

Fitomassa e acúmulo de nitrogênio, em espécies vegetais de cobertura do solo para um Latossolo Vermelho distroférico de Cerrado

Edicarlos Damacena de Souza*, Marco Aurélio Carbone Carneiro e Vera Lúcia Banys

Universidade Federal de Goiás, Rua Riachuelo, 1530, 75804-020, Campus de Jataí, Jataí, Goiás, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: edidamacena2000@yahoo.com.br

RESUMO. Espécies vegetais com alta produção de fitomassa são de fundamental importância para o desenvolvimento sustentável do plantio direto no cerrado. Objetivou-se avaliar a produção de fitomassa e o acúmulo de nitrogênio em 17 espécies vegetais em um Latossolo Vermelho distroférico da região do Cerrado. O trabalho foi realizado no campo experimental da Universidade Federal de Goiás, localizado no Centro de Ciências Agrárias e Biológicas no Campus de Jataí – Estado de Goiás. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições. Foram utilizadas as espécies: Aveia preta comum, Aveia preta IAPAR61, *Braquiaria brizantha*, *Braquiaria decumbens*, Capim-pé-de-galinha, Milheto BN2, Milheto BRS 1501, Milheto MT, *Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria juncea*, Guandu normal, Guandu super N, Girassol selvagem, Kenaf 1, Kenaf 2, Nabo forrageiro e Niger. O milheto BRS 1501 obteve a maior fitomassa entre as gramíneas, a *C. spectabilis*, entre as leguminosas e o nabo forrageiro, entre as outras famílias. O milheto BRS 1501, *C. spectabilis* e nabo forrageiro também obtiveram o maior acúmulo de N na parte aérea. As espécies nabo forrageiro, kenaf 1 e milheto BRS 1501 são as mais recomendadas como cobertura do solo para a região do cerrado goiano.

Palavras-chave: conservação do solo, manejo do solo, plantio direto, leguminosa, gramíneas.

ABSTRACT. Biomass and nitrogen accumulation in cover crops species used in Brazilian Cerrado. Plant species that have high biomass production are of fundamental importance to the sustainable development of no-tillage systems in the cerrado region. This experiment had the objective of evaluating the biomass production and nitrogen accumulation in 17 plant species in a Oxisol of the cerrado region. This experiment was conducted in an experimental field of the Federal University of Goiás, located in the Agricultural and Biological Scientific Center of Jataí - State of Goiás. The experimental layout was a randomized block with 5 replicates. The following species were used: two species of *Avena strigosa*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Eleusine indica*, three species of *Pennisetum americanum*, *Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria juncea*, two species of *Cajanus cajan*, *Helianthus* sp (savage), two species of *Hibiscus cannabinus*, *Raphanus sativus* and *Guizotia abyssinica*. Among the grasses, BRS 1501 millet presented the highest biomass production; among the legumes *C. spectabilis* showed the same behavior; and *Raphanus sativus* for the other families. These three species also presented higher values for N accumulation in the shoots. The species *Raphanus sativus*, *Hibiscus cannabinus* 1 and BRS 1501 millet are the ones recommended for cover crops in cerrado soils in the Goiás cerrado region.

Key words: soil conservation, soil management, no-tillage, legume, grass species.

Introdução

O bioma Cerrados, com área de 274 milhões de hectares, tem papel de extrema importância para a agropecuária brasileira. Possui grande potencial para produção de alimentos, no entanto, os solos são pouco férteis e há ocorrência de veranicos, requerendo, assim, sistemas de produção que possibilitem a sua exploração de forma racional e econômica. A busca de novas tecnologias é fundamental na agricultura moderna, estabelecida em bases conservacionistas.

Entre estas tecnologias, está o sistema plantio direto, o qual preconiza a rotação de culturas durante o período de entressafra, geralmente, no inverno, visando à diversificação das atividades na propriedade (Chaves e Calegari, 2001).

O sistema de plantio direto é uma prática de manejo que tem auxiliado os produtores a aumentarem a produtividade das culturas, além de contribuir para a conservação dos solos. Neste sistema, há eficiente controle da erosão, visto que mantêm resíduos vegetais na superfície do solo, o

que favorece a maior quantidade de água disponível no solo (Fageria e Stone, 2004), adiciona ao solo C fotossintetizado e N fixado biologicamente, quando se utilizam leguminosas (Amado e Mielniczuk, 2000), atua na reciclagem de nutrientes e melhora a estabilidade da estrutura (Alvarenga *et al.*, 1986), além de destacar o efeito físico das raízes sobre a formação e manutenção dos agregados do solo (Silva *et al.*, 1998).

