

TEOR DE NITROGÊNIO FOLIAR E PRODUTIVIDADE DE TRÊS CULTIVARES DE MILHO (*Zea mays* L.) SUBMETIDOS ÀS ADUBAÇÕES NITROGENADA E MOLÍBDICA

Lúcia Valentini¹
Fábio Cunha Coelho²
Marcelo dos Santos Ferreira³

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos das adubações nitrogenada e/ou molíbdica, no desempenho de três cultivares de milho, em solo Neossolo Flúvico, em Campos dos Goytacazes, RJ. O ensaio de campo foi disposto em parcelas subdivididas, cujas parcelas corresponderam às doses 0 e 90 g ha⁻¹ de molibdênio (Mo), aplicado por via foliar. As sub-parcelas foram arranjadas em um fatorial 3 x 2 cujos fatores e níveis se caracterizaram como cultivares de milho ('BR 106', 'C 125' e 'UENF 506-6') e nitrogênio em cobertura (0 e 50 kg ha⁻¹). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Todas as unidades receberam na semeadura 500 kg ha⁻¹ de N-P-K na formulação 4-14-8. Quando a adubação nitrogenada de cobertura não foi realizada o Mo resultou em aumentos de 42,9 % e 18,4 % no teor de N-orgânico das folhas dos cultivares 'C 125' e 'UENF 506-6', respectivamente. Entretanto, no tratamento com N os três cultivares apresentaram, em média, acréscimo de 14,8 %, devido ao Mo. O Mo resultou em decréscimo médio de 45,9% no número de plantas quebradas, enquanto a produtividade de grãos teve acréscimo médio de 43,8 e 11,8 %, devido ao Mo, nos tratamentos sem e com aplicação de N, respectivamente.

Palavras-chave: *Zea mays*, nitrogênio, molibdênio.

¹ Aceito para publicação em 16.03.2005. Pesquisadora – PESAGRO-RIO, Estação Experimental de Campos dos Goytacazes, RJ.

² Prof. Associado. LFIT/CCTA/UENF. Av. Alberto Lamego, 2000, Horto. 28015-620 Campos dos Goytacazes, RJ. E-mail: fcoelho@uenf.br

³ Estudante de Agronomia. UENF. Bolsista de Iniciação Científica/FENORTE.

ABSTRACT

FOLIAR NITROGEN CONTENT AND YIELD OF THREE MAIZE CULTIVARS (*Zea mays* L.) AS AFFECTED BY NITROGEN AND MOLYBDENUM FERTILIZATION

This work aimed to evaluate the effects of nitrogen and/or molybdenum fertilization on three maize cultivars in a Fluvic Neosol (?) (CHECAR) in Campos dos Goytacazes, RJ-Brazil. The field assay was arranged in a split-plot scheme with the plots corresponding to doses 0 and 90 g ha⁻¹ of molybdenum, applied via foliar spray. The split-plots were arranged in a 3 x 2 factorial with the following factors and levels: maize cultivars ('BR 106', 'C 125' and 'UENF 506-6') and nitrogen as side dressing (0 and 50 kg ha⁻¹) in a randomized block design with four replications. All the experimental units were applied 500 kg ha⁻¹ of N-P-K as 4-14-8 formulation. Without N as side dressing, molybdenum resulted in an increase of 42.9% and 18.4% in organic N content of the leaves of the cultivars C 125 and UENF 506-6, respectively. However, when N was used, all the cultivars had, on average, an increase of 14.8%, due to Mo. Mo also had a mean decrease of 45.9%, in the number of broken leaves, while grain yield had a mean increase of 43.8 and 11.8%, without and with N fertilization, respectively.

Key words: *Zea mays*, nitrogen, molybdenum.

INTRODUÇÃO

O molibdênio é um micronutriente e, por isso, imprescindível para o desenvolvimento das plantas por estar diretamente relacionado com o metabolismo do nitrogênio (N), sua deficiência causa decréscimos consideráveis de produtividade. Em caso de deficiência, o seu fornecimento em doses adequadas possibilita melhor aproveitamento do nitrogênio, o que determina menor utilização de adubos nitrogenados e menores gastos com a cultura. Além disto, tal prática poderá levar à diminuição dos níveis de poluição ambiental devido ao menor acréscimo de nitratos ao solo.

