

PRODUÇÃO DE BIOMASSA, CONTEÚDO E MINERALIZAÇÃO DE NUTRIENTES DE LEGUMINOSAS E PLANTAS ESPONTÂNEAS PARA ADUBAÇÃO VERDE DE CAFEZAIS SOB CULTIVO ORGÂNICO¹

Paulo César de Lima²; Waldênia de Melo Moura²; Eduardo de Sá Mendonça³; Paula Masami Sano Manabe⁴; Josiane dos Santos⁵; Felipe Rodrigues Reigado⁵; Iná Lima Reis⁶

¹ Trabalho financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG

² Pesquisador (a), D.Sc., EPAMIG-Zona da Mata, Viçosa- MG, plima@epamig.ufv.br ; waldenia@epamig.ufv.br

³ Professor Adjunto UFV, Viçosa- MG, esm@ufv.br

⁴ Estudante de Pós Graduação – UFV, Viçosa-MG, paulasano@yahoo.com.br

⁵ Bolsistas, Bs, CBP&D-Café/ EPAMIG-Zona da Mata, Viçosa- MG, josisantos22@bol.com.br; felipe.reigado@bol.com.br

⁶ Bolsista, PIBIC-EPAMIG- Zona da Mata, Viçosa-MG, inagervasio@yahoo.com.br

RESUMO: O trabalho em sistemas integrados de produção é uma característica dos agricultores familiares da Zona da Mata de Minas Gerais. Em suas propriedades são desenvolvidos sistemas de produção diversificados, o que exige uma rotina de distribuição de trabalho no tempo e no espaço. A produção de café em sistema agroecológico e orgânico é uma alternativa interessante nessas propriedades. O objetivo desse trabalho foi comparar espécies de leguminosas cultivadas e plantas espontâneas nas entrelinhas de cafeeiros quanto à produção de biomassa e acúmulo de nutrientes em diferentes condições edafo-climáticas e avaliar a velocidade de decomposição e da mineralização de nutrientes provenientes da adubação verde para a cultura do cafeeiro sob diferentes condições edafo-climáticas. Analisando todas as leguminosas, nas quatro propriedades estudadas, nota-se que crotalária e guandu-anão foram as que mais acumularam nutrientes na matéria seca seguidos por lablabe, mucuna, calopogônio, estilozantes, e amendoim forrageiro. Isso teve relação com as biomassas produzidas mas não com a liberação de nutrientes e com as produtividades dos cafeeiros. A maior decomposição da biomassa ocorreu nos primeiros 15 a 30 dias. Em laboratório foi possível aferir que a mais lenta liberação de N, P e K da mucuna e do amendoim forrageiro e a liberação mais rápida com guandu, estilozantes e calopogônio obtidas em condições de campo poderiam ser analisados segundo as características bioquímicas das plantas. O total de NH_4^+ + NO_3^- acumulado correlacionou-se apenas com os teores de celulose. A longo prazo, a mineralização é influenciada pelos teores dos componentes de mais difícil decomposição como celulose e lignina. Do ponto de vista agrônomo o guandu encontra-se entre os adubos verdes que mais se destacaram. Foi a leguminosa que apresentou maior e mais rápida liberação de nutrientes. Aos 60 dias mais de 60% do N, 70% do K e 40% do P já estariam disponíveis. Destacou-se também por apresentar, em três dos quatro sítios, as maiores produtividades dos cafeeiros. Nesse caso seria a espécie mais indicada para os três sítios e condições ambientais, inclusive sob condições de estresse. Lablabe, estilozantes e o amendoim forrageiro viriam a seguir quanto a velocidade de liberação de nutrientes e a produtividade dos cafeeiros em geral.

Palavras-chave: agroecologia, orgânico, leguminosas, café, adubação verde.