Segundo Ceretta *et al.* (2002), o sucesso do plantio direto depende da manutenção de sistemas capazes de gerar quantidades de matéria seca suficientes para manter o solo coberto durante todo o ano, dessa forma, áreas destinadas às culturas de primavera-verão não devem permanecer em pousio durante o inverno. Entretanto, quando se considera o clima e solo de Cerrado, o emprego do sistema de plantio direto sugere o conhecimento e a definição de espécies para cobertura que sejam adaptadas a estas condições. As espécies a serem utilizadas devem apresentar rusticidade, desenvolvendo-se bem em solos com baixa a média fertilidade (Alvarenga *et al.*, 2001; Chaves e Calegari, 2001), devem possuir capacidade de adaptação a solos ácidos (Ernani *et al.*, 2001), ser de fácil estabelecimento, rápido desenvolvimento, grande agressividade para controlar invasoras, melhorar características químicas e físicas do solo, tolerante a longos períodos de estiagem, facilmente eliminada e não competir com a cultura principal (Lal, 1979).

A decomposição da cultura de cobertura, após seu manejo deve ser levada em consideração no momento da escolha da cultura a ser utilizada. O processo de decomposição da fitomassa das espécies de cobertura é diferenciado entre leguminosas e gramíneas, as leguminosas apresentam processo de decomposição mais acelerado devido à menor relação C/N, o que pode prejudicar a formação de palha necessária para a implantação e/ou manutenção de sistema de plantio direto (Alcântara *et al.*, 2000). Segundo Argenta *et al.* (2001), as leguminosas são pouco utilizadas como cobertura durante o inverno, por limitações, como crescimento inicial lento, maior custo de aquisição de sementes em relação a outras espécies e pela alta taxa de decomposição de seus resíduos, porém estas fixam biologicamente o N atmosférico liberando, posteriormente, para as culturas sucessoras. As gramíneas têm vantagem por apresentarem maior relação C/N, diminuindo sua velocidade de decomposição, possui também ação agregante mais prolongada do que as leguminosas, graças à presença de um sistema radicular fasciculado com maior contato com as partículas do solo (Silva *et al.*, 1998).

De modo geral, há falta de opção de culturas utilizadas como cobertura do solo para o Cerrado, pois, em locais onde há precipitação suficiente, utiliza-se o milho safrinha. Caso contrário, o solo fica descoberto por mais tempo, sendo o milho ou sorgo utilizado como cultura de cobertura nos meses que antecedem o plantio. A implantação de espécies vegetais que possuam alta produção de fitomassa para serem utilizadas como cobertura na entressafra e que sejam adaptadas ao clima e solo de Cerrado é de fundamental importância para o desenvolvimento sustentável do plantio direto na região.

O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de fitomassa e o acúmulo de nitrogênio em 17 espécies vegetais em um Latossolo Vermelho distroférico da região do Cerrado.

Material e métodos

O trabalho foi realizado em campo experimental da Universidade Federal de Goiás, localizado no Centro de Ciências Agrárias e Biológicas no Campus de Jataí, Estado de Goiás. A localização geográfica do experimento é: latitude 17°53'S e longitude 51°43'W. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cw, mesotérmico, com estação seca e chuvosa definidas. Os dados climáticos, no local do experimento, são apresentados na Figura 1. Durante a condução do experimento, a precipitação total foi de 223 mm e a temperatura variou de 4,5 a 33,2°C, mínimo e máximo, respectivamente.

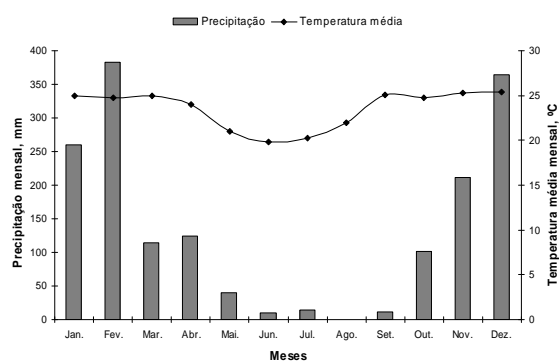


Figura 1. Temperatura média mensal (°C) e precipitação mensal (mm) no ano de 2003, em Jataí, Estado de Goiás. Informações obtidas da estação meteorológica da UFG/CAJ-CCAB.

