

PRODUÇÃO DE FITOMASSA E CONTEÚDO DE NUTRIENTES DE LEGUMINOSAS E ESPONTÂNEAS EM PROPRIEDADES DE AGRICULTORES FAMILIARES

Reginaldo Fialho Valente¹; Eduardo de Sá Mendonça²; Paulo César de Lima³; Edimaldo Garcia Júnior⁴; Waldênia de Melo Moura⁵ e Ivo Jucksch⁶

¹ Mestrando do Departamento de Solos, UFV. Bolsista da FAPEMIG. E-mail: regivalente@yahoo.com.br

² Ph.D., Prof. do Departamento de Solos, UFV. Bolsista do CNPq. E-mail: esmjplia@gmail.com

³ D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesq. EPAMIG/CTZM, E-mail: plima@epamig.ufv.br

⁴ Mestrando do DPS - UFV. Bolsista da CAPES. E-mail: edimaldojunior@yahoo.com.br

⁵ D.Sc. Fitotecnia, Pesq. EPAMIG/CTZM, E-mail: waldenia@epamig.ufv.br

⁶ D.Sc. Professor do Departamento de Solos, UFV. Bolsista do CNPq. E-mail: ivo@ufv.br

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo comparar espécies de leguminosas e espontâneas cultivadas nas entrelinhas de cafeeiros quanto à produção de biomassa e acúmulo de nutrientes em diferentes condições edafoclimáticas. Foram conduzidos, de forma participativa, quatro experimentos em propriedades de agricultores familiares na Zona da Mata de Minas Gerais nos anos de 2004, 2005 e 2006. Em cada unidade foram avaliadas sete espécies de leguminosas (*Arachis pintoi*, *Calopogonium mucunoides*, *Crotalaria spectabilis*, *Stylozanthes guyanensis*, *Cajanus cajan*, *Dolichus lablab* e *Stizolobium deeringianum*) e plantas espontâneas consorciadas com cafeeiros. No período de floração dos adubos verdes a parte aérea foi cortada e determinada à massa dos materiais frescos. Foi recolhida 100g de fitomassa e outras porções idênticas foram acondicionadas em sacolinhas de decomposição com malha de 4 mm e dispostas sob os cafeeiros e coletadas após 15, 30, 60, 120 e 240 dias para determinação da matéria seca e conteúdo de nutrientes. As leguminosas de ciclo perene (amendoim forrageiro, calopogônio e estilozantes) apresentaram crescimento mais lento com produções de fitomassa entre 5,0 e 8,0 Mg.ha⁻¹, inferiores às das leguminosas de ciclo anual (crotalária, guandu-anão, lablabe e mucuna anã) que obtiveram crescimento mais rápido com produção de fitomassa entre 10,0 e 12,0 Mg.ha⁻¹. Tanto a produção de biomassa e o acúmulo de nutrientes variaram entre os adubos verdes e entre locais. A liberação de nutrientes pelos adubos verdes corresponde, em média, a 29, 44 e 30% do N, P e K, respectivamente, das necessidades do cafeeiro para uma produtividade esperada de 30 sacas ha⁻¹.

Palavras-Chave: adubação verde, fixação de nitrogênio, agricultura familiar.

BIOMASS PRODUCTION AND NUTRIENTS CONTENT THE LEGUMINOUS IN SPONTANEOUS AND PROPERTIES OF FAMILY FARMERS

ABSTRACT: This study aimed to compare legumes and spontaneous grown between the lines of coffee on the production of biomass and accumulation of nutrients in different soil and climatic conditions. It was conducted in a participative way, four experiments on properties of family farmers in the Zona da Mata de Minas Gerais in the years of 2004, 2005 and 2006. In each Unit were assessed seven leguminous species (*Arachis pintoi*, *Calopogonium mucunoides*, *Crotalaria spectabilis*, *Stylozanthes guyanensis*, *Cajanus cajan*, *Dolichus lablab* e *Stizolobium deeringianum*) and spontaneous plants associated with coffe. In the period from flowering aerial parts of the vegetables were cut and determined the mass of fresh material. Biomass was collected from 100g and other portions were packed in identical litterbags with mesh of 4 mm, arranged under the coffee and collected after 15, 30, 60, 120 and 240 days to determine the content of dry matter and nutrients. The legumes of perennial (amendoim forrageiro, calopogônio e estilozantes) showed lower growth with biomass between 5.0 and 8.0 Mg.ha⁻¹ lower than the legumes (crotalária, guandu-anão, lablabe e mucuna anã) that had more rapid growth with biomass production between 10.0 and 12.0 Mg.ha⁻¹.

