

NITROGÊNIO E MOLIBDÊNIO NAS CULTURAS DO MILHO E DO FEIJÃO, EM MONOCULTIVOS E EM CONSÓRCIO: I - EFEITOS SOBRE O FEIJÃO ¹

Fábio Cunha Coelho²

Clibas Vieira³

Paulo Roberto Mosquim⁴

Sérvio Túlio A. Cassini⁵

1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é leguminosa amplamente cultivada no Brasil, tanto em monocultivo como em consórcio com várias outras culturas, sobretudo com o milho (*Zea mays* L.). No consórcio com plantio simultâneo de milho e feijão ocorre competição por água, luz, nutrientes e espaço. Em solos com baixa disponibilidade de nutrientes, é importante que sejam realizadas adubações equilibradas, para que se alcance êxito na produção das duas culturas.

O nitrogênio é um dos nutrientes mais exigidos pelo feijoeiro e a maior demanda ocorre no período de formação das sementes (8). O feijoeiro pode contar com o nitrogênio proveniente do solo ou do adubo, além da fixação do nitrogênio atmosférico, realizada pelos rizóbios que se

¹ Parte da tese de doutorado em Fitotecnia apresentada à UFV pelo primeiro autor. Trabalho subvencionado pelo CNPq. Aceito para publicação em 04.08.1998.

² Bolsista Recém Doutor do CNPMS - EMBRAPA. Rua Pedra do Anta, 180, Viçosa-MG. CEP 36570-000.

³ Departamento de Fitotecnia da UFV. CEP 36571-000. Viçosa - MG.

⁴ Departamento de Biologia Vegetal da UFV.

⁵ Departamento de Microbiologia da UFV.

associam simbioticamente com as raízes dessa leguminosa. No entanto, de maneira geral, o fornecimento de nitrogênio pela fixação fica aquém do necessário para que se alcance as maiores produtividades da cultura. RUANO (17) observou que, em plantas intactas de feijão, ocorre queda de suprimento de fotoassimilados aos nódulos, no período de enchimento de grãos, causada pela intensa drenagem desses compostos para as vagens. Essa diminuição no suprimento promove queda da atividade da nitrogenase, degeneração nodular e o aparecimento de sintomas de deficiência de nitrogênio.

Um nutriente intimamente relacionado com o metabolismo do N nas plantas é o molibdênio. Ele é constituinte da enzima nitrogenase, presente nos nódulos das leguminosas, responsáveis pela fixação simbiótica de N_2 , além de ser constituinte da redutase do nitrato, responsável pela redução do nitrato a nitrito que, posteriormente, se transforma no radical amino, compondo substâncias aminadas da planta, como aminoácidos, proteínas etc. (21). Por esse motivo, devido às suas funções metabólicas, este micronutriente, em alguns experimentos, tornou dispensável a adubação nitrogenada de cobertura, pois, de uma forma ou de outra, favorece a assimilação do nitrogênio atmosférico e o melhor aproveitamento do nitrogênio absorvido pela planta na forma de nitrato (1, 23, 24).

O molibdênio é absorvido pelas plantas preferencialmente na forma de molibdato. Este ânion fica adsorvido mais intensamente aos colóides dos solos com maior acidez, predominantes em regiões de clima tropical, tornando-se pouco disponível (6). Alguns trabalhos têm demonstrado que a aplicação de molibdênio por via foliar foi vantajosa ao feijão tanto em monocultivo (1, 2) como em consórcio com o milho (22). VIEIRA (24), estudando o efeito da aplicação foliar de molibdênio sobre o feijoeiro 'Ouro Negro', em Viçosa e Coimbra - MG, observou que, na dose de 40 g ha^{-1} , ele aumentou a atividade da nitrogenase e redutase do nitrato, incrementou o teor de N-amoniacoal, na parte aérea das plantas, e "substituiu" a adubação nitrogenada em cobertura (30 kg ha^{-1} de N).

