

Desempenho de crotalária cultivada em diferentes épocas de semeadura e de corte

Marco Antonio de Almeida Leal^{1*}; José Guilherme Marinho Guerra²; Ricardo Trippia dos Guimarães Peixoto³; Dejair Lopes de Almeida⁴

RESUMO

Importante alternativa para suprir a crescente demanda por fertilizantes orgânicos verificada no país é o cultivo de leguminosas como adubos verdes. Estas espécies adicionam ao solo matéria orgânica e nitrogênio fixado biologicamente. Para que a adubação verde seja utilizada com sucesso, é necessário identificar espécies vegetais com grande produtividade de massa, elevada capacidade de acumulação de N, rusticidade e facilidade de manejo nos diversos sistemas de produção. Este trabalho teve como objetivo determinar a época de plantio e a idade de corte mais adequados para a produção de massa e acumulação de N, em crotalária (*Crotalaria juncea* L.), nas condições edafoclimáticas da Baixada Fluminense. Foram avaliadas quatro épocas de plantio, entre a primavera e o verão, e três idades de corte. Quando os cortes foram realizados aos três ou aos quatro meses de idade, os maiores valores de produção de matéria seca foram obtidos na semeadura realizada na metade da primavera, e os menores valores foram obtidos na semeadura realizada no final do verão. As maiores acumulações de N na parte aérea de crotalária semeada na metade de primavera foram obtidas com cortes realizados aos três ou aos quatro meses. No cultivo iniciado no final da primavera, plantas cortadas aos quatro meses de idade apresentaram acumulação de N superior à das plantas cortadas aos dois meses. Nos cultivos iniciados no verão, não ocorreram diferenças significativas entre as idades de corte.

Palavras-chave: adubo verde, leguminosas, *Crotalaria juncea* L., fotoperiodismo.

ABSTRACT

Performance of crotalaria cultivated at different sowing and cutting dates

An important alternative to supply the growing demand for organic fertilizers in Brazil is the growth of legumes as green manures as they may add biologically fixed nitrogen and organic matter to the soil. For successful green manuring, it is necessary to identify plant species with characteristics such as high yield of biomass, high capacity to accumulate N, hardness and viability to be used in various management systems. This study investigated sowing and cutting dates more appropriate for biomass mass production and accumulation of N in sunhemp (*Crotalaria juncea* L.) in the lowlands region of Rio de Janeiro (Baixada Fluminense). Four planting dates, during the Spring-Summer seasons and three cutting dates were tested. With cuttings obtained at 3 or 4 months, the highest values of mass production occurred in mid-Spring, and the lowest values occurred in late-Summer. The highest accumulations of N achieved by crotalaria sowed in mid-Spring were obtained with cuttings at 3 or 4 months. In the late-Spring sowing, plants with cutting at 4 months showed higher accumulation of N than plants with cutting at 2 months. In the summer sowing, there were no significant differences between cutting dates.

Key words: green manure, organic fertilization, *Crotalaria juncea* L., photoperiodism.

Recebido para publicação em 27/10/2009 e aprovado em 14/03/2012

¹Engenheiro-Agrônomo, D.S. Pesquisador da Embrapa Agrobiologia, BR 465, Km 07, 23851-970, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. mleal@cnpab.embrapa.br (*autor para correspondência)

²Engenheiro-Agrônomo, D.S. Pesquisador da Embrapa Agrobiologia, BR 465, Km 07, 23851-970, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. gmguerra@cnpab.embrapa.br

³Engenheiro-Agrônomo, D.S. Pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, 22460-000, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. rtrippia@cnpab.embrapa.br

⁴Engenheiro-Agrônomo, D.S. Pesquisador aposentado da Embrapa Agrobiologia, atualmente produtor rural, Sítio Barra do Santa Tereza, Estrada RJ 116, Km 100, 28660-000, Bom Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. dejair_la@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A utilização de leguminosas como adubos verdes é uma importante alternativa para suprir o crescimento da demanda por fertilizantes orgânicos, que ocorre, atualmente, no país. Para isto, é necessário identificar espécies para adubação verde que possam produzir grande quantidade de massa, com grande incorporação de N fixado biologicamente. Essas espécies devem, ainda, ser de fácil cultivo e se integrarem facilmente a diversos sistemas de produção agropecuária.