A baixa eficiência de fertilizantes nitrogenados em condições tropicais tem sido atribuída ao grande potencial de perdas, sendo a lixiviação, a volatilização de amônia e a desnitrificação os mecanismos mais importantes para essas perdas (11, 20). França et al. (8) observaram que o NO₃⁻ no perfil de um latossolo acompanhou a movimentação da água, no período chuvoso observou-se a movimentação do NO₃⁻ da camada de 20-40 cm para a camada de 40-60 cm de profundidade. Em solos mais permeáveis, o NO₃⁻ pode ser facilmente lixiviado para o lençol freático e mananciais. Águas contendo acima de 50 mg L⁻¹ de nitrato, quando utilizadas no consumo humano, podem causar a metahemoglobinemia (9, 17, 18, 22, 23, 24). As perdas de nitrogênio que ocorrem por lixiviação podem ser minimizadas por meio do parcelamento da adubação (10, 12).

Uma das estratégias da pesquisa é a selecionar cultivares com maior eficiência na utilização do nitrogênio. Esta eficiência é determinada e

expressa pela relação entre o peso dos grãos produzidos e a quantidade de nitrogênio aplicado (16). Esta relação é considerada útil principalmente em análises comparativas da eficiência de plantas cultivadas sob condições de estresses nutricionais (2). O cultivar UENF 506-6 (P6C6), por exemplo, mostrou-se bastante tolerante à condição de baixa disponibilidade de nitrogênio quando comparado a outros cinco cultivares de milho, em experimento de campo realizado em Campos dos Goytacazes, RJ (3).

Outra estratégia é possibilitar que o nitrogênio absorvido seja eficientemente assimilado pela planta. O nitrogênio pode ser absorvido pelas raízes do milho tanto na forma amoniacal como na forma nítrica. Com a utilização de técnicas isotópicas, Warncke e Barber (29) observaram que plantas de milho utilizam, preferencialmente, o NH_4^+ de forma mais rápida nos estádios iniciais de crescimento, e o NO_3^- nos estádios finais. No entanto, a forma amoniacal é rapidamente assimilada por compostos orgânicos, pois sua forma livre é tóxica para a planta (27).

O nitrogênio absorvido pelas plantas na forma de nitrato é reduzido a NH_3 , possibilitando assim sua assimilação. A primeira reação do processo redutivo é catalisada pela redutase do nitrato, sendo o molibdênio um cofator dessa enzima que reduz o NO_3^- a NO_2^- . O nitrito é reduzido a amônia e assimilado na forma orgânica por meio do sistema glutamina sintetase - glutamina oxoglutarato amida transferase (GS-GOGAT) com síntese de aminoácidos e, posteriormente, de proteínas, clorofila e outros compostos (5). Assim, a produção de metabólitos nitrogenados (aminoácidos e proteínas) é afetada pela deficiência de molibdênio uma vez que ocorre decréscimo na atividade da redutase do nitrato na ausência do cofator. Com isso, ocorre diminuição na síntese de aminoácidos e, conseqüentemente, de proteínas. Dessa forma, o molibdênio (Mo) exerce papel direto no crescimento e desenvolvimento das plantas.

As plantas absorvem Mo como molibdato (MoO_4^{2-}), todavia, o mecanismo pelo qual ele é absorvido e seu subsequente transporte nas plantas não são bem definidos. Muitas das vezes, os sintomas de deficiência deste nutriente se assemelham à deficiência de nitrogênio. Apesar de ser requerido em pequenas quantidades, e seu teor nos tecidos geralmente ser menor que $1,0 \text{ mg kg}^{-1}$ de matéria seca, é essencial para o desenvolvimento da planta (15). Plantas de milho deficientes em Mo apresentam baixa germinação das sementes (26). Por outro lado, algumas variedades de milho, principalmente quando bem supridas em nitrogênio e deficientes em molibdênio, podem apresentar germinação prematura dos grãos nas espigas, antes da colheita (25).

Ferreira (7) estudou o efeito da adubação com 0, 70, 140 e 210 kg ha^{-1} de N com aplicação de 90 g ha^{-1} de Mo e 3 kg ha^{-1} de Zn, na produção do milho 'AG 612' em experimento realizado em Coimbra (MG). A adubação básica foi de 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 como superfosfato simples, e

60 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio. O N foi aplicado parcelado, sendo 10 kg ha⁻¹ no plantio e o restante em cobertura aos 25 dias após a emergência (d.a.e.) (40%) e aos 45 d.a.e. (60%). O incremento das doses de N resultou em aumento na produção de grãos, no número de espigas por planta e no peso das espigas com e sem palha. A produção máxima foi alcançada com a aplicação de 200 kg ha⁻¹ de N, sendo que o Mo e o Zn não influenciaram a produção. No entanto, o Mo proporcionou aumento no teor de proteínas nos grãos, além de incrementar os teores de P, K, S, Ca, Mg, Zn, Mo, Fe, Cu e Mn.