Em condições de consórcio com o milho, TSAI *et alii* (19), em experimento instalado na estação da "seca" em Piracicaba-SP, testaram 31 cultivares de feijão, quanto à capacidade de manter a fixação do N_2 , quando receberam 0, 15, 30 e 60 kg ha^{-1} de N, na forma de sulfato de amônio. O N, a partir de 15 kg ha^{-1} , diminuiu o peso de nódulos e a atividade da nitrogenase, mas não o número de nódulos, indicando que o efeito do N mineral foi no desenvolvimento e atividade do nódulo.

Os objetivos deste trabalho, ao se empregar a adubação nitrogenada e (ou) molibídica, foram: a) avaliar seus efeitos sobre a produtividade da cultura do feijão, em monocultivo e em consórcio com o milho; e b)

avaliar seus efeitos sobre a atividade da redutase do nitrato, fixação de nitrogênio atmosférico e teor de N orgânico na parte aérea.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local e Solos Utilizados

O estudo foi desenvolvido em 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 por experimentos e plantios anteriores (1, 2, 22, 24).

QUADRO 1 - Resultados das análises dos solos utilizados nos experimentos 1 e 2		
	Experimento 1	Experimento 2
pH em água 1:2,5	6,1	5,5
P (ppm) ^{1/}	5,1	5,0
K (ppm) ^{1/}	67	25
Ca ²⁺ (meq / 100 cm ³) ^{2/}	2,5	2,0
Mg ²⁺ (meq / 100 cm ³) ^{2/}	1,2	0,5
Al ³⁺ (meq / 100 cm ³) ^{2/}	0,0	0,1
H + Al ³⁺ (meq / 100 cm ³) ^{3/}	5,7	2,5
^{1/} Extrator Mehlich 1 (3).		
^{2/} Extrator KCl 1N (20).		
^{3/} Extrator CaOAc 1N pH 7,0 (11).		

2.2. Os Experimentos

Os dois experimentos foram dispostos em blocos casualizados com quatro repetições, obedecendo a um fatorial 2³, cujos fatores foram: sistemas de cultivo (monocultivo e consórcio com milho); nitrogênio (0 e 40 kg ha⁻¹ com aplicação em cobertura); e molibdênio (0 e 50 g ha⁻¹ em aplicação foliar). As fontes de N e Mo foram, respectivamente, o sulfato de amônio e o molibdato de amônio, ambos aplicados 25 dias depois da emergência dos feijoeiros. Todas as parcelas receberam, nos

sulcos de plantio, 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato simples, e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio.

O experimento 1 foi instalado em 10 de novembro de 1993, verificando-se a emergência das plântulas em 22 de novembro. O experimento 2, em 14 de novembro de 1994, com emergência cinco dias depois.

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 com feijão consorciado constaram de quatro fileiras de 6 metros de comprimento, espaçadas de um metro, enquanto, para o monocultivo, as parcelas continham quatro fileiras de 5 metros de comprimento, espaçadas de 50 centímetros. Uma bordadura externa com duas fileiras de milho cercou o conjunto de parcelas de feijão consorciado. O conjunto das parcelas de feijão em monocultivo ficou a uma distância de três metros das parcelas de consórcio, com a finalidade de evitar o sombreamento provocado pelo milho.

O solo foi preparado de maneira convencional (aração e gradadura). Semearam-se duas sementes do milho híbrido 'Ag 302A' a cada 20 cm, com posterior desbaste para se obter o equivalente a 40 mil plantas/ha. O feijão 'Ouro' foi semeado na densidade de 15 sementes por metro. No consórcio, o feijão foi plantado nas fileiras do milho. Os tratos culturais foram os normais das 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 feijão. A concentração de ureídeos no exsudato do xilema do feijão foi determinada no experimento 2.

As amostragens de folhas, da parte aérea e do exsudato foram efetuadas nas duas fileiras externas das parcelas e, para avaliação da produtividade, utilizaram-se as duas fileiras centrais, descartando-se 50 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. Isso foi feito com a finalidade de se obter uma melhor sensibilidade do método.

Foram feitas amostragens aos 30 e 40 dias após a emergência (d.a.e.) do feijão. 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 colocadas em caixas de isopor com gelo. As amostragens foram executadas sempre às 15 horas.