Para otimizar o uso da adubação verde, é necessário identificar, regionalmente, as espécies e variedades mais adaptadas e adequá-las à melhor forma de manejo (Ceretta, *et al.* 1994). A fenologia de grande parte das leguminosas anuais é controlada pelo fotoperíodo e pela temperatura do ar. Keatinge *et al.* (1998) estudaram os efeitos fototermais sobre a fenologia de diversas espécies de leguminosas e identificaram diferenças interespecíficas consideráveis nas respostas fenológicas ao meio ambiente.

Várias espécies têm sido recomendadas para adubação verde no Brasil (Padovan *et al.*, 2002; Carvalho *et al.*, 2004). A crotalária (*Crotalaria juncea* L.) possui elevado potencial para ser utilizada como adubo verde em sistemas de produção de hortaliças, no Estado do Rio de Janeiro, por suas características de crescimento e sua grande adaptação às condições edafoclimáticas locais.

Originária da Índia e do Paquistão, a crotalária é uma leguminosa de crescimento rápido, principalmente em condições de alta temperatura, sendo uma excelente cultura para adubação verde. Esta espécie é preferida por aumentar a qualidade do solo, por sua habilidade em adicionar rapidamente N e matéria orgânica ao solo. Esta leguminosa desenvolve-se melhor em pH entre 5,0 e 7,0, tolerando pH acima de 8,4. É naturalmente adaptada ao calor e às áreas semiáridas, sendo resistente à seca. Deve receber, no mínimo, 25 mm de água por semana para um crescimento ótimo, não tolerando encharcamento (Valenzuela & Smith, 2002).

A crotalária é uma leguminosa tropical comumente utilizada como cultura de cobertura ou adubação verde, pelo benefício que causa ao solo. Wang *et al.* (2003) observaram que a incorporação de palha de crotalária aumentou o número de nematoides bacteriófagos, onívoros e predadores, principalmente em solos com baixos teores de matéria orgânica, aumentando a tolerância das plantas aos nematoides parasitas.

A época mais adequada de plantio da crotalária para obtenção de máximo rendimento varia de acordo com as condições do ambiente, sendo que a maioria dos cultivares floresce em dias curtos (Cook *et al.*, 1998). Segundo Valenzuela & Smith (2002), a crotalária, por ser uma espécie que floresce em dias curtos, possui maior crescimento

em cultivos conduzidos na primavera, verão e início do outono. Pereira (2004) observou que a época de plantio e os arranjos populacionais da crotalária influenciam na produção de massa e de sementes, na acumulação de N e na fixação biológica.

Este trabalho teve como objetivo determinar a época de plantio e a idade de corte mais adequadas para a produção de massa e acumulação de N, em *Crotalaria juncea* L., cultivada nas condições edafoclimáticas da Baixada Fluminense.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da PESAGRO RIO, em Seropédica-RJ, situada na Baixada Fluminense, a 26 m de altitude e coordenadas 22° 45' S e 43° 40' W. A região apresenta clima tipo Aw, segundo Koppen, com verão úmido e inverno seco. A temperatura média anual é de 24,6 °C e a precipitação média é de 1200 mm, sendo os meses de julho e agosto os mais secos.

O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (Embrapa, 2006). A análise química de amostras da camada superficial (0-20 cm de profundidade) revelaram os seguintes resultados: textura argilosa; pH em água 6,4; Al, Ca e Mg iguais a 0,0; 5,8 e 1,4 cmol_c dm⁻³, respectivamente; 112 e 370 mg dm⁻³ de P e K respectivamente. As análises foram realizadas segundo procedimentos descritos por EMBRAPA (1999).

As épocas de plantio foram concentradas na primavera-verão, pois esta espécie apresenta florescimento precoce e produtividade de massa muito reduzida no período de outono-inverno. O experimento foi conduzido entre outubro de 2002 e julho de 2003 em esquema fatorial 4 x 3 (4 épocas de plantio x 3 idades de corte) e delineamento em blocos casualizados, com 3 repetições. As épocas de plantio foram: metade da primavera (29/10/02), final da primavera (16/12/02), metade do verão (27/01/03), final do verão (13/03/03). As temperaturas médias e a precipitação pluviométrica registradas durante o experimento estão apresentadas na Figura 1.

