

# NITROGÊNIO E MOLIBDÊNIO NAS CULTURAS DO MILHO E DO FEIJÃO, EM MONOCULTIVOS E EM CONSÓRCIO: II - EFEITOS SOBRE O MILHO <sup>1</sup>

Fábio Cunha Coelho <sup>2</sup>

Clibas Vieira <sup>3</sup>

Paulo Roberto Mosquim <sup>4</sup>

Sérvio Túlio A. Cassini <sup>5</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

As culturas do milho (*Zea mays* L.) e do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) são amplamente difundidas em todo o Brasil, podendo ser conduzidas em monocultivo ou em consórcio. O monocultivo favorece o emprego de alta tecnologia, com conseqüente maior produtividade, sendo preferido por médios e grandes agricultores. O consórcio milho-feijão é preferido pelos pequenos agricultores, constituindo atividade familiar e de subsistência. Em alguns casos, no entanto, pode ser proveitoso para o médio e grande agricultor.

O milho é uma das principais culturas em muitos países, sendo responsável por uma grande parcela da produção mundial de cereais. É

---

<sup>1</sup> Parte da tese de doutorado em Fitotecnia apresentada à UFV pelo primeiro autor.  
Trabalho subvencionado pelo CNPq.

Aceito para publicação em 27.07.1998.

<sup>2</sup> Bolsista Recém-Doutor do CNPMS – EMBRAPA. Rua Pedra do Anta, 180. 36570-000 Viçosa-MG.

<sup>3</sup> Departamento de Fitotecnia da UFV. 36571-000 Viçosa-MG.

<sup>4</sup> Departamento de Biologia Vegetal da UFV.

<sup>5</sup> Departamento de Microbiologia da UFV.

planta exigente em termos nutricionais, sendo o nitrogênio um dos elementos essenciais mais exigidos por esta cultura (15).

No Brasil, o nitrogênio é um dos nutrientes que mais limita a produção dos cereais. O elevado custo do adubo nitrogenado, o mais caro em termos de energia por tonelada produzida, e a recente preocupação com a poluição do meio ambiente têm determinado mais pesquisas direcionadas para a melhoria da eficiência de utilização de adubos nitrogenados.

A baixa eficiência desses fertilizantes em condições tropicais tem sido atribuída ao grande potencial de perdas, sendo a lixiviação, a denitrificação e a volatilização de amônia os mecanismos mais importantes (9, 17).

A adubação com nitrogênio na cultura do milho aumenta o teor de proteína bruta na planta (1). No grão, esse acréscimo ocorre principalmente na forma de zeína, considerada uma proteína de baixa qualidade para a nutrição humana (19). Além da adubação com nitrogênio, outros fatores, como, por exemplo, o sistema de cultivo utilizado, podem determinar aumentos ou decréscimos do teor de nitrogênio no milho (13).

Apesar de geralmente se utilizar o sulfato de amônio nas adubações da cultura do milho, o nitrogênio nesta forma amoniacal é rapidamente oxidado no solo para a forma nítrica. MENGEL e KIRKBY (16) relataram que, em solos com boa aeração, o amônio é oxidado para nitrito, o qual, por sua vez, é oxidado para nitrato. O processo é mediado por bactérias autotróficas. Vários gêneros e espécies autotróficas oxidam amônio para nitrito, incluindo *Nitrosomonas*, *Nitrosolobus* e *Nitrospira*, enquanto a oxidação do nitrito para nitrato é realizada somente por espécies do gênero *Nitrobacter*, sendo esses gêneros obrigatoriamente aeróbicos.

O nitrogênio absorvido pela planta na forma de nitrato é reduzido a  $\text{NH}_3$ , possibilitando assim sua assimilação por compostos orgânicos. A primeira reação do processo redutivo do nitrato é catalisada pela redutase do nitrato, sendo o Mo co-fator dessa enzima, a qual reduz o  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{NO}_2^-$ . O nitrito é então reduzido a amônia, que posteriormente é assimilado na forma orgânica por via do ciclo GS-GOGAT (glutamina sintetase - glutamina oxoglutarato amida transferase) com síntese de aminoácidos e, posteriormente, de proteínas, clorofila, dentre outros (8).

