

INTERAÇÃO ENTRE MOLIBDÊNIO E NITROGÊNIO NO CRESCIMENTO DE *BRACHIARIA BRIZANTHA* CV. MARANDU

Danilo Zanutto de Oliveira Medeiros¹, Gustavo Maia Souza^{1*}

¹Laboratório de Ecofisiologia Vegetal, Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, Rodovia Raposo Tavares km 572, Bairro Limoeiro, CEP: 19067-175 Presidente Prudente, SP, Brasil. *Autor correspondente: gustavo@unoeste.br

RESUMO

Com o empobrecimento dos solos da região sudeste do país, o gênero *Brachiaria* vem sendo um importante aliado aos pecuaristas, na condição de suportar solos com baixa fertilidade. Desta forma, este estudo tem como objetivo verificar os efeitos de diferentes doses de Mo (0, 30, 60, 90 g ha⁻¹) sobre a fisiologia e produção de *B. brizantha* cv. 'Marandu', e sua interação com diferentes doses de nitrogênio (0, 40, 80 kg ha⁻¹). Para tanto foram avaliados durante um processo de simulação de pastoreio em casa de vegetação o teor de proteína bruta, produção de matéria seca, número de perfilhos e atividade da enzima nitrato redutase. A hipótese deste trabalho considerou que, uma vez que o Mo afeta o metabolismo do nitrogênio, interferindo na atividade da nitrato redutase (NR), esperava-se que diferentes doses deste micronutriente influenciassem o crescimento da *B. brizantha* cv. 'Marandu'. Entretanto, nossos resultados não evidenciaram um clássico padrão de dose-efeito em relação ao Mo. Por outro lado, os resultados sugeriram que as suplementações com Mo em *B. brizantha* cv 'Marandu' devem ser realizadas em conjunto com uma adubação nitrogenada.

Palavras chave: *Brachiaria brizantha*, crescimento, molibdênio, nitrato redutase, nitrogênio.

MOLYBDENUM EFFECTS IN DIFFERENT NITROGEN CONCENTRATIONS ON *BRACHIARIA BRIZANTHA* CV. 'MARANDU' YIELD

ABSTRACT

Because of depletion of the soils in south-east Brazil, *Brachiaria* sp. has increased its importance among cattle farmers, since it can tolerate soils with low nutrient levels. The hypothesis of this study took into account that, since Mo is a co-factor of nitrate reductase activity affecting nitrogen metabolism, different concentrations of this micronutrient could support an increase in *B. brizantha* growth. Therefore, the objective of this study was to verify the effects of different concentrations of Mo on physiology and yield of *Brachiaria brizantha* cv. 'Marandu', and the interaction with different N concentrations in Presidente Prudente – SP, Brazil. Under simulated graze in greenhouse conditions, percentage of total protein, dry matter production, number of shoots, and nitrate reductase activity was evaluated. Our results didn't show any expected dose-response curve in relation to Mo concentrations. However, the results indicated that Mo supplies for *B. brizantha* should be carried out plus nitrogen supplementation.

Key words: *Brachiaria brizantha*, growth, molybdenum, nitrate reductase, nitrogen.

INTRODUÇÃO

As gramíneas do gênero *Brachiaria* são conhecidas desde a década de 1950 no Brasil, entretanto, a verdadeira expansão deu-se nas décadas de 1970 e 1980, principalmente nas regiões de clima tropical. Entre as espécies de *Brachiaria*, a *B. brizantha* é uma das mais difundidas no país (Zimer et al., 1995).

O capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. 'Marandu') é uma gramínea forrageira perene, de hábito de crescimento cespitoso, formando touceiras de até 1,0m de diâmetro e perfilhos com altura de até 1,5m. Apresenta rizomas horizontais curtos, duros, curvos e cobertos por escamas glabros, de cor amarela à púrpura. Suas raízes são profundas o que favorece sua sobrevivência durante períodos de seca prolongados. Originário da África Tropical encontra-se amplamente distribuído na maioria dos cerrados tropicais e em áreas anteriormente sob vegetação de florestas da região Amazônica. Ela vegeta bem em altitudes que variam desde o nível do mar até 1.800 m, principalmente em regiões onde a precipitação oscila entre 1.000 e 3.500 mm por ano. Desenvolve-se bem em diferentes tipos de solos apresentando boa adaptação aos solos arenosos ou argilosos, desde que bem drenados. O valor nutritivo de suas folhas é considerado entre moderado e bom, a digestibilidade da matéria seca está entre 65 e 72%; teores de proteína bruta entre 7 e 15%; teores de fósforo variam de 0,15 a 0,17% e de cálcio entre 0,14 e 0,22%. Recomenda-se que sua altura de corte fique entre 20 e 30 cm, para facilitar o rebrote da planta (Costa et al., 2001).