A área experimental foi cultivada com soja, em sistema de plantio direto há mais de seis anos, numa sucessão de cultura soja/milho, sendo sempre aplicado 360 kg ha⁻¹ do fertilizante 0-23-23 (NPK) na safra (soja), com produção média de 3.200 kg ha⁻¹. Trata-se de um Latossolo Vermelho distroférico (Embrapa, 1999), em que as características químicas e físicas do solo antes da implantação das espécies de

cobertura foram: pH em água = 5,6; H + Al = 31 mmol_c dm⁻³; Ca = 8 mmol_c dm⁻³; Mg = 6 mmol_c dm⁻³; K = 1,3 mmol_c dm⁻³; P = 3,5 mg dm⁻³; areia = 437 g kg⁻¹; silte = 230 g kg⁻¹ e argila = 333 g kg⁻¹.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com 17 tratamentos e cinco repetições. A unidade experimental foi constituída por parcelas de 25 m² (5 x 5 m). A semeadura das espécies (Tabela 1) ocorreu no dia 23 de fevereiro de 2003, após a colheita da soja, e cada espécie foi estabelecida em semeadura direta, em linha, com densidade de plantas e espaçamento realizados de acordo com a recomendação técnica para cada cultura, não havendo tratamento de sementes. As espécies vegetais não receberam nenhum tipo de adubação, visando o aproveitamento dos nutrientes remanescentes da cultura anterior, prática comumente utilizada na região.

Tabela 1. Espécies vegetais avaliadas e dias até o florescimento na região Sudoeste de Goiás.

Espécies	Nome científico	DAF ¹
	Gramíneas	
Aveia preta comum	<i>Avena strigosa Schieb</i>	74
Aveia preta IAPAR61	<i>Avena strigosa Schieb</i>	76
Braquiária brizanta	<i>Brachiaria brizantha</i>	105
Braquiária decumbens	<i>Brachiaria decumbens</i>	103
Capim-pé-de-galinha	<i>Eleusine indica L.</i>	95
Milheto BN2	<i>Pennisetum americanum L.</i>	59
Milheto BRS 1501	<i>Pennisetum americanum L.</i>	59
Milheto MT	<i>Pennisetum americanum L.</i>	61
	Leguminosas	
Crotalária spectabilis	<i>Crotalaria spectabilis Roth</i>	89
Crotalária juncea	<i>Crotalaria juncea Roth</i>	67
Guandu normal	<i>Cajanus cajan (L.) Mill sp.</i>	98
Guandu super N	<i>Cajanus cajan (L.) Mill sp.</i>	96
	Outras famílias	
Girassol selvagem	<i>Helianthus sp. L.</i>	88
Kenaf 1	<i>Hibiscus cannabinus L.</i>	78
Kenaf 2	<i>Hibiscus cannabinus L.</i>	80
Nabo forrageiro	<i>Raphanus sativus L.</i>	72
Niger	<i>Guizotia abyssinica (L.F.)</i>	74

¹ DAF – Dias até o florescimento.

A avaliação consistiu na coleta da parte aérea (fitomassa), realizada na fase final do florescimento de cada espécie, utilizando um quadrado de madeira de 0,25 m², sendo retiradas três subamostras na parte central da parcela formando uma amostra composta. O número de dias até o florescimento de cada espécie está apresentado na Tabela 1. A fitomassa foi obtida após a secagem do material com auxílio de uma estufa de ventilação forçada de ar a 65°C até atingir massa constante (48h). Após a secagem, a fitomassa, esta foi triturada em moinho tipo Wiley, com peneira de malha com 40 mesh, e utilizada para determinação da concentração de nitrogênio pelo método da digestão sulfúrica e destilação pelo método micro Kjeldahl, conforme Silva e Queiroz (2002). O N acumulado foi obtido pela relação entre fitomassa e concentração de nitrogênio. O acúmulo

médio de matéria seca e N até o florescimento foram determinados em função da matéria seca e N da parte aérea acumulada até o florescimento e do número de dias até o florescimento.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativo (p < 0,05), as médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. As melhores espécies de todas as famílias foram novamente analisadas entre si, a fim de selecionar as espécies mais promissoras em produzir matéria seca e acumular N em sua fitomassa.

Resultados e discussão

O milheto BRS 1501 obteve a maior fitomassa entre as gramíneas, sendo diferente significativamente das demais (p < 0,05), seguido do milheto BN2 e capim pé-de-galinha, os quais não diferiram entre si (Figura 2). O milheto tem sido muito cultivado na safrinha no Cerrado com a finalidade de produção de grãos e de cobertura do solo em sistema plantio direto (Alvarenga *et al.*, 2001), por apresentar facilidade de semeadura, adaptação à deficiência hídrica e grande persistência de seus resíduos sobre o solo (Chaves e Calegari, 2001) corroborando com o presente trabalho. O fato de a *Brachiaria* ter produzido baixa fitomassa se deve à baixa fertilidade do solo e à não-utilização de adubação para o bom desenvolvimento da cultura. A aveia-preta tem sido utilizada como planta de cobertura na região Sul do Brasil (Argenta *et al.*, 2001), no entanto, não apresentou boa adaptação às condições de entressafra do cerrado, quanto à produção de fitomassa, com massa de matéria seca inferior a 4 mg ha⁻¹ (Figura 2). Em estudos com aveia-preta sem adubação, na região da serra fluminense, Barradas *et al.* (2001) constataram produção de 7,44 mg ha⁻¹ de matéria seca.