ARAÚJO *et alii* (3) compararam seis épocas de aplicação de Mo via foliar na cultura do milho 'Ag-122', em Coimbra-MG. Como adubação básica, utilizaram  $600 \text{ kg ha}^{-1}$  do formulado 4-14-8 no sulco de plantio, mais  $350 \text{ kg ha}^{-1}$  de sulfato de amônio aplicado em cobertura. O Mo foi aplicado aos 0, 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência na dose de  $90 \text{ g ha}^{-1}$ , na forma de molibdato de sódio. A maior produtividade foi obtida com a aplicação do Mo aos 15 dias após a emergência ( $9.841 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e a menor, aos 60 d.a.e. ( $8.904 \text{ kg ha}^{-1}$ ), uma diferença significativa de 14,3%. O teor de nitrato nas folhas, avaliado aos 30 d.a.e., foi reduzido com a

aplicação do Mo aos 15 d.a.e. Quando se analisou esse teor em folhas colhidas aos 45 e 63 d.a.e., não houve efeito do Mo em nenhuma das épocas de aplicação.

São recentes no Brasil os estudos sobre adubação com N, aplicada no solo, associada à aplicação de Mo, por via foliar, em milho em monocultivo, e, principalmente, em sistema consorciado. Assim, os objetivos deste trabalho foram: a) avaliar os efeitos das adubações com N e (ou) Mo, este por via foliar, no desempenho da cultura do milho, em monocultivo e em consórcio com o feijão; b) avaliar o efeito da adubação com N e (ou) Mo sobre a atividade da redutase do nitrato nas folhas e sobre o teor de nitrogênio orgânico na parte aérea do milho; e c) avaliar o grau de competição entre o milho e o feijão em consórcio, quando se combina N – Mo no programa de fertilização da cultura.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Local e Solos Utilizados

O estudo foi desenvolvido na Estação Experimental de Coimbra-MG (20°50'30" latitude sul, 42°43'30" longitude oeste e 700 m de altitude), constando de dois experimentos. O primeiro foi instalado no período das "águas" do ano agrícola 1993/94 (experimento 1) e o segundo no mesmo período, em 1994/95 (experimento 2).

Os solos utilizados foram classificados como Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço. Os resultados das análises dos solos encontram-se no Quadro 1, sendo estes reconhecidamente pobres em nitrogênio e molibdênio, conforme verificado em experimentos e plantios anteriores de feijão (2, 4).

QUADRO 1 - Resultados das análises dos solos utilizados nos experimentos

	Experimento 1	Experimento 2
pH em água 1:2,5	6,1	5,5
P mg dm <sup>-3</sup>	5,1	5,0
K mg dm <sup>-3</sup>	67	25
Ca <sup>2+</sup> c mol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,5	2,0
Mg <sup>2+</sup> c mol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,2	0,5
Al <sup>3+</sup> c mol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,0	0,1
H + Al <sup>3+</sup> c mol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	5,7	2,5

<sup>1/</sup> Extrator Mehlich 1 (5).

<sup>2/</sup> Extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup> (21)

<sup>3/</sup> Extrator CaOAc 0,5 mol L<sup>-1</sup> a pH 7,0 (11)

## 2.2. Descrição dos experimentos

Os dois experimentos foram dispostos em blocos casualizados com quatro repetições, obedecendo a um fatorial  $2^3$ , cujos fatores foram: sistemas de cultivo (monocultivo e consórcio com o feijão); nitrogênio (0 e 40 kg ha<sup>-1</sup> com aplicação em cobertura); e molibdênio (0 e 50 g ha<sup>-1</sup> em aplicação foliar).

A instalação do experimento 1 foi realizada em 10 de novembro de 1993, com a emergência das plântulas em 22 de novembro; o experimento 2, em 14 de novembro de 1994, com emergência cinco dias depois.

Em todos os experimentos, utilizaram-se o milho híbrido 'AG 302A' e o feijão 'Ouro'. Na ocasião do plantio, o feijão foi inoculado com uma mistura de estirpes de *Rhizobium*: Semia 4077, Br 10008, Kim 5 e inoculante comercial 2, no experimento 1; e Semia 4077, Br 10008 e Kim 5, no experimento 2.

As parcelas experimentais constaram de quatro fileiras de seis metros de comprimento, espaçadas de um metro entre si. A bordadura constou de duas fileiras de milho ao redor do conjunto de parcelas, com o objetivo de manter o microclima das culturas em consórcio.

Em todas as parcelas, o solo foi preparado de maneira convencional (aração com posterior gradadura), sendo depois abertos os sulcos de plantio. Semearam-se duas sementes de milho a cada 20 centímetros, em todas as parcelas. Nas parcelas de consórcio, utilizaram-se 15 sementes de feijão por metro de sulco, semeadas nas mesmas linhas do milho.