Segundo Santos-Júnior et al. (2004) a aplicação de nitrogênio em *B. brizantha* tem efeito positivo sobre a taxa de crescimento, bem como

sobre o aumento de área foliar e da massa foliar. Entretanto, estes efeitos sobre o crescimento podem variar em função da idade da planta em que as aplicações de N são feitas. De maneira geral, a presença de N promoveu maior peso médio e densidade populacional de perfilhos em *B. brizantha*, porém, para as plantas que receberam suprimento de N observou-se correlação negativa entre peso médio e o número de perfilhos (Alexandrino et al. 2004). Segundo Cecato et al. (2004), a aplicação crescente de nitrogênio (até 600 Kg ha⁻¹) proporcionou incremento nos teores de proteína bruta e de fósforo em *B. brizantha*, sendo estes maiores no período de verão. Entretanto, a aplicação de quantidades crescentes do nitrogênio não melhorou a digestibilidade *in vitro* da matéria seca do capim Marandu, muito embora tenha promovido redução da fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido.

Embora as deficiências de micronutrientes nas plantas forrageiras ainda não tenham assumido proporções generalizadas e limitantes para a produção, não se pode esquecer de sua importância para o desenvolvimento das plantas e na própria nutrição animal (Mattos & Colozza, 1986, Taiz e Zeiger, 2004).

O molibdênio é o micronutriente em menor abundância no solo e na planta, porém é de extrema importância para o metabolismo vegetal (Malavolta, 1980; Taiz & Zeiger, 2004). Os íons molibdênio (Mo⁺⁴ até Mo⁺⁶) são cofatores de várias enzimas, incluindo a nitrato redutase (NR) e a nitrogenase (Taiz & Zeiger, 2004).

A NR catalisa a redução do nitrato a nitrito durante sua assimilação pela célula vegetal. A atividade da NR freqüentemente limita o crescimento e a síntese protéica nas plantas (Solomonson & Barber, 1990). O primeiro

indicativo da deficiência de Mo é a clorose generalizada entre as nervuras e necrose das folhas mais velhas (Taiz & Zeiger, 2004). Sob deficiência de Mo a atividade da NR em plantas não leguminosas é reduzida em cerca de 26%, e o conteúdo de óxido nítrico (NO) cai cerca de 44% (Xu & Zhao, 2003). O NO é uma molécula sinalizadora envolvida nos processos de regulação fisiológica e respostas de plantas às perturbações ambientais (Gould et al., 2003).

Nos solos brasileiros o teor total de Mo varia entre 0,5 e 5 mg dm⁻³, e o disponível varia de 0,1 a 0,25 mg dm⁻³. A disponibilidade do Mo é dependente do pH do solo. Solos ácidos (pH < 5) possuem baixa disponibilidade desse íon (Malavolta, 1980; Taiz & Zeiger, 2004).

Embora as plantas necessitem apenas de pequenas quantidades de Mo, alguns solos não suprem esta demanda. Pequenas adições de Mo nesses solos podem melhorar consideravelmente o crescimento de culturas e forrageiras a um custo relativamente baixo (Solomonson & Barber, 1990, Sagi & Lips, 1998, Taiz & Zeiger, 2004). A adição de 20g ha⁻¹ de Mo associada à adubação nitrogenada aumentou a produção de grãos em plantas de feijoeiro irrigado (Fullin et al., 1999). Em milho a adubação com 90 g ha⁻¹ de Mo elevou em 3% o teor de proteína nos grãos (Ferreira et al., 2001).

Uma vez que o Mo afeta o metabolismo do nitrogênio, interferindo na atividade da nitrato redutase (NR), espera-se que diferentes doses desse micronutriente influenciem o crescimento da *B. brizantha* cv. Marandu, otimizando a eficiência da nitrato redutase.

