

Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*

Adriano Jakelaitis*, Antonio Alberto da Silva e Lino Roberto Ferreira

Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: "ajake@vicosa.ufv.br"

RESUMO. Objetivou-se avaliar os efeitos de doses de nitrogênio (N), aplicadas em cobertura do solo, sobre o estado nutricional e a produtividade de milho, bem como a biomassa e a composição mineral de *Brachiaria brizantha* cultivados em consórcio. Foram avaliadas cinco doses de N (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹), aplicadas em cobertura no consórcio, mais uma testemunha correspondente ao monocultivo do milho com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N. Aos 20 dias após a emergência (DAE) do milho foi feita a aplicação dos herbicidas (nicosulfuron e atrazine) visando minimizar a competição entre as espécies consorciadas, e aos 25 DAE realizou-se a adubação em cobertura. No milho foram avaliados os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e clorofila total, além do rendimento e peso de mil grãos. A biomassa e a composição mineral de *B. brizantha* foram avaliadas por ocasião da colheita do milho, aos 50 dias após a colheita (DAC) deste e 40 dias após o pastejo (DAP) da forrageira. Verificou-se aumento nos teores de clorofila total, N orgânico foliar, produção de grãos e peso de mil grãos de milho à medida que se elevaram as doses de N. Quando se aplicou a dose de 120 kg ha⁻¹ de N no monocultivo e no consórcio, não se observou diferença entre estas características. O aumento das doses de N resultou em maior produção de forragem e de concentração de N orgânico na parte aérea de *B. brizantha*.

Palavras-chave: competição, pastagem, composição mineral.

ABSTRACT. Effects of nitrogen on corn and *Brachiaria brizantha* intercrops. This work aimed at evaluating the effects of nitrogen (N) applied to topdressing on corn nutrient contents and yield, as well as intercropped *Brachiaria brizantha* biomass and mineral composition. Five N concentrations (0, 60, 120, 180, and 240 kg ha⁻¹) applied to topdressing were evaluated, together with a corn sole crop control, fertilized with N at 120 kg per ha⁻¹. Twenty days after corn emergence (DAE), the herbicides (nicosulfuron and atrazine) were applied in order to minimize the competition between the intercropped species, and fertilization as topdressing occurred at 25 DAE. Corn nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and chlorophyll contents were assessed, as well as one thousand kernels' yield and weight. *B. brizantha* biomass and mineral composition were measured at the corn harvest 50 days after harvest (DAC), and 40 days after *B. brizantha* graze period (DAP). An increase in chlorophyll and organic N contents, yield and weight of the thousand-corn-kernels sample was verified, proportional to the N doses increase. When the 120 kg ha⁻¹ N proportion was applied in the sole crop and intercrop, no difference was observed among the characteristics. N doses increase engendered a larger forage production and organic N content in the *B. brizantha* shoots.

Key words: competition, pasture, mineral composition.

Introdução

O nitrogênio é um dos nutrientes absorvidos em maior quantidade pela cultura do milho. Sua importância é conhecida pelas funções exercidas no metabolismo das plantas, participando como constituinte de proteínas, enzimas, ácidos nucleicos, citocromos, moléculas de clorofila, etc., além de ser considerado um dos fatores mais relevantes para o aumento da produção (Bull, 1993; Marchner, 1995).

Esse nutriente influencia a taxa de emergência, de

expansão e duração da área foliar, conseqüentemente, atua na interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, bem como no uso eficiente desta e nos seus efeitos sobre a taxa fotossintética e a produção de biomassa seca (Sinclair e Horie, 1989; Uhart e Andrade, 1995). Conseqüentemente, folhas bem nutridas de nitrogênio têm capacidade de assimilar CO₂ e sintetizar carboidratos durante a fotossíntese, resultando em maior acúmulo de biomassa seca e maior rendimento de grãos. Por esses motivos, sua

deficiência causa sérios distúrbios em plantas de milho, culminando na formação de espigas de tamanho reduzido, com grãos mal formados, e redução no teor de amido e proteínas (Ferreira, 1997).

Devido à alta exigência de nitrogênio, o milho é uma cultura que responde à aplicação da adubação nitrogenada com incremento em várias características que influenciam a produção final (Da Ros *et al.*, 2003). Entretanto, as respostas encontradas estão relacionadas às características inerentes aos cultivares utilizados, às condições de uso do solo e de clima, ao manejo da cultura, do suprimento de nitrogênio do solo e das doses de nitrogênio aplicadas (Muchow e Sinclair, 1995). A magnitude das respostas ao elemento nas condições brasileiras tem sido variável com a maioria das pesquisas, indicando respostas significativas a doses de 30 a 90 kg ha⁻¹. Esse fato é, em parte, devido aos níveis de produtividade relativamente baixos, porém, são encontradas respostas de até 200 kg ha⁻¹ de N aplicado (Mello *et al.*, 1988; Coelho e França, 1995).