As parcelas receberam no sulco de plantio uma adubação na proporção de 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato simples, e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio.

A adubação nitrogenada, nos respectivos tratamentos, foi efetuada na forma de sulfato de amônio, enquanto na aplicação foliar de molibdênio utilizou-se o molibdato de amônio dissolvido em água e aplicado com pulverizador costal. Estas adubações foram executadas aos 25 dias após a emergência das plântulas, em todos os experimentos.

Aproximadamente aos 20 dias após a emergência das plântulas, foi feito um desbaste deixando-se o correspondente a cerca de 40.000 plantas de milho por hectare. Os tratos culturais, inclusive irrigações quando estritamente necessárias, foram os usuais para as duas culturas.

Nos dois experimentos, foram determinados a atividade da redutase do nitrato nas folhas, o teor de nitrogênio orgânico na parte aérea e a produtividade do milho.

As amostragens de folhas e parte aérea foram efetuadas nas duas fileiras externas das parcelas e, para avaliação da produtividade, utilizaram-se as duas fileiras centrais, descartando-se 37,5 centímetros das suas extremidades.

### 2.3. *Atividade da Redutase do Nitrato*

Para determinação da atividade da redutase do nitrato (ARN), definiu-se previamente, por meio de pré-ensaios, a hora do dia mais adequada para a amostragem das folhas; a folha a ser amostrada; a concentração de nitrato na solução de incubação; e o intervalo de tempo para incubação dos discos foliares. Isto foi feito com a finalidade de se obter melhor sensibilidade do método.

Foram feitas amostragens aos 50 e 70 dias após a emergência (d.a.e.) do milho. Coletaram-se quatro folhas por parcela, utilizando-se a primeira folha completamente expandida, no sentido do ápice para a base da planta. As folhas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados, e colocados em caixas de isopor com gelo. As amostragens foram executadas sempre às 15 horas.

As folhas coletadas em cada parcela foram perfuradas com furador manual, obtendo-se 40 discos foliares, de aproximadamente 5 mm de diâmetro, que eram pesados para a obtenção do peso da matéria fresca e, posteriormente, determinou-se a atividade da redutase do nitrato, em  $\mu\text{moles de NO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ MF h}^{-1}$ , utilizando-se a metodologia proposta por HAGEMAN e REED (10).

### 2.4. *Teor de Nitrogênio Orgânico na Parte Aérea do Milho*

Nos dois experimentos, coletaram-se as partes aérea de duas plantas, tomadas ao acaso, por parcela, aos 50 e 70 d.a.e. Esse material foi submetido à secagem, em secador com temperatura de 75°C, até peso constante (48 horas), à trituração em moinho tipo Willey e à posterior homogeneização. Da matéria seca, uma amostra de 100 mg foi utilizada para determinação do nitrogênio na forma orgânica, após digestão sulfúrica (14), utilizando-se o reagente de Nessler (12).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade da redutase do nitrato (ARN) apresentou variações significativas somente no primeiro experimento, de forma semelhante ao que ocorreu com o feijão (6). Esse experimento recebeu apropriada distribuição de chuvas, enquanto no segundo ocorreu estiagem prolongada, causando sintomas visíveis de estresse hídrico nas plantas de todos os tratamentos. Tal acontecimento pode ter sido o causador de baixos valores de ARN e ausência de efeito dos tratamentos sobre a atividade da enzima no segundo experimento (dados não apresentados).

No primeiro experimento, a aplicação do N resultou em aumento de

25% na ARN, aos 50 d.a.e., quando se considera a média dos valores obtidos nos dois sistemas de cultivo (Figura 1A). Apesar de a fonte de nitrogênio utilizada ter sido o sulfato de amônio, possivelmente pelas condições do solo onde foi instalado o experimento (pH em torno de 6,0 e adequada aeração causada pela aradura), a maior parte da amônia aplicada foi convertida a nitrato no solo. PERES e SUHET (18) observaram que, em solos bem drenados, a nitrificação pode ser intensa. Assim, nas condições de maior teor de nitrato no solo, nos tratamentos que receberam a adubação nitrogenada, ocorreu maior indução da síntese da redutase do nitrato, já que esta enzima é induzida pelo substrato (20). A ausência de efeito do N aos 70 d.a.e. certamente está relacionada à diminuição dos teores de nitrato no solo, ao longo do tempo, por processos como a lixiviação, denitrificação, absorção pelas plantas e outros.