Embora haja uma escassez de informações na literatura sobre o uso de micronutrientes em pastagens, especialmente o

Mo, o que por si só justificaria a proposta desse estudo, alguns trabalhos indicam um potencial de utilização do Mo para a otimização da produção de forrageiras. Segundo Solomonson e Barber (1990) a atividade da NR afeta a síntese protéica nas plantas. Uma vez que a enzima ribulose bifosfato carboxilase/oxigenase (Rubisco), enzima fixadora do CO₂ no processo fotossintético, representa cerca de 50% de toda a proteína foliar, espera-se que um aumento na atividade da NR, em função de diferentes concentrações de Mo, traga conseqüências positivas para a assimilação líquida de CO₂, conseqüentemente aumentando a taxa de crescimento das plantas. Como resultado, poder-se-ia esperar uma redução no intervalo de tempo entre os cortes das plantas promovidos pelo pastoreio. Este estudo teve como objetivo verificar a interação entre a adubação nitrogenada e de molibdênio sobre o crescimento *B. brizantha* cv. Marandu,.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na UNOESTE (Universidade do Oeste Paulista) em casa de vegetação em Presidente Prudente, SP,

Sementes de *Brachiaria brizantha* cv Marandu foram germinadas em vasos perfurados contendo 12 kg de solo tipo argissolo vermelho-amarelo. Para evitar problemas relacionados com fatores potencialmente limitantes que não estejam sob análise neste estudo, o solo utilizado no experimento foi previamente corrigido para apresentar as seguintes características químicas: Fósforo (super simples) 15 ppm de P (resina), 2,5 mmol_c dm⁻³ de Potássio (K), e 65% de saturação por base (V%). A calagem foi realizada com 5 g por vaso de calcário dolomítico.

Seis sementes por vaso foram postas para germinar em janeiro de 2005. Vinte dias após a germinação foi realizado um desbaste mantendo-se apenas uma planta por vaso. Os tratamentos foram realizados combinando-se 4 doses de molibdênio (Mo) (0, 30, 60, 90 g ha⁻¹ na forma de molibdato de amônio, (NH₄)₆ Mo₇ O₂₄ 4H₂O) com três doses de nitrogênio (N) (0, N0; 40, N40; 80, N80 kg ha⁻¹ na forma de sulfato de amônio). O molibdato de amônio foi dissolvido em água destilada e adicionado aos vasos em dose única no início do experimento, após o desbaste das plantas. O nitrogênio em forma de sulfato de amônio foi adicionado aos vasos em três etapas (1/3 do total em cada aplicação) ao longo do experimento. A primeira aplicação foi realizada 70 dias após a germinação, e as demais após 35 dias de intervalos entre cortes. Cada tratamento foi realizado com quatro repetições (vasos) dispostos aleatoriamente e, a cada semana, eram rearranjados aleatoriamente para evitar exposição a condições específicas que pudessem interferir nos resultados. As plantas foram irrigadas periodicamente adicionando 500ml de água a cada dois dias, para manter a capacidade de campo, verificada por meio de pesagem dos vasos.

Durante o experimento foi simulado o pastoreio cortando-se as plantas a altura de 25 cm do solo. Foram realizados três cortes no total. O primeiro corte foi realizado 70 dias após a germinação, e os demais com intervalos de 35 dias.

A cada corte foram realizadas as seguintes análises: a) porcentagem de proteína bruta (Watt & Merrill, 1975), b) matéria seca, c) número de perfilhos, d) atividade da enzima nitrato redutase (NR; EC 1.6.6.1) segundo Jaworski

(1971). Para análise da atividade da NR foram coletados 200 mg de tecido foliar entre as 8:00 e 10:00h e infiltrados a vácuo em tampão fosfato 0,1 M mais 50 mM de KNO₃ e 3% de propanol. A seguir a mistura foi encubada no escuro por 40 min. a 28°C. A uma alíquota de 1 ml da solução foi adicionada 2 mL de água destilada, 1 mL de sulfanilamida 1%, e 1 mL de N-naftil-etileno-diamino 0,02%. Esta solução foi encubada por mais 30 min. no escuro e a leitura de absorbância das amostras foi realizada em espectrofotômetro a 540 nm.