Both the production of biomass and the accumulation of nutrients varied between green manures and locations. The release of nutrients by the green manures is, on average, 29, 44 and 30% of N, P and K, respectively, the needs of coffee for an expected yield of 30 bags ha⁻¹.

Key word: green manure, nitrogen fixation, family farming.

INTRODUÇÃO

A utilização intensiva da adubação mineral vem contribuindo há bastante tempo para a redução das práticas de adubação verde entre os agricultores. A elevação nos preços dos insumos derivados do petróleo evidencia hoje a necessidade de se buscar alternativas que possibilitem a utilização de insumos locais sem onerar a produção do cafeeiro.

A adubação verde é uma prática importante na melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo. São marcantes seus efeitos sobre a proteção do solo, mediante a redução das perdas por erosão, aumento da capacidade de troca catiônica e da ciclagem de nutrientes das camadas mais profundas para a superfície, dentre outras (AMABILE *et al.*, 2000).

Dentre as espécies empregadas na adubação verde, as leguminosas destacam-se por formar associações simbióticas com bactérias fixadoras de N₂ e sua baixa relação C/N, aliada à grande presença de compostos solúveis, favorece a rápida decomposição e mineralização, com expressivo aporte de N ao sistema solo-planta (Aita *et al.*, 2001; Perin *et al.*, 2004).

Quantificar a contribuição dos resíduos dos cultivos no fornecimento de nutrientes pode introduzir novas práticas de manejo, que podem aperfeiçoar a ciclagem de nutrientes e reduzir a demanda por insumos externos. Os resíduos de cultivos de leguminosas, dependendo do tipo e da qualidade do material, contêm, usualmente, de 20 a 80 kg ha⁻¹ de N, mas em alguns casos pode conter acima de 150 kg ha⁻¹ de N (Shah *et al.*, 2003).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de fitomassa dos adubos verdes, o conteúdo de nutrientes dos resíduos vegetais provenientes da fixação de N₂ atmosférico e da ciclagem de N, P, K, Ca e Mg do solo em quatro propriedades rurais da Zona da Mata de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e descrição dos experimentos

Os experimentos foram realizados no período de janeiro/2004 a dezembro/2006, em quatro unidades experimentais sob Latossolo Vermelho-Amarelo, conduzidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – Centro Tecnológico da Zona da Mata (EPAMIG-CTZM) em parceria com o Centro de Tecnologia Alternativa – Zona da Mata (CTA-ZM) e o Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (DPS-UFV).

As unidades experimentais foram instaladas em duas áreas de agricultores familiares no município de Araponga, uma em Eugénópolis e outra em Pedra Dourada, em altitudes que variam de aproximadamente 600 a 1100 m. Os cafezais foram conduzidos em sistema orgânico desde a formação das mudas com espaçamentos de 2,8 x 0,5 m e 2,8 x 0,8 m em delineamentos em blocos casualizados com quatro repetições e 40 plantas por parcela, dispostas linearmente.

Foram cultivadas nas entrelinhas dos cafeeiros, após correção do solo sete espécies de leguminosas (*Arachis pintoi*, *Calopogonium mucunoides*, *Crotalaria spectabilis*, *Stylozanthus guyanensis*, *Cajanus cajan*, *Dolichus lablab* e *Stizolobium deeringianum*) mais as plantas espontâneas como testemunha.

Amostragem, correção e adubação do solo

A amostragem de solo foi realizada nas entrelinhas dos cafeeiros na profundidade de 0-20 cm, sendo 1 amostra composta para cada 8 amostras simples. Todo o material de coleta foi passado em peneira de 2 mm e secado a sombra para obtenção da TFSA.

A adubação do cafeeiro foi realizada considerando uma produtividade de 30 sacas beneficiadas/ha com metade da dose recomendada para N (Guimarães *et al.*, 1999), utilizando torta de mamona. No início do experimento foi aplicado calcário em doses para incorporação a 0-5 cm e

adicionados nas linhas de plantio das leguminosas 75 kg de sulfato duplo de potássio e magnésio/ha (18% de K_2O , 4,5% de Mg e 22% de S) e 270 kg de termofosfato/ha (16% P_2O_5), com objetivo de aumentar o potencial de fixação biológica de N pela leguminosa e minimizar a concorrência por nutrientes com os cafeeiros.