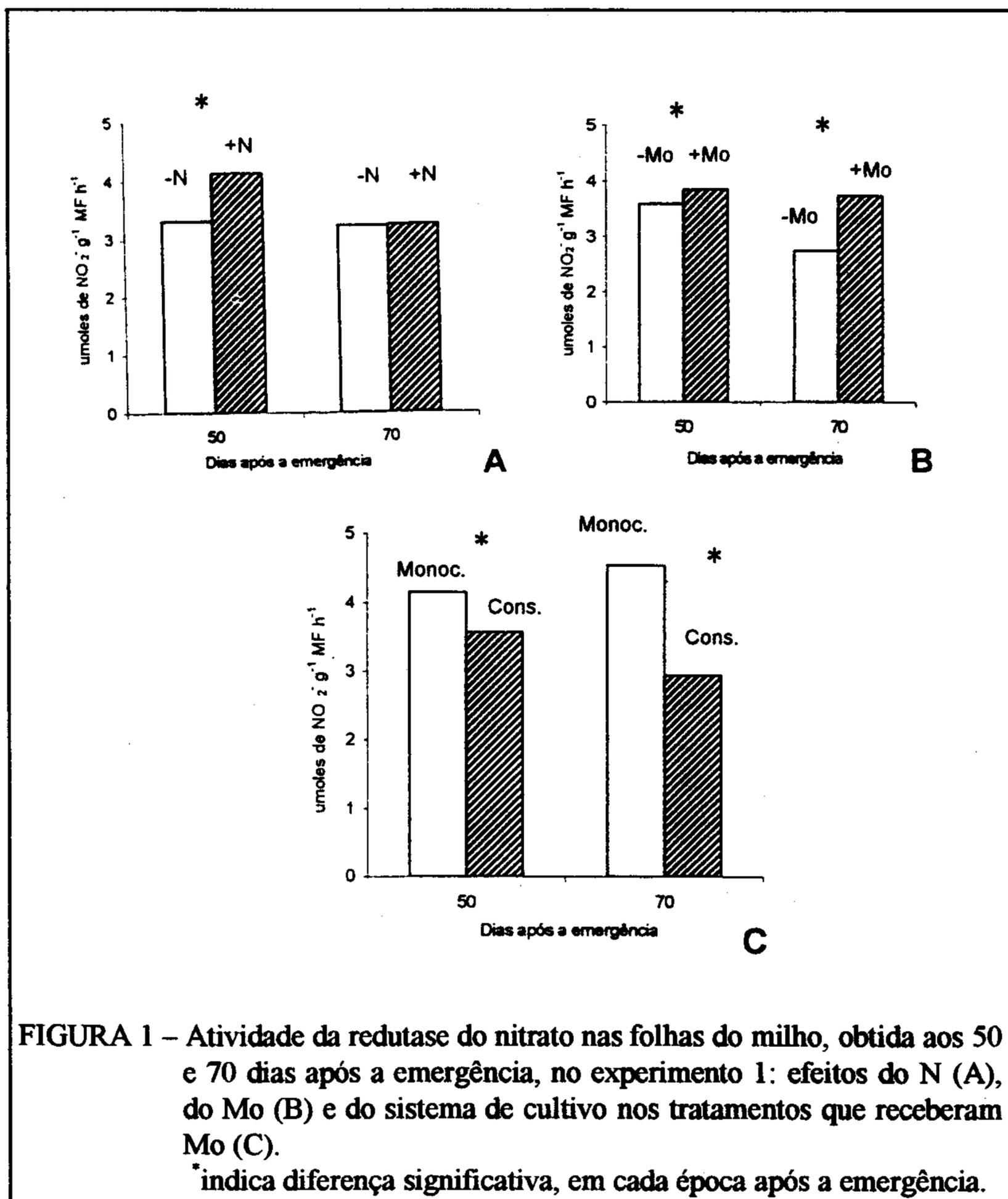
No primeiro experimento, a aplicação foliar de Mo, resultou em ARN 7% e 36% maiores aos 50 e 70 d.a.e., respectivamente, quando se considera a média dos valores obtidos nos dois sistemas de cultivo (Figura 1B). CRAWFORD *et alii* (7) descrevem que o molibdênio é constituinte da redutase do nitrato, sendo indispensável para o funcionamento da enzima. Conseqüentemente, em condições de maior disponibilidade do micronutriente, a atividade da enzima tende a aumentar, confirmando os resultados obtidos neste ensaio com o milho.