Análise de parâmetros fotossintéticos

Durante o período da manhã (9:00 as 11:00h) foram realizadas medidas de trocas gasosas (assimilação líquida de CO₂, condutância estomática, transpiração, e concentração intercelular de CO₂) com um medidor portátil de fotossíntese (modelo CIRAS-2, PPSystems, UK). Simultaneamente, foi realizada uma análise da fluorescência da clorofila *a* com um fluorômetro portátil de luz modulada (modelo FMS-2, Hansatech, UK). Os parâmetros determinados foram: eficiência quântica potencial (F_v/F_m) e efetiva ($\square F/F_m'$) do FSII, coeficientes de extinção fotoquímica [$qP = (F_m' - F_s)/(F_m' - F_0')$] e não-fotoquímico [$NPQ = (F_m - F_m')/F_m'$] da fluorescência, e a taxa de transporte de elétrons ($ETR = DFFF * \square F/F_m' * 0,5 * 0,84$, onde DFFF é a densidade de fluxo de fótons fotossintéticos) (Bilger et al., 1995). Os valores de F_m e F_v indicam, respectivamente, as fluorescências máxima e variável, determinada após 30 minutos de adaptação ao escuro (F_m' e F_s são, respectivamente, a fluorescência máxima e no estado de equilíbrio dinâmico na presença de luz, e F_0' representa a fluorescência basal após a excitação do FSI).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$), e as curvas de resposta ao Mo foram ajustadas por regressões lineares ou quadráticas

RESULTADOS E DISCUSSÃO

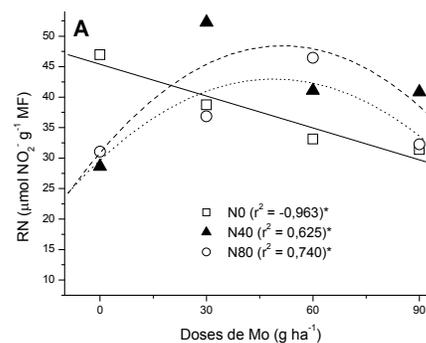
Diferentemente do esperado, os resultados mostraram que as diferentes doses de molibdênio associadas a diferentes concentrações de nitrogênio não surtiram quaisquer efeitos significativos ($p > 0,05$) sobre os parâmetros fotossintéticos avaliados, sejam os fotoquímicos ou os relacionados às trocas gasosas.

Por outro lado, os demais parâmetros avaliados mostraram respostas significativas aos tratamentos testados. Isto em si não gera necessariamente uma contradição, uma vez que enquanto os parâmetros fotossintéticos avaliados são medidas instantâneas que podem apresentar grande variabilidade em escalas de tempo curtas, os parâmetros de crescimento são medidas integrativas ao longo do tempo de desenvolvimento das plantas, portanto, são medidas mais estáveis que podem representar mais adequadamente os efeitos de longo prazo de uma adubação sobre o crescimento da planta.

As diferentes doses de Mo tiveram efeitos diferenciados sobre a atividade da enzima nitrato redutase (NR), em cada dose de N entre as diferentes épocas de corte. Após o primeiro corte o aumento crescente das doses de Mo teve um efeito linear negativo ($r^2 = 0,963$) sobre as plantas crescidas sem adição suplementar de N (Figura 1 A). Por outro lado, as doses de Mo tiveram um efeito quadrático sobre as plantas que foram suplementadas com N. No tratamento N40 a atividade da NR foi significativamente aumentada ($p < 0,05$) na dose de 30 g ha^{-1} de Mo,

permanecendo estável com o aumento das demais doses (Figura 1 A). Já em relação ao tratamento com maior dose suplementar de N (N80) foi observado uma tendência de aumento linear da atividade da NR até a dose de 60 g ha^{-1} de Mo, seguida por uma drástica redução na dose de 90 g ha^{-1} de Mo (Figura 1 A).

Após o segundo corte observou-se uma ausência de resposta da NR às doses de Mo nas plantas sem adição de N. Todavia, no tratamento N40 observou-se uma tendência do aumento da atividade da NR nas doses mais altas de Mo (60 e 90 g ha^{-1}), o mesmo sendo observado no tratamento N80 na dose de 90 g ha^{-1} de Mo (Figura 1 B). A análise da atividade da NR após o terceiro corte mostrou que não houve alterações desta enzima nas plantas do tratamento N80, diferentemente do que ocorreu após os dois primeiros cortes. Por outro lado, houve uma tendência de aumento da atividade da NR nas plantas sem suplementação de N que foram submetidas ao Mo, sendo o valor mais alto observado na dose 90 g ha^{-1} de Mo. Já no tratamento N40, não foi observada uma típica resposta dose-efeito do Mo, sendo o maior valor da atividade da NR observado na dose de 30 g ha^{-1} de Mo e o menor na dose de 60 g ha^{-1} de Mo.