Assim como no milho, o nitrogênio é o principal macronutriente limitante da produtividade das pastagens, principalmente aquelas formadas por espécies do gênero *Brachiaria*. A adubação nitrogenada, mediante o fornecimento de nitrogênio prontamente disponível às plantas, tem revelado significativa influência sobre diversos parâmetros quantitativos e qualitativos inerentes ao manejo das pastagens (Ruggieri *et al.*, 1995). Vários trabalhos têm reportado aumento de produtividade de espécies de *Brachiaria* com a utilização da adubação nitrogenada, dentre os quais se destacam os realizados para *Brachiaria decumbens* (Alvim *et al.*, 1990; Andrade *et al.*, 1997; Ferragine e Monteiro, 1999), *B. humidicola* (Alvim *et al.*, 1990; Costa *et al.*, 2001), *B. ruziziensis* (Alvim *et al.*, 1990; Andrade *et al.*, 1996) e *B. brizantha* (Abreu e Monteiro, 1999; Cecato *et al.*, 2000; Alexandrino, 2000).

A espécie *Brachiaria brizantha* é considerada boa forrageira tropical em razão de suas características agrônomicas e de seus índices zootécnicos adquiridos, ocupa extensas áreas de cultivo no Brasil. Atualmente, tem sido recomendada para o sistema de integração agricultura-pecuária, principalmente em sistemas de rotação, ou na implantação de cultivos consorciados com culturas anuais, visando à diversificação da produção agropecuária. No entanto, em cultivos consorciados seu estabelecimento com uma cultura anual ocorre sob condições de competição entre a cultura e a forrageira, principalmente em plantio simultâneo (Portes *et al.*, 2000; Cobucci, 2001).

No milho, a competição por nutrientes é influenciada pelo tipo e pela disponibilidade do nutriente, pelo índice de precipitação pluvial e pelo uso eficiente dos nutrientes pelas plantas. No caso do nitrogênio, a

presença de um competidor durante o crescimento e desenvolvimento do milho pode alterar a disponibilidade deste no solo e a distribuição na planta (Rajcan e Swanton, 2001). A sua baixa disponibilidade no solo pode resultar no aumento dos sintomas de deficiência na cultura, caracterizada pelo surgimento de clorose e aumento da senescência foliar. Assim, segundo Tollenaar *et al.* (1994), sob alta competição ocorre diminuição da concentração de clorofila nas folhas, conduzindo a redução na taxa fotossintética, no acúmulo de biomassa e da produção de grãos. Este trabalho objetivou avaliar os efeitos do N aplicado em cobertura no solo sobre o estado nutricional e a produção do milho e da *B. brizantha*, cultivados em consórcio.

Material e métodos

O experimento foi conduzido de novembro de 2002 a outubro de 2003, no campo, em um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado há seis anos, no sistema de plantio direto, com a cultura do milho. Anteriormente à instalação do experimento, fez-se a dessecação química da vegetação com os herbicidas glyphosate + 2,4-D (1,44 kg ha⁻¹ + 0,335 kg ha⁻¹, respectivamente) e a coleta do solo à profundidade de 0 a 0,20 m, cuja análise química apresentou pH em água = 5,6; CTC (T) = 8,17; H + Al = 4,21; soma de bases = 3,96; Ca = 2,8 e Mg = 1,1 cmolc dm⁻³; P = 66,6 mg dm⁻³; K = 123 mg dm⁻³; e 1,49 dag kg⁻¹ de matéria orgânica. Os índices pluviométricos e as temperaturas médias ocorridas no período de condução do experimento estão apresentados na Figura 1.

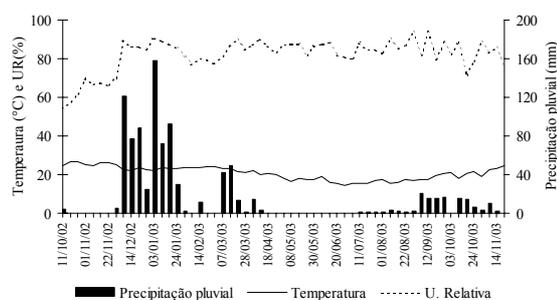


Figura 1. Médias semanais de precipitação pluvial, temperatura média e umidade relativa do ar ocorridas durante a condução do experimento. Viçosa, Estado de Minas Gerais, 2002/03.

O milho híbrido precoce AGN 2003 foi semeado em 11 de novembro de 2002 no espaçamento de 0,9 m entre fileiras, com sete sementes por metro linear. A adubação básica consistiu de 300 kg ha⁻¹ da formulação 8-28-16 (N-P-K). A *Brachiaria brizantha* cv. Vitória foi semeada com equipamento de tração animal após a semeadura do milho, sendo utilizados aproximadamente 3 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis no espaçamento de 0,45 m entre fileiras, correspondendo a duas dessas na entrelinha do milho.

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos constaram de cinco doses de N (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹) aplicadas em cobertura, na forma de uréia, aos 25 dias após a emergência (DAE) do milho (estádio de 5 a 6 folhas expandidas) nas parcelas consorciadas com milho mais a forrageira; e uma testemunha com milho solteiro, aplicando-se 120 kg ha⁻¹ de N, totalizando 24 parcelas. Cada parcela foi constituída de cinco fileiras de milho com 7 metros de comprimento e área útil com 16,66 m², formada pelas três fileiras centrais. A população de plantas daninhas após a semeadura do milho foi composta principalmente por *Digitaria horizontalis*, *Cenchrus echinatus* e por espécies do gênero *Ipomoea*. Para garantir o estabelecimento satisfatório das culturas, foi efetuada, aos 20 DAE, a aplicação de subdoses de nicosulfuron (8 g ha⁻¹) em mistura com atrazine (1.500 g ha⁻¹).