A aplicação de Mo, no experimento 1, permitiu que folhas de milho no sistema consorciado apresentassem, em média, ARN 14% e 35% menores que em monocultivo, aos 50 e 70 d.a.e., respectivamente (Figura 1C). Possivelmente, o monocultivo apresentou maior disponibilidade de água e nutrientes para o milho, possibilitando maior atividade da enzima. Além disso, no consórcio, o molibdênio favoreceu mais o feijão, que contou com mais eficiente redução do nitrato, como também com a fixação do nitrogênio melhorada pelo molibdênio (6), tendo, assim, competido de forma mais agressiva com o milho.

Com relação ao teor de N-orgânico na parte aérea das plantas de milho, ocorreram efeitos significativos mais expressivos aos 70 d.a.e., quando se considera a média dos dois experimentos. No monocultivo, a não-aplicação de N e Mo resultou nos menores valores, ficando o teor de N-orgânico por volta de 11 mg N g<sup>-1</sup> MS, enquanto os demais tratamentos apresentaram valores em torno de 15 mg N g<sup>-1</sup> MS (Figura 2A). Já no consórcio, a aplicação de Mo, no milho que não recebeu a adubação nitrogenada, resultou em decréscimo de 18% no teor de N-orgânico da parte aérea (Figura 2B).

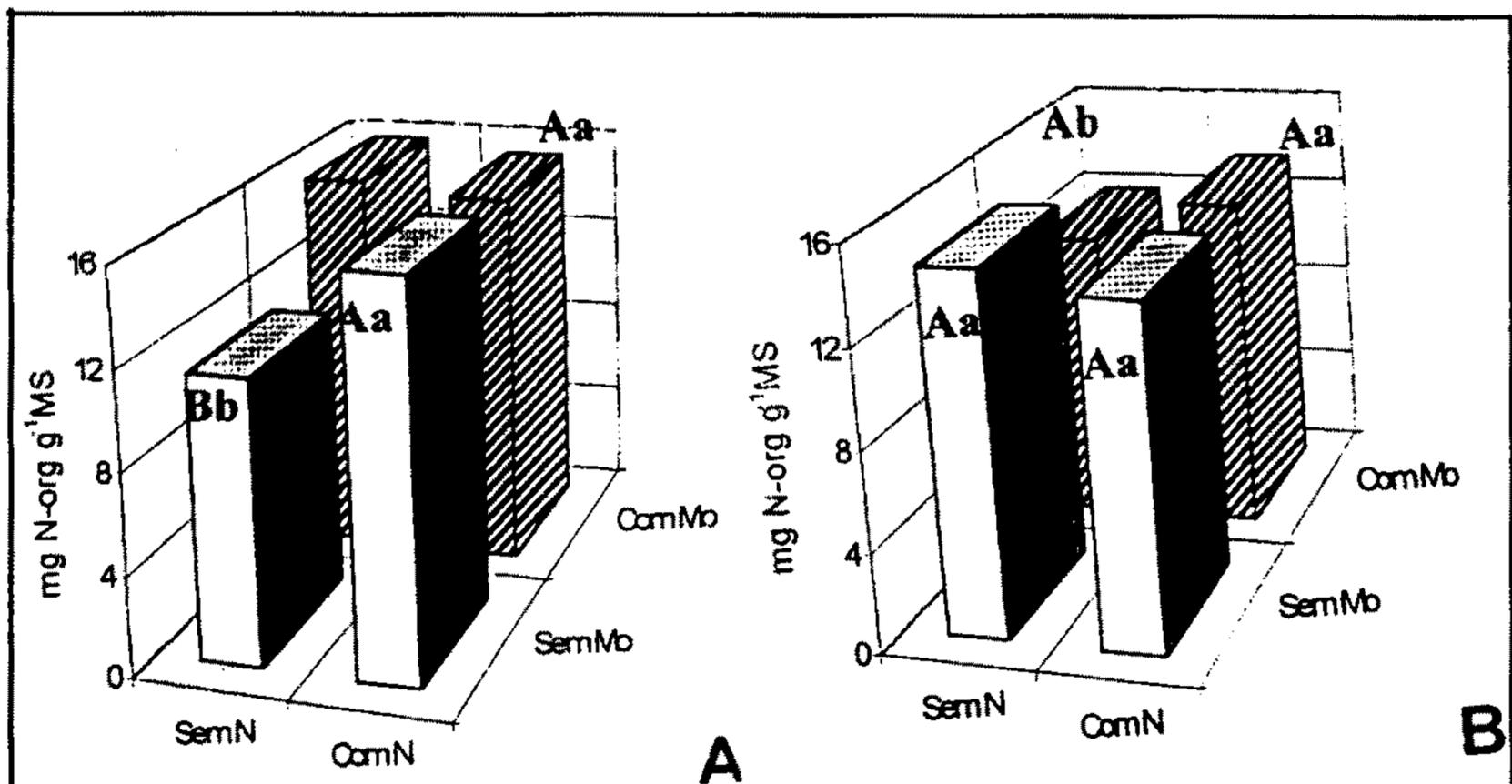
No monocultivo, o nitrogênio aplicado na adubação, além de aumentar a disponibilidade do próprio nutriente para a planta, provocou maior síntese da redutase do nitrato, enquanto o Mo, por ser co-fator da redutase do nitrato, possibilitou maior atividade desta enzima, resultando