Os efeitos da aplicação do molibdênio por via foliar na produtividade do milho são contrastantes, variando entre localidades e tipos de solo. Pereira (21) obteve um incremento máximo de 6,7 % de na produtividade do milho em resposta à aplicação de molibdênio por via foliar. Para este estudo, o autor realizou quatro experimentos de campo em Viçosa e Coimbra (MG) em que se utilizou um fatorial 4² constituído de doses de nitrogênio (0; 60; 120 e 180 kg ha⁻¹) e de molibdênio (0, 60, 120 e 180 g ha⁻¹). Por outro lado, Oliveira (19) verificou que a aplicação de molibdênio não influenciou a produção de grãos em experimento com milho "safrinha" irrigado, num terreno Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico, fase terraço, em que se avaliaram doses de N (20, 65, 110, 155 e 200 kg ha⁻¹ na forma de uréia) combinadas com doses de composto orgânico - CO (0, 30, 60, 90 e 120 m³ ha⁻¹) segundo a matriz experimental quadrado duplo, em que as combinações de 200 kg ha⁻¹ de N com 0 m³ ha⁻¹ de CO, de 20 kg ha⁻¹ de N com 120 m³ ha⁻¹ de CO e de 200 kg ha⁻¹ de N com 120 m³ ha⁻¹ de CO também foram testadas na presença de 90 g ha⁻¹ de Mo aplicado por via foliar.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da adubação nitrogenada e da adubação foliar molíbdica, no desempenho de três cultivares de milho, em solo da região de Campos dos Goytacazes, RJ.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro - PESAGRO-RIO, em Campos dos Goytacazes, RJ (21° 19'23" latitude sul, 41° 19'40" longitude oeste), no período de junho a outubro de 2000. A área insere-se no domínio da unidade geomorfológica da Baixada Campista, cujo material originário são sedimentos fluviolacustres do delta do rio Paraíba do Sul, datados do Quaternário. O solo foi classificado como Neossolo Flúvico, sendo considerado de média fertilidade para nitrogênio, de acordo com o histórico da área, e apresentando teores de matéria orgânica que variam de 1,79 a 2,10 dag kg⁻¹.

O ensaio foi delineado em parcelas subdivididas, cujas parcelas corresponderam às doses 0 e 90 g ha⁻¹ de Mo, aplicado por via foliar. As sub-parcelas foram arranjadas em um fatorial 3 x 2 cujos fatores e níveis se caracterizaram como: cultivares de milho ('BR 106', 'C 125' e 'UENF 506-6') e nitrogênio em cobertura (0 e 50 kg ha⁻¹). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições.

O cultivar 'BR 106' é amplamente utilizado pelos agricultores locais, enquanto os cultivares 'C 125' e 'UENF 506' são recomendados para plantio na região, apresentando potencial para altas produtividades.

As unidades experimentais constaram de seis fileiras de seis metros de comprimento, espaçadas de 0,9 m entre si. Procedeu-se o plantio de bordadura contendo duas fileiras de milho ao redor do conjunto de unidades experimentais, para manter o microclima da cultura.

O solo foi preparado de maneira convencional (aração com posterior gradadura), sendo abertos os sulcos e distribuindo-se duas sementes a cada 20 centímetros. Nos sulcos de plantio, fez-se a adubação com N-P-K aplicando-se 500 kg ha⁻¹ de 4-14-8. Quando as plantas atingiram aproximadamente 20 cm de altura, fez-se o desbaste, deixando-se o correspondente a cerca de 60.000 plantas de milho por hectare.

A adubação nitrogenada de cobertura nos respectivos tratamentos, foi conduzida empregando-se uréia. Essa adubação foi realizada quando as plantas apresentavam oito folhas completamente expandidas, aproximadamente 35 dias após a emergência. Na aplicação de molibdênio por via foliar, foi utilizado o molibdato de sódio dissolvido em água e aplicado com pulverizador costal na mesma época da adubação nitrogenada em cobertura.

Os tratos culturais, inclusive irrigações, foram realizados quando necessários.

Para caracterizar o teor de nitrogênio nas folhas foi amostrada, na segunda fileira de cada unidade experimental, a primeira folha completamente expandida, no sentido do ápice para a base, a partir de 10 plantas escolhidas aleatoriamente 40 dias após a emergência das plântulas. O material amostrado foi submetido à secagem, em secador com temperatura de 75°C, por 72 horas, seguido de trituração em moinho tipo Willey e posterior homogeneização. Uma amostra de 100 mg da matéria seca, foi utilizada para determinação do nitrogênio na forma orgânica. Foi feita a digestão sulfúrica (13) seguida de avaliação colorimétrica utilizando-se o reagente de Nessler (14).

