

Dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de genótipos de guandu sob cultivo em aléias

Gustavo Porto Salmi⁽¹⁾, Alexandre Porto Salmi⁽¹⁾ e Antônio Carlos de Souza Abboud⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Dep. de Fitotecnia, BR 465, Km 7, CEP 23890-000 Seropédica, RJ.
E-mail: gustavosalmi@ig.com.br, asalmi@bol.com.br, abboud@ufrj.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de fitomassa aérea, seus teores de N, P, K, e a dinâmica de liberação desses nutrientes, em seis genótipos de guandu (*Cajanus cajan*), em sistema de cultivo em aléias. A produção média de biomassa foi de 5,9 Mg ha⁻¹; o acúmulo de N variou de 188,3 a 261,3 kg ha⁻¹, o de P de 7,2 a 9,4 kg ha⁻¹ e o de K de 29,3 a 45,5 kg ha⁻¹; não houve diferença estatística entre os genótipos avaliados. As curvas de liberação mostraram que, aos 56 dias aproximadamente 60% do N e 65% do P e do K, contidos na biomassa remanescente, haviam sido liberados ao solo. Não houve efeito dos genótipos sobre a taxa de liberação de nutrientes. Os resultados indicam que os seis genótipos estudados foram igualmente eficientes em produzir biomassa e em liberar nutrientes de modo satisfatório, no primeiro ano de estudos.

Termos para indexação: *Cajanus cajan*, adubação verde, biomassa, nitrogênio, fósforo e potássio.

Decomposition dynamics and nutrient release by pigeon pea genotypes under alley cropping

Abstract – The objective of this research was to evaluate the aerial biomass, N, P and K contents, and the dynamics of decomposition and mineralization, in six genotypes of pigeon pea, grown as hedgerows in an alley cropping system. Dry biomass production averaged 5.9 Mg ha⁻¹; N content ranged from 188.3 to 261.3 kg ha⁻¹; P content, from 7.2 to 9.4 kg ha⁻¹ and K content, from 29.3 to 45.5 kg ha⁻¹. No differences between genotypes were found. Decay curves indicated a rate of 75% of the biomass still remaining 30 days after deposition. Also, approximately 60% of N, and 65% of P and K, of the remaining biomass, were released to soil. No effects of pigeon pea genotypes were found in decomposition or mineralization rates.

Index terms: *Cajanus cajan*, green manuring, biomass, nitrogen, phosphorus, potassium.

Introdução

Nas últimas décadas, novos conceitos de sistemas de produção agrícola, baseados na conservação do solo, diversificação de culturas, reciclagem de nutrientes, uso sistemático de adubos orgânicos e outras práticas alternativas, têm sido desenvolvidos na tentativa de equilibrar a produtividade com a conservação do meio ambiente. Uma das modalidades de produção que atende a esse conceito é o sistema de cultivo em aléias. Kang et al. (1981) definiram-no como um sistema de cultivo comercial, entre faixas de arbustos ou árvores, as quais são periodicamente podadas durante o ciclo da cultura, para controlar a sombra e prover material orgânico e nutrientes minerais para a cultura principal.

Há, no Brasil, carência de informações sobre esse sistema para produção das diversas culturas econômicas. O guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) tem se mostrado uma excelente leguminosa para inclusão em sistema de cultivo em aléia, que pode produzir até 11 t ha⁻¹ de fitomassa seca, o que pode incorporar ao sistema até 283 kg ha⁻¹ de N e 23 kg ha⁻¹ de P (Moreira, 2003; Alves et al., 2004). Com a crescente demanda de tecnologias que utilizam insumos biológicos com recursos locais, passou a ser ainda mais importante conhecer a produtividade de biomassa e os seus teores de N, P e K, bem como a dinâmica da liberação desses nutrientes ao solo, por diferentes genótipos de guandu, para se aproveitar a enorme diversidade biológica dessa espécie, sub-explorada no Brasil e se obter resultados mais eficientes desse sistema de produção.