Decomposição dos adubos verdes

No estágio de floração das leguminosas as partes aéreas foram cortadas e determinadas as massas dos materiais frescos em quilogramas. Uma amostra de cada material foi retirada para determinação de umidade e as concentrações de N, P, K, Ca e Mg. As taxas de decomposição dos adubos verdes foram determinadas com auxílio de telas de nylon com malha de 4,0 mm e 20 x 20 cm de dimensão, fixados ao solo com o material vegetal de peso conhecido. Apenas a parte aérea das plantas foi usada para confecção das sacolas. A cada coleta foram retiradas quatro repetições de cada espécie nos intervalos de 15, 30, 60 120 e 240 dias de incubação nas condições de campo para determinação do peso e o conteúdo de nutrientes. Para realização das análises, os materiais vegetais e orgânicos foram secos em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, durante 72 horas, e, em seguida, foram moídos e passados por peneira de 2 mm.

Caracterização química do solo

Os materiais de solo foram caracterizados quanto a: determinação de pH em água e em KCl 1mol/L, na proporção solo:líquido 1:2,5; extração de Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} e Na^+ com KCl 1mol/L; alumínio trocável determinado por titulação com NaOH 0,25 mol/L, Ca^{2+} e Mg^{2+} por Espectrofotometria de Absorção Atômica e Na^+ analisado através de fotometria de chama; K e P disponível determinado através do extrator de Mehlich-1 (HCl 0,05 mol/L + H_2SO_4 0,0125 mol/L), na proporção 1:10, sendo dosados respectivamente por fotometria de chama e colorimetria; H^+ + Al^{3+} determinado utilizando Ca (Oac)₂ 0,5 mol/L (pH 7,0), na proporção 1:15 titulado com NaOH 0,0606 mol/L (EMBRAPA, 1997).

Caracterização química do material vegetal

Os adubos verdes após serem secos em estufa, moídos e passados em peneira de 2 mm, foram caracterizados química e bioquimicamente, sendo os teores de C e N obtidos por combustão seca em analisador Perkin Elmer CHNS/O 2400. Após digestão nitro-perclórica (Sarruge & Haag, 1974), foi determinada a concentração elementar de P de acordo com Braga & Defelipo (1974), K por fotometria de chama e Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica.

Análise estatística

Os dados de matéria seca e as quantidades totais de nutrientes na parte aérea dos adubos verdes foram submetidos à análise de variância, empregando-se teste F e testes de média. Para execução das análises, utilizou-se o programa estatístico SAEG 5.0 (FUNARBE, 1993).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A melhoria das condições químicas do solo (Tabela 1) foi devida à adubação inicial do cafeeiro com torta de mamona (90 kg de N, 38 kg de P e 26 kg de K)/ha e da adubação de pré-plantio das leguminosas com 75 kg de sulfato duplo de potássio e magnésio (18% K_2O , 4,5% Mg e 22% S)/ha e 270 kg de termofosfato (16% P_2O_5)/ha, correspondendo à metade das necessidades nutricionais do cafeeiro. A outra parcela dos nutrientes adicionados ao solo advém da imobilização e liberação constante dos nutrientes contidos nos adubos verdes durante o processo de decomposição. Com exceção do N, cuja maior parte é fixada do ar a partir da simbiose, os demais nutrientes são retirados do próprio solo, isso ocorre pelos efeitos de reciclagem e mobilização de nutrientes de formas pouco assimiláveis para formas mais disponíveis às culturas (Muzzili, 1986).

Tabela 1: Caracterização química dos solos (0-20 cm), rua e saia dos cafeeiros consorciados com adubação verde, no início e final do experimento.

Ano	pH	P	K	Ca	Mg	Al	SB	t	T	MO	V	m
	H ₂ O	mg.dm ⁻³		cmolc/dm ⁻³	dag.kg ⁻¹	%	

Entre linhas dos cafeeiros

Início	5,1	2,7	77,5	2,0	0,7	0,5	2,9	3,4	14,6	6,2	18,7	23,3
Final	5,6	10,4	109,8	2,9	1,3	0,2	4,3	4,5	15,8	6,0	20,0	9,0