Foram colhidas, integralmente, a quarta e quinta fileiras de cada unidade experimental, ficando a área útil com 10,8 m². Após secagem, separação e limpeza, os grãos foram pesados e a produção expressa em quilo de milho por hectare, a 13% de umidade. Na época da colheita de

grãos, foram determinados o número total de plantas (estande final) e o número de plantas quebradas por área útil.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação molíbdica resultou em aumento significativo de 42,9 % e 18,4 % no teor de N-orgânico nas folhas dos cultivares C 125 e UENF 506-6, respectivamente sem adubação nitrogenada em cobertura (Figura 1A). Entretanto, no tratamento, com 50 kg ha⁻¹ de N, todas os cultivares testadas apresentaram, em média, acréscimo de 14,8 % devido ao molibdênio (Figura 1B). Estes acréscimos podem estar relacionados ao efeito do molibdênio sobre a enzima redutase do nitrato, levando a uma redução intensa do nitrato absorvido e, conseqüentemente, a maiores teores de N-orgânico nas folhas. Coelho et al. (4), em ensaio de campo realizado em Coimbra (MG), em um Podzólico Vermelho Amarelo distrófico, também observaram aumento no teor de N-orgânico na parte aérea do milho 'AG 302A' quando submetido à aplicação foliar de Mo. Estes autores verificaram maior atividade da redutase do nitrato nos tratamentos com aplicação deste micronutriente. Por outro lado, Dornelles (6) em ensaio de campo realizado em Campos dos Goytacazes (RJ), com o milho 'BR106', no mesmo Neossolo Flúvico utilizado neste experimento, observou que a aplicação de 90 g ha⁻¹ de Mo resultou em decréscimo de 23,8% e 14,8% no teor de N-orgânico na parte aérea das plantas que receberam adubação nitrogenada em cobertura nas doses de 80 e 120 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Isto indica que o efeito do molibdênio sobre o teor de N-orgânico nas folhas pode variar com o cultivar de milho como também com a dose de N aplicada.

Plantas quebradas e estande final não apresentaram efeito significativo do nitrogênio, assim como as interações entre os fatores avaliados ($p < 0,05$). Entretanto, o molibdênio promoveu efeito significativo sobre as duas variáveis ($p < 0,05$). Quanto aos cultivares, houve efeito apenas sobre o número de plantas quebradas ($p < 0,05$), com os cultivares 'C125', 'BR106' e 'UENF506-6', apresentando, em média 5; 1,7 e 11,5 mil plantas quebradas por hectare, respectivamente.

O número de plantas quebradas apresentou um decréscimo médio de 45,9% devido à aplicação de Mo (Quadro 1), correspondendo a aproximadamente 3.000 plantas a mais que permaneceram eretas. Esse resultado é importante, principalmente, quando a colheita é mecânica, uma vez que menor número de plantas quebradas minimiza as perdas. O estande final também foi favorecido pela melhoria da nutrição da planta com a aplicação do Mo, apresentando aumento médio de 2,3 % (Quadro 1). Estes resultados indicam que a maioria dos tratamentos que não receberam Mo apresentaram plantas com sintomas de deficiência deste

micronutriente. A deficiência de molibdênio, semelhante à de nitrogênio, leva à formação de colmos mais finos, favorecendo a quebra da planta, além de resultar em plantas menores que, certamente, terão menos condições de competição por outros fatores de crescimento.

QUADRO 1 – Plantas quebradas, estande final e produtividade de três cultivares de milho, com e sem aplicação de molibdênio e nitrogênio									
Plantas quebradas por hectare (x1.000) ^{1/}									
Sem Mo					Com Mo				
	BR 106	C 125	UENF 506	Média	BR 106	C 125	UENF 506	Média	Média Geral
Sem N	5,5	2,0	15,0	7,5	5,2	1,0	5,8	4,0	5,8A
Com N	5,7	2,0	16,5	8,0	3,5	1,5	8,3	4,4	6,3A
Média	5,6	2,0	15,8		4,4	1,3	7,1		
Média Geral			7,8a				4,2b		
Estande final por hectare (número de plantas x 1.000) 1/									
Sem Mo					Com Mo				
	BR 106	C 125	UENF 506	Média	BR 106	C 125	UENF 506	Média	Média Geral
Sem N	59,0	59,8	57,0	58,6	59,5	60,8	57,8	59,4	59,0A
Com N	54,8	59,5	57,5	57,3	58,5	60,0	59,0	59,2	58,2A
Média	56,9	59,7	57,3		59,0	60,4	58,4		
Média Geral			57,9b				59,3a		
Produtividade (kg ha ⁻¹) ^{2/}									
Sem Mo					Com Mo				
	BR 106	C 125	UENF 506	Média	BR 106	C 125	UENF 506	Média	Média Geral
Sem N	3663	3378	3688	3576b	4081	5871	5475	5142a	4359A
Com N	4359	5480	4536	4792b	4371	5986	5708	5355a	5073A
Média	4011b	4429a	4112a		4226a	5929a	5592a		
Média Geral			4184				5249		

^{1/}As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem pelo teste F em nível de 5% de significância.