As folhas amostradas 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 (9).

2.4. Concentração de Ureídeos no Exsudato do Xilema

Para determinação da concentração de ureídeos no exsudato do xilema do feijão, fizeram-se coletas de exsudato aos 30 e 40 d.a.e.

Determinou-se que, ao meio-dia, era o horário do dia em que o exsudato do xilema possuía a maior concentração de ureídeos, optando-se, portanto, por esse horário para a execução das amostragens.

Tomaram-se amostras de duas plantas por parcela, fazendo-se a excisão das plantas abaixo do nó cotiledonar (15), a aproximadamente 4 centímetros do solo, e, em seguida, ajustou-se uma mangueira de borracha do tipo garrote na extremidade cortada do caule. Dessa forma, o exsudato acumulou-se no interior da mangueira, sendo retirado com o auxílio de uma seringa e disposto em frascos de vidro acondicionados em banho de gelo. A operação de coleta do exsudato não excedia mais que uma hora, para se evitarem possíveis mudanças na sua composição química, já que a planta havia perdido a parte aérea pela decapitação.

Os frascos, previamente identificados, foram levados para o laboratório, rapidamente após a amostragem, e acondicionados em "freezer" com temperatura de -15°C . A determinação foi posteriormente executada segundo o método proposto por PEOPLES *et alii* (16), obtendo-se o número de moles de ureídeos por m^3 de exsudato do xilema.

A determinação da concentração de ureídeos foi realizada somente no experimento 2, por causa da alta precipitação pluvial que ocorreu nas épocas de amostragem do experimento 1, que impossibilitou a realização do trabalho.

2.5. Teor de Nitrogênio Orgânico na Parte Aérea

Nos dois experimentos, tomou-se ao acaso a parte aérea de duas plantas por parcela, aos 30 e 40 d.a.e. Esse material foi submetido à secagem, em secador com temperatura de 75°C , até peso constante

(48 horas), depois à trituração em moinho tipo Willey e, no final, à homogeneização. Da matéria seca, uma amostra de 100 mg foi utilizada para determinação do nitrogênio na forma orgânica. Fez-se uma digestão sulfúrica (13), seguida de avaliação colorimétrica, utilizando-se o reagente de Nessler (12).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 40 d.a.e., o nitrogênio aplicado em cobertura causou aumento de 35% e de 50% na ARN, no monocultivo e no consórcio, respectivamente, quando se considera a média dos dois experimentos (Figura 1). Conforme dados na literatura (18), a redutase do nitrato é uma enzima induzida pelo substrato, isto é, necessita do nitrato para que seja sintetizada. Nos tratamentos que receberam nitrogênio, certamente ocorreu maior disponibilidade do nitrato para as plantas. Apesar de se ter utilizado o sulfato de amônio na adubação de cobertura, o nitrogênio nesta forma amoniacal é rapidamente oxidado no solo para a forma nítrica (14). Esses resultados confirmam os obtidos por CHENG *et alii* (4) e CRAWFORD *et alii* (5), que observaram que o nitrato é o primeiro sinal químico que resulta em acúmulo da redutase do nitrato e, na ausência do nitrato, o RNAm com informação para produção da redutase do nitrato (RNAm-RN) não se acumula, e pouca ou nenhuma atividade da redutase do nitrato é detectada; nas plantas expostas ao nitrato, o RNAm-RN acumula-se em poucos minutos, com a conseqüente maior síntese da enzima.

O Mo aplicado por via foliar resultou em aumento significativo na ARN apenas no experimento 1. Esse aumento, aos 40 d.a.e., foi de 41% no monocultivo e de 6% no consórcio (Figura 2). A ausência de efeito do Mo no experimento 2 pode estar relacionada à ocorrência de uma estiagem prolongada no período de condução desse ensaio, causando sintomas visuais 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 desse micronutriente sobre a atividade da enzima (dados não mostrados).