Cada parcela foi constituída de duas linhas duplas de 6,00 m de comprimento, com 0,30 m entre linhas simples e 1,20 m entre linhas duplas, visando a facilitar a capina, sendo colhido, para as amostras, 1,00 m linear. Foram plantadas aproximadamente 90 sementes por metro linear. Não foi realizada inoculação de rizóbios nas sementes. Foi realizada apenas uma capina mecânica, com enxada rotativa acoplada a microtrator, aos 30 dias após a semeadura, no espaço entre as linhas duplas.

As idades de corte foram: 2, 3 e 4 meses após a semeadura. Avaliaram-se altura da planta, a produtividade de matéria seca, o teor de matéria seca, a relação entre a quantidade de matéria seca de folha e de parte aérea total, o teor

de N, a quantidade de N acumulada e a relação entre a quantidade de N acumulado nas folhas e na parte aérea. Após o corte, separaram-se os materiais em dois grupos, de acordo com suas prováveis velocidades de decomposição. As flores, mais tenras, foram mantidas com as folhas, e as vagens, mais lenhosas, foram mantidas com as hastes. Amostras de 1,0 kg foram acondicionadas em sacos de papel, secas em estufa, por 72 h, a 65 °C, e moídas em moinho tipo Wiley (peneira de 2,0 mm). O teor de N total foi determinado conforme descrito em EMBRAPA (1999). Na análise estatística, as variâncias foram comparadas por meio do teste F ($p < 0,05$) e as médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância mostram que houve efeito da interação entre época de semeadura e idade de corte nas características: altura, produtividade de matéria seca, teor de matéria seca, teor e quantidade de N acumulados. Não houve interação nas características: relação entre a quantidade de matéria seca de folha e da parte aérea e relação entre quantidade de N acumulado nas folhas e na parte aérea.

Quando o plantio foi realizado na metade da primavera (29 de outubro), as maiores alturas foram verificadas com cortes aos 3 ou aos 4 meses, o mesmo sendo observado nos plantios de final da primavera (16 de dezembro) e metade do verão (27 de janeiro). No plantio realizado ao final do verão (13 de março), não houve diferença de altura entre as plantas colhidas aos 2, 3 ou 4 meses (Tabela 1). Outros trabalhos descrevem maiores valores de altura de crotalária.

Okito *et al.* (2004) observaram alturas entre 2,95 m e 3,78 m para a crotalária cultivada em diversas datas de plantio. De acordo com Marnette (2011), a crotalária atinge até 4,00 m de altura. Além das condições edafoclimáticas, a altura das plantas de crotalária é influenciada pela data de plantio e pela idade de corte. Segundo Cook *et al.* (1998), estudos têm demonstrado que as datas mais favoráveis para o plantio da crotalária variam de acordo com o ambiente.

A produtividade de matéria seca está apresentada na Tabela 1. Quando os cortes foram realizados aos 3 ou aos 4 meses de idade, os maiores valores foram obtidos na semeadura realizada na metade da primavera (29 de outubro) e os menores valores foram obtidos na semeadura realizada no final do verão (13 de março). Este resultado está de acordo com o esperado, já que a crotalária floresce mais rapidamente nas épocas do ano com dias mais curtos, reduzindo drasticamente o seu crescimento vegetativo. Resultados semelhantes foram observados por Keatinge, *et al.* (1998) para várias leguminosas, incluindo *Crotalaria juncea*. Como o ciclo vegetativo da crotalária é reduzido, nos cultivos realizados em épocas próximas ao outono-inverno, as características relacionadas com a produção de matéria seca das folhas foram afetadas no cultivo de final de verão. No plantio de final de primavera (16 de dezembro), a maior produção de matéria seca foi obtida com corte realizado aos 4 meses. Não houve diferença significativa, em função da idade de corte, nos plantios realizados no verão. O reduzido valor obtido para o plantio de final de primavera (16 de dezembro), principalmente no corte aos 2 meses, foi devido, pro-