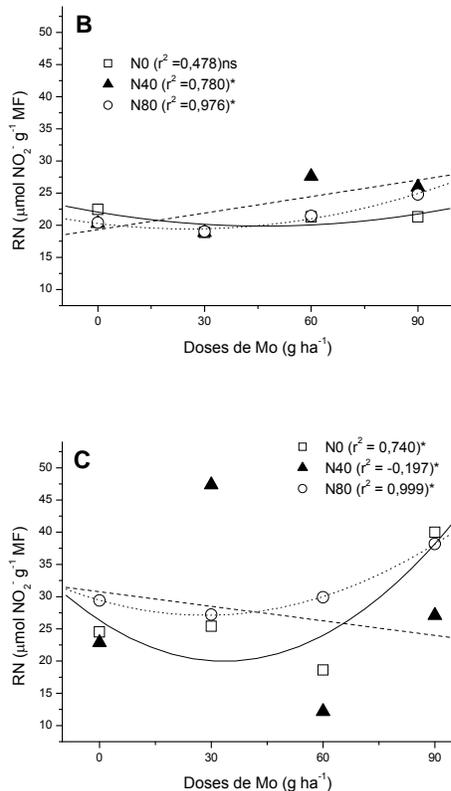


Figura 1: Atividade da enzima Nitrato Redutase, em três doses de nitrogênio(N) 0, 40 e 80 Kg ha^{-1} em relação as 4 doses de Molibdênio(Mo) 0, 30, 60 e 90 g ha^{-1} , nos três cortes, **A** primeiro corte, **B** segundo corte e **C** terceiro corte. * significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo.

Segundo Sagi & Lips (1998) a suplementação de N exclusivamente por fontes de NH_4^+ pode afetar negativamente a atividade da NR. Isto pode ser resultado da inibição da assimilação de NO_3^- pelas altas concentrações de NH_4^+ (Oaks & Hirel, 1985), ou por efeito tóxico do NH_4^+ sobre a capacidade assimilatória das raízes (Pilbeam & Kirby, 1992), ou ainda em função do excesso de NH_4^+ gerar uma alta concentração de amidas nas raízes, que pode potencialmente inibir a assimilação de NO_3^+ (Sivasankar & Oaks, 1995). Além disso, o NH_4^+ pode reduzir o conteúdo do co-fator de Mo da NR (Sagi & Lips, 1998), o que poderia explicar alguns dos resultados obtidos em

nosso estudo, que utilizou a apenas o $\text{NH}_4(\text{SO}_4)_2$ como fonte de N.

Com relação à produção de matéria seca vegetal, não foram observados resultados significativos com as mudanças nas doses de Mo, independentemente da suplementação com adubo nitrogenado, tanto no primeiro quanto no segundo cortes (Figuras 2-A e 2-B). Todavia, observou-se um claro aumento da produção de matéria seca com a suplementação de N, sobretudo no tratamento N80 (Figuras 2-A e 2-B). Entretanto, após o terceiro corte observou-se um decréscimo, embora não significativo, de aumento de matéria seca com as doses de Mo no tratamento N40. Além disso, no tratamento N80 a dose de 30 g ha^{-1} de Mo resultou em um aumento significativo da massa da matéria seca (Figura 2-C).

Considerando o número de perfilhos no primeiro e segundo cortes (Figuras 3-A e 3-B) nos tratamentos com doses crescentes de Mo sem adição de N, observou-se uma pequena tendência de aumento no número de perfilhos das doses de 0 g ha^{-1} para Mo 60 g ha^{-1} , e uma queda significativa no tratamento com Mo 90 g ha^{-1} . Nos tratamentos N40 e N80 não foram observadas diferenças entre as doses de Mo. Após o terceiro corte, não foram observadas tendências significativas em relação às doses de Mo, independentemente da suplementação com N.

Todavia, pode-se observar um aumento do número de perfilhos com o aumento das doses de suplementação nitrogenada, sobretudo nos tratamentos com N80 (Figura 3 C), conforme também foi observado por Alexandrino et al. (2004).