Material e Métodos

O experimento foi instalado em um Planossolo, na área do Campo Experimental do Dep. de Fitotecnia, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no Município de Seropédica, RJ. A área experimental está situada a 22°45'S, 43°41'W e 35–40 m de altitude (Silva, 1993). A análise química de solo apresentou os seguintes valores: pH (água), 5,8; carbono orgânico, 3,9 g kg⁻¹; Al³⁺, 0,0 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺, 1,6 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺, 0,6 cmol_c dm⁻³; P, 13,6 mg dm⁻³; e K⁺, 16 mg dm⁻³. O experimento foi instalado em outubro de 2003 e constou do plantio de faixas simples de guandu, isto é, linhas individuais, com espaçamento de 0,5 m entre plantas. As faixas que constituíram as aléias foram espaçadas de 4 m. Foram testados seis genótipos de guandu: Brejo Santo, G-35, Barbalha Arajará, ICP 8518, Cariri Açú e Triunfo P.J., todos provenientes do Banco de Germoplasma da Embrapa Semi-Árido. Os genótipos não sofreram adubação nem inoculação.

Por ocasião do florescimento, ocorrido em março de 2004, as plantas foram podadas à altura de 100 cm do solo, e a fitomassa foi depositada em cobertura nas aléias, ao lado de cada faixa.

As variáveis avaliadas foram a produção de fitomassa, depois da poda, a sua dinâmica de decomposição, os teores de N, P e K, incluindo as perdas desses nutrientes.

Para se estimar a produção de fitomassa fresca, três plantas do centro de cada parcela foram cortadas, na altura de 100 cm, pesadas no campo, e levadas ao laboratório, onde se determinou a relação de folhas e de ramos. Um grupo de subamostras foi formado, mantendo-se a relação folhas:ramos originais, e foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para secar em estufa de circulação forçada, a 65°C, até massa constante, para determinação da massa da matéria seca.

No segundo grupo de subamostras, procedeu-se o estudo da dinâmica de decomposição da biomassa e liberação de nutrientes in situ, pelo método de sacola de serapilheira (Anderson & Ingram, 1996), por um período de 56 dias, a partir da poda. A fitomassa foi seccionada em fragmentos de 5 cm e, de cada parcela, foram preparados 20 lotes, com 50 g de tecido vegetal cada. Uma subamostra foi, também, secada em estufa de ar forçado, a 65°C, até massa constante, para se determinar a massa do tecido vegetal no início da decomposição (To). Cada um dos 20 lotes foi acondicionado em bolsas de náilon, com dimensão de 25x25 cm, con-

feccionadas com telas de abertura de malha de 0,4 mm, para acesso da fauna edáfica. As bolsas foram dispostas à superfície do solo, cada qual na parcela de onde foi cortada, e retiradas aos 7, 14, 28, 42 e 56 dias, depois do corte das plantas. Foram usadas quatro repetições por data de coleta. Em cada uma dessas épocas, o resíduo vegetal de cada bolsa foi limpo manualmente e secado em estufa, à temperatura de 65°C, até alcançar massa constante, e, em seguida, moído. Foram avaliados a matéria seca e os teores de N, P e K, do tecido remanescente na sacola, em cada época.

O procedimento para análise de N baseou-se no método recomendado por Tedesco et al. (1995). Nos mesmos extratos mineralizados, foram determinados os teores de P e K, pelo método colorimétrico vanadato-molibdato (Tedesco et al., 1995), e por espectrofotometria de chama (Embrapa, 1979), respectivamente. Os valores obtidos foram transformados em porcentagem relativa à massa e ao teor de nutrientes do início da decomposição (To). Com esses dados, foram determinadas as taxas de decomposição da biomassa e de liberação de nutrientes, para cada um dos tratamentos, utilizando-se o modelo matemático exponencial, descrito por Thomas & Asakawa (1993): $C = Coe^{-kt}$, em que C é a quantidade de biomassa seca, ou nutrientes remanescentes, depois de um período de tempo t, em dias; Co refere-se à quantidade de matéria seca no início da decomposição; k é a constante de decomposição.

O tempo de meia vida ($T_{1/2}$), ou seja, o tempo necessário para ser liberada a metade dos nutrientes da biomassa vegetal existente no tempo inicial, foi calculado a partir dos valores de k do modelo matemático, em que: $T_{1/2} = \ln 0,5k^{-1}$.

Na análise de variância, a comparação entre as médias de cada genótipo foi realizada pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

O rendimento de fitomassa aérea, na avaliação realizada 170 dias depois da semeadura, foi semelhante para os seis genótipos de guandu (Tabela 1), tendo variado de 14,15 a 18,31 Mg ha⁻¹ de matéria verde e de 4,67 a 5,95 Mg ha⁻¹ de matéria seca. Os valores de biomassa seca encontrados foram inferiores aos valores observados por Alves et al. (2004), que trabalharam com faixas duplas de guandu, na mesma região, e obtiveram rendimentos de 11 Mg ha⁻¹.