LEGUMINOUS AND SPONTANEOUS PLANT NUTRIENTS FOR GREEN FERTILIZATION OF COFFEE PLANTATIONS UNDER ORGANIC CULTIVATION¹

ABSTRACT: Work under integrated production system is a characteristic of family farmers in Zona da Mata de Minas Gerais. In these farms, diversified production systems are developed, demanding a work distribution routine in terms of time and space. For family farms, agroecologically and organically-cultivated coffee production is an interesting alternative. The objective of this work was to compare cultivated leguminous species and spontaneous plants in coffee plant inter rows for biomass production and nutrient accumulation under different edaphoclimatic conditions and evaluate the decomposition velocity and mineralization of nutrients originated from green fertilization for the coffee culture under different edaphoclimatic conditions. After analyzing all the leguminous plants, in the four farms analyzed, it was noted that crotalaria and dwarf pigeon pea accumulated the most nutrients in the dry matter followed by lablabe, velvet bean, calopogonios, estilozantes, and forage peanut. This was related with the biomasses produced but not with nutrient release and coffee plantation yield. Most biomass decomposition occurred in the first 15 to 30 days. It was possible to confirm under laboratory conditions, that the slower N, P and K release from velvet bean and forage peanut and the faster release with guandu dwarf cultivar, estilozantes and calopogonios plants obtained under field conditions could be analyzed, according to plant biochemical characteristics. NH_4^+ + NO_3^- accumulated total correlated only with the cellulose contents. In the long run, mineralization is influenced by the contents of the components most difficult to degrade, such as cellulose and lignin. From an agronomic viewpoint, guandu dwarf cultivar was among the most outstanding leguminous plants, releasing the highest and fastest release of nutrients. At 60 days, over 60% of N, 70% of K and 40% of P would already be available. It also presented the highest coffee yield in three out of the four sites. Thus, in this case, it would be the species most indicated for the three sites and environmental conditions, including those

under stress. Lablabe, estilozantes and forage peanut would rank second in nutrient release velocity and overall coffee plantation yield.

Key words: agroecology, organic, leguminous plants, coffee, green fertilization.

INTRODUÇÃO

O trabalho em sistemas integrados de produção é uma característica dos agricultores familiares da Zona da Mata de Minas Gerais. Em suas propriedades são desenvolvidos sistemas de produção diversificados, o que exige uma rotina de distribuição de trabalho no tempo e no espaço. A produção de café em sistemas agroecológicos e orgânicos é uma alternativa interessante nessas propriedades. Alguns custos poderiam ser reduzidos pela produção local de parte dos insumos, como esterco, compostos, adubos verdes, biofertilizantes, extratos vegetais etc.

O benefício dos adubos verdes como fonte de nutrientes para a cultura depende da decomposição e liberação de nutrientes e do sincronismo deste processo com a demanda de nutrientes pela planta cultivada (Cobo, 2002). A eficiência do processo pode ser melhorada variando-se a qualidade do material adicionado e o melhor momento para a adição. A qualidade do resíduo adicionado está normalmente relacionada com a composição química do material, representada principalmente pelos teores de C, N, P, lignina e polifenóis, juntamente com suas interações (Mendonça & Stott, 2003; Thomas & Asakawa, 1993), que são os principais controladores da taxa de decomposição e liberação de nutrientes.

Além das características referentes à composição de cada planta, os fatores ambientais também interferem na atividade microbiana do solo e, conseqüentemente, na taxa de decomposição da palhada, sendo que entre os principais destacam-se a temperatura, a umidade, o pH, os teores de O₂ e de nutrientes do solo, especialmente a disponibilidade de nitrogênio (Robertson & Morgan, 1996). Em função de condições distintas de clima e de solo haveria então diferentes respostas das leguminosas quanto à adaptação, produção de biomassa, capacidade de fixação de N, imobilização de nutrientes e velocidade de decomposição e de liberação de nutrientes após o seu corte, sendo necessário o estudo das características das diferentes espécies de adubos verdes e destas características associadas ao meio para maximizar sua utilização no sistema orgânico de produção de café.

MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho foi conduzido desde dezembro de 2003, com a instalação dos primeiros experimentos. A partir de 2006 deu-se continuidade ao experimento acrescentando mais dois anos de cultivos e cortes das leguminosas e de avaliação da produção dos cafeeiros, totalizando, em 2007, quatro anos de experimentação em campo.

O experimento foi instalado, de forma participativa, em quatro unidades experimentais em propriedades de agricultores (as) familiares na Zona da Mata de Minas Gerais.

Em cada unidade foram plantados quatro cultivares de café consideradas na ocasião como resistentes à ferrugem (Oeiras, Icatu, Obatã e Catucaf), em espaçamento 2,8m x 0,5–0,8m, em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições e 30 a 40 plantas por parcela, dispostas linearmente. Os cafezais foram conduzidos em sistema orgânico desde a formação das mudas e os experimentos foram instalados com as lavouras em fase de formação (segundo e terceiro ano pós-plantio).

Desde 2003 até 2006, no início dos períodos chuvosos foram adicionados nas ruas dos cafeeiros à lanço sobre a superfície do solo e com incorporação leve (3-4 cm) com enxada: calcário conforme necessidade de calagem, P₂O₅ com aplicação de termofosfato e K₂O por meio de sulfato duplo de potássio e magnésio. Em seguida foram semeadas em sulcos de 50cm de espaçamento, conforme tratamento, sete espécies de leguminosas: sendo de ciclo anual: *Crotalaria juncea* (crotalária), *Cajanus cajan* (guandu - anão), *Dolichus lablabe* (lablabee) e *Stylobium aterrimum* (mucuna); e de ciclo perene: *Calopogonium mucunoides* (calopogônio), *Arachis pintoii* (amendoim forrageiro) e *Stylozanthus guyanensis* (estilozantes). Sendo que, as espécies de ciclo perene, após 2003, foram replantadas apenas para preencher as falhas dos anos anteriores.

O experimento constava de sete espécies de leguminosas, dentro das quatro cultivares de café, totalizando 28 tratamentos, em delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial 4x7x4.

Anualmente entre os meses de junho e agosto os cafeeiros eram colhidos e as produções em litros por plantas foram medidas e os dados transformados em sacas beneficiadas por hectare.

Quando as leguminosas atingiam o estágio inicial de floração (fevereiro/ março), as partes aéreas eram cortadas, determinadas as massas dos materiais frescos em quilogramas e essas biomassas foram uniformemente dispostas sob os cafeeiros. Uma amostra de cada material foi retirada para determinação de umidade e análise química de nutrientes em laboratório.

Uma outra parte do material foi pesada e acondicionada em sacolinhas de lambri com malha de 4mm e disposta também sob os pés de café. As amostras das sacolinhas, desde o dia do corte das leguminosas (dia 0) foram recolhidas e pesadas aos 15, 30, 60, 120, 240 e 360 dias após a disposição sob os cafeeiros, para determinação da velocidade de decomposição da matéria orgânica e estimar a liberação de nutrientes dos materiais em condições de campo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ano (2004) as leguminosas de ciclo perene (amendoim forrageiro, estilozantes e calopogônio), apresentaram crescimento mais lento com produções de biomassa inferiores às das leguminosas de ciclo anual, que obtiveram crescimento mais rápido (Tabela 1).