Ocorreu comportamento discrepante entre as espécies de leguminosas quanto à produção de fitomassa dos adubos verdes tanto a nível local como regional (Tabela 2), devido à maior adaptabilidade de determinadas espécies frente às condições edafoclimáticas de cada local. As leguminosas de ciclo perene (amendoim forrageiro, calopogônio e estilozantes) tiveram crescimento mais lento e, por conseguinte permaneceram maior tempo sombreadas pelo café o que resultou em produções menores de fitomassa, cerca de 5,0 a 8,0 Mg.ha⁻¹. As leguminosas de ciclo anual (crotalária, guandu-anão, lablabe e mucuna anã) obtiveram produção em torno de 10,0 e 12,0 Mg.ha⁻¹, devido ao menor período de competição com o cafeeiro. A quantidade mínima de fitomassa requerida para melhor eficiência do sistema está em torno de 6,0 Mg.ha⁻¹ (Darolt, 1998).

No geral, a espécie mais produtiva e que mais se beneficiou com as condições locais foi a crotalária com 12,90 Mg.ha⁻¹, ao contrário do amendoim forrageiro com menor produção 5,37 Mg.ha⁻¹, apesar de seu bom estabelecimento na região. Para uma mesma condição de solo, baixa fertilidade, por exemplo, o diferencial na produtividade entre duas espécies pode ser devido à maior habilidade de uma delas em absorver nutrientes que estejam menos disponíveis às plantas (Ribaski et al., 2001).

Tabela 2: Produção de fitomassa dos adubos verdes em consórcio com cafeeiros em diferentes propriedades rurais da Zona da Mata de Minas Gerais. Média de 3 anos.

Aduos verdes	Pedra Redonda (Araponga)	Praia D`Anta (Araponga)	União (Pedra Dourada)	Santa Rita (Eugenópolis)	Média
..... Mg.ha ⁻¹					
<i>A. pintoi</i>	6.47 (± 0,38) D a	5.29 (± 0,70) D a	4.83 (± 0,30) C a	4.87 (± 0,80) B a	5.37 (± 0,29) D
<i>C. mucunoides</i>	9.92 (± 1,44) C a	9.08 (± 0,84) C b	7.18 (± 0,75) C c	6.04 (± 0,50) B d	8.06 (± 0,68) C
<i>C. spectabilis</i>	12.42 (± 0,59) B c	22.76 (± 1,01) A a	14.39 (± 3,18) A b	2.02 (± 1,52) C d	12.90 (± 0,48) A
<i>C. cajan</i>	9.85 (± 0,89) C c	15.49 (± 0,22) B a	10.56 (± 3,29) B b	7.53 (± 2,07) A d	10.86 (± 0,91) B
<i>D. lablab</i>	14.39 (± 0,46) A b	15.41 (± 0,64) B a	9.31 (± 1,68) B c	5.30 (± 2,10) B d	11.10 (± 0,39) B
<i>S. guyanensis</i>	9.07 (± 0,79) C b	6.10 (± 1,73) D c	11.84 (± 0,90) A a	1.40 (± 0,70) C d	7.10 (± 0,69) C
<i>S. deeringianum</i>	12.40 (± 0,98) B b	14.34 (± 1,18) B a	12.15 (± 1,12) A c	4.91 (± 1,96) B d	10.95 (± 0,73) B
Espontâneas	6.42 (± 0,83) D a	5.62 (± 2,90) D a	4.74 (± 2,32) C b	3.17 (± 1,82) C b	4.99 (± 0,76) D

Médias seguidas por letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem pelo teste de Scott-Knott ao nível de 10% de probabilidade.

Valores entre parênteses representam o desvio-padrão da média (n=3), sendo n o número de anos.

Considerando o conteúdo de nutrientes nos adubos verdes (Tabela 3), as maiores concentrações de N e P foram encontradas no guandu anão e no lablabe, apesar dos valores serem bastante próximos entre as leguminosas. As espontâneas foram as que mais contribuíram para adição de K no sistema, enquanto o estilozantes e o amendoim forrageiro foram às espécies que mais concentraram Ca e Mg na fitomassa, respectivamente. Muitas plantas espontâneas são eficientes na extração de nutrientes do solo e possuem capacidade seletiva de absorção. Alguns exemplos são os teores mais altos de K e Mg em determinadas plantas em relação à cultura comercial (Guimarães et al., 2002). O K em especial é considerado o determinante da qualidade de bebida do café, o qual funciona em processos osmóticos, na síntese de proteínas e na manutenção de sua estabilidade, e na permeabilidade da membrana (Malavolta, 1980; Zehler et al., 1986). A utilização de espécies com maior capacidade de acumulação e liberação de K influencia diretamente na subsistência dos agricultores familiares que na maioria das vezes possuem lavouras de baixa produtividade sendo então recompensados pela melhor qualidade de bebida.