Conforme Wutke (1987), a altura de corte de 100 cm da superfície do solo resultou em rendimentos altos de biomassa, contribuindo para isso os pesos dos segmentos diferenciados de caule e de alguns ramos. Segundo Bahar & Prine (1982), o rendimento de fitomassa de dez genótipos de guandu, podados à altura de 50 e 25 cm, em duas estações diferentes, foram, em média, 5,4 Mg ha⁻¹ para 50 cm e 6,25 Mg ha⁻¹ para 25 cm de altura. O mesmo experimento, com três podas de 25 cm, produziu 46,6 Mg ha⁻¹, e com quatro podas a 50 cm, 45,3 Mg ha⁻¹.

Quando se objetiva o rendimento econômico de biomassa verde em cortes sucessivos, como é o caso do cultivo em aléias, deve-se considerar o aspecto de rebrota e de sobrevivência das plantas remanescentes, pois ambas as características são favorecidas por alturas de corte mais elevadas, (Otero, 1961; Viana & Albuquerque, 1969; Akinola & Whiteman, 1975; Wutke, 1987). Conforme a finalidade de utilização da biomassa produzida, alturas de corte menores devem ser preferidas, quando as plantas forem destinadas a um único corte, pois resultariam maiores rendimentos de biomassa (Wutke, 1987).

Os teores encontrados de N, P e K, na biomassa aérea do guandu (Tabela 2), indicam valores de N e P den-

tro das faixas encontradas por outros autores, porém os teores de K, foram mais baixos que aqueles encontrados por Souza & Resende (2003), provavelmente decorrente dos baixos teores de K no solo.

Maiores porcentuais de N foram encontrados nos genótipos Brejo Santo, Triunfo P.J., G-35 e ICP 8518, todos acima de 4%, enquanto, nos demais, os valores foram menores. As diferenças entre genótipos de guandu não foram significativas, apesar de as variações terem sido numericamente expressivas, como para acúmulo de N, que variou de 188,26 a 261,33 kg ha⁻¹.

O acúmulo de N obtido foi, em média, 208,1 kg ha⁻¹, abaixo daqueles encontrados por Alves et al. (2004), na mesma região, porém com faixas duplas (283 kg ha⁻¹ de N). Neste trabalho, o P atingiu média de 8,16 kg ha⁻¹, e o acúmulo foi maior do que os 23 kg ha⁻¹ de P no experimento de faixas duplas citado. Segundo aquele trabalho, balanços positivos de N e P ocorrem quando o guandu em faixas duplas é utilizado em sistemas de produção de hortaliças. As quantidades de N e P acumuladas em guandu, em faixas simples, obtidas neste trabalho, seriam ainda suficientes para manter o balanço positivo de N e P (Alves et al., 2004). Em relação ao P e ao K, não houve diferença entre genótipos.

Não houve diferença significativa entre as taxas de decomposição da fitomassa dos seis genótipos de guandu (Figura 1). Aproximadamente 75% da fitomassa ainda

Tabela 1. Produção de biomassa da parte aérea (Mg ha⁻¹) de genótipos de guandu, nas faixas do experimento em aléia⁽¹⁾.

Genótipo	Biomassa verde	Biomassa seca
Barbalha Arajará	15,89a	4,98a
Brejo Santo	18,31a	5,95a
G-35	16,64a	5,17a
Cariri Açú	14,55a	4,85a
ICP 8518	14,98a	5,10a
Triunfo P.J.	14,15a	4,67a
CV (%)	36,63	38,35

⁽¹⁾Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Concentração e acúmulo de nutrientes, na fitomassa de genótipos de guandu proveniente de poda, na época do florescimento⁽¹⁾.

Genótipo	N		P		K	
	(%)	(kg ha ⁻¹)	(%)	(kg ha ⁻¹)	(%)	(kg ha ⁻¹)
Barbalha Arajará	3,78b	188,26a	0,14a	7,19a	0,71a	35,43a
Brejo Santo	4,38a	261,33a	0,15a	9,41a	0,76a	45,48a
G-35	4,05ab	209,80a	0,16a	8,39a	0,58a	30,32a
Cariri Açú	3,91b	190,08a	0,15a	7,56a	0,68a	33,31a
ICP 8518	4,02ab	205,25a	0,16a	8,50a	0,57a	29,27a
Triunfo P.J.	4,15ab	194,09a	0,16a	7,93a	0,66a	31,10a
CV (%)	3,84	35,88	6,43	8,75	13,21	34,79