Entre as leguminosas, a maior produção de fitomassa foi obtida pela *C. spectabilis*, seguido do guandu normal os quais foram diferentes da *C. juncea* e do guandu super N, que tiveram comportamento semelhante (Figura 2). O guandu super N pode ter sido prejudicado por fatores climáticos, talvez, por este ser uma espécie melhorada do guandu normal. Segundo Amabile *et al.* (2000), no guandu, podem ocorrer acentuadas reduções na biomassa quando se atrasa sua semeadura, visto que, este é sensível ao fotoperíodo, dessa forma, quando é semeado em janeiro e março, os dias curtos podem acarretar diminuição da fase vegetativa. A produção de fitomassa da *C. juncea* foi uma das menores no grupo das leguminosas, no entanto, é considerada alta produção, de acordo com Amado *et al.* (2002), porém está abaixo da quantidade

de fitomassa considerada ótima para plantas de cobertura proposta por Alvarenga *et al.* (2001) que gira em torno de 6,0 mg ha⁻¹.

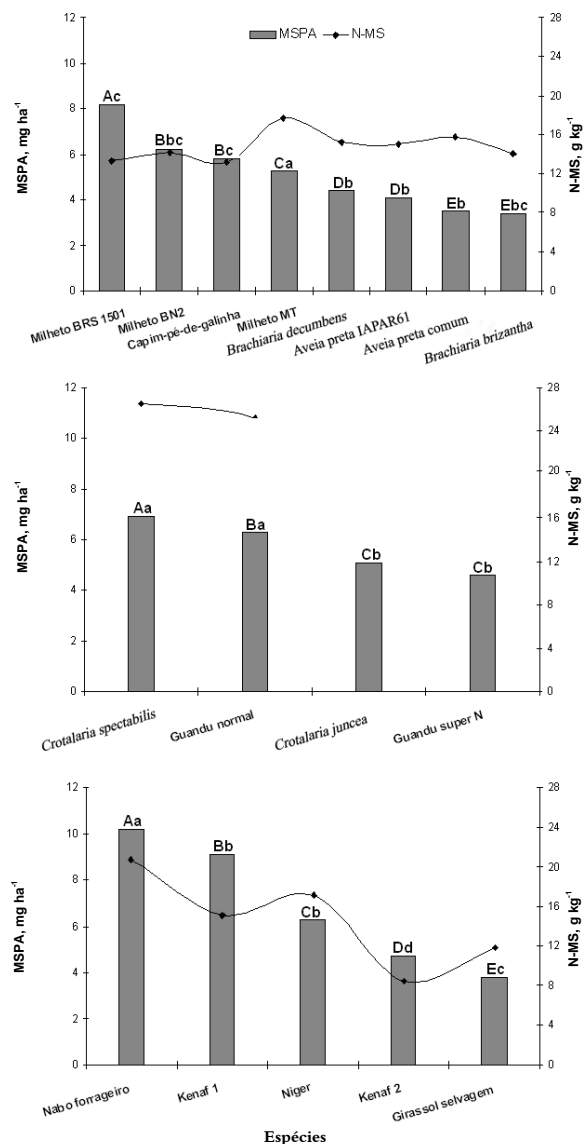


Figura 2. Matéria seca da parte aérea (MSPA) e teor de nitrogênio na matéria seca (N-MS) de resíduos das espécies vegetais para cobertura do solo. Jataí, Estado de Goiás, outono-inverno/2003. Letras maiúsculas comparam MSPA e minúsculas N-MS, semelhantes não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

O nabo forrageiro obteve a maior produção de fitomassa no grupo das outras famílias, sendo superior a todas as espécies das diferentes famílias avaliadas, com produção superior a 10 mg ha⁻¹ (Figura 2). A elevada produção de MS do nabo forrageiro é quase o dobro daquela encontrada por Derpsch *et al.* (1985), no Estado do Paraná, também em Latossolo, com alto teor de matéria orgânica. Segundo

Basso (1999), a produção de fitomassa, pelo nabo, após a soja foi, aproximadamente, 65% superior quando comparada à produção após milho. Isto evidencia que a produção de fitomassa do nabo está intimamente relacionada com o tipo de solo e com a cultura antecessora. O kenaf 1 produziu próximo de 9 mg ha⁻¹, estando esta produção próxima da encontrada por Erasmo *et al.* (2004). As espécies kenaf 2 e girassol selvagem obtiveram as menores produções de fitomassas, não possuindo, dessa forma, boa adaptação às condições de clima da região do Cerrado.