^{2/}Quanto à produtividade as letras minúsculas comparam as médias sem e com Mo no desdobramento da interação Mo x N, além de comparar o efeito do Mo em cada cultivar desdobrando-se a interação Mo x cultivares.

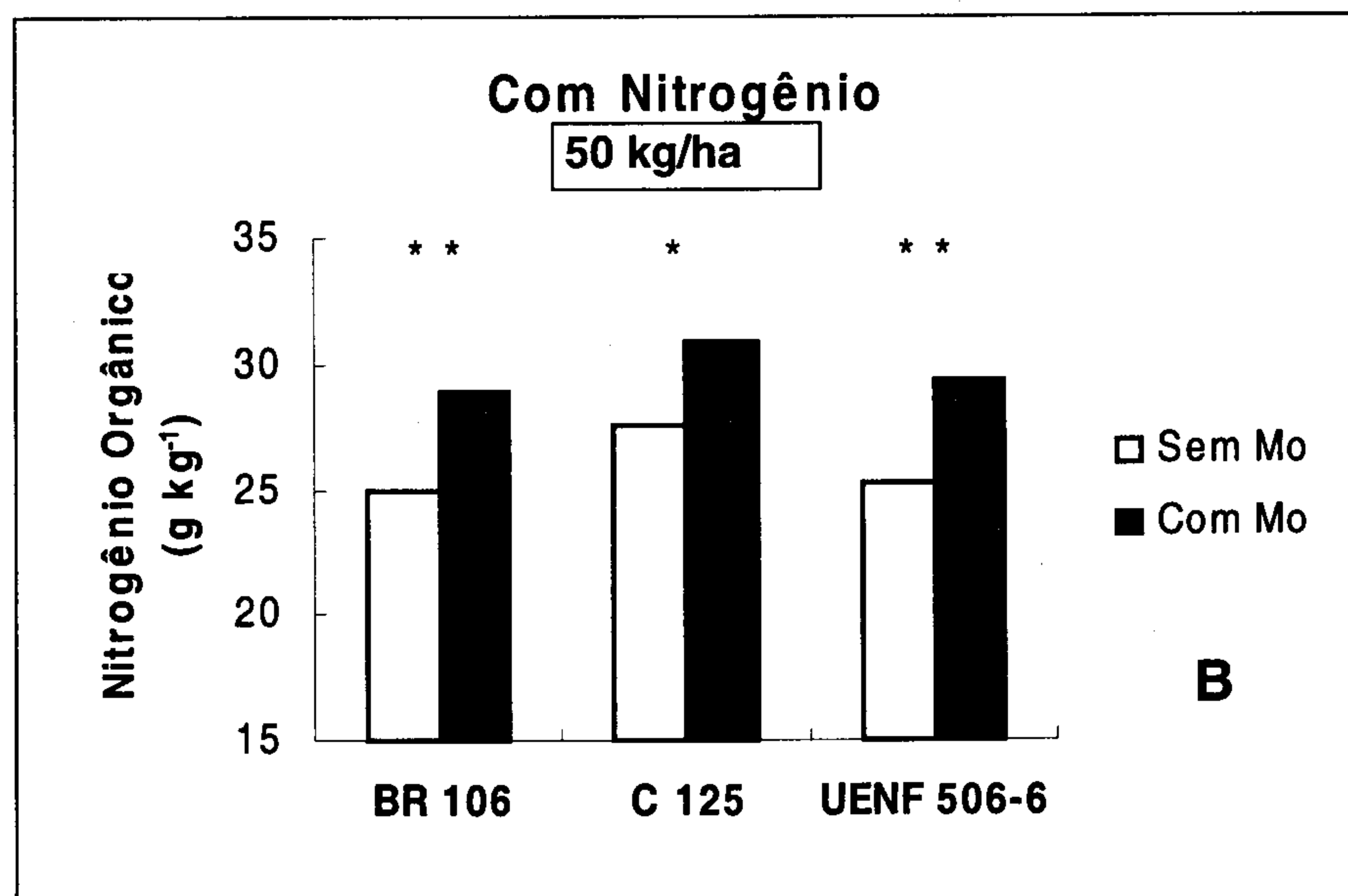
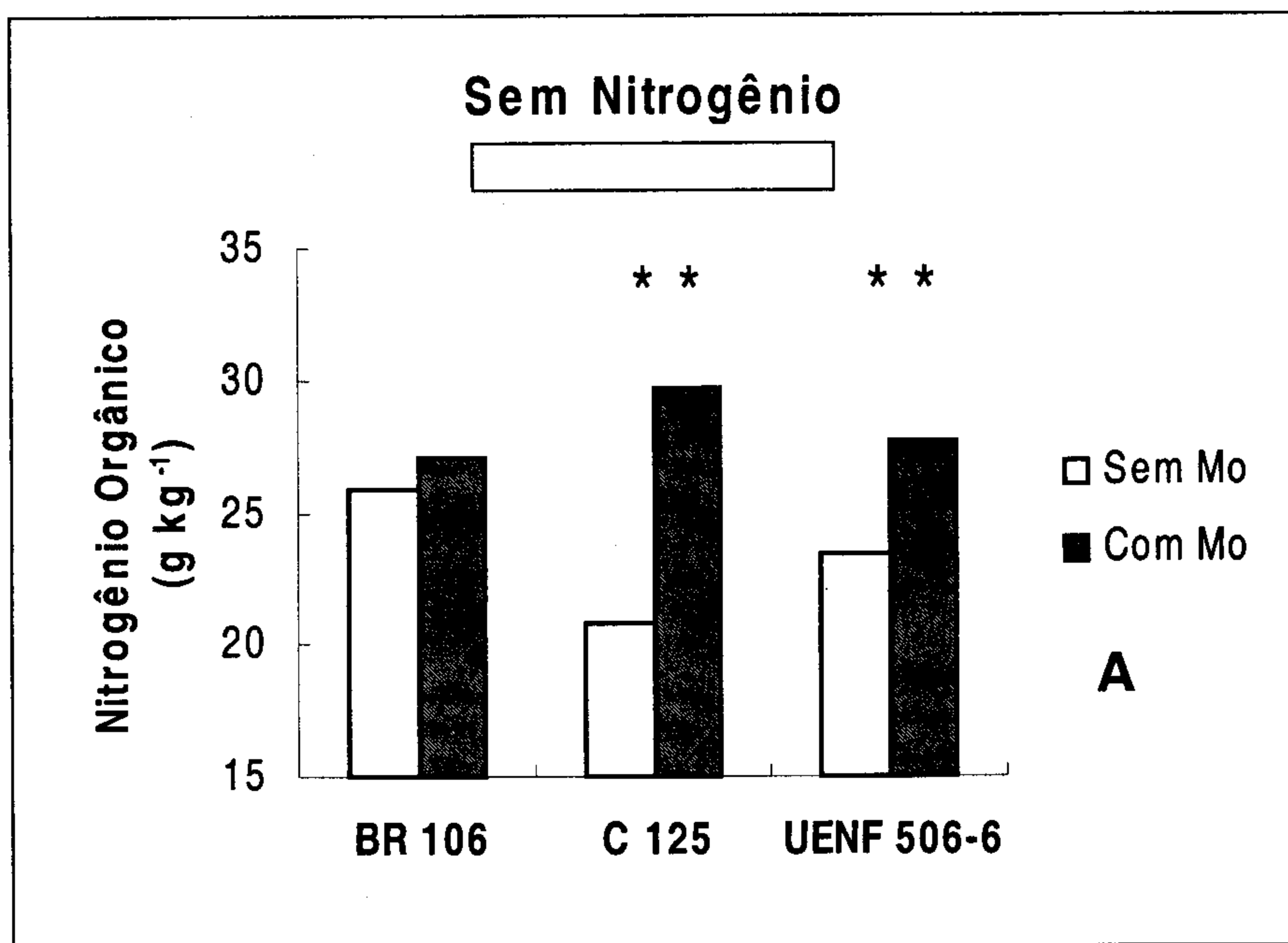