No florescimento da cultura do milho foram avaliados os teores de clorofila na folha, medidos com o clorofilômetro SPAD, modelo Minolta, e os teores de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg). As leituras, efetuadas com o medidor de clorofila, foram efetuadas na folha-índice (primeira abaixo da espiga), em dois pontos situados na parte central da folha e a dois centímetros da margem, em dez plantas por parcela. As folhas em que foram realizadas as leituras foram coletadas, secas em estufa de ventilação forçada a 70°C até atingir massa constante, e posteriormente, moidas. Parte desse material foi submetido à digestão sulfúrica, e o teor de N orgânico foi dosado com reagente de Nessler (Jackson, 1958). Outra parte do material foi submetida à digestão nitroperclórica, sendo posteriormente determinados os teores de K por fotometria de chama; Ca e Mg, por espectrofotometria de absorção atômica; P em espectrofotômetro pelo método da vitamina C modificado (Braga e Deffello, 1974).

O milho foi colhido mecanicamente em 22 de março de 2003 e por ocasião da colheita foram determinados o estande final de plantas, o rendimento de grãos e o peso de mil grãos corrigido para 13% de umidade. No período de setenta dias após a colheita, a área foi isolada e, posteriormente, submetida a pastejo contínuo, com 2,0 unidades animal (UA) ha⁻¹ até o início de setembro de 2003. Após a retirada dos animais, a área permaneceu em descanso por 40 dias, até a dessecação química da braquiária, para posterior plantio direto da cultura do milho. A avaliação da biomassa de *B. brizantha* foi realizada durante a colheita mecânica do milho, aos 50 dias após a colheita (DAC) deste e aos 40 dias após o período de pastejo (DAP), coletando-se aleatoriamente uma amostra de 1 m² em cada parcela. O material coletado foi levado ao laboratório e seco em estufa de ventilação forçada a 70°C por 72 horas para determinação da biomassa seca. Em seguida, foram

retiradas amostras em torno de 20 g, que foram moidas para determinação das concentrações de macronutrientes na biomassa seca da forrageira, conforme metodologia descrita anteriormente para o milho.

Os resultados foram submetidos à análise de variância; no caso do teste F significativo, realizou-se a análise de regressão linear em função das doses de N aplicadas em cobertura. Para a escolha dos modelos de regressão, os critérios utilizados foram a significância de até 1% dos coeficientes pelo teste de t, a simplicidade do modelo e o coeficiente de determinação. Fez-se a análise de correlação simples entre as variáveis dependentes, adotando 5 (*) e 1% (**) de significância pelo teste t.

Resultados e discussão

Observou-se, no milho, diferença significativa entre os tratamentos para os teores de clorofila total medidos com clorofilômetro (índice SPAD), N orgânico no tecido foliar avaliado no florescimento, rendimento de grãos e peso de mil grãos, os quais foram influenciados pelo aumento nas doses de N aplicadas em cobertura (Figuras 2 a 5). Nos tratamentos consorciados, a adição de cada unidade de N em cobertura incrementou em 0,0298; 0,005222; 10,4738; e 0,1666 as unidades SPAD, o teor de nitrogênio orgânico, o rendimento de grãos e o peso de mil grãos de milho, respectivamente (Figuras 2 a 5). Observou-se também que as correlações dos teores de N orgânico com o índice SPAD ($r = 0,97^*$), a produção de grãos ($r = 0,95^{**}$) e o peso de mil grãos ($0,94^{**}$) - e entre o índice SPAD e a produção ($r = 0,89^*$) e o peso de mil grãos ($0,97^{**}$) - foram positivas e significativas, indicando efeitos das doses de N da adubação em cobertura em magnitudes semelhantes, tanto sobre a produção de grãos quanto sobre os teores de N e da tonalidade de cor verde das folhas medido pelo clorofilômetro.

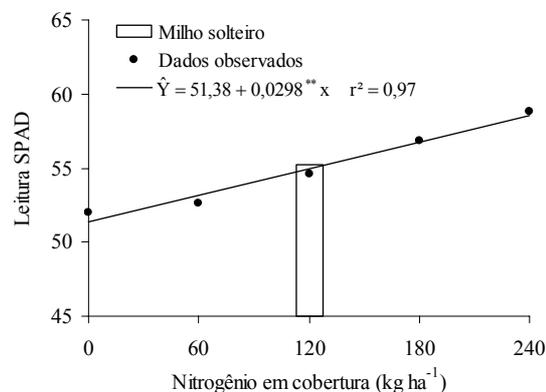


Figura 2. Leitura do teor de clorofila total (índice SPAD) nas folhas de milho por ocasião do florescimento, em função das doses de N aplicadas em cobertura, nos tratamentos consorciados e no milho solteiro. Viçosa, Estado de Minas Gerais, 2002/03.