O Mo é co-fator da redutase do nitrato; desta forma, como ficou em maior disponibilidade nos tratamentos em que foi aplicado, ele possibilitou maior atividade da enzima no primeiro ensaio. VIEIRA (24) também observou aumento da ARN em feijoeiros (cv. 'Ouro Negro') conduzidos em monocultivo, que receberam 40 g ha⁻¹ de Mo; esse aumento foi de 50 e 35%, aos 46 e 60 d.a.e., respectivamente.

O menor efeito do Mo sobre a ARN no consórcio (6%) pode estar relacionado com o sombreamento provocado pelas plantas de milho. HUBER *et alii* (10) observaram que a luz estimulou a ativação da redutase

do nitrato em plantas de espinafre, e que esse efeito da luz foi mediado pelos produtos finais do ciclo de Calvin. Em condições de menor luminosidade a ARN foi diminuída.

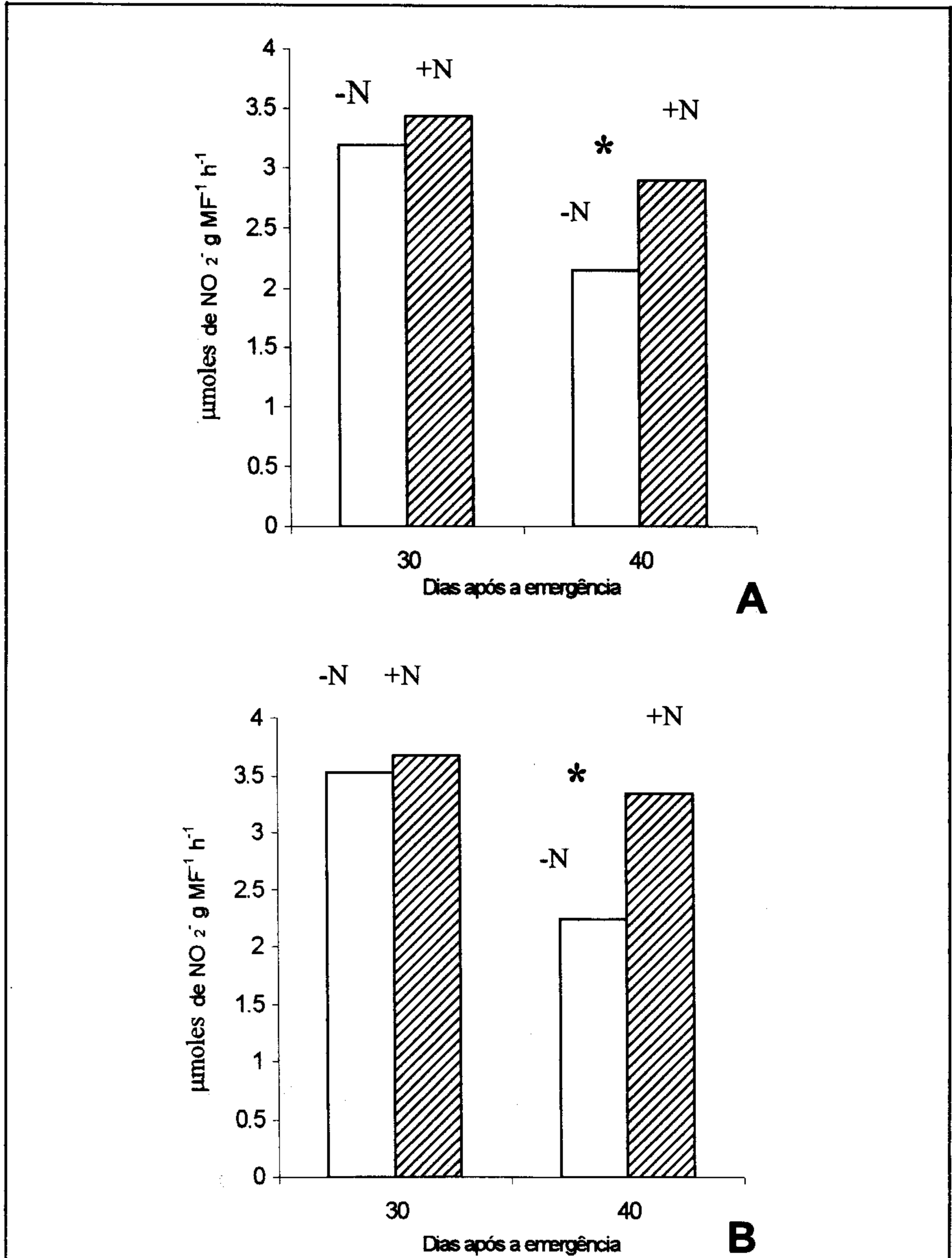


FIGURA 1 - Atividade da redutase do nitrato ($\mu\text{moles NO}_2^- \text{ g}^{-1} \text{ MF h}^{-1}$) obtida aos 30 e 40 dias após a emergência das plantas, adubadas ou não com N, em sistemas de monocultivo (A) e consórcio (B) (média dos dois experimentos). * indica diferença significativa.