Com relação ao teor de N, na fitomassa das gramíneas, o milho MT foi a espécie com o maior teor, sendo diferente estatisticamente das demais (Figura 2). As espécies com menor teor de N, dentre as gramíneas, foi o milho BRS 1501 e o capim pé-de-galinha, apresentando menos de 14 g kg⁻¹ de N no tecido vegetal. O elevado teor de N, no tecido de algumas gramíneas, deve-se ao fato de que estas possuem grande habilidade de absorver nitrato durante o inverno (Ranells e Waggoner, 1997). Dentre as leguminosas, a *C. spectabilis* e o guandu normal apresentaram os maiores teores de N no tecido, superiores a 25 g kg⁻¹. No segundo grupo, o guandu super N e a *C. juncea* não diferiram entre si, no entanto, possuem maiores teores de N em relação às gramíneas. Já, nas outras famílias, o nabo forrageiro obteve elevado teor de N, sendo maior que as demais espécies deste grupo. O kenaf 2 foi a espécie que apresentou o menor teor de N dentre todas as espécies avaliadas em todos os grupos.

O milho BRS 1501 obteve acúmulo de 102 kg de N ha⁻¹, em sua parte aérea, seguido pelo milho MT e milho BN2, com acúmulo de 93 e 89 kg de N ha⁻¹, respectivamente (Figura 3). O maior acúmulo de N, no milho BRS 1501, é devido a sua maior produção de fitomassa (Torres *et al.*, 2005), pois o teor de N, no seu tecido vegetal, é 25% menor que o teor de N, no tecido do milho MT (Figura 2). Moraes (2001), em solos de cerrado, encontrou valores semelhantes, com 127 kg de N ha⁻¹. Dentre as demais gramíneas, a *B. decumbens* e a aveia preta IAPAR 61 foram as que apresentaram os menores valores de N acumulado, seguida pela aveia preta comum e *B. brizantha*. Torres *et al.* (2005), em Latossolo Vermelho distrófico em Uberaba (Estado de Minas Gerais), obtiveram alto acúmulo de N, em relação ao presente estudo, na *B. brizantha*, com valores próximos a 130 kg de N ha⁻¹, já a aveia acumulou em torno de 29 kg de N ha⁻¹.

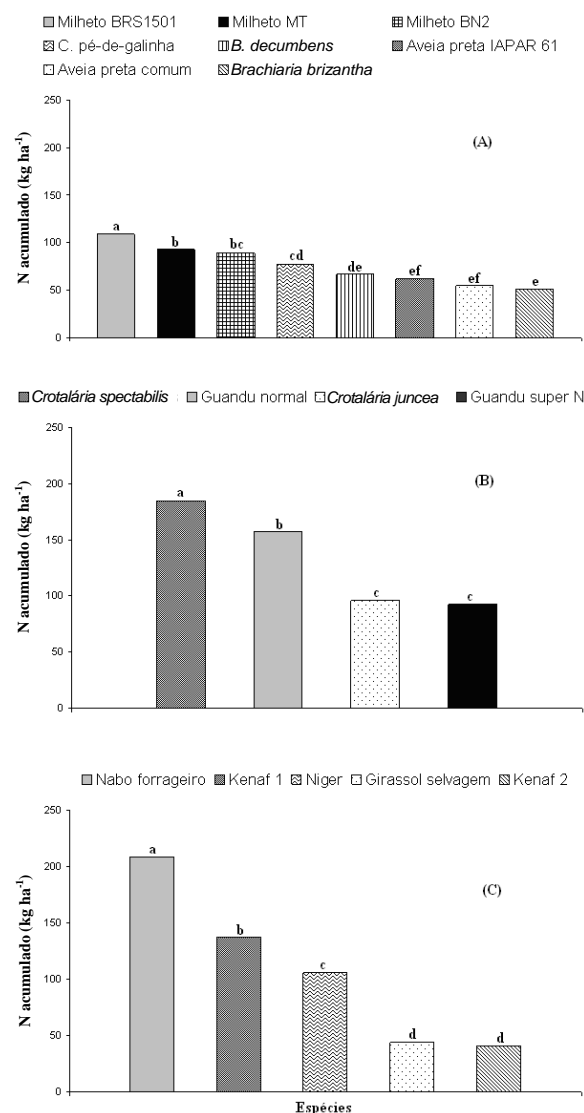


Figura 3. Nitrogênio acumulado na fitomassa da parte aérea de diferentes espécies vegetais utilizadas como cobertura do solo na região do cerrado de Goiás. Médias seguidas de letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. (A) Gramíneas, (B) Leguminosas e (C) outras famílias.