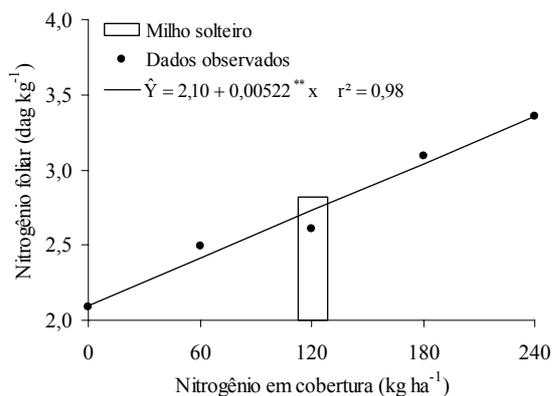


Figura 3. Teor de nitrogênio foliar avaliado no florescimento do milho, em função das doses de N aplicadas em cobertura, nos tratamentos consorciados e no milho solteiro. Viçosa, Estado de Minas Gerais, 2002/03.

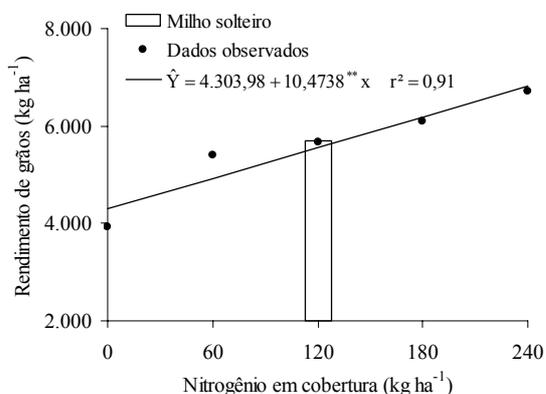


Figura 4. Rendimento de grãos de milho, em função das doses de N aplicadas em cobertura, nos tratamentos consorciados e no milho solteiro. Viçosa, Estado de Minas Gerais, 2002/03.

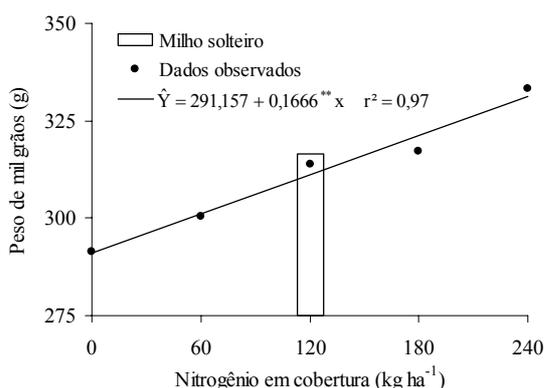


Figura 5. Peso de mil grãos de milho em função das doses de N aplicadas em cobertura, nos tratamentos consorciados e no milho solteiro. Viçosa, Estado de Minas Gerais, 2002/03.

Esses resultados estão de acordo com os observados por Recieri (1998) e Rocha (2003), que encontraram correlações positivas e significativas

entre os valores obtidos com o medidor de clorofila e o teor de N nas folhas durante o ciclo da cultura do milho e o rendimento de grãos. No entanto, segundo Argenta *et al.* (2002), o teor de N foliar na planta é influenciado pelo consumo de luxo e sua determinação demanda tempo relativamente longo entre coleta, processamento e análise laboratorial. Assim, no presente trabalho os valores de N obtidos, juntamente com a leitura SPAD, foram utilizados apenas como parâmetros indicativos do estado nutricional das plantas.

Observando os resultados correspondentes às leituras do clorofilômetro e ao teor de N orgânico obtido no florescimento feminino do milho, referentes à aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N em cobertura, tanto no consórcio quanto no milho solteiro, verifica-se que não houve interferência negativa de *B. brizantha* sobre o milho (Figuras 2 e 3). Esse comportamento foi atribuído ao manejo realizado com os herbicidas, pois o efeito tóxico do nicosulfuron sobre a sobrevivência de espécies de *Brachiaria* é descrito na literatura (Anderson *et al.*, 1998; Zagonel, 2002). Assim, a aplicação de subdoses desse herbicida contribuiu para minimizar a competição entre a forrageira e o milho durante o período crítico de prevenção da interferência do milho.

Os teores de N foliar nos tratamentos consorciados foram mais baixos para as doses menores de 120 kg ha⁻¹ de N aplicadas em cobertura, se comparados com os valores estabelecidos por Malavolta *et al.* (1989), de 2,75 a 3,25 dag kg⁻¹ na época de emissão do estigma. No entanto, no florescimento da cultura, Fageria *et al.* (1991) relataram adequados os teores de N maiores que 3,2 dag kg⁻¹, e Jones Jr. *et al.* (1991) consideraram adequados os de 2,7 a 4,0 dag kg⁻¹. Segundo os autores, as variações encontradas para os teores de N em tecido foliar de plantas de milho podem ser atribuídas às diferenças de material genético, de fertilidade de solo e, principalmente às mudanças nas condições climáticas.

Para os teores de P, K, Ca e Mg nos tecidos foliares do milho não houve efeito significativo em função dos tratamentos, sendo, dessa forma, apresentados o valor médio observado das doses de N aplicadas em cobertura para os tratamentos consorciados e para o milho solteiro (Tabela 1). O teor foliar de P foi superior em relação ao encontrado na faixa considerada adequada, segundo Malavolta *et al.* (1989), o que refletiu o suficiente suprimento dado pelo solo e pela adubação utilizada. Por sua vez, os teores de K, Ca e Mg situaram-se na faixa adequada sugerida pelos mesmos autores, confirmando, assim, que o estado nutricional do milho em relação a esses nutrientes se encontrava na faixa ótima.

