fertilizante mineral, sendo este um fator relevante para os cafeicultores pequenos e/ou orgânicos.

Comparando-se as quantidades de macronutrientes provenientes do processo de ciclagem mostradas nas Tabelas 6 e 7, observa-se que as quantidades de nutrientes recicladas foram maiores nos sistemas arborizados quando comparadas às do sistema a pleno sol, no qual somente a adubação verde contribui para a ciclagem, embora essas diferenças não tenham se refletido na nutrição do cafeeiro. O sistema café com gliricídia apresentou três fatores de contribuição no primeiro ano avaliado, tendo sido o fator queda de folhas, galhos e flores das árvores o que mais contribuiu para o valor total de macronutrientes reciclados, seguido da contribuição proveniente da poda da copa.

Uma questão importante a ser observada é quanto à distribuição do sistema radicular do cafeeiro e do adubo verde. É sabido que a maior parte das raízes do feijão-de-porco se concentram nos primeiros 30 cm do solo (SCARANARI e INFORZATO, 1952; MEDINA et al., 2013). Da mesma forma, a maior parte das raízes do cafeeiro encontra-se na profundidade de 0 a 40 cm, sendo mais abundante na camada de 0 a 10 cm (RONCHI et al., 2015). Por competirem por nutrientes na mesma camada do solo, pode-se inferir que a contribuição da adubação verde anual para a nutrição do cafeeiro pode ser considerada menos relevante quando comparada à contribuição das arbóreas, principalmente se não houver suficiente disponibilidade de água e de nutrientes no solo.

Assim, dado que a distribuição do sistema radicular da leguminosa e do cafeeiro se concentram na mesma profundidade, a prática da adubação verde do cafeeiro com leguminosas anuais deve-se restringir ao período

de verão (chuvoso), salvo em lavouras irrigadas. Tal constatação já havia sido verificada e sugerida por Chaves (2002), que recomenda que a adubação verde do cafeeiro seja uma prática realizada exclusivamente no período chuvoso. Por outro lado, pelas razões já apresentadas, o convívio de árvores e cafeeiros na mesma área seria menos prejudicial em termos de competição por água e nutrientes, constituindo-se uma prática mais viável que a adubação verde clássica com espécies anuais.

As quantidades de macronutrientes redisponibilizadas para o cafeeiro devido ao uso associado das práticas arborização e adubação verde foram relevantes quando se consideram as doses de macronutrientes e os teores foliares recomendados pela literatura (MATIELLO et al., 2014). Tomando-se como exemplo o N, nutriente mais limitante para a maioria das culturas, o cultivo do cafeeiro associado às duas práticas em questão foi o único tratamento que proporcionou um teor foliar de N mais próximo ao indicado pela literatura, evidenciando assim, a importância de se utilizar as práticas de manejo em cultivos onde o aporte de N é mais limitante, como nos sistemas orgânicos de produção.

Conclusões

Os sistemas de consórcio do cafeeiro orgânico com leguminosas arbóreas proporcionaram maior ciclagem de nutrientes, quando comparados ao sistema a pleno sol consorciado com o feijão-de-porco.

A contribuição do feijão-de-porco para a ciclagem de nutrientes teve menor destaque que a contribuição das leguminosas arbóreas.

O efeito da ciclagem de nutrientes também se refletiu nos teores foliares de nutrientes do cafeeiro, sendo os maiores valores obtidos nos sistemas arborizados, enquanto os menores, no sistema a pleno sol.

A associação da prática da arborização com a adubação verde anual ajuda a manter a nutrição adequada do cafeeiro, especialmente em sistemas orgânicos de produção.

Referências Bibliográficas

ABEKUNDA, M., MANZI, G. Use of the partial nutrient budget as an indicator of nutrient depletion in the highlands of southwestern Uganda. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 67, p. 187–195, 2003.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E.A.; WILDNER, L.P. do; COSTA, M.B.C. da; ALCÂNTARA, P.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J.C. **Adubação verde no Sul do Brasil**. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346p.

CARNEIRO, M.A.C.; CORDEIRO, M.A.S.; ASSIS, P.C.R.; MORAES, E.S.; PEREIRA, H.S.; PAULINO, H.B.; SOUZA, E.D. Produção de matéria seca de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 455-462, 2008.

CHAVES, J.C.D. Efeito de adubações mineral, orgânica e verde sobre a fertilidade do solo, nutrição e produção do cafeeiro. In: I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2000, Poços de Caldas. **Resumos expandidos**. Brasília: EMBRAPA CAFÉ MINASPLAN, 2000. v. 2. p. 1389-1392.

CHAVES, J.C.D. **Manejo do solo: adubação e calagem, antes e após a implantação da lavoura cafeeira**. Londrina, PR: IAPAR, 2002. 36p. (IAPAR. Circular, 120).

COSTA, M.B.B.; CAMPANHOLA C. **A agricultura alternativa no Estado de São Paulo**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1997. 63p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 7).

DIAS, H.C.T.; SILVEIRA, V.; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. SCOLFORO, J.R.S. Variação temporal de nutrientes na serapilheira de um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, MG. **Revista Cerne**, v. 8, n. 2, p. 1-16, 2002.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

FÁVERO, C.; JUCKSCH I.; ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M. da. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1355-1362, 2001.