Tabela 3: Teores de nutrientes dos adubos verdes empregados na adubação de cafeeiros em sistemas orgânicos na Zona da Mata de Minas Gerais. Média de 3 anos.

Adubos verdes	C	N	P	K	Ca	Mg	C/N	C/P
..... dag.kg ⁻¹								
<i>A. pintoi</i>	42,70 (± 1,26)	2,89 (± 0,20)	0,29 (± 0,04)	2,05 (± 0,45)	1,29 (± 0,16)	0,44 (± 0,06)	14,78 (± 0,71)	147,24 (± 8,52)
<i>C. mucunoides</i>	44,00 (± 1,08)	3,05 (± 0,29)	0,29 (± 0,03)	2,04 (± 0,38)	1,02 (± 0,23)	0,30 (± 0,08)	14,43 (± 0,64)	151,72 (± 6,87)
<i>C. spectabilis</i>	43,40 (± 2,50)	3,07 (± 0,33)	0,30 (± 0,04)	1,46 (± 0,32)	0,82 (± 0,12)	0,32 (± 0,03)	14,14 (± 0,98)	144,67 (± 9,16)
<i>C. cajan</i>	40,44 (± 1,50)	3,92 (± 0,60)	0,34 (± 0,03)	1,69 (± 0,31)	0,75 (± 0,15)	0,26 (± 0,02)	10,32 (± 0,95)	118,94 (± 8,69)
<i>D. lablab</i>	43,29 (± 0,92)	3,37 (± 0,40)	0,33 (± 0,02)	2,16 (± 0,30)	1,10 (± 0,16)	0,28 (± 0,05)	12,85 (± 0,44)	131,18 (± 6,88)
<i>S. guyanensis</i>	43,52 (± 2,36)	3,06 (± 0,16)	0,28 (± 0,03)	1,93 (± 0,42)	1,31 (± 0,14)	0,3 (± 0,03)	14,22 (± 0,89)	155,43 (± 7,45)
<i>S. deeringianum</i>	45,51 (± 1,40)	3,22 (± 0,25)	0,29 (± 0,01)	1,88 (± 0,37)	1,05 (± 0,20)	0,27 (± 0,07)	14,13 (± 0,62)	156,93 (± 5,83)
Espontâneas	65,55 (± 3,51)	2,91 (± 0,33)	0,27 (± 0,04)	2,28 (± 0,11)	1,20 (± 0,10)	0,36 (± 0,05)	22,53 (± 0,95)	242,78 (± 9,94)

Valores entre parênteses representam o desvio-padrão da média (n=3), sendo n o número de anos.

A grande dificuldade de se estabelecer estratégias de manejo na utilização dos adubos verdes de forma que atendam às necessidades da cultura de interesse é estabelecer relações que definam a taxa real de decomposição dos resíduos com base na composição química e bioquímica desses materiais. Segundo Vanlauwe et al. (1997), ainda não existe consenso em relação ao melhor indicador de decomposição.

A contribuição dos adubos verdes quanto à liberação e disponibilização dos nutrientes para os cafeeiros foram expressivas. Num período de decomposição de 240 dias as maiores quantidades de N (86,34), P (17,54) e K (55,73) kg.ha⁻¹ adicionados ao solo foram conseguidas quando se utilizaram respectivamente mucuna anã, crotalária e lablabe em consórcio com o cafeeiro. A mucuna anã e crotalária foram também às espécies que mais contribuíram para adição de Ca (38,54) e Mg (16,26) kg.ha⁻¹ ao sistema (Tabela 4). Espécies mais eficientes na absorção, translocação e utilização de nutrientes poderão ser mais interessantes para uso no manejo de solos com baixa fertilidade natural, por apresentarem maior capacidade de adaptação e melhor desempenho agrônômico (Caldeira et al., 2002).

Os nutrientes liberados pelos adubos verdes correspondem, em média, a 29, 44 e 30% de N, P e K, respectivamente, das necessidades do cafeeiro para uma produtividade esperada de 30 sacas ha⁻¹. Esse conteúdo de nutrientes foi obtido apenas da parte aérea, esperar-se que a contribuição dos adubos verdes seja ainda maior do que a estimada pela Tabela 4, uma vez que não se contabilizou os nutrientes contidos na parte radicular das leguminosas e espontâneas.