Tabela 1. Teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio (dag kg⁻¹) no tecido foliar do milho avaliados durante o florescimento, em função das doses de N aplicadas em cobertura, nos tratamentos consorciados e no milho solteiro. Viçosa, Estado de Minas Gerais, 2002/03.

Macronutrientes	Consórcio*	Milho solteiro**
Fósforo	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,440$	0,438
Potássio	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2,143$	2,212
Cálcio	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,358$	0,361
Magnésio	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,376$	0,361

* Valores referentes às médias dos tratamentos consorciados. ** Médias referentes ao milho solteiro.

As maiores produtividades de grãos foram obtidas com a utilização das doses mais elevadas de N (Figura 4). Comportamento semelhante aos níveis de N orgânico e intensidade da cor verde medida com clorofilômetro foi observado em relação ao rendimento de grãos dos tratamentos consorciado e solteiro para a dose fixa de 120 kg ha⁻¹ de N aplicada em cobertura; nesses tratamentos, verificou-se que a competição entre as espécies consorciadas não foi significativa durante o período de convivência e se refletiram em produções equivalentes de grãos (Figura 4). Essa equivalência é confirmada pelos resultados citados por Cobucci (2001), que em trabalhos realizados no Estado de Goiás, constatou que a presença da forrageira não-tratada e tratada com 8 g ha⁻¹ de nicosulfuron não afetou a produção de milho, comparada com o sistema solteiro.

O efeito linear positivo das doses de N sobre o rendimento de grãos (Figura 4) concordam com os resultados obtidos por Muzilli *et al.* (1983) e Melgar *et al.* (1991) e discordam daqueles encontrados por Ferreira (1997) e Andrade Jr. e Cardoso (2000), que obtiveram ajuste quadrático. Respostas lineares das plantas de milho à aplicação de N são atribuídas, entre outros fatores, ao uso de genótipos melhorados - que possuem alta eficiência de uso desse nutriente, não atingindo o ponto de inflexão superior da curva de dose-resposta e também ao estoque de N do solo. No entanto, nesta pesquisa observou-se que os efeitos do N aplicado foram influenciados pela excessiva precipitação pluvial que atingiu a cultura após as aplicações das doses de N em época única em cobertura, até o florescimento do milho (Figura 1), refletindo-se, na resposta das características avaliadas e correlacionadas, em virtude, possivelmente, da perda de N pela lixiviação e, ou, escorrimento superficial. De acordo com White (1987), a quantidade de N perdida por lixiviação se deve ao seu teor na solução do solo (principalmente na forma de nitrato) e à quantidade de água percolada. Esse fato explica a maior perda de N verificada na maior dose aplicada, visto que a presença da forrageira não influenciou as características agrônomicas da cultura do milho.

O peso de mil grãos aumentou linearmente com as

doses crescentes de N, e a presença de *B. brizantha* não interferiu nos resultados desta variável (Figura 5). O enchimento de grãos está diretamente relacionado à mobilização de açúcares e de N dos órgãos vegetativos para os grãos (Karlen *et al.*, 1988). Após o florescimento, observou-se, no tratamento que não recebeu N em cobertura, sintoma típico de deficiência, caracterizada pelo amarelecimento das folhas inferiores. Todavia, nos tratamentos com as maiores doses de N aplicadas, as folhas estavam mais verdes, fato que certamente prolongou o período de translocação de açúcares e de N para os grãos.

A análise de variância da produção de biomassa seca da parte aérea de *B. brizantha* foi significativa ($p < 0,05$), e em todas as épocas avaliadas as respostas ao N se ajustaram a modelos lineares positivos (Figura 6). Por ocasião da colheita do milho, verificou-se que para cada quilo de N aplicado em cobertura no consórcio houve acréscimo de 6,16 kg ha⁻¹ de forragem produzida, o que demonstrou efeito significativo, mesmo sob sombreamento e competição imposto pelo milho, e pela injúria promovida pelas subdoses dos herbicidas. Estudos realizados por Castro *et al.* (1999) na avaliação do crescimento de espécies forrageiras sob luminosidade reduzida evidenciaram redução de 25% no acúmulo de biomassa seca de *B. brizantha* com sombreamento de 30% e 60% em relação à ausência deste. De forma semelhante, Portes *et al.* (2000), avaliando o crescimento dessa espécie em monocultivo e associada à cultura do milho, observaram que a forrageira que se desenvolveu a pleno sol produziu 19,5 t ha⁻¹ de biomassa seca total aos 120 dias; enquanto a que conviveu com o milho atingiu 2,54 t ha⁻¹, refletindo em perdas de rendimento devido ao sombreamento e à competição exercida por esta cultura.