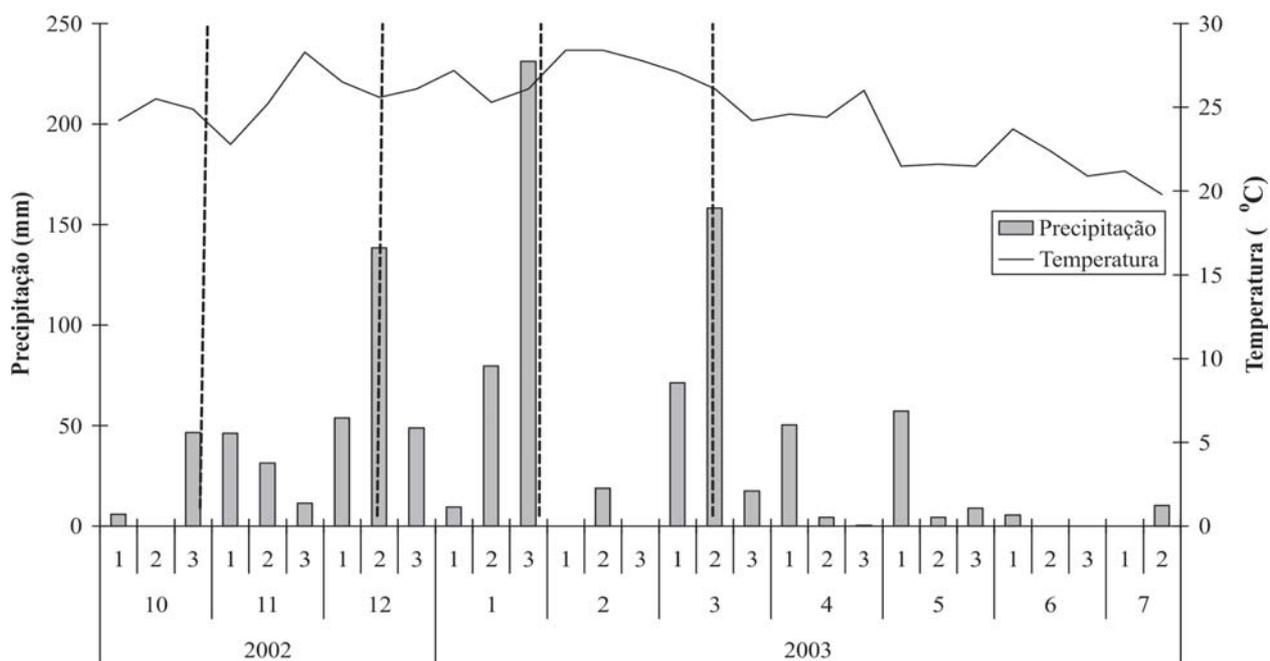


Figura 1: Temperatura média e precipitação registradas durante o experimento. Intervalos de dez dias. As linhas verticais indicam as datas de plantio da crotalária em Seropédica-RJ, 2002-2003.

vavelmente, ao intenso veranico que ocorreu no mês de fevereiro de 2003 e causou a paralisação do crescimento das plantas. Pereira (2004) obteve produtividade máxima de 10660 kg ha⁻¹ em cultivo de primavera-verão realizado em condições climáticas semelhantes. Em Seropédica-RJ, Castro *et al.* (2004) obtiveram 6500 kg ha⁻¹, com plantio realizado no mês de março e corte aos 3 meses, e 12300 kg ha⁻¹, com plantio realizado no mês de novembro e corte aos 150 dias.

Os valores de teor de matéria seca (Tabela 1) aumentaram com a idade das plantas, exceto nos cortes realizados aos 2 ou aos 3 meses, no plantio de metade da primavera (29 de outubro). Isto, provavelmente, foi devido à senescência das folhas, que ocorre com o aumento da idade das plantas. O teor de matéria seca das plantas de crotalária também aumenta, quando a semeadura é realizada durante o verão. Este comportamento é decorrente do florescimento precoce e da interrupção do crescimento vegetativo das plantas semeadas neste período. Os teores de matéria seca observados, exceto no corte realizado aos 2 meses no plantio de final da primavera (16 de dezembro), estão acima do valor de 25,7%, obtido por Marshall *et al.* (2002), em crotalária no início de floração, aos 90 dias de idade.