Embora as gramíneas apresentem elevada capacidade de absorção e acumulação de N na planta, alcançando valores tão elevados quanto 147 kg de N ha⁻¹ (Heinzmann, 1985) e, mesmo os valores do presente trabalho para o milho BRS 1501, sua contribuição na disponibilidade de N é inferior à das leguminosas. Amado *et al.* (1999), avaliando a decomposição de resíduos de aveia no sistema plantio direto, concluíram que apenas 20% do N contido nas plantas foram liberados nas primeiras quatro semanas após o manejo, resultando em assincronismo com a demanda inicial do milho. A elevada capacidade de absorção de N das gramíneas constitui importante estratégia para

reduzir os riscos de contaminação do lençol freático com nitrato e aumentar a ciclagem de N durante a entressafra das culturas comerciais, visto que o nitrato tem grande mobilidade no perfil do solo. Bertol *et al.* (2005), avaliando a mobilidade do nitrato no perfil do solo, observaram que quase a totalidade do nitrato aplicado em colunas de solo foram lixiviados, indicando, assim, a grande mobilidade deste elemento, em que, caso não haja absorção pelas plantas, ele pode ser perdido.

A espécie milho BRS 1501 foi a que promoveu o maior acúmulo médio diário de matéria seca dentro da família das gramíneas, seguido pelo milho BN 2 e milho MT (Figura 4). Já as espécies *B. brizantha*, *B. decumbens* e aveia preta comum, as com menores acúmulos médios diários. Dentre as famílias leguminosas, as espécies, com exceção do guandu super N, não diferiram com relação ao acúmulo médio diário de matéria seca, sendo este acúmulo em torno de 75 kg ha⁻¹ dia⁻¹. O nabo forrageiro foi a espécie com maior acúmulo médio diário de matéria seca entre as outras famílias, chegando a valor próximo de 145 kg ha⁻¹ dia⁻¹, seguido do kenaf 1, niger, e com menores acúmulos o kenaf 2 e o girassol selvagem, com menos de 70 kg ha⁻¹ dia⁻¹ (Figura 4). Estes resultados têm grande importância, visto que algumas espécies, como o milho BRS 1501, milho BN2, milho MT, nabo forrageiro e kenaf 1, mostraram-se bastante rústicas e agressivas, conseguindo aliar rápido desenvolvimento com alta produção de matéria diária, sendo esses alguns dos atributos que se buscam em espécies promissoras para serem usadas como cobertura do solo em plantio direto (Lal, 1979).

Para o acúmulo médio diário de nitrogênio, houve a tendência de seguir o acúmulo diário de matéria seca (Figura 4), em que os maiores acúmulos de N, nas gramíneas, deu-se nas espécies milho BRS 1501, milho BN2 e milho MT, com acúmulos próximos de 16 kg ha⁻¹ dia⁻¹, e as demais espécies não se mostraram diferentes entre si. Entre as leguminosas, os maiores acúmulos médios diários de N foram para as espécies *C. spectabilis*, guandu normal e *C. juncea*, a espécie guandu normal foi a com menor acúmulo de N, inferior a 1 kg ha⁻¹ dia⁻¹ (Figura 4). O nabo forrageiro foi a espécie com maior acúmulo diário de N dentre todas as espécies avaliadas, próximo de 3 kg ha⁻¹ dia⁻¹ (Figura 4), isso pode ter ocorrido pelos fatores já discutidos para o acúmulo total de N. Com isso, confirma-se a alta relação entre o acúmulo diário de matéria seca e o acúmulo diário de N.