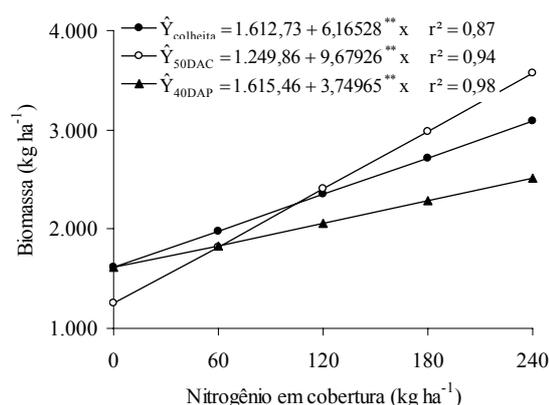


Figura 6. Biomassa seca de *B. brizantha* por ocasião da colheita do milho, aos 50 dias após a colheita (DAC) e aos 40 dias após o pastejo (DAP), em função das doses de N aplicadas em cobertura do milho. Viçosa, Estado de Minas Gerais, 2002/03.

O incremento significativo na produção de

biomassa seca da parte aérea de forrageiras tropicais pelo fornecimento de N é amplamente relatado na literatura (Abreu e Monteiro, 1999; Cecato *et al.*, 2000; Alexandrino, 2000), porém as respostas são variáveis de acordo com as condições climáticas, as doses do nutriente, o manejo adotado e da espécie forrageira em estudo (Pietrosemoli *et al.*, 1996).

No período posterior à colheita mecânica do milho, compreendido entre final de março e início de junho, em que a área experimental permaneceu vedada ao pastejo, verificou-se maior resposta de *B. brizantha* ao N residual da adubação em cobertura quando comparada com seu período de convivência com o milho (Figura 6). O efeito de dose-resposta no período posterior à colheita do milho foi significativo e representou ganhos de biomassa seca de 9,68 kg ha⁻¹ de forragem para cada quilo de N utilizado. Todavia, ao comparar as retas de regressão do rendimento forrageiro referente às épocas de colheita do milho e aos 50 DAC, observou-se que as doses de N aplicado em cobertura acima de 103,26 kg ha⁻¹ proporcionaram melhor recuperação de *B. brizantha* após a colheita mecânica do milho. Vários fatores do manejo influenciam a capacidade de recuperação de forrageiras, dentre os quais destacam-se a luminosidade, a umidade e a disponibilidade de minerais, especialmente o N (Langer, 1979). Portanto, esperava-se maior rendimento forrageiro em virtude da eliminação da competição acarretada pelo milho. Entretanto, este resultado pode estar associado à baixa precipitação pluviométrica que atingiu a área experimental no período pós-colheita do milho (Figura 1).

Após a retirada dos animais no início da estação chuvosa, a resposta da forrageira às doses de N usadas no consórcio foi moderada em relação às demais épocas de avaliação, com incremento de 3,75 kg ha⁻¹ de forragem produzida para cada unidade de adubo utilizado, confirmando os resultados anteriores de aumento da forragem produzida à medida que se elevaram os níveis aplicados de N (Figura 5). Esses resultados encontram respaldo nos trabalhos desenvolvidos por Carvalho *et al.* (1991) e Pietrosemoli *et al.* (1996), os quais observaram respostas positivas na produção de forragem de *B. decumbens* e *B. brizantha*, respectivamente, quando submetidas às doses de N de até 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Associados às doses de N, os ganhos de biomassa estão também relacionados à fertilidade natural do solo avaliado (Tabela 1), e à adubação residual de base utilizada no milho, principalmente em relação ao P, que interage positivamente com o N no estabelecimento e na produção de forrageiras, principalmente nas maiores doses.

Quanto à concentração do N orgânico na parte aérea de *B. brizantha*, observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) nos períodos em que *B.*

brizantha conviveu com o milho e aos 50 DAC, não sendo verificada diferença estatística aos 40 DAP. Da mesma forma que ocorreu com a produção de forragem, as respostas significativas dos teores de N orgânico em função dos tratamentos se ajustaram a modelos lineares positivos (Figura 7), com significativo grau de associação com o rendimento forrageiro da parte aérea, conferido pelos coeficientes de correlação de 0,92*, 0,86* e 0,94* na colheita do milho, aos 50 DAC e 40 DAP, respectivamente.

Por ocasião da colheita e aos 50 DAC, os teores de N orgânico na biomassa forrageira aumentaram em 2,25 e 1,16 10⁻² dag kg⁻¹, respectivamente para cada quilo de N utilizado, enquanto aos 40 DAP prevaleceu o valor de 1,343 dag kg⁻¹ de N orgânico das médias das doses utilizadas (Figura 6). No entanto, pequenas diferenças foram observadas na amplitude das respostas desses teores obtidos na colheita do milho e aos 50 DAC e que essas diferenças podem estar relacionadas às condições climáticas predominantes nesses períodos (Figura 1), visto que o ciclo do N no agroecossistema é aberto, e que as respostas ao seu uso são dependentes dessas condições, principalmente da quantidade e intensidade das chuvas. Por outro lado, a semelhança estatística entre os tratamentos obtida aos 40 DAP pode estar associada à mineralização do N presente na matéria orgânica, ocorrida no início da estação chuvosa (Figura 7).