Não houve interação entre os efeitos de época de semeadura e de idade de corte na relação entre a quantidade de matéria seca de folha e de da parte aérea, conforme apresentado na Tabela 1. Observa-se que houve efeitos isolados da época de plantio e da idade de corte. Aumentado-se a idade de corte, ocorreu redução da relação entre a quantidade de matéria seca de folha e de da parte aérea, provavelmente, por causa da senescência das folhas, associada ao aumento da idade das plantas. Na semeadura realizada no final do verão (13 de março), observaram-se valores mais elevados que os obtidos nas semeaduras realizadas entre o início da primavera (29 de outubro) e a metade do verão (27 de janeiro). Este resultado está de acordo com resultados observados em outras características avaliadas e foi devido ao florescimento precoce e à interrupção do crescimento vegetativo, que ocorrem nos cultivos tardios de crotalária.

Em relação aos teores de N na parte aérea da crotalária, era esperado que estes valores diminuíssem com o aumento da idade de corte, pois o teor de N geralmente é maior nas plantas mais novas. Esta resposta foi observada (Tabela 2) nas semeaduras realizadas na metade da primavera (29 de outubro) e no final do verão (13 de março), quando os teores de N das plantas cortadas aos 4 meses foram

Tabela 1. Altura, produtividade de matéria seca, teor de matéria seca e relação entre a quantidade de matéria seca de folha e de da parte aérea de crotalária semeada em diferentes épocas do ano e cortada com diferentes idades

Idade de corte (meses)	Metade Primavera	Final Primavera	Metade Verão	Final Verão	Média
	Altura (metros)				
2	1,80 Bab	1,53 Bbc	1,93 Ba	1,37 Ac	1,66
3	2,57 Aa	2,20 Ab	2,07 Ab	1,30 Ac	2,03
4	2,48 Aa	2,23 Aab	2,07 Ab	1,33 Ac	2,03
Média	2,28	1,99	2,02	1,33	
Produtividade de matéria seca (kg ha ⁻¹)					
2	6940 Ba	2226 Cbc	5693 Aab	2078 Ac	4234
3	15062 Aa	6182 Bb	7934 Ab	2429 Ac	7902
4	15084 Aa	9542 Ab	6718 Ab	2198 Ac	8386
Média	12362	5984	6781	2235	
Teor de matéria seca (%)					
2	28,5 Ba	22,1 Cb	26,3 Ca	27,8 Ca	26,2
3	28,1 Bb	27,9 Bb	33,6 Ba	32,1 Ba	30,4
4	33,2 Ac	34,5 Abc	38,1 Aa	36,8 Aab	35,7
Média	29,9	28,2	32,7	32,3	
Matéria seca folha / matéria seca parte aérea					
2	0,257	0,251	0,255	0,357	0,280 A
3	0,209	0,226	0,203	0,289	0,232 B
4	0,135	0,194	0,149	0,147	0,156 C
Média	0,200 b	0,224 ab	0,202 b	0,264 a	

Médias, dentro da mesma coluna, seguidas por diferentes letras maiúscula e médias, dentro da mesma linha, seguidas por diferentes letras minúsculas são significativamente diferentes ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

inferiores, em comparação com os das demais idades de corte. Entretanto, nas sementeiras realizadas no final da primavera (16 de dezembro) e na metade do verão (27 de janeiro), não houve diferença significativa entre plantas com diferentes idades de corte. Os teores de N observados variaram entre 1,5% (metade da primavera e corte aos 4 meses) e 2,9% (final de verão e corte aos 2 meses). Valenzuela & Smith (2002) relatam que o teor de N na crotalária está em torno de 2,9%, variando de 2,0 a 3,1%.

Os resultados de quantidade de N acumulada na parte aérea (Tabela 2) mostram que, no cultivo iniciado na metade da primavera (29 de outubro), os maiores valores foram obtidos em plantas cortadas aos 3 ou aos 4 meses de idade, com acúmulos de 269,9 e 228,6 kg ha⁻¹, respectivamente. Quando a sementeira foi realizada no final da primavera (16 de dezembro), plantas com corte realizado aos 4 meses apresentaram valores de acúmulo de N superiores aos das plantas com corte realizado aos 2 meses. Nos cultivos realizados no verão, não ocorreram diferenças significativas de acúmulo de N entre plantas com diferentes idades de corte. A quantidade de N acumulada está diretamente relacionada com a produtividade de matéria seca, o que fica evidente com a elevada correlação obtida entre estas características (Tabela 3). Os valores observados no cultivo de metade da primavera (29 de outubro) e cortes realizados aos 3 ou 4 meses de idade estão acima dos valores médios encontrados na literatura (Alcântara *et al.*, 2000; Resende *et al.*, 2000; Ramos *et al.*, 2001; Castro *et al.*, 2004). Isto, provavelmente, foi devido às excelentes condições de clima, fertilidade do solo e elevada população de Rizóbios espe-