FRANCO, A.A. **Uso de *Gliricidia sepium* como moirão vivo**. Seropédica: EMBRAPA- UAPNPBS, 1988. 5 p. (EMBRAPA-UAPNPBS. Comunicado Técnico, 3).

GUEDES, A. de M. **Tipos de desenhos de investigação: experimentais, quase experimentais e não experimentais**. Disponível em: <http://www.investigalog.com/investigacion/tipos-de-desenhos-de-investigacao-experimentais-quase-experimentais-e-nao-experimentais/>. Acesso em 22 dez 2010.

GUIMARÃES, P.T.G.; NOGUEIRA, F.D.; LIMA, P.C.; GUIMARÃES, M.J.C.L; POZZA, A.A.A. Adubação e nutrição do cafeeiro em sistema orgânico de produção. **Informe Agropecuário**, v. 23, p. 63-81, 2002.

HAAS, G.; CASPARI B.; KOPKE, U. Nutrient cycling in organic farms: stall balance of a suckler cow herd and beef bulls. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 64, p. 225–230, 2002.

LEAL, M.A.A.; GUERRA, J.G.M.; PEIXOTO, R.T.G; ALMEIDA, D.L. **Feijão-de-porco na Baixada Fluminense: como tirar proveito máximo da sua ação como adubo-verde**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2012. 19p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 83).

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 544p.

MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S.R. 2014. **Adubação racional e econômica da lavoura cafeeira**. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/redesocialdocafe/adubao-racional-econmica-do-cafeeiro-jos-braz-matiello-fundao-procaf>. Acesso em: 18 nov 2015.

MATOS, L.V.; CAMPELLO, E.F.C.; RESENDE, A.S. **Plantio de leguminosas arbóreas para produção de moirões vivos e construção de cercas ecológicas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. (Sistema de Produção, 03).

MEDINA, C.C.; NEVES, C.S.V.J; AITA, C.; BORDIN, I.; PRETI, E.; ZACCHEO, P.V.C.; AGUIAR, R.S.; URQUIAGA, S. Aporte de matéria seca por raízes e parte aérea de plantas de cobertura de verão. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 675-682, 2013.

MOREIRA, C.F. **Caracterização de sistemas de café orgânico sombreado e a pleno sol no sul de Minas Gerais**. 2003. 125p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

MOURA, W.M.; LIMA, P.C.; SOUZA, H.N.; CARDOSO, I.M.; MENDONÇA, E.S.; PERTEL, J. Pesquisas em sistemas agroecológicos e orgânicos da cafeicultura familiar na Zona da Mata mineira. **Informe Agropecuário**, v. 26, p. 46-75, 2005.

PASCHOAL, A.D. **Produção orgânica de alimentos: agricultura sustentável para os séculos XX e XXI; guia técnico e normativo para o produtor, o comerciante e o industrial de alimentos orgânicos e insumos naturais**. São Paulo, PCLQ/USP, 1994. 191p.

PAULINO, G.M.; ALVES, B.J.R.; BARROSO, D.G.; URQUIAGA, S.; ESPINDOLA, J.A.A. Fixação biológica e transferência de nitrogênio por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 1598 1607, 2009.

PREZOTTI, L.C.; DADALTO, G.G.; OLIVEIRA, J.A. (Eds.). **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo - 5a Aproximação**. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007.

PREZOTTI, L.C.; GUARÇONI, M.A. Adubação e calagem: sistema informatizado de recomendação. **Incaper em Revista**, v. 4-5, p. 104-107, 2014.

RAYOL, B.P.; ALVINO-RAYOL F.O. Produção de biomassa e teor de nutrientes do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) em reflorestamento no estado do Pará. **Agroecossistemas**, v. 4, n. 2, p. 85-90, 2012.

RICCI, M. dos S.F.; ALVES, B.J.R.; MIRANDA, S.C.de; OLIVEIRA, F.F.de. Growth rate and nutrition status of an organic coffee cropping system. **Scientia Agricola**, v. 62, p. 138-144, 2005.

RICCI, M. dos S. F.; RODRIGUES, M. B. **Desenvolvimento do feijão-de-porco plantado para adubação verde do cafeeiro cultivado sob manejo orgânico e arborizado**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2009. (Boletim de Pesquisa, 44).

RICCI, M. dos S. F.; COSTA, J.R; VIANA, A.J.S.; ROSSO, I.A.M. Produção de biomassa e acúmulo de nutrientes pela vegetação espontânea em cultivo de café orgânico. **Coffee Science**, v. 5, p. 17-27, 2010.

RONCHI, C.P.; SOUSA JÚNIOR, J.M.; ALMEIDA, W.L. de; SOUZA, D.S.; SILVA, N. O.OLIVEIRA, L.B. de; GUERRA, A.M.N.M; FERREIRA, P.A. Morfologia radicular de cultivares de café arábica submetidas a diferentes arranjos espaciais. **Pesq. agropec. bras.**, v.50, n. 3, p. 187-195, 2015.

SCARANARI, H.J.; INFORZATO, R. Sistema radicular das principais leguminosas empregadas como adubo verde em cafezal. **Bragantia**, v. 12, n. 7-9, p. 291-298, 1952.

Embrapa

Agrobiologia

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

BRASIL
GOVERNO FEDERAL