Analisando todas as leguminosas, nas quatro propriedades estudadas, nota-se que crotalária e guandu-anão foram as que mais acumularam nutrientes na matéria seca seguidos por lablabe, mucuna, calopogônio, estilozantes, e amendoim forrageiro (Tabelas 2). Isso teve relação com as biomassa produzidas. A crotalária (382 kg de N/ ha) e o guandu-anão (294 kg de N/ ha) foram as leguminosas que acumularam as maiores quantidades de nitrogênio na matéria seca. Esses valores garantiriam uma produtividade 30-40 sacas de café beneficiado/ ha, se todo esse conteúdo fosse liberado e para o solo durante o período de demanda dos cafeeiros. Quanto ao potássio, a crotalária e o guandu-anão seriam capazes de fornecer respectivamente 54% e 48% da demanda anual dos cafeeiros e todo o fósforo necessário para níveis de produtividade de 30 a 40 sacas/ha. Em cada propriedade pelo menos uma leguminosa seria capaz de fornecer mais da metade da quantidade de nitrogênio recomendada para o cafeeiro para os níveis de produtividade acima.

Tabela 1: Biomassa anual, total e média (kg de matéria fresca/ha) produzida por sete espécies de leguminosas nas ruas de cafeeiros adultos cultivados em espaçamento de 2,8m entre linhas em sistemas orgânicos em quatro sítios (municípios) da Zona da Mata de Minas Gerais.

Pedra Redonda (Araponga)						
	2004	2005	2006	2007	Total	média
Am. Forrageiro	4335 b	7076 c	6476 b	5962 c	23849 c	5962 c
Calopogônio	10128 a	12546 b	7097 b	9924 b	39696 b	9924 b
Crotalária	12076 a	18497 a	6682 b	12418 a	49673 a	12418 a
Guandu-anão	14002 a	9911 b	5625 c	9846 b	39384 b	9846 b
Lablabe	11396 a	16097 a	15683 a	14392 a	57569 a	14392 a
Estilozantes	7664 b	15295 a	4250 c	9069 b	36278 b	9069 b
Mucuna	16790 a	11880 b	8525 b	12398 a	49594 a	12398 a
Praia d'Anta (Araponga)						
Am. Forrageiro	3834 d	4982 d	4549 e	4455 d	17820 d	4455 d
Calopogônio	8189 d	11250 c	7798 d	9079 c	36317 c	9079 c
Crotalária	29930 a	39132 a	10850 c	26637 a	106549 a	26637 a
Guandu	22742 b	16825 b	6908 d	15492 b	61966 b	15492 b
Lablabe	14041 c	16645 b	15532 a	15406 b	61624 b	15406 b
Estilozantes	5211 d	9106 c	3986 e	6101 d	24405 d	6101 d
Mucuna	19610 b	10409 c	13014 b	14344 b	57377 b	14344 b
União (Pedra Dourada)						
Am. Forrageiro	4322 b	7448 d	3094 b	4955 d	19820 d	4955 d
Calopogônio	7673 b	8485 d	5378 b	7179 d	28716 c	7180 c
Crotalária	12562 a	26228 a	4370 b	14387 a	57547 a	14387 a
Guandu	8622 b	19663 b	4169 b	10560 c	43014 b	10754 b
Lablabe	10289 b	10033 d	7609 a	9310 c	37242 c	9310 c
Estilozantes	17335 a	11849 c	6339 a	11841 b	47365 b	11841 b
Mucuna	15292 a	13923 c	7247 a	12154 b	48616 b	12154 b
Santa Rita (Eugenópolis)						
Am. Forrageiro	2224 b	7230 a	5283 a	4912 b	19649 b	4912 b
Calopogônio	4421 b	8330 a	5366 a	6039 a	24157 a	6039 a
Crotalária	4248 b	4176 a	3872 b	4152 b	16448 b	4112 b
Guandu	14049 a	7078 a	3109 b	8079 a	32316 a	8079 a
Lablabe	2685 b	7596 a	6874 a	5718 a	22873 a	5718 a
Estilozantes	1161 b	3876 a	2903 b	2647 b	10587 b	2647 b
Mucuna	6392 b	6795 a	4208 b	5798 a	23194 a	5798 a

Médias dentro de sítios seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A maior perda de biomassa, devido à decomposição dos adubos verdes e liberação de nutrientes, ocorreu nos primeiros 15 a 30 dias, que é normalmente quando ocorre a maior perda de compostos solúveis mais lábeis e de fácil decomposição (Lupwayi et al., 2004) (Figura 1).