Na ausência de N a adubação com Mo proporcionou forte incremento na PB da pastagem. Em

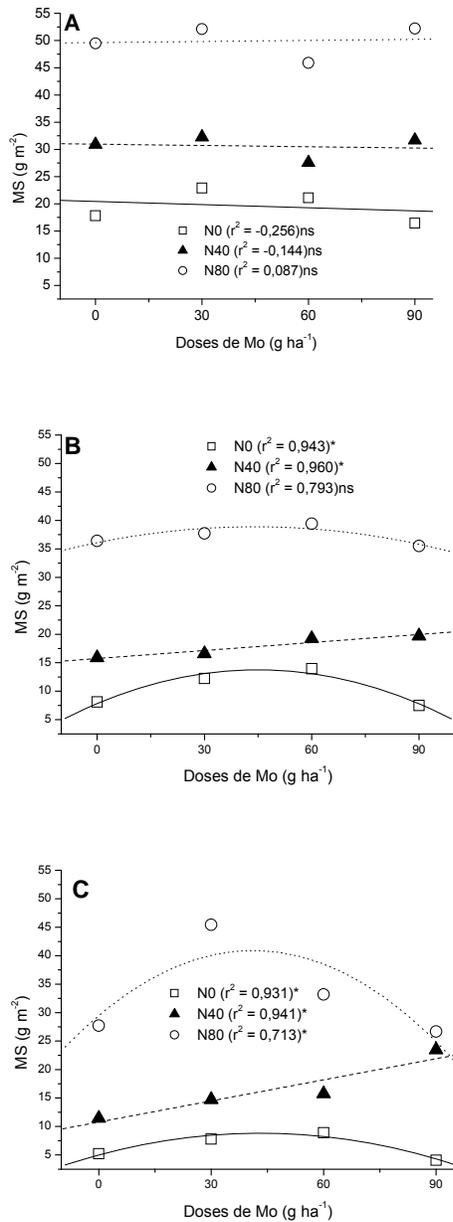
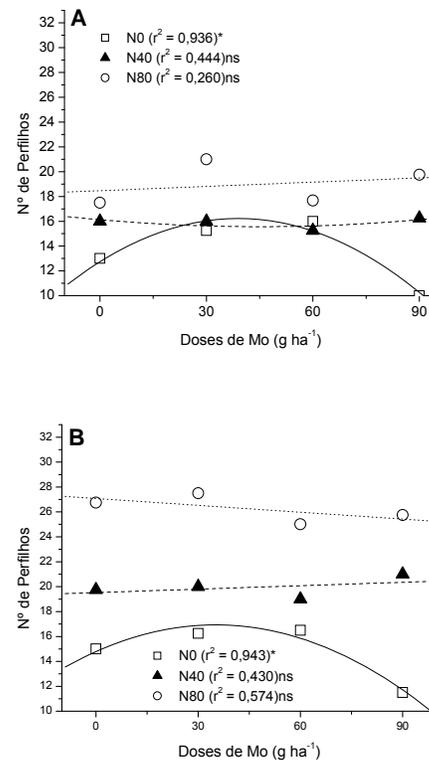


Figura 2: Produção de matéria seca, g m⁻² em três doses de nitrogênio(N) 0, 40 e 80 Kg ha⁻¹ em relação as 4 doses de Molibdênio(Mo) 0, 30, 60 e 90 g ha⁻¹, nos três cortes, **A** Primeiro corte, **B** segundo corte e **C** terceiro corte. * = tendências significativas com p = 5%; ns = tendências não significativas.

contrapartida, o Mo prejudicou a qualidade protéica da braquiária nos tratamentos que receberam 40 e 80 kg ha⁻¹ de N. Com relação à proteína bruta (PB), no primeiro corte os tratamentos com N0 com a adição de molibdênio

(6% de aumento entre as doses de 0 e 90 g ha⁻¹ de Mo), porém não foram observadas diferenças significativas entre as médias (p>0,05).

Nos tratamentos com adição de 40 e 80 kg ha⁻¹ de N foram observadas tendências de queda em relação ao aumento de Mo, porém sendo não significativa dentre os tratamentos com mesma dosagem de N (Figura 4 A). Esta tendência de queda pode ser promovida pelo efeito desenvolvimento da planta, antecipando as perdas por senescência (Alexandrino et al., 2004).