⁽¹⁾Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

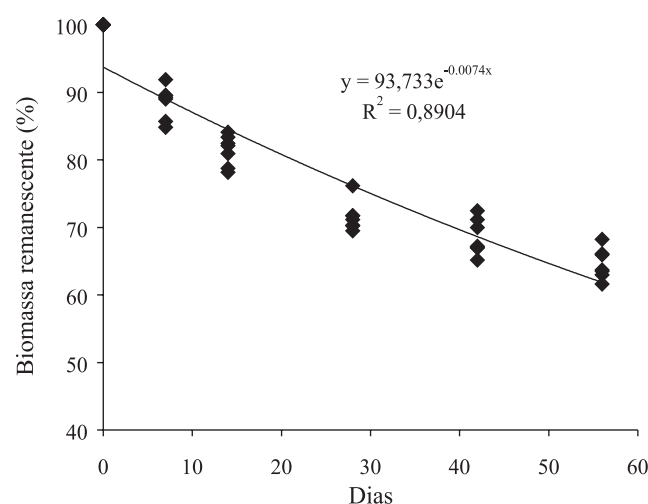


Figura 1. Taxa média de decomposição da biomassa de diferentes genótipos de guandu, depois de depositada na superfície do solo, na época do florescimento.

restavam sobre o solo, aos 30 dias depois da deposição. Isto acarretou ao sistema uma boa cobertura do solo. Essa proteção ao solo, nos primeiros 30 dias depois do corte, coincide com o período mais crítico, caso uma lavoura comercial seja implantada entre as faixas, diminuindo, assim, a competição com plantas daninhas e favorecendo a conservação da umidade do solo. A constante de mineralização de nutrientes apresentou o padrão $K > P > N$ (Figura 2). Ao final do primeiro mês, depois da colocação das bolsas de decomposição no campo, aproximadamente 60% do N contido, inicialmente, na fitomassa dos genótipos de guandu, ainda permaneciam na matéria seca, contra 40% que haviam sido liberados. Isso equivaleria à liberação de aproximadamente 80 kg ha^{-1} de N, se considerar a média de $208,1 \text{ kg ha}^{-1}$ na fitomassa produzida (Figura 1). Esses resultados confirmam os obtidos, em condições de campo, por Wagger (1989), Amado et al. (2000) e Aita et al. (2001).

Aita & Giacomini (2003), ao avaliar a dinâmica da decomposição e liberação de N de resíduos culturais, observaram que enquanto em ervilhaca menos de 60% do N permaneceu nos resíduos culturais, nos primeiros 15 dias, no nabo e na aveia esse valor foi superior a 90%.

Cerca de 50 e 45% de P e K, respectivamente, contidos na biomassa inicial dos genótipos de guandu, ainda permaneciam na matéria seca sobre a superfície do solo, aos 30 dias depois da colocação das bolsas, equivalentes a $4,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de P e 19 kg ha^{-1} de K liberados até os 30 dias, considerando-se os valores médios de $8,20 \text{ kg ha}^{-1}$ de P e $34,10 \text{ kg ha}^{-1}$ de K (Tabela 2). Esses resultados estão de acordo com os dados obtidos por Da Ros (1993), que avaliou a liberação de P, durante a decomposição de diversas plantas de cobertura, e verificou que 64% do P da ervilhaca e 33% do P da aveia foram liberados nos primeiros 30 dias depois do manejo das plantas com uma gradagem.

Segundo Buchanan & King (1993), a rápida liberação de P no período inicial da decomposição dos resíduos culturais está ligada à perda do P solúvel em água. A maior parte do P do tecido vegetal encontra-se no vacúolo da célula, na forma mineral, bastante solúvel em água (Marschner, 1995), e é liberado dos resíduos culturais quando o vacúolo é rompido (Aita & Giacomini, 2003).

A liberação mais acelerada do P dos resíduos culturais, em relação ao N, na fase inicial de decomposição, pode contribuir para aumentar a eficiência do P fornecido pelas plantas de cobertura, às culturas em suces-

são, pelo fato de se aproximar melhor da curva de absorção de P pelas culturas, diminuindo tanto a sua imobilização pela população microbiana quanto a sua fixação no solo pelos óxidos de ferro (Frossard et al., 1995).