Em geral os gráficos da Figura 1 apresentaram modelos semelhantes. Verificam-se que, aos 60 dias, 50% da matéria seca já teria sido decomposta.

A liberação de nutrientes das biomassa foram estimadas com base nos teores de matéria seca e conteúdos de N, P e K obtidos em análises de laboratório ao longo do tempo para cada leguminosa e espontânea (Figura 2A, 2B, 2C) e na média de todos os tratamentos (Figura 2D).

Se for considerada a liberação média de N, P e K das leguminosas e espontâneas, verificam-se pela Figura 2D, que o potássio seria praticamente todo liberado ao longo do período analisado e que próximo de 60% ficaria disponível ainda no mesmo período chuvoso, que poderia ser considerado como o período de absorção pelos cafeeiros.

Entretanto, nesse período, apenas 40% do N e 20% do P estariam mineralizados no solo. Nesses casos as diferenças em relação às demandas das plantas de café deveriam ser atendidas por outras fontes de nutrientes.

Tabela 2: Estimativas das médias em kg/ ha de nitrogenio (N), fósforo (P) e potássio (K) obtidas da biomassa seca de sete espécies de leguminosas cultivadas nas ruas de cafeeiros adultos cultivados em espaçamento de 2,8m entre linhas em sistemas orgânicos da Zona da Mata de Minas Gerais							
	Amendoim Forrageiro	Calopogônio	Crotalária	Guandu	Lablabe	Estilozantes	Mucuna
	kg/ ha						
N	93	165	382	294	255	129	266
P	9	13	29	23	24	11	19
K	74	130	162	145	182	109	138

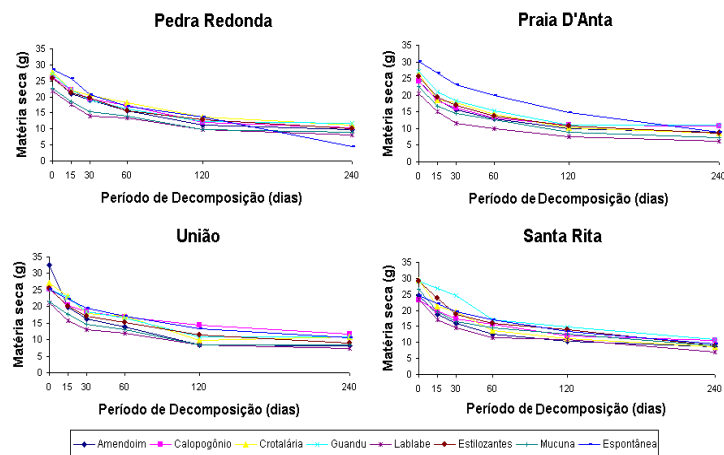


Figura 1: Decomposição (dias) de sete espécies de leguminosas cultivadas nas ruas de cafeeiros conduzidos em sistemas orgânicos em quatro sítios da Zona da Mata de Minas Gerais