em maior assimilação do nitrogênio. No consórcio, o micronutriente favoreceu mais os feijoeiros, na competição com o milho. Além disso, a competição interespecífica trouxe, possivelmente, menor disponibilidade de N para o milho, causando menor absorção e, conseqüentemente, menor concentração desse nutriente nos tecidos da parte aérea.



A maior produtividade de grãos de milho, na média dos dois ensaios, foi alcançada no monocultivo com aplicação de N e Mo (4.598 kg ha<sup>-1</sup>); no entanto, os tratamentos desse sistema de cultivo com aplicação de somente Mo, ou que receberam apenas o N, não diferiram estatisticamente do maior rendimento alcançado. O aumento trazido pela aplicação de

apenas Mo foi de 40%, enquanto o N sozinho acarretou o acréscimo de 42%, em relação à produtividade do tratamento que não recebeu esses nutrientes (Figura 3A). O incremento na produtividade devido ao N pode estar relacionado ao aumento da ARN (Figura 1A), enquanto o efeito do Mo indica uma relação com a maior ARN, aos 50 e 70 d.a.e. (Figura 1B), e maiores teores de N-orgânico, nos tecidos da parte aérea, aos 70 d.a.e. (Figura 2A).

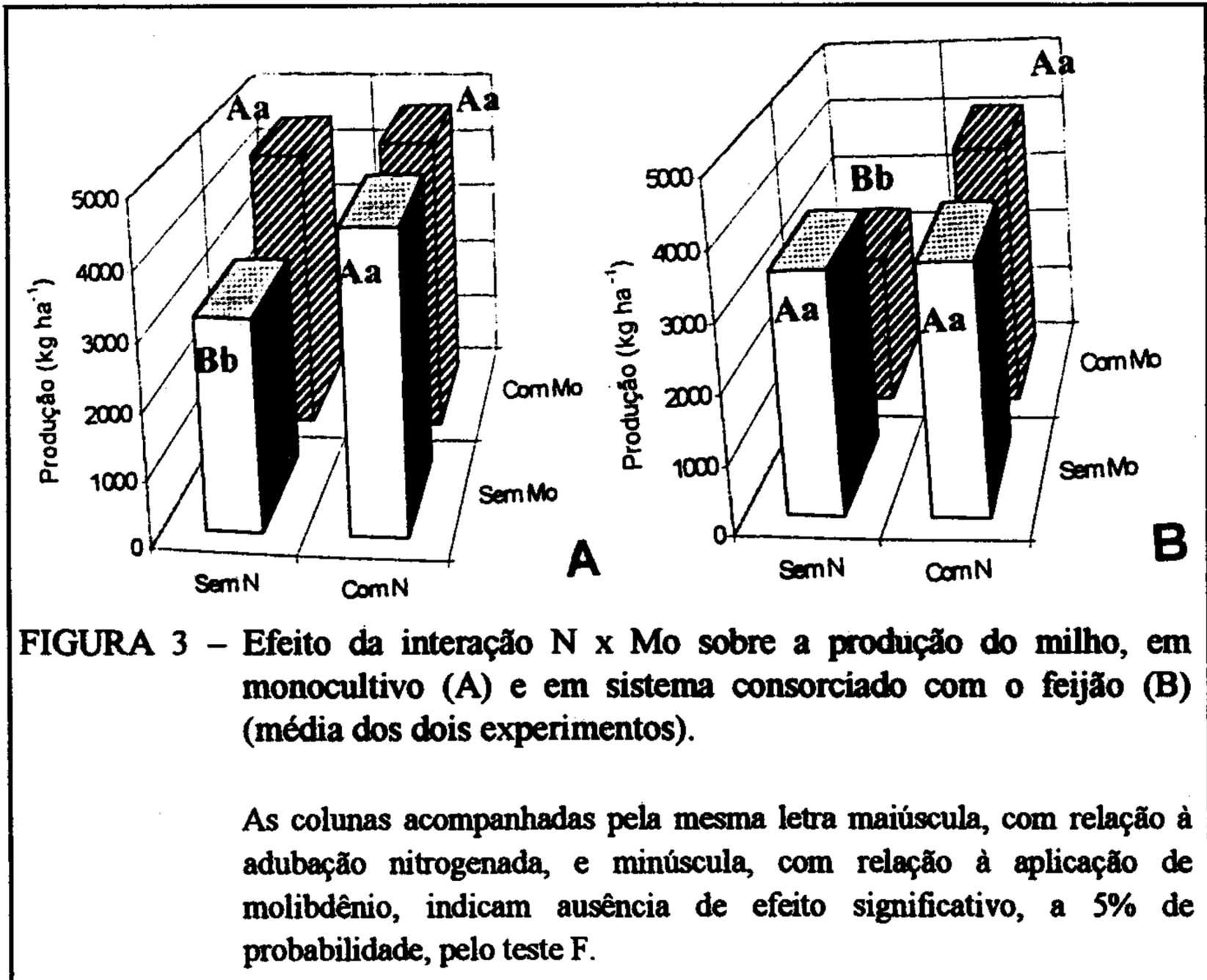


**FIGURA 2** – Efeito da interação N x Mo sobre o teor de N orgânico na matéria seca (MS) da parte aérea do milho, obtido aos 70 dias após a emergência, em monocultivo (A) e em sistema consorciado com o feijão (B) (média dos dois experimentos).

As colunas acompanhadas pela mesma letra maiúscula, com relação à adubação nitrogenada, e minúscula, com relação à aplicação de molibdênio, indicam ausência de efeito significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