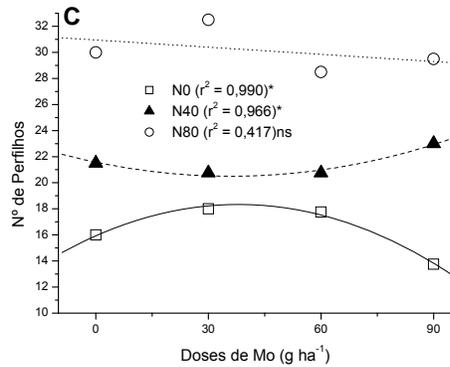


Figura 3: Número de Perfilhos por vaso, em três doses de nitrogênio (N) 0, 40 e 80 Kg ha⁻¹ em relação as 4 doses de Molibdênio (Mo) 0, 30, 60 e 90 g ha⁻¹, nos três cortes, **A** Primeiro corte, **B** segundo corte e **C** terceiro corte. * = tendências significativas com p = 5%; ns = tendências não significativas.

do N que pode acelerar o Apenas houve diferença significativa entre os tratamentos N40Mo0 sendo maior que N80Mo90. No segundo corte, o tratamento sem adição de N apresentou queda no teor de PB com Mo 30 g ha⁻¹. Todavia, a partir da dosagem de 60 g ha⁻¹ de Mo observou-se um aumento no teor de PB até a dosagem de 90 g ha⁻¹, que foi significativamente superior ao Mo30. Com a adição de 40 e 80 kg ha⁻¹ de N não foram observadas tendências significativas no teor de PB (Figura 4 B).

No terceiro corte os tratamentos sem suplementação de N não apresentaram um padrão de resposta tipo dose-efeito em relação ao Mo. Entretanto, as doses mais elevadas de Mo promoveram uma tendência de aumento significativo da PB nas plantas que foram suplementadas com 40 kg ha⁻¹ de N. Nos tratamentos

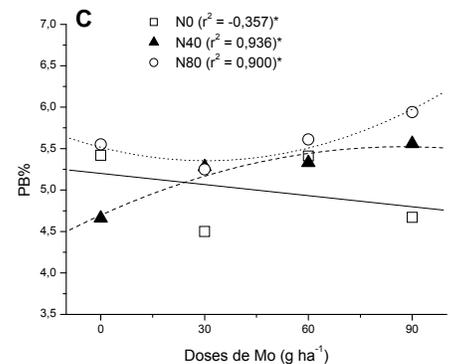
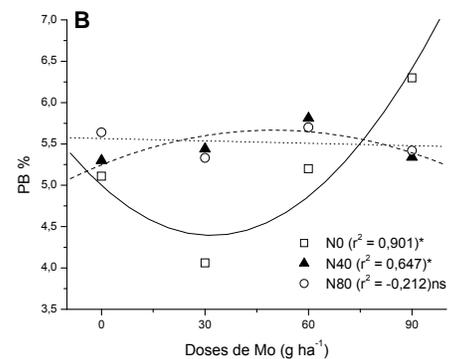
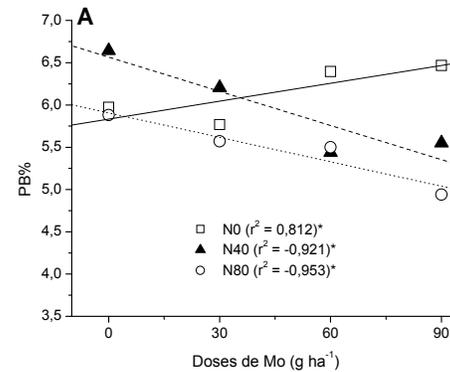


Figura 4: Porcentagem de Proteína Bruta, em três doses de nitrogênio (N) 0, 40 e 80 Kg ha⁻¹ em relação as 4 doses de Molibdênio (Mo) 0, 30, 60 e 90 g ha⁻¹, nos três cortes, **A** Primeiro corte, **B** segundo corte e **C** terceiro corte. * = tendências significativas com p = 5%; ns = tendências não significativas. que receberam uma suplementação de 80 kg ha⁻¹ de N, apenas as plantas que cresceram na dosagem de 90 g ha⁻¹ de Mo apresentaram uma tendência de aumento da PB (Figura 4 C).

Segundo a literatura, dependendo das condições nutricionais do solo, o aumento da disponibilidade de Mo pode ser alcançada apenas com uma correção de pH do solo para níveis acima de 5,5 (Malavolta, 1980, Taiz & Zieger, 2004). Entretanto, devido a grande escassez de informações na literatura sobre adubação com micronutrientes em pastagens, é importante a realização de mais estudos nesta área em função da potencialidade de ganhos para produção que tal suplementação poderia gerar, inclusive a baixos custos.

CONCLUSÕES

As suplementações com Mo em *B. brizantha* cv Marandu devem ser realizadas em conjunto com uma adubação nitrogenada. O Mo na ausência de N foi importante, porém, em várias condições foi prejudicial.