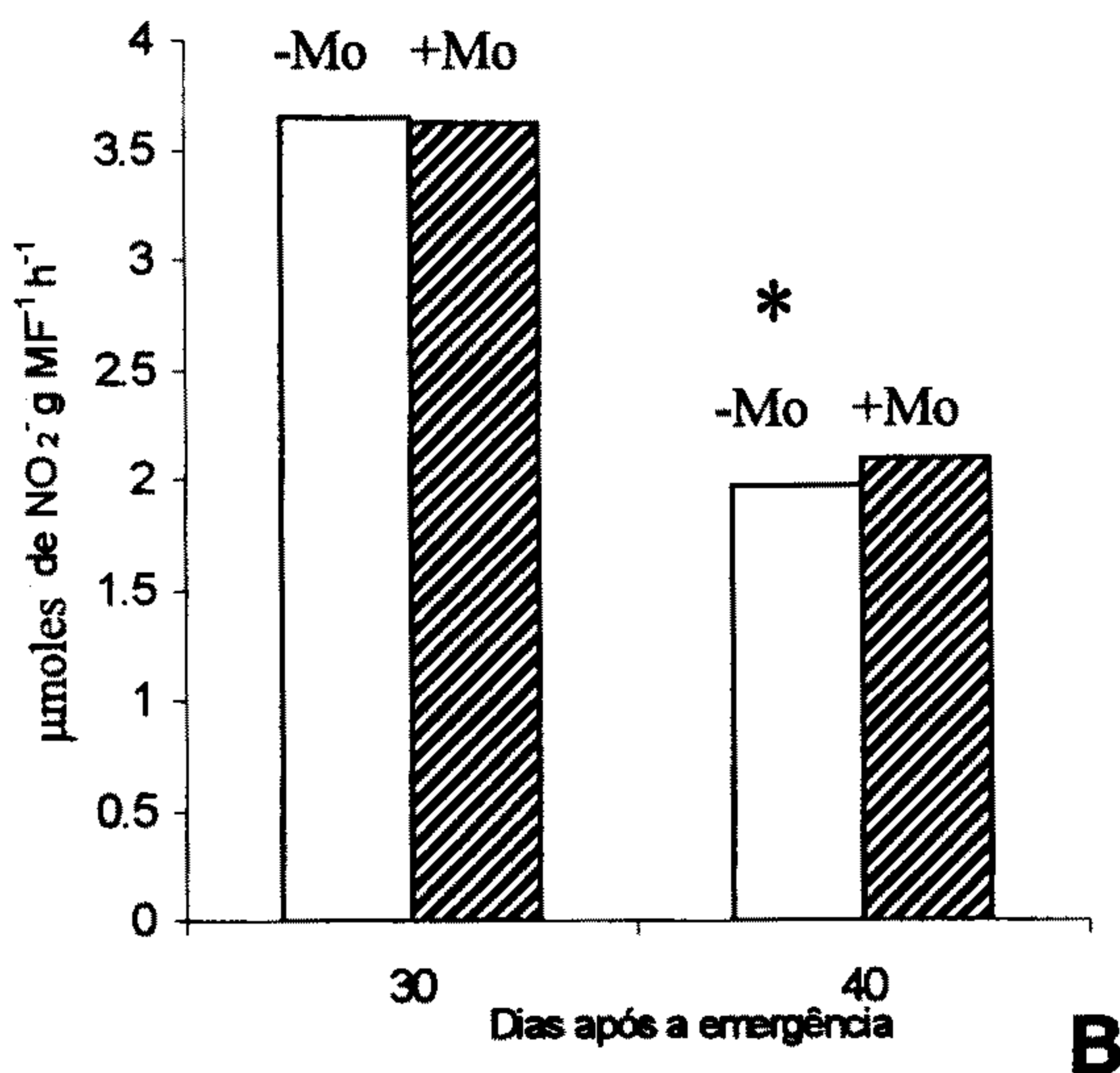