No consórcio, o Mo afetou negativamente a produtividade do milho que não recebeu a adubação nitrogenada (decréscimo de 35%), enquanto no milho adubado com este macronutriente o Mo não diminuiu a produção (Figura 3B). Esse resultado pode estar relacionado com a menor atividade da redutase do nitrato no milho consorciado com aplicação de Mo em relação ao monocultivo e ao menor teor de N na forma orgânica, no milho em consórcio que recebeu Mo, aos 70 d.a.e (Figuras 1C e 2B). Este fato pode ser explicado pelo benefício trazido pelo Mo aos feijoeiros, que, mais bem nutridos, tiveram maior poder de competição com o milho. No tratamento com adubação N + Mo, o milho consorciado teve maior

disponibilidade de nitrogênio, podendo ter suportado melhor a competição com o feijão que nos tratamentos em que se aplicou somente o molibdênio.



#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Em Coimbra-MG, foram conduzidos dois experimentos com milho, em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos obedeceram a um fatorial  $2^3$ , cujos fatores foram: sistemas de cultivo (monocultivo e consórcio com feijão); nitrogênio (0 e 40 kg ha<sup>-1</sup>, em cobertura); e molibdênio (0 e 50 g ha<sup>-1</sup> em aplicação foliar). O N e o Mo foram aplicados aos 25 dias após a emergência. Todos os tratamentos receberam uma adubação básica de 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato simples, e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio. Além disso, o feijão recebeu inoculação com uma mistura de estirpes de rizóbio. Foram determinados a atividade da redutase do nitrato nas folhas, o teor de nitrogênio orgânico na parte aérea e a produtividade do milho. Considerando a produtividade do milho no monocultivo, apenas o N e o Mo resultaram em aumento de 42% e 40%, respectivamente, enquanto, no consórcio, o Mo sem aplicação de N causou uma redução de 35%. Os aumentos e decréscimos na produtividade foram relacionados aos efeitos do N e do Mo sobre a atividade da redutase do nitrato nas folhas e teor de N-orgânico na parte aérea das plantas de milho.