FIGURA 1 - Efeito do molibdênio sobre o teor de nitrogênio orgânico nas folhas dos cultivares de milho sem (A) e com (B) adubação nitrogenada em cobertura. * e ** correspondem, respectivamente, à significância a 5 e 1% pelo teste F.

Quanto à produtividade, verificou-se efeito significativo de Mo e das interações Mo x N e Mo x cultivares ($p < 0,05$).

A aplicação de Mo resultou em aumento da produtividade de grãos. O aumento médio foi de 43,8% (1.566 kg ha^{-1}) para o tratamento sem aplicação de nitrogênio e de 11,8 % (563 kg ha^{-1}) no tratamento com nitrogênio (Quadro 1). Os acréscimos observados podem estar relacionados aos efeitos da adubação molíbdica sobre o metabolismo do N, com reflexos no N-orgânico (Figura 1), na redução do número de plantas quebradas e no estande final (Quadro 1).

Os acréscimos verificados devido ao Mo possibilitaram produtividade acima de 5.000 kg ha^{-1} , semelhantes à produtividade obtida com adubação de cobertura com N (Quadro 1). Isto indica que, possivelmente, a aplicação Mo substitui a aplicação de nitrogênio em cobertura nas condições avaliadas, de semelhante ao observado para o feijoeiro (1 e 28). Entretanto, para se confirmar esta afirmação, o ideal seria a avaliação do resultado em experimentos conduzidos em diferentes anos agrícolas. De forma semelhante, Coelho et al. (4), obtiveram aumentos de até 40% na produtividade do milho, em monocultivo, com aplicação de 50 g ha^{-1} de Mo em Coimbra (MG). Entretanto, quando em consórcio com o feijão, o Mo resultou em decréscimo de 35% na produtividade do milho, o que segundo os autores, foi causado pelo maior efeito de competição do feijão que se desenvolveu mais devido ao Mo aplicado.

O Mo resultou em acréscimo significativo apenas na produtividade dos cultivares 'C 125' e 'UENF506-6' (Quadro 1). Em ensaio com milho verde, Dornelles (6), observou ausência de efeito do Mo sobre a produtividade de grãos em estágio leitoso do cultivar 'BR 106' submetido às doses de 0, 40, 80 e 120 kg ha^{-1} de N. No entanto, não obteve um padrão único de resposta à adubação molíbdica quando associada à aplicação de 160 kg ha^{-1} de N, observando aumento de produtividade do cultivar 'BR 106' e decréscimo do 'Colorado'. As diferenças de respostas à aplicação de Mo entre os cultivares avaliados podem estar relacionadas à forma preferencial de absorção do nitrogênio, que no 'BR106' possivelmente é amoniacal e no 'C125' e 'UENF506-6' deve ser nítrica, sendo estes favorecidos pela maior disponibilidade do Mo. Esta hipótese parece ter alguma sustentação, visto que na ausência da aplicação de N apenas o 'C125' e o 'UENF506-6' apresentaram maiores teores de N-orgânico nos tecidos foliares devido à aplicação de Mo (Figura 1A). No entanto, para essa confirmação são necessários mais estudos.

CONCLUSÕES

1) Na ausência de nitrogênio em cobertura, a adubação molíbdica resultou em aumento de 42,9 % e 18,4 % no teor de N-orgânico das folhas dos cultivares 'C 125' e 'UENF 506-6', respectivamente,

2) Na presença de Mo, a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio promoveu um acréscimo de 14,8 % no teor de N-orgânico, em todos os cultivares.

3) O número de plantas quebradas apresentou decréscimo médio de 45,9% devido à aplicação de Mo, enquanto o estande final teve aumento médio de 2,3 %.

4) A produtividade de grãos teve acréscimo médio de 43,8 e 11,8 %, devido ao Mo, nos tratamentos sem e com aplicação de nitrogênio em cobertura, respectivamente.

5) Com e sem aplicação de nitrogênio, o Mo proporcionou acréscimo na produtividade dos cultivares 'C 125' e 'UENF506-6', enquanto o cultivar 'BR106' não apresentou efeito da aplicação deste micronutriente.

REFERÊNCIAS

1. AMANE, M.I.V.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A.A. & ARAÚJO, G.A. de A. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) às adubações nitrogenada e molíbdica. *Revista Ceres*, 41: 202-16, 1994.
2. BARKER, A.V. Genotypes responses of vegetable crops to nitrogen nutrition. *Hort Science*, 24: 548-91, 1989.
3. COELHO, F. C., PEREIRA, M. G., CARVALHO, G. F. de. & DORNELLES, M.S. Efeitos da irrigação, de doses de nitrogênio e de populações de plantas sobre diferentes variedades e híbridos de milho, em Campos dos Goytacazes, RJ. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 23^o, Uberlândia, 2000. Anais, ABMS/EMBRAPA, 2000. p. 336
4. COELHO, F.C.; VIEIRA, C.; MOSQUIM, P.R. & CASSINI, S.T.A. Nitrogênio e molibdênio nas culturas do milho e do feijão, em monocultivos e em consórcio: Efeitos sobre o milho. *Revista Ceres*, 45: 479-98, 1998.
5. CRAWFORD, N.M.; CAMPBELL, W.H. & DAVIS, R.W. Nitrate reductase from squash: cDNA cloning and nitrate regulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 83: 8073-6, 1986.
6. DORNELLES, M.S. Avaliação da atividade da redutase do nitrato, do teor de N orgânico, do rendimento e componentes de produtividade em milhos doce e comum (*Zea mays* L.) submetidos à adubação nitrogenada e molíbdica. Campos dos Goytacazes, RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2000. 77p (Tese de mestrado).
7. FERREIRA, A.C.B. Efeito da adubação com N, Mo e Zn sobre a produção, qualidade de grãos e concentração de nutrientes no milho, Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa, 1997. 72p. (Tese de mestrado).
8. FRANÇA, G.E.; BAHIA FILHO, A.F.C.; PARENTONI, S.N. Dinâmica de nitrogênio em dois tipos de solos. In: EMBRAPA – CNPMS (Ed.). Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisas de Milho e Sorgo 1980 - 1984. Sete Lagoas: EMBRAPA, 1986. p. 50-1
9. FRANCIS, D.D.; DORAN, J.W. & LOHRY, R.D. Immobilization and uptake of nitrogen applied to corn as starter fertilizer. *Soil Science of Society American Journal*, 57: 1023-6, 1993.
10. FRANCIS, D.D. & SCHEPERS, J.S. Nitrogen uptake efficiency in mayze production using irrigation water high in nitrate. *Fertilizer Research*, 39: 239-44, 1994.