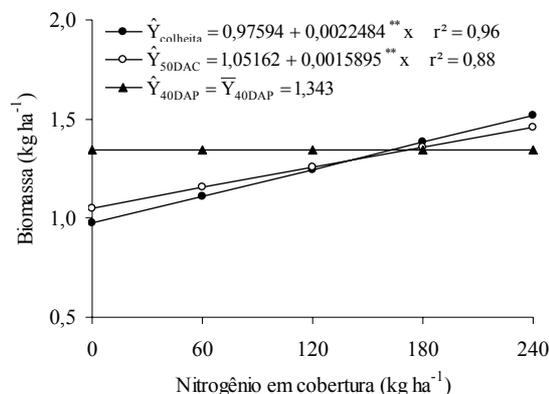


Figura 7. Teor de nitrogênio orgânico na parte aérea de *B. brizantha* por ocasião da colheita do milho, aos 50 dias após a colheita (DAC) e aos 40 dias após o pastejo (DAP), em função das doses de N aplicadas em cobertura do milho, Viçosa, Estado de Minas Gerais, 2002/03.

Os teores de P, K, Ca e Mg no tecido vegetal de *B. brizantha* não foram influenciados pelos tratamentos em todas as épocas avaliadas (Tabela 2), e se encontraram nas faixas adequadas para espécies do gênero *Brachiaria*, conforme resultados citados por Malavolta *et al.* (1986) e Castro *et al.* (2001).

Tabela 2. Teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio (dag kg⁻¹) na parte aérea de *B. brizantha* na colheita do milho, aos 50 dias após

a colheita (DAC) deste e aos 40 dias após o pastejo (DAP), em função das doses de N aplicadas em cobertura, nos tratamentos consorciados. Viçosa, Estado de Minas Gerais, 2002/03.

Macronutrientes	Épocas de coleta de <i>B. brizantha</i>		
	Colheita do milho	50 DAC	40 DAP
Fósforo	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,333$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,442$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,275$
Potássio	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,448$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,902$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,864$
Cálcio	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,463$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,428$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,443$
Magnésio	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,221$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,229$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,249$

Conclusão

Com base nestes resultados, observou-se aumento do rendimento de ambas as espécies consorciadas e das características correlacionadas a sua produção, em virtude do manejo que foi empregado. Entretanto, vale ressaltar que o parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura durante a convivência de ambas as espécies, ou após a colheita do milho, bem como o pastejo logo após a colheita do milho, mesmo sob menor pressão de pastejo, podem contribuir com resultados promissores, uma vez que, segundo Ruggieri *et al.* (1995), o perfilhamento de *B. brizantha* é favorecido quando a mesma é cortada no período de crescimento de março a abril.

Referências

- ABREU, J. B. R.; MONTEIRO, F. A. Produção e nutrição do capim-marandu em função da adubação nitrogenada e estádios de desenvolvimento. *Bol. Ind. Anim.*, Nova Odessa, v.56, n.2, p.137-146, 1999.
- ALEXANDRINO, E. *Crescimento e características químicas e morfológicas da Brachiaria brizantha cv. Marandu submetidas a cortes e doses de nitrogênio*. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- ALVIM, M. J. *et al.* Aplicação de nitrogênio em acessos de braquiária. 1. Efeito sobre a produção de matéria seca. *Past.Tropic.*, Cali, v.12, n.2, p.2-6, 1990.
- ANDERSON, D. D. *et al.* Mechanism of primisulfuron resistance in sathercane (*Sorghum bicolor*) biotype. *Weed Sci.*, Champaign, v.46, n.1, p.158-162, 1998.
- ANDRADE Jr.; A. S.; CARDOSO, M. J. Otimização da adubação nitrogenada em milho sob irrigação. In: XVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2000 Uberlândia, *Anais...* Uberlândia, 2000. CD-ROOM.
- ANDRADE, J. B. *et al.* Efeitos das adubações nitrogenadas na produção e composição da forragem de *Brachiaria ruziziensis*. *Pesq. Agropecu. Bras.* Brasília, v.31, n.9, p.617-620, 1996.
- ANDRADE, J. B. *et al.* Nitrogênio e potássio na produção e composição da forragem de *Brachiaria decumbens* Stapf. *ARS Veterinária*. Jaboticabal, v.13, n.3, p.268-274, 1997.
- ARGENTA, G. *et al.* Parâmetros da planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.37, n.4, p.519-527, 2002.
- BRAGA, J. M.; DEFFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e plantas. *Rev. Ceres*, Viçosa, v.21, p.73-85, 1974.

BULL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Informações Agrônomicas. Piracicaba: Potafos, 1993, p.63-145.

CARVALHO, M.M. *et al.* Resposta de uma espécie de braquiária a fertilização com nitrogênio e potássio em um solo ácido. *Rev. Bras Cienc. Solo*, Viçosa, v.15: p.195-200, 1991.

CASTRO, C. R. T. *et al.* Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. *Rev. Bras. Zootec.* Viçosa, v.28, n.5, p.919-927, 1999.

CASTRO, C. R. T. *et al.* Efeitos do sombreamento na composição mineral de gramíneas forrageiras tropicais. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.30, suplemento, p.1959-1968, 2001.

CECATO, U. *et al.* Influência da adubação nitrogenada e fosfatada na produção, na rebrota e no perfilhamento do capim-marandú (*Brachiaria brizantha* [Hochst] stapf. Cv. Marandu). *Acta Scientiarum*, Maringá, v.22, n.3, p.817-822, 2000.

COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: ZAMBOLIN, L. (Ed.). *Manejo Integrado Fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001.p.583-624.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. *Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação*. Piracicaba: Arquivo do Agrônomo, 1995.

COSTA, M. N. X *et al.* Influência de épocas e doses de adubação nitrogenada na produção estacional do capim *Brachiaria humidicola*. *Bol. Ind. Anim.*, Nova Odessa, v.58, n.2, p. 153-167, 2001.

DA ROS, C. O. *et al.* Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes métodos de adubação no sistema de plantio direto. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v.33, n.5, p.799-804, 2003.

FAGERIA, N. K. *et al.* *Growth and mineral nutrition of field crops*. New York: Marcel Dekker, 1991.

FERRAGINE, M. D. C.; MONTEIRO, F. A. Combinação de doses de nitrogênio e potássio na nutrição mineral de capim braquiária. *Bol. Ind. Anim.*, Nova Odessa, v.56, n.1, p.25-33, 1999.

FERREIRA, A. C. B. *Efeitos da adubação com N, Mo e Zn sobre a produção, qualidade dos grãos e concentração de nutrientes no milho*. 1997. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

JACKSON, M. L. Nitrogen determination for soil and plant tissue. In: JACKSON, M. L. (Ed.). *Soil chemical analysis*. New Jersey, 1958, p.183-204.

JONES, Jr., J. B. *et al.* Plant analysis handbook - a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Georgia: Micro-Macro Publishing, Inc., 1991.

KARLEN, D. L. *et al.* Aerial partitioning of nutrients by corn. *Agron. J.*, Madison, v.80, p.232-242, 1988.

LANGER, R. H. *How grasses grow*. 2 ed. London: Longman, 1979.

MALAVOLTA, E. *et al.* *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafos, 1989.

MALAVOLTA, E. *et al.* Exigências nutricionais das

- plantas forrageiras. In: MATTOS, H. B. (Ed.) *Calagem e adubação de pastagens*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986, p.31-91.
- MARCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. London: Academic Press, 1995.
- MELGAR, R. J. et al. Doses e épocas de aplicação de fertilizante nitrogenado para o milho em latossolo a Amazônia Central. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v.15, n.3, p.289-296, 1991.
- MELLO, S. A. et al. Efeitos de doses e modos da aplicação de uréia na produção de milho. *Rev. Bras. Cienc. Solo*. Viçosa, v.12, p.269-274, 1988.
- MUCHOW, R. C; SINCLAIR, T. R. Effect on nitrogen supply on maize yield: II. Field and model analysis. *Agron. J.*, Madison, v.87; p.642-648, 1995.
- MUZILLI, O. et al. Adubação nitrogenada em milho no Paraná. III - Influência da recuperação do solo com adubação verde de inverno nas respostas a adubação nitrogenada. *Pesq. Agropecu. Bras.* Brasília, v.18, n.1, p.23-27, 1983.
- PORTES, T. A. et al. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.35, n.7, p.1349-1358, 2000.
- PIETROSEMOLI, S. et al. Respuesta del pasto *Brachiaria brizantha* a la fertilizacion nitrogenada. *Revista de La Facultad de Agronomia*, Julia, v.13, n.5 p.551-560, 1996.
- RAJCAN, I., SWANTON, C. Understanding maize-weed competition: recourse competition, light quality and the whole plant. *Field Crop Res.* Amsterdam, v.71, p.139-150, 2001.
- RECIERI, H. O. *Produção e teores de nitrogênio no solo e no milho safrinha irrigado em resposta a doses de nitrogênio, de composto orgânico e de molibdênio*. 1998. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- ROCHA, R.C.N. *Respostas de híbridos de milho e ciclo superprecoce, precoce e normal a aplicação de nitrogênio no sistema de plantio direto*. 2003. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.
- RUGGIERI, A. C. et al. Efeitos de níveis de nitrogênio e regimes de corte na distribuição da composição bromatológica e na digestibilidade "in vitro" da matéria seca da *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv Marandu. *Rev. Bras. Zootec.* Viçosa, v.24, n.2, p.222-232, 1995.
- SINCLAIR, T. R; HORIE, T. Leaf nitrogen, photosynthesis and crop radiation use efficiency: a review. *Crop Sci.*, Madison, v.29, p.90-98, 1989.
- TOLLENAAR, M et al. Effect of weed interference and soil nitrogen on four maize hybrids. *Agron. J.*, Madison, v.86, p.596-601, 1994.
- UHART, A.S; ANDRADE, F. H. Nitrogen deficiency in maize: I - Effects on crop, growth, development, dry matter partitioning and kernel sets. *Crop Sci.*, Madison, v.35. p.1376-1383, 1995.
- WHITE, R. E. Leaching In: WILSON, J. R. *Advances in nitrogen cycling in agricultural ecosystems*. Wallingford: CAB International, 1987. p.193-211.
- ZAGONEL, J. Eficácia do Equip Plus no controle de plantas daninhas na cultura do milho em plantio direto. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas*, Londrina, v.8, n.2, p.27-32, 2002.

Received on July 29, 2004.

Accepted on January 26, 2005.