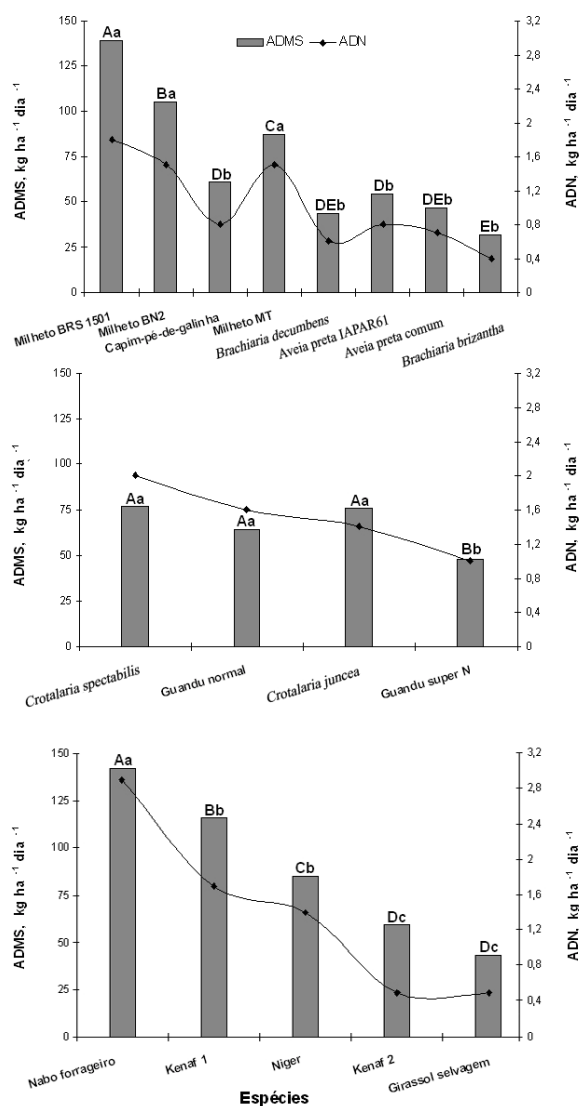


Figura 4. Acúmulo médio diário de matéria seca da parte aérea (ADMS) e acúmulo médio diário de nitrogênio na matéria seca (ADN) de resíduos das espécies vegetais para cobertura do solo. Jataí, Estado de Goiás, outono-inverno/2003. Letras maiúsculas comparam MSPA e minúsculas N-MS, semelhantes não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Com base nas melhores espécies avaliadas dentro de cada família, buscou-se selecionar entre elas as com maiores produções de fitomassa e N acumulado (Figura 5). As espécies seguiram a seguinte ordem de produção de fitomassa: nabo forrageiro > kenaf 1 > milheto BRS 1501 > guandu normal = milheto BN2. As espécies seguiram a seguinte ordem de acúmulo de N: nabo forrageiro > *C. spectabilis* = guandu normal ≥ kenaf 1 > milheto BRS 1501 = milheto MT ≥ milheto BN2. Estas espécies obtiveram produções de fitomassa superiores a 6 mg ha⁻¹ e acúmulo de N superiores a 100 kg de N ha⁻¹, sendo consideradas

dentro dos requisitos para espécies de cobertura, segundo Alvarenga et al. (2001).

Baseado nos requisitos propostos por Alvarenga et al. (2001), as espécies nabo forrageiro, kenaf 1 e milheto BRS 1501 foram as que mais se destacaram para serem utilizadas como cobertura do solo, sendo as mais recomendadas para a região do Cerrado goiano, visto que conseguiram aliar rusticidade, rápido desenvolvimento, alta produção de matéria seca e elevado acúmulo de nitrogênio. Com isso, estas espécies poderiam ser utilizadas com eficiência na conservação do solo, além de auxiliar no manejo do solo para altas produtividades das culturas sucessoras.

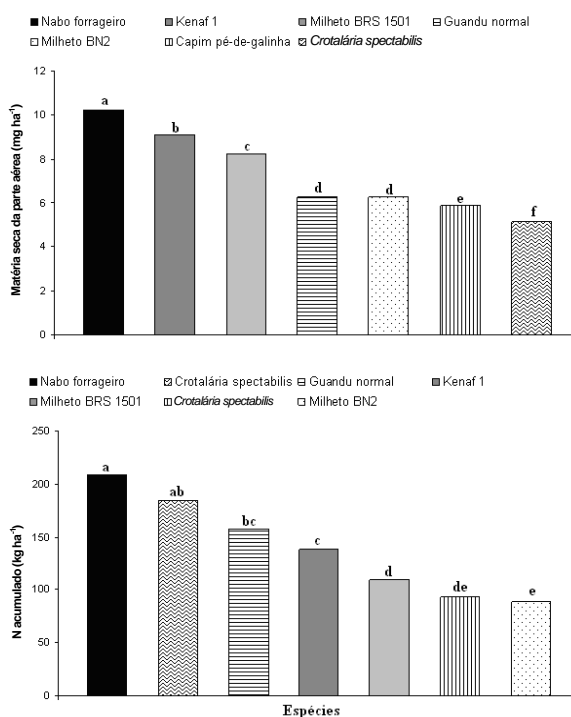


Figura 5. Fitomassa da parte aérea e N acumulado na matéria seca da parte aérea das melhores espécies vegetais selecionadas como cobertura do solo na região do cerrado de Goiás. Médias seguidas de letras não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Conclusão

O nabo forrageiro, kenaf 1 e milheto BRS 1501 são as espécies mais promissoras para a produção de fitomassa.