Tabela 4: Estimativa do total de nutrientes liberados pela parte aérea de adubos verdes em 240 dias de decomposição.

Adubo verde	N	P	K	Ca	Mg
..... kg.ha ⁻¹					
<i>A. pintoi</i>	39,86	8,07	30,81	25,52	11,09
<i>C. mucunoides</i>	50,23	8,64	39,78	18,06	7,30
<i>C. spectabilis</i>	68,35	17,54	48,67	34,47	16,26
<i>C. cajan</i>	57,76	10,47	46,74	15,61	6,05
<i>D. lablab</i>	63,58	11,39	55,73	24,38	8,39
<i>S. guyanensis</i>	37,36	5,25	33,70	18,23	4,76
<i>S. deeringianum</i>	86,34	8,70	48,03	38,54	9,02
Espontâneas	24,55	4,67	35,17	10,69	7,78

CONCLUSÕES

1. Os adubos verdes apresentaram diferentes produções de fitomassa e acúmulo de nutrientes nas condições edafoclimáticas estudadas.
2. As leguminosas de ciclo perene (amendoim forrageiro, calopogônio e estilozantes) apresentaram crescimento mais lento com produções de biomassa inferiores às das leguminosas de ciclo anual (crotalária, guandu - anão, lablabe e mucuna).
3. A liberação de N, P e K pelos adubos verdes equivalem a aproximadamente 1/3 da demanda do cafeeiro para produtividade de 30 sacas/ha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITA, C.; BASSO, C.J.; CERETA, C.J.; GONÇALVES, C.N. & ROS, C.O. Plantas de cobertura do solo como fonte de nitrogênio ao milho. R. Bras. Ci. Solo, 25:157-165, 2001.
- AMABILE, R. F. et al. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamento na região dos Cerrados. Pesquisa Agropecuária Resumos do V CBA - Manejo de Agroecossistemas Sustentáveis Brasileira, Brasília, v. 35, p. 47-54, 2000.
- BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e material vegetal. Revista Ceres, Viçosa, v.21, p.73-85, 1974.
- Caldeira, M.V.W.; Rondon Neto, R.M.; Schumaker, M.V. 2002. Avaliação da eficiência nutricional de três procedências australiana de acácia negra (*Acacia mearnsii* DE Wild.). Revista Arvore, 26(5): 615-620.
- DAROLT, M.R. Princípios para implantação e manutenção do sistema. In: DAROLT, M.R. Plantio direto: pequena propriedade sustentável. Londrina: IAPAR, 1998. p. 16-45.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2ª ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FUNARBE. SAEG-Sistema para análises estatísticas v. 5.0. Viçosa-MG, 1993.
- GUIMARÃES, P.T.G.; GARCIA, A.W.R.; ALVAREZ V., V.H. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª. Aproximação. Viçosa: CFSEMG. 1999 289-302.
- 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, n. 214/5, Belo Horizonte: EPAMIG, p. 63-81, 2002.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MUZZILI, O. A adubação verde como alternativa para melhoria da fertilidade do solo e racionalização do uso de fertilizantes. Informe da pesquisa. IAPAR. Londrina, 10 (68): 1-14, julho. 1986.
- PERIN, A.; SANTOS, R.H.S.; URQUIAGA, S.C.; GUERRA, J.G.M. & CECON, P.R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. Pesq. Agropec. Bras., 39:35-40, 2004.
- Ribaski, J., Montoya, L. J., Rodigheri, H.R. (2001) Sistemas Agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos. In: Agricultura Alternativa, *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 22 (212): 61-67.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Química, 1974. 56p.
- SHAH, Z.; SHAH, S.H.; PEOPLES, M.B.; SCHWENKE, G.D. & HERRIDGE, D.F. Crop residue and fertiliser N effects on nitrogen fixation and yields of legume-cereal rotations and soil organic fertility. Field Crops Res., 83:1-11, 2003.

VANLAUWE, B.; DIELS, J.; SANGINGA, N. & MERCKX, R. Residue quality and decomposition: An unsteady relationship? In: CADISCH, G. & GILLER, K.E., eds. Driven by nature: Plant litter quality and decomposition. Wallingford, CAB International, 1997. p.157-166.

ZEHLER, E. *et al.* *Sulfato de potássio e cloreto de potássio: sua influência na produção e na qualidade das plantas cultivadas.* Campinas: Fundação Cargil, 1986.