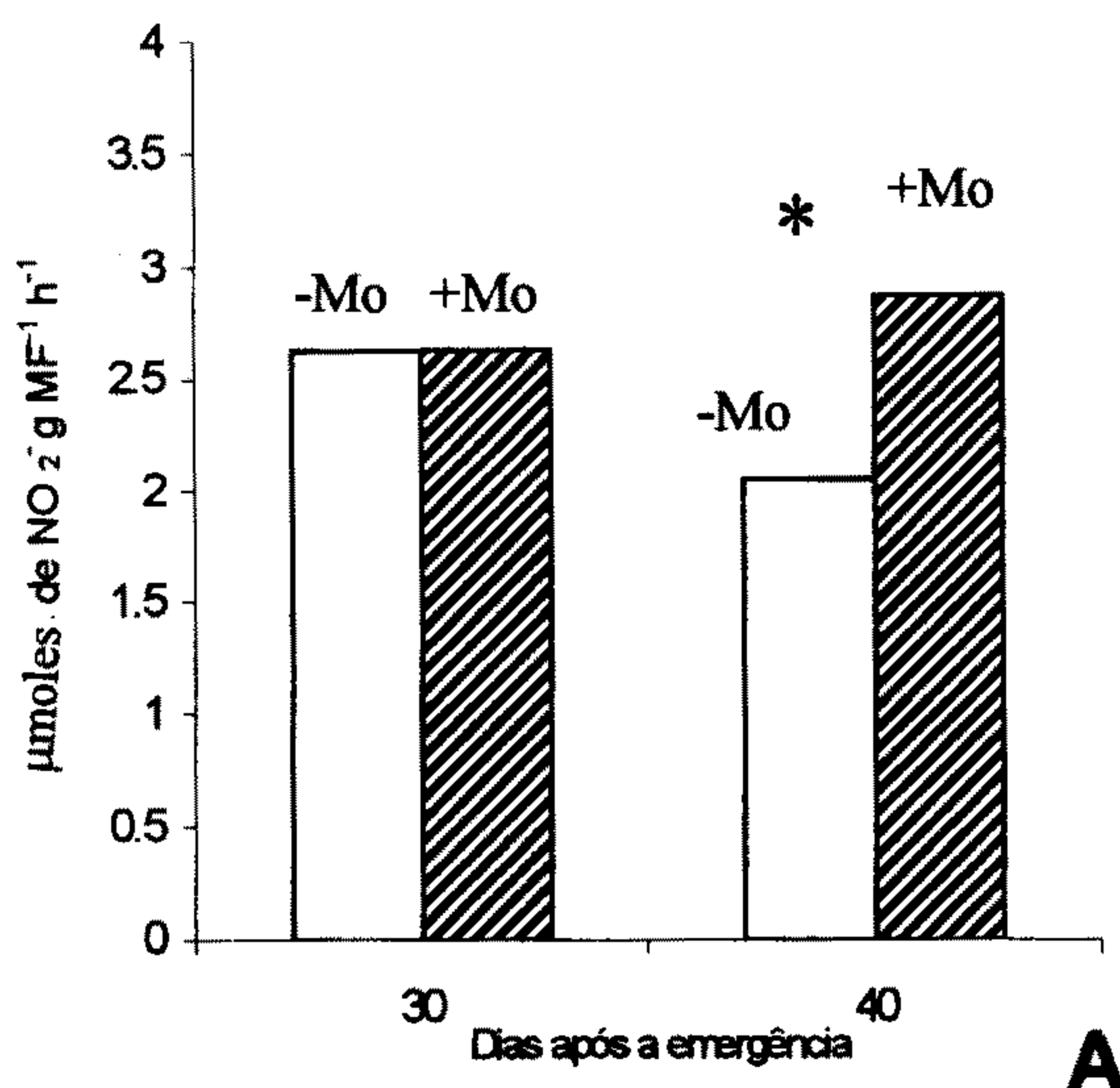