11. GAMBOA, J, PEREZ, G. & BLASCO, M. Um modelo para descrever los procesos de retención y lixiviación en los suelos. Turrialba, 21: 26-31, 1971.
12. GIRARDIN, P.H.; TRENDL, R.; MEYER, J.L.; BIRGAENTZLE, M. & FREYSS, P. Effects of conventional and multiple N application by fertigation on maize grain yields and N-NO₃⁻ residues. In: FRAGOSO, M.A.C.; BEUSICHEM, M.L. (Ed.), Optimization of plant nutrition, Kluwer Academic Publishers, 1993. p.411-5.
13. JACKSON, M.L. Nitrogen determinations for soil and plant tissue. In: JACKSON, M.I. (Ed.). Soil chemical analysis. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1965. p.195 -6.
14. LINDER, R.C. Rapid analytical methods for some of the more common inorganic constituents of plant tissues. Plant Physiology, 19: 76-89, 1944.
15. MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.
16. MOLL, R. H., KAMPRATH, E.J.; JACKSON, W.A. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. Agronomy Journal, 74:562-4. 1982.
17. NEETESON, J.J. Nitrogen management for intensively grown arable crops and field vegetables. In: BACON, P.E. (Ed.), Nitrogen fertilization in the environment. New York, Marcel Dekker, Inc., 1995a. p. 295-325.
18. NEETESON, J.J. Residual soil nitrate after application of nitrogen fertilisers to crops. In: ADRIANO, D.C.; ISKANDAR, A.K.; MURARKA, I.P. (eds.), Contamination of groundwaters. Northwood, Science Reviews Ltd.; 1995b. p. 347-65.
19. OLIVEIRA, R. H. Produção e teores de nitrogênio no solo e no milho "safrinha" irrigado em resposta a doses de nitrogênio, de composto orgânico e de molibdênio. Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa, 1997. 136p. (Tese de mestrado).
20. OSINAME, O.; VAN GIJN, H. & VLEK, L.G. Effect of nitrification inhibitors on the fate and efficiency of nitrogenous fertilizers under simulated humid tropical conditions. Tropical Agriculture, 60: 211-7, 1983.
21. PEREIRA, S.L. Efeitos da adubação nitrogenada e molybdica sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.). Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa, 1997. 89p. (Tese de doutorado).
22. RITTER, W.F.; SCARBOROUGH, R.W. & CHIRNSIDE, A.E.M. Nitrate leaching irrigation on Coastal Plain. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 117: 490-502, 1991.
23. RITTER, W.F.; SCARBOROUGH, R.W. & CHIRNSIDE, A.E.M. Nitrate leaching under irrigated corn. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 119: 544-53, 1993.
23. SCHEPERS, J.S.; MARTIN, D.L.; WATTS, D.G. & FERGUSON, R.B. Integrated water and nitrogen management. In: BOGÁRDI, I.; KUZELKA, R.D. (ed.), Nitrate contamination. Berlin: Springer-Verlag, 1991. p. 163-71.
24. TANNER, P.D. A relationship between premature sprouting on the cob and the molybdenum and nitrogen status of maize grain. Plant and Soil, 49: 427-32, 1978.
25. TANNER, P.D. The effect of molybdenum on maize seed quality. Rhodesian Journal of Agricultural Research, 17: 125-9, 1979.
26. VIETS, F.G.; MOXON, A.L. & WHITE, E.I. Nitrogen metabolism of corn as influenced by ammonium nutrition. Plant Physiology, 21: 271-89, 1946.
27. VIEIRA, C.; NOGUEIRA, A. O. & ARAÚJO, G. A. de A. Adubação nitrogenada e molybdica na cultura do feijão. Revista Agricultura, 67: 117-24, 1992.
28. WARNCKE, D.D.; BARBER, S.A. Ammonium and nitrate uptake by corn (*Zea mays* L.) as influenced by nitrogen concentration and NH₄⁺ / NO₃⁻ ratio. Agronomy Journal, 65: 950-4, 1973.