cíficos para a crotalária, introduzidos em cultivos anteriores, que ocorreram durante este cultivo. Em cultivos também realizados em Seropédica-RJ, Castro *et al.* (2004) obtiveram 126,0 kg ha⁻¹ de N, em plantio realizado em março, com corte aos 3 meses, e Resende *et al.* (2000) obtiveram 198,9 kg ha⁻¹ de N, em plantio realizado em novembro, com corte aos 5 meses.

Não houve interação entre os efeitos de época de sementeira e de idade de corte, para a relação entre a quantidade de N acumulada nas folhas e na parte aérea de crotalária, conforme apresentado na Tabela 2. Observa-se que o aumento na idade de corte contribuiu significativamente para a redução dos valores desta proporção, que ocorreu, provavelmente, pelo efeito da senescência das folhas e, também, por efeito da translocação de N para as vagens. A época de sementeira da crotalária não influenciou significativamente a relação entre a quantidade de N acumulada nas folhas e na parte aérea.

As correlações entre as diversas características avaliadas estão apresentadas na Tabela 3. A altura das plantas apresenta elevada correlação com a produtividade. A altura das plantas e a produtividade de massa estão positivamente correlacionadas com o acúmulo de N e, negativamente, com a relação folha/planta e com o teor de N. Isto se explica pelo fato de plantas mais velhas produzirem mais massa, mas, como ocorre grande senescência de folhas e translocação de N para as vagens, esta massa está concentrada principalmente nas hastes, que possuem menor teor de N. A perda de folhas que ocorre com o aumento da idade da crotalária impede o aumento da mas-

Tabela 2. Teor de N, quantidade de N acumulada e relação entre quantidade de N acumulado nas folhas e na parte aérea de crotalária semeada em diferentes épocas do ano e cortada com diferentes idades

Idade de corte(meses)	Metade Primavera	Final Primavera	Metade Verão	Final Verão	Média
Teor de N na parte aérea (%)					
2	2,1 Ab	2,3 Ab	1,8 Ab	2,9 Aa	2,2
3	1,8 Ab	1,8 Ab	1,9 Aab	2,4 Aa	2,0
4	1,5 Bb	1,8 Aab	2,1 Aa	1,9 Bab	1,8
Média	1,8	2,0	1,9	2,4	
Quantidade de N na parte aérea (kg ha⁻¹)					
2	141,1 Ba	51,0 Bb	100,0 Aab	58,3 Ab	87,8
3	269,9 Aa	113,4 ABbc	147,7 Ab	57,6 Ac	147,2
4	228,6 Aa	170,1 Aab	136,1 Ab	43,1 Ac	144,5
Média	213,5	111,5	128,5	53,0	
Quantidade de N nas folhas / quantidade de N na parte aérea					
2	0,556	0,540	0,685	0,637	0,607 A
3	0,457	0,556	0,413	0,434	0,468 B
4	0,404	0,468	0,245	0,292	0,352 C
Média	0,476	0,525	0,447	0,455	

Médias, dentro da mesma coluna, seguidas por diferentes letras maiúscula e médias, dentro da mesma linha, seguidas por diferentes letras minúsculas são significativamente diferentes (p<0,05) pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Coeficientes de determinação das correlações de Pearson (n= 36) entre as características avaliadas no experimento com crotalária

	Altura das plantas	Prod. matéria seca	Teor de MS	Relação folha/p. aérea	Teor de N na p. aérea	N por ha
Prod. matéria seca	0,88*	1,00				
Teor de MS	0,10	0,17	1,00			
Relação folha/p. aérea	-0,49*	-0,47*	-0,55*	1,00		
Teor de N na p. aérea	-0,62*	-0,62*	-0,21	0,62*	1,00	
N por ha	0,85*	0,96*	0,15	-0,42*	-0,46*	1,00
N folha por N na p. aérea	-0,07	-0,13	-0,67*	0,71*	-0,01	-0,21

* Significativo p < 0,05

sa e da quantidade de N acumulada pelas plantas, o que é desfavorável no caso do corte e transporte das plantas para utilização em outro local. Mas no caso da utilização das plantas para elevar a fertilidade do solo no local em que são cultivadas, esta senescência de folhas não é desfavorável, pois as folhas perdidas também contribuem para elevar a fertilidade do solo.