A rápida liberação de K, ocorrida nos primeiros dias, confirma os resultados de Da Ros (1993), Schomberg & Steiner (1999) e Moreira (2003), e pode ser atribuída ao fato de o K ser um elemento que não está associado a nenhum componente estrutural do tecido vegetal (Marschner, 1995). Schomberg & Steiner (1999) observaram que, com precipitações elevadas, houve maior liberação de K nas leguminosas do que nas gramíneas. Segundo esses autores, mecanismos físicos (chuva) e químicos (qualidade do resíduo) estão envolvidos na liberação do nutriente, e em razão da elevada taxa de liberação de K dos resíduos culturais, parte dele poderá ser perdido no solo por lixiviação. Nesse sentido, o K talvez seja o elemento cuja redução do prazo de implantação das culturas em sucessão seja mais importante, para se minimizar perdas. A rápida liberação do K do tecido vegetal resultou num tempo de meia-vida menor que para o N e o P.

Todos os genótipos avaliados apresentaram comportamento semelhante, em relação à dinâmica de liberação de N, P e K no processo de decomposição dos resíduos culturais. A liberação desses nutrientes, acumulados na biomassa, não chegou ao fim durante o período

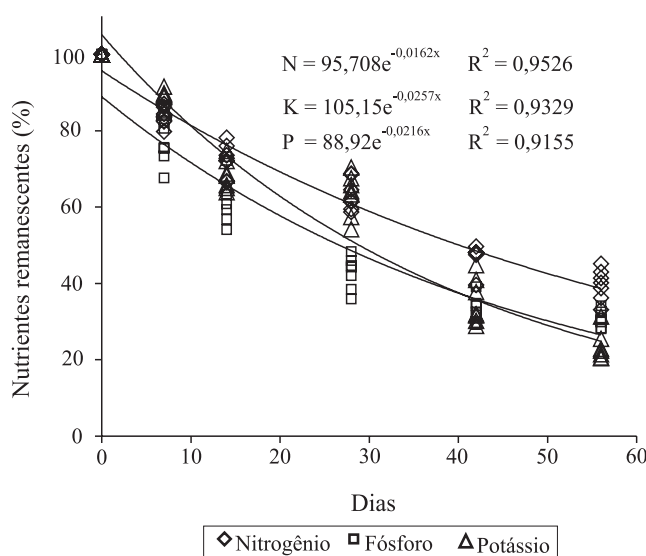


Figura 2. Evolução da mineralização de N, P e K, da biomassa dos diferentes genótipos de guandu, depois de depositada na superfície do solo, na época do florescimento.

compreendido neste experimento. Na última avaliação, aos 56 dias, observou-se que, nesta época, aproximadamente 45% do N e 35% do P e do K, contidos na biomassa remanescente, ainda não haviam sido liberados no solo (Figura 2). Todavia, considerando-se a elevada taxa de liberação do N, P e K das leguminosas, logo depois do seu manejo, é importante a busca de estratégias para maximizar o aproveitamento de nutrientes pelas culturas comerciais.

O conhecimento da dinâmica de liberação dos nutrientes é fundamental, para que as plantas que compõem as aléias possam ser eficientemente introduzidas no sistema de produção. É necessário, além disso, compatibilizar a máxima persistência dos resíduos culturais, na superfície do solo, com o fornecimento adequado de nutrientes, principalmente de N, para a cultura de interesse econômico, já que o material oriundo da poda preserva maior quantidade de resíduos culturais sobre o solo e contribui para a manutenção da umidade e para a proteção do solo contra o efeito erosivo da chuva.

Os resultados relativos à liberação de N, P e K indicaram que, em condições climáticas favoráveis à decomposição dos resíduos culturais das plantas de cobertura, é preciso otimizar a sincronia entre a liberação de nutrientes e a demanda pelas culturas comerciais. Mesmo no sistema de cultivo em aléias, em que os resíduos culturais permanecem na superfície do solo depois da poda, a liberação de nutrientes, na fase inicial de decomposição, pode superar a quantidade de nutrientes acumulados pelas culturas comerciais. Nas duas últimas décadas, foram realizados diversos trabalhos com plantas de cobertura de solo no outono/inverno, tanto no Brasil quanto em outros países, procurando-se caracterizar a decomposição e a liberação de N de seus resíduos culturais (Wagger, 1989; Ranells & Wagger, 1992; Da Ros, 1993; Aita & Giacomini, 2003). Esses estudos evidenciaram que as leguminosas, especialmente quando usadas como culturas solteiras, foram rapidamente decompostas depois do seu manejo, mesmo em sistemas de plantio direto, o que resultou num assincronismo entre a liberação de nutrientes dos seus resíduos culturais e a demanda de nutrientes pela cultura em sucessão. A elevada taxa de decomposição das leguminosas, resultante da baixa relação C/N de seus resíduos, também contribui para diminuir a sua eficiência na manutenção da umidade e na proteção do solo contra a erosão (Derpsch et al., 1985).