O nabo forrageiro, *Crotalaria spectabilis*, guandu normal e o kenaf 1 proporcionam maior acúmulo de nitrogênio na fitomassa.

As espécies nabo forrageiro, kenaf 1 e milheto BRS 1501 são as espécies mais recomendadas como cobertura do solo para a região do cerrado goiano.

Referências

- ALCÂNTARA, F.A. *et al.* Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo vermelho escuro degradado. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.
- ALVARENGA, R.C. *et al.* Estabilidade de agregados de um Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo e de manejo da palhada de milho. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 10, n. 1, p. 273-277, 1986.
- ALVARENGA, R.C. *et al.* Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. *Inf. Agropecu.*, Belo Horizonte, v. 22, n. 1, p. 25-36, 2001.
- AMABILE, R.F. *et al.* Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos Cerrados. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 35, n. 1, p. 47-54, 2000.
- AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J. Estimativa da adubação nitrogenada para o milho em sistemas de manejo e culturas de cobertura do solo. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 24, n. 3, p. 553-560, 2000.
- AMADO, T.J.C. *et al.* Culturas de cobertura, acúmulo de nitrogênio total no solo e produtividade de milho. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 23, n. 3, p. 679-686, 1999.
- AMADO, T.J.C. *et al.* Recomendações de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002.
- ARGENTA, G. *et al.* Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia-preta no milho em sucessão e no controle do capim-Papuã. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 36, n. 6, p. 851-860, 2001.
- BARRADAS, C.A.A. *et al.* Comportamento de adubos verdes de inverno na região serrana fluminense. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 36, n. 12, p. 1461-1468, 2001.
- BASSO, C.J. *Épocas de aplicação de nitrogênio para o milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de solo, no sistema plantio direto.* 1999. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1999.
- BERTOL, O.J. *et al.* Perdas de nitrogênio via superfície e subsuperfície em sistema de semeadura direta. *Floresta*, Curitiba, v. 35, n. 3, p. 429-442, 2005.
- CALEGARI, A. *et al.* *Adubação verde no sul do Brasil.* Rio de Janeiro: AS-PTA, Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1992.
- CERETTA, C.A. *et al.* Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 26, n. 1, p. 163-171, 2002.
- CHAVES, J.C.D.; CALEGARI, A. Adubação verde e rotação de culturas. *Inf. Agropecu.*, Belo Horizonte, v. 22, n. 1, p. 53-60, 2001.
- DERPSCH, R. *et al.* Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 20, n. 5, p. 671-773, 1985.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema brasileiro de classificação de solos.* Brasília: Embrapa/CNPS, 1999.
- ERASMO, E.A.L. *et al.* Avaliação de espécies alternativas produtoras de grãos e matéria seca para uso no sistema plantio direto no sul do Tocantins. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 27-34, 2004.
- ERNANI, P.R. *et al.* Influência da calagem no rendimento de matéria seca de plantas de cobertura e adubação verde, em casa de vegetação. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 25, n. 3, p. 897-904, 2001.
- FAGERIA, N.K.; STONE, L.F. Produtividade de feijão no sistema plantio direto com aplicação de calcário e zinco. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 39, n. 1, p. 73-78, 2004.
- HEINZMANN, F.X. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de inverno. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 20, n. 9, p. 1021-1030, 1985.
- LAL, R. Influence of six years of no-tillage and conventional plowing on fertilizer response of maize (*Zea mays* L.) on an alfisol in the tropics. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, v. 43, n. 2, p. 399-403, 1979.
- MORAES, R.N.S. *Decomposição das palhadas de sorgo e milheto, mineralização de nutrientes e seus efeitos no solo e na cultura do milho em plantio direto.* 2001. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- RANELLS, N.N.; WAGGER, M.G. Nitrogen-15 recovery and release by rye and crimson clover cover crops. *Agron. J.*, Madison, v. 61, n. 5, p. 943-948, 1997.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos).* 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- SILVA, M.L.N. *et al.* Estabilidade e resistência de agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro cultivado com sucessão milho-adubo verde. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 33, n. 1, p. 97-103, 1998.
- TORRES, J.L.R. *et al.* Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 29, n. 3, p. 609-618, 2005.

Received on July 23, 2007.

Accepted on February 22, 2008.