Em geral, as doses de Mo 30 e 60 g ha⁻¹ mostraram os melhores resultados, independentemente das concentrações de N testadas. Porém, existem situações em que a ausência de Mo foi melhor do que quando foram utilizadas as doses de 30 e 60 g ha⁻¹. Porém, é verdade que doses acima de 60 g ha⁻¹ de Mo foram, de maneira geral, prejudiciais.

Observou-se um claro efeito positivo das doses crescentes de N sobre o crescimento das plantas.

AGRADECIMENTOS

Este projeto recebeu apoio da FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo) através da concessão de uma bolsa de mestrado (Processo nº 04/11997-7).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; MOSQUIM, P.R.; REGAZZI, A. J; ROCHA, F.C. Características morfológicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p. 1372-1379, 2004. [http://dx.doi.org/10.1590/S1516-](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000600003)

[35982004000600003](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000600003)

CECATO, U.; PEREIRA, L.A.F.; JOBIM, C.C.; MARTINS, E.N., BRANCO, A.F., GALBEIRO, S., MACHADO, A.O. Influência das adubações nitrogenadas e fosfatadas sobre a composição químico-bromatológica do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv Marandu). **Acta Scientiarum**, v. 26, p. 409-416, 2004.

COSTA, N.L., TOWNSEND, C.R., MAGALHÃES, J.A., PEREIRA, R.G.A. **Manejo de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Rondônia**. Relatório Técnico nº33, EMBRAPA-Rondônia, 2001. p. 1-2.

FERREIRA, A.C.B.; ARAUJO, G.A.A.; PEREIRA, P.R.G.; CARDOSO, A.A.. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agrícola**, v.58, p.131-138, 2001.

[http://dx.doi.org/10.1590/S0103-](http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162001000100020)

[90162001000100020](http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162001000100020)

FULLIN, E.A.; ZANGRANDE, M.B.; LANI, J.A.; MENDONÇA, L.F.; & FILHO, N.D. Nitrogênio e molibdênio na adubação do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v34, p.1145-1149, 1999.

JAWORSKI, E.G. Nitrate reductase assay in intact plant tissues. **Biochemical and Biophysical Research communications**, v43, p.1274-1279, 1971.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de plantas**: São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980. 231p.

MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201p.

MATTOS, H.B., COLOZZA, M.T. Micronutrientes em pastagens. In: MATTOS, H.B., WERNER, J.C., YAMADA, T., MALAVOLTA, E. (Ed.). **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: POTAFOS, 1986.

OAKS, A.; HIREL, B. Nitrogen metabolism in roots. **Annual Review of Plant Physiology**, v.36, p.345-365, 1985.
<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.arplant.36.1.345>

PILBEAM, D.J.; KIRKBY, E.A. Some aspects of the utilization of nitrate and ammonium by plants, In: MENGEL K., PILBEAM D.J. (Ed.). **Nitrogen metabolism of Plants**, Clarendon Press, Oxford, 1992. p. 55-70.

SAGI, M.; LIPS, S. H. The levels of nitrate reductase and MoCo in annual ryegrass as affected by nitrate and ammonium nutrition. **Plant Science**, v.135, p.17-24, 1998.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0168-9452\(98\)00084-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-9452(98)00084-3)

SANTOS-JÚNIOR, J.D.G.; MONTEIRO, F.A.; LAVRES-JÚNIOR, J. Análise de crescimento do capim-Marandu submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 33, p. 1985-1991, 2004.

SIVASANKAR, S.; OAKS, A. Regulation of nitrate reductase during early seedling growth. A role for asparagine and glutamine, **Plant Physiology**, v.107, p. 1225-1231, 1995.

SOLOMONSON, L.P., BARBER, M.J. Assimilatory nitrate reductase: functional properties and regulation. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.41, p. 225-253, 1990.

<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.pp.41.060190.001301>

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª Ed. versão em Português ARTMED Editora, 2004. 719p.

WATT, B.K.; MERRIL, A.L. **Handbook of the nutrition contents of foods**. New york: Dover Publication, 1975. 190p.

XU, Y.C.; ZHAO, B.L. The main origin of endogenous NO in higher non-leguminous plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.41 p. 833-838, 2003.

[http://dx.doi.org/10.1016/S0981-9428\(03\)00116-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0981-9428(03)00116-5)

ZIMER, A.H., EUCLIDES, V.P.B., MACEDO, M.C.M. Manejo de plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed.). **Plantas forrageiras de pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 101-143.