## 5. SUMMARY

### (NITROGEN AND MOLYBDENUM FOR MAIZE AND COMMON BEANS GROWN UNDER MONOCROP AND INTERCROP SYSTEMS: II- EFFECTS ON MAIZE)

Two experiments were carried out during the rainy period, both following a randomized block design with four replications, in Coimbra, Minas Gerais state, Brazil. In both experiments a  $2^3$  factorial was used with the following factors: cultivation systems (monocrop and intercrop with beans); nitrogen (0 and 40 kg ha<sup>-1</sup> as side dressing); and molybdenum (0 and 50 g ha<sup>-1</sup> as foliar spray). Nitrogen and molybdenum were applied 25 days after maize plant emergence. All treatments received 100 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 40 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O and a mixture of Rhizobium strains. In the maize monocrop system, there was a yield increase of 42% and 40% caused by N and Mo, respectively. In the intercrop system, Mo caused a yield reduction of 35% when not associated with N. Increases or decreases of yield were related to the activity of nitrate reductase and N-organic concentration in the aerial part tissues.

## 6. LITERATURA CITADA

1. ALEXANDER, R. A.; HENTGES, J. F.; ROBERTSON, W. K.; BARDEN, G. A & McCALL, J. T. Composition and digestibility of corn as affected by fertilizer rate and plant population. *J. Anim. Sci.*, 22: 5 - 8, 1963.
2. 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 molibídica. *Rev. Ceres*, 41: 202 - 216, 1994.
3. ARAÚJO, G. A. de A.; VIEIRA, C. & BERGER, P. G. Épocas de aplicação de molibdênio na cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21, 1996, Londrina. *Resumos...* Londrina, 1996. p. 160.
4. BERGER, P. G.; VIEIRA, C. & ARAÚJO, G. A. de A. Efeitos de doses e épocas de aplicação do molibdênio sobre a cultura do feijão. *Pesq. Agropec. Bras.*, 31: 473 - 490, 1996.
5. BRAGA, J. M. & DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e plantas. *Rev. Ceres*, 21: 73-85, 1974.
6. 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: I. Efeitos sobre o feijão. *Rev. Ceres*, 45:393-407, 1998.
7. CRAWFORD, N. M.; CAMPBELL, W. H. & DAVIS, R. W. Nitrate reductase from squash: cDNA cloning and nitrate regulation. *Proc. Nat. Acad. of Sci. USA*, 83: 8073-8076, 1986.
8. CRAWFORD, N. M.; WILKINSON, J. Q. & LABRIE, S. T. Control of nitrate reduction in plants. *Aust. J. Plant Physiol.*, 19: 377-385, 1992.
9. GAMBOA, J.; PEREZ, G. & BLASCO, M. Un modelo para describir los procesos de retención y lixiviación en los suelos. *Turrialba*, 21: 312-316, 1971.
10. HAGEMAN, R. H. & REED, A. J. Nitrate reductase from higher plants. *Methods*

*Enzymol.*, 69: 270 - 280, 1980.

11. JACKSON, M. L. Cation exchange determinations for soils. In: JACKSON, M. L. (Ed.). *Soil chemical analysis*. New Jersey, Prentice-Hall, 1958. p. 73 - 77.
12. 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 - 196.
13. LAL, R. Influence of six years of no tillage and conventional plowing on fertilizer response of maize (*Zea mays* L.) on an Alfisol in the tropics. *Soil Sc. Soc. Am. J.*, 43: 399 - 403, 1979.
14. LINDER, R. C. Rapid analytical methods for some of the more common inorganic constituents of plant tissues. *Plant Physiol.*, 19: 76 - 89, 1944.
15. MALAVOLTA, E. *Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas*. São Paulo, Pioneira, 1974. 752 p.
16. MENGEL, K. & KIRKBY, E. A. Nitrogen. In: *Principles of plant nutrition*. Switzerland, International Potash Institute, 1982. p. 335 - 368.
17. 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. *Trop. Agric.*, 60: 211 - 217, 1983.
18. PERES, J. R. R. & SUHET, A. R. Adubação nitrogenada no Planalto Central. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 16ª, Ilhéus, 1984. *Anais...* Ilhéus, CEPLAC, 1985. p. 220 - 242.
19. RENDIG, V. & BROADBENT, F. E. Proteins and amino acids in grain of maize grown with various levels of applied N. *Agron. J.*, 71: 509 - 512, 1979.
20. TANG, S. & WU, H. Y. Adaptive formation of nitrate reductase in rice seedlings. *Nature*, 179: 1355-1356, 1957.
21. VETTORI, I. *Métodos de análises de solo*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1969. 24 p. (Boletim técnico).