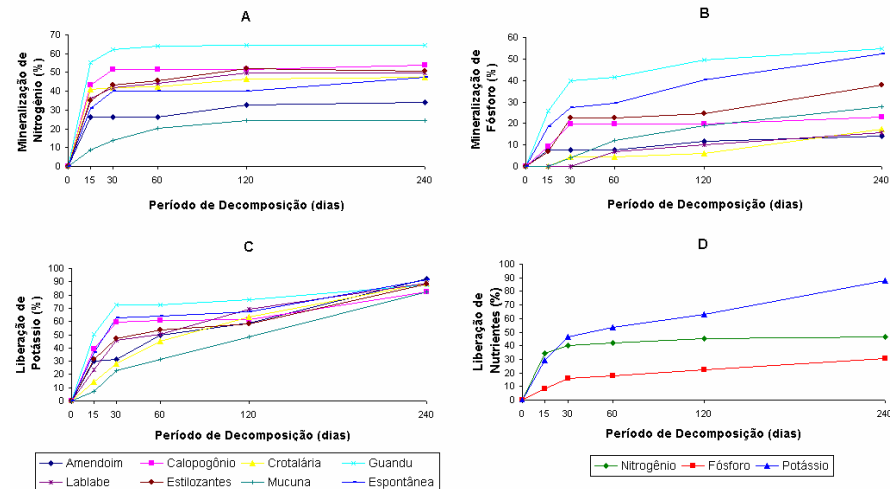


Figura 2: Estimativa da liberação de N (A), P (B) e K (C) de sete leguminosas e médias das leguminosas (D), considerando o conteúdo inicial em 100 gramas de biomassa seca.

As produtividades dos cafeeiros foram menores em 2004 (primeira colheita), particularmente nos sítios Praia d'Anta (Araponga), onde ficou entorno de 17 sacas de 60 kg beneficiadas por hectare (sacas/ ha) e Santa Rita (Eugenópolis), que variou de 13 a 19 sacas/ ha e maiores em 2005 (segunda colheita), atingindo de atingindo 34 sacas/ha no sítio Santa Rita e até 78 sacas/ ha no sítio União (Tabela 3).

As médias de quatro anos de produção ficaram entre 24 sacas/ ha, obtida pela mucuna anã no sítio Santa Rita (Eugenópolis) até 45 sacas/ ha obtida também pela mucuna, mas do sítio União (Pedra Dourada). As médias em geral podem ser consideradas tão boas como em sistemas convencionais de produção, já que a média nacional varia entorno de 18 sacas/ ha.

Tabela 3: Estimativa da produtividade anual, total e média de cafeeiros (sacas beneficiadas/ ha) em espaçamento de 2,8m entre linhas adubados por leguminosas cultivadas nas ruas da lavoura, em sistemas orgânicos na Zona da Mata de Minas Gerais

Período	2004	2005	2006	2007	Total	média
Pedra Redonda (Araponga)						
Leguminosa	sacas beneficiadas/ ha					
Amend. forrageiro	29 a	55 a	37 b	32 a	154 a	38 a
Calopogônio	23 b	49 a	32 b	29 a	133 b	33 b
Crotalária	23 b	38 b	35 b	24 a	120 b	30 b
Guandu	25 b	40 b	31 b	24 a	120 b	30 b
Lablabee	32 a	55 a	42 a	34 a	162 a	41 a
Estilozantes	27 a	56 a	34 b	28 a	145 a	36 a
Mucuna	29 a	53 a	46 a	29 a	157 a	39 a
Praia d'Anta (Araponga)						
Leguminosa	sacas beneficiadas/ ha					
Amend. forrageiro	18 a	53 a	31 a	18 a	120 a	30 a
Calopogônio	18 a	50 a	35 a	19 a	121 a	30 a
Crotalária	18 a	56 a	38 a	18 a	129 a	32 a
Guandu	18 a	59 a	37 a	18 a	133 a	33 a
Lablabee	18 a	63 a	29 a	17 a	127 a	32 a
Estilozantes	18 a	54 a	31 a	17 a	121 a	30 a
Mucuna	17 a	56 a	37 a	18 a	128 a	32 a
União (Pedra Dourada)						
Leguminosa	sacas beneficiadas/ ha					
Amend. forrageiro	19 b	51 b	41 b	26 b	137 b	34 b
Calopogônio	17 b	56 b	25 c	36 a	134 b	33 b
Crotalária	20 b	56 b	28 c	33 b	137 b	34 b
Guandu	24 a	78 a	52 a	36 a	190 a	48 a
Lablabee	25 a	58 b	37 b	38 a	158 b	39 b
Estilozantes	28 a	53 b	37 b	33 b	150 b	38 b
Mucuna	26 a	68 a	44 a	42 a	181 a	45 a
Santa Rita (Eugenópolis)						
Leguminosa	sacas beneficiadas/ ha					
Amend. forrageiro	13 a	49 a	26 a	37 a	125 a	31 a
Calopogônio	16 a	38 a	23 a	27 b	104 a	26 a
Crotalária	15 a	45 a	25 a	30 a	116 a	29 a
Guandu	17 a	37 a	25 a	26 b	105 a	26 a
Lablabee	15 a	41 a	24 a	25 b	106 a	27 a
Estilozantes	19 a	44 a	19 a	21 b	102 a	26 a
Mucuna	16 a	34 a	19 a	27 b	96 a	24 a