Conclusões

1. Os seis genótipos de guandu não se diferenciam em relação à produtividade de biomassa e ao acúmulo de nutrientes na biomassa.
2. A taxa de liberação dos nutrientes de todos os genótipos apresenta padrões semelhantes, sendo maior para o K e menor para o N.

Agradecimentos

À Embrapa Semi-Árido e ao Dr. Carlos Antônio Fernandes Santos, pela doação do germoplasma.

Referências

- AITA, C.; BASSO, C.J.; CERETTA, C.A.; GONÇALVES, C.N.; DA ROS, C.O. Plantas de cobertura de solo como fontes de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.157-165, 2001.
- AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.601-612, 2003.
- AKINOLA, J.O.; WHITEMAN, P.C. Agronomic studies on pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). I. Field responses to sowing time. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.26, p.43-56, 1975.
- ALVES, S.M.C.; ABOUD, A.C. de S.; RIBEIRO, R. de L.D.; ALMEIDA, D.L. de. Balanço do nitrogênio e fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após a incorporação de biomassa de guandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1111-1117, 2004.
- AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S.B.V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.179-189, 2000.
- ANDERSON J.M.; INGRAM, J.S.I. (Ed.). **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. 2nd ed. New York: Oxford, 1996. p.36-40.
- BAHAR, F.A.; PRINE, G.M. Two cutting heights on ten pigeon peas (*Cajanus cajan* (L. Millsp.) harvested for foliage. **Soil and Crop Science Society of Florida**, v.41, p.144-148, 1982.
- BUCHANAN, M.; KING, L. Carbon and phosphorus losses from decomposing crop residues in no-till and conventional till agroecosystems. **Agronomy Journal**, v.85, p.631-638, 1993.
- DA ROS, C.O. **Plantas de inverno para cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto**. 1993. 85p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, p.761-773, 1985.

- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento de Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos e análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. Não paginado.
- FROSSARD, E.; BROSSARD, M.; HEDLEY, M.J.; MATHERELL, A. Reactions controlling the cycling of P in soil. In: TIESSEM, H. (Org.). **Phosphorus in the global environment: transfers, cycles and management**. Chichester: J. Wiley, 1995. p.107-146.
- KANG, B.T.; WILSON, G.F.; SIPKENS, L. Alley cropping maize and leucaena in Southern Nigeria. **Plant and Soil**, v.63, p.165-179, 1981.
- MARSCHNER, H. Functions of mineral nutrients: macronutrients. In: MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. San Diego: Academic, 1995. p.229-312.
- MOREIRA, V.F. **Produção de biomassa de guandu a partir de diferentes densidades de plantio e cultivo de brócolos em faixas intercalares sob manejo orgânico**. 2003. 66p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- OTERO, J.R. de. **Informações sobre algumas plantas forrageiras**. 2.ed. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1961. 334p.
- RANELLS, N.N.; WAGGER, M.G. Nitrogen release from crimson clover in relation to plant growth stage and composition. **Agronomy Journal**, v.84, p.424-430, 1992.
- SCHOMBERG, H.H.; STEINER, J.L. Nutrient dynamics of crop residues decomposing on a fallow no-till soil surface. **Soil Science Society of America Journal**, v.63, p.607-613, 1999.
- SILVA, M.B. **Caracterização dos solos em uma toposequência no Campus da UFRRJ**. 1993. 141p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- SOUZA, J.L. de; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 1.ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 554p.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p.
- THOMAS, R.J.; ASAKAWA, N.M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, v.25, p.1351-1361, 1993.
- VIANA, O.J.; ALBUQUERQUE, J.J.L. Influência de diferentes tipos de cortes na produção de massa verde e sobrevivência do feijão-guandu, *Cajanus flavus* D. C. **Boletim Cearense de Agronomia**, v.10, p.23-36, 1969.
- WAGGER, M.G. Time of desiccation effects on plant composition and subsequent nitrogen release from several winter annual cover crops. **Agronomy Journal**, v.81, p.236-241, 1989.
- WUTKE, E.B. **Característica fenológica e avaliação agrônômica de genótipos de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.)**. 1987. 164p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Recebido em 19 de janeiro de 2005 e aprovado em 9 de agosto de 2005