CONCLUSÕES

Quando os cortes foram realizados aos 3 ou aos 4 meses de idade, os maiores valores de produção de matéria seca foram obtidos na semeadura realizada na metade da primavera e, os menores, na semeadura realizada no final do verão.

As maiores acumulações de N na parte aérea de crotalária semeada na metade de primavera foram obtidas com cortes realizados aos 3 ou aos 4 meses.

No cultivo iniciado no final de primavera, plantas cortadas aos 4 meses de idade apresentaram acumulação de N superior à das plantas cortadas aos 2 meses.

Nos cultivos iniciados no verão não ocorreram diferenças significativas entre as idades de corte.

REFERÊNCIAS

- Alcântara FA, Furtini Neto AE, de Paula MB, Mesquita HA & Muniz JA (2000) Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35:277-288.
- Carvalho MAC, Soratto RP, Athayde MLF, Arf O & Eustáquio de Sá ME (2004) Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39:47-53.
- Castro CM, Alves BJR, Almeida DL & Ribeiro RL (2004) Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39:779-785.
- Ceretta CA, Aita C, Braidia JA, Pavinato A & Salet RL (1994) Fornecimento de nitrogênio por leguminosas na primavera para o milho em sucessão nos sistemas de cultivo mínimo e convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 18:215-220.
- Cook CG, Scott Jr. AW & Chow P (1998) Planting date and cultivar effects on growth and stalk yield of sunn hemp. *Industrial Crops and Products*, 8:89-95.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006) Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª ed. Rio de Janeiro, Embrapa. 306p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1999) Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. 370p.
- Keatinge JDH, Aiming QI, Wheeler TR, Ellis R. & Summerfield RJ (1998) Effects of temperature and photoperiod on phenology as a guide to the selection of annual legume cover and green manure crops for hillside farming systems. *Field Crops Research*, 57:139-152.
- Mannetje L't. (2011) *Crotalaria juncea* L. FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/AGP/AGPC/doc/Gbase/DATA/PF000475.HTM>>. Acessado em: 15 de junho de 2011.
- Marshall AJ, Gallaher RN, Wang KH & Mcorley R (2002) Partitioning of dry matter and minerals in sunn hemp. In: Santen E van (Ed.) Making conservation tillage conventional: Building a future on 25 years of research. Alabama, Alabama Agriculture Experimental Station. p. 310-313.
- Okito A, Alves BJR, Urquiaga S & Boddey RM (2004) Isotopic fractionation during N₂ fixation by four tropical legumes. *Soil Biology & Biochemistry*, 36:1179-1190.
- Padovan MP, Almeida DL, Guerra JGM, Ribeiro RL & Ndiaye A (2002) Avaliação de cultivares de soja, sob manejo orgânico, para fins de adubação verde e produtividade de grãos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37:1705-1710.
- Pereira AJ (2004) Produção de biomassa e de sementes de *Crotalaria juncea* a partir de diferentes arranjos populacionais e épocas do ano. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 68p.
- Ramos MG, Villatoro MAA, Urquiaga S, Alves BJR & Boddey RM (2001) Quantification of the contribution of biological nitrogen fixation to tropical green manure crops and the residual benefit to a subsequent maize crop using ¹⁵N-isotope techniques. *Journal of Biotechnology*, 91:105-115.
- Resende AS, Xavier RP, Quesada DM, Coelho CHM, Boddey RM, Alves BJR, Guerra JGM & Urquiaga S (2000) Incorporação de leguminosas para fins de adubação verde em pré-plantio de cana-de-açúcar. Seropédica, Embrapa Agrobiologia. 18p. Documentos, 124).
- Wang KH, Mcorley R & Gallaher RN (2003) Effect of *Crotalaria juncea* amendment on nematode communities in soil with different agricultural histories. *Journal of Nematology*, 35:294-301.
- Valenzuela H & Smith J (2002) 'Tropic sun' sunnhemp. Hawaii: Cooperative Extension Service, College of Tropical Agriculture and Human Resources. 3p. (Sustainable Agriculture Green Manure Crops, August 2002, SA-GM-11).