Médias dentro de sítios seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

As maiores produções médias de biomassa das leguminosas foram obtidas em Araponga, no sítio Pedra Redonda com lablabee, crotalária e mucuna anã. A crotalária do Sítio Praia d'Anta se destacou entre todos os tratamentos dos quatro sítios. No Município de Pedra Dourada (Sítio União) a crotalária volta a se destacar seguida por mucuna, estilozantes e guandu. Crotalária e guandu-anão foram as que mais acumularam nutrientes na matéria seca,

seguidos por lablabee, mucuna, calopogônio, estilozantes, e amendoim forrageiro. Isso teve relação com as biomassas produzidas.

A maior decomposição da biomassa ocorreu nos primeiros 15 a 30 dias. A mais lenta liberação de N, P e K da biomassa de mucuna, crotalária e do amendoim forrageiro e a liberação mais rápida da biomassa de guandu, estilozantes e calopogônio obtidas em condições de campo foram relacionadas com as características bioquímicas das plantas em laboratório. Em longo prazo, a mineralização é influenciada pelos teores dos componentes de mais difícil decomposição como celulose e lignina.

Do ponto de vista agrônômico o guandu encontra-se entre os adubos verdes que mais se destacaram. Foi a leguminosa que apresentou maior e mais rápida liberação de nutrientes. Aos 60 dias mais de 60% do N, 70% do K e 40% do P já estariam disponíveis. Destacou-se também por apresentar, em três dos quatro sítios, as maiores produtividades dos cafeeiros. Nesse caso seria a espécie mais indicada para os três sítios e condições ambientais, inclusive sob condições de estresse conforme discutido para o sítio Santa Rita. Lablabee, estilozantes e o amendoim forrageiro viriam a seguir quanto a velocidade de liberação de nutrientes e a produtividade dos cafeeiros em geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAGA, J.M. & DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e planta. **Revista Ceres**, v. 21, p. 73-85, 1994.
- COBO, J.G.; BARRIOS, E.; KASS, D.C.L.; THOMAS, R.J. Decomposition and nutrient release by green manure in a tropical hillside agroecosystem. **Plant and Soil**, 240, p. 331-342, 2002.
- LUPWAYI, N.Z.; CLAYTON, G.W.; DONOVAN, J.T.; HARKER, K.N.; TURKINGTON, T.K. & RICE, W.A. Decomposition of crop residues under conventional and zero tillage. **Canadian Journal of Soil Science**, 84, p.403-410, 2004.
- MENDONÇA, E.S. & STOTT, D.E. Characteristics and decomposition rates of pruning residues from a shaded coffee system in Southeastern Brazil. **Agroforestry Systems**, 57, p. 117-125, 2003.
- ROBERTSON, F.A. & MORGAN, W.C. Effects of management history and legume green manure on soil microorganisms under organic vegetable production. **Australian Journal of Soil Research**, 34, p. 427-440, 1996.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1974. 56p. (Boletim técnico)
- THOMAS, R.J. & ASAKAWA, N.M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, 25, p. 1351-1361, 1993.