FIGURA 2 - Atividade da redutase do nitrato ($\mu\text{moles NO}_2^- \text{ g}^{-1} \text{ MF h}^{-1}$) obtida aos 30 e 40 dias após a emergência das plantas, adubadas ou não com Mo, em sistemas de monocultivo (A) e consórcio (B) do experimento 1.

* indica diferença significativa

O teor de ureídeos no exsudato do xilema, determinado apenas no experimento 2, diminuiu 94%, aos 30 d.a.e., devido à aplicação de N no feijão em monocultivo que não recebeu Mo (Figura 3A), enquanto os feijoeiros que receberam o micronutriente não apresentaram decréscimo significativo com a adubação nitrogenada (Figura 3B). Os resultados obtidos nos tratamentos que receberam N e Mo indicam que o Mo, aparentemente, funcionou como um atenuante do efeito negativo do N do solo, na fixação do nitrogênio atmosférico. A partir desse resultado, aventou-se o seguinte raciocínio: na presença de maior quantidade de nitrato no solo (adubação), a planta absorve-o também em maior quantidade, com conseqüente maior concentração do ânion no citoplasma celular dos tecidos da parte aérea, o que pode induzir maior síntese da redutase do nitrato e maior demanda pelo Mo. Nessa situação, poderia ocorrer deficiência do molibdênio para a síntese da nitrogenase nos nódulos radicais, sendo diminuída, assim, a fixação do nitrogênio. Com a aplicação do Mo, maior quantidade desse micronutriente pode ser translocada para os nódulos, possibilitando a atividade da nitrogenase e manutenção da fixação simbiótica do nitrogênio. FRANCO e MUNS (7) apresentaram como hipótese para o declínio da fixação do nitrogênio nos nódulos de feijão e soja, com o crescimento das plantas, o decréscimo da concentração de Mo nos nódulos. No entanto, no trabalho de VIEIRA (24), a aplicação foliar de Mo aos 25 d.a.e. não evitou o decréscimo da atividade fixadora de nitrogênio após o período de florescimento.

Aos 40 d.a.e., no monocultivo, e aos 30 e 40 d.a.e., no consórcio, não houve efeito significativo de nenhum dos tratamentos sobre o teor de ureídeos no exsudato do xilema (dados não mostrados). A ausência de efeito do N, aos 40 d.a.e., nos dois sistemas de cultivo, indica que nesse período possivelmente grande parte do N aplicado já havia sido absorvida pelas plantas ou se perdido pela ação da lixiviação, denitrificação etc., a ponto de permanecer numa concentração no solo que não causou efeitos negativos sobre a fixação do nitrogênio atmosférico. No consórcio, aos 30 d.a.e., possivelmente a grande demanda pelo N nas culturas do milho e do feijão resultou em menores quantidades desse nutriente no solo, com o conseqüente menor efeito negativo sobre a nodulação e fixação do N₂.

O teor de N-orgânico na parte aérea, aos 40 d.a.e., foi 14% maior nas plantas que receberam Mo, na média dos dois experimentos. O N causou aumento de 30% e 15% nos tratamentos do experimento 1, aos 30 e 40 d.a.e., respectivamente (Figura 4), enquanto no experimento 2 esse aumento não foi significativo. O aumento causado pelo Mo, quase certamente, está relacionado ao aumento da atividade da redutase do nitrato (Figura 2A), enquanto o provocado pelo N relaciona-se à maior disponibilidade deste nutriente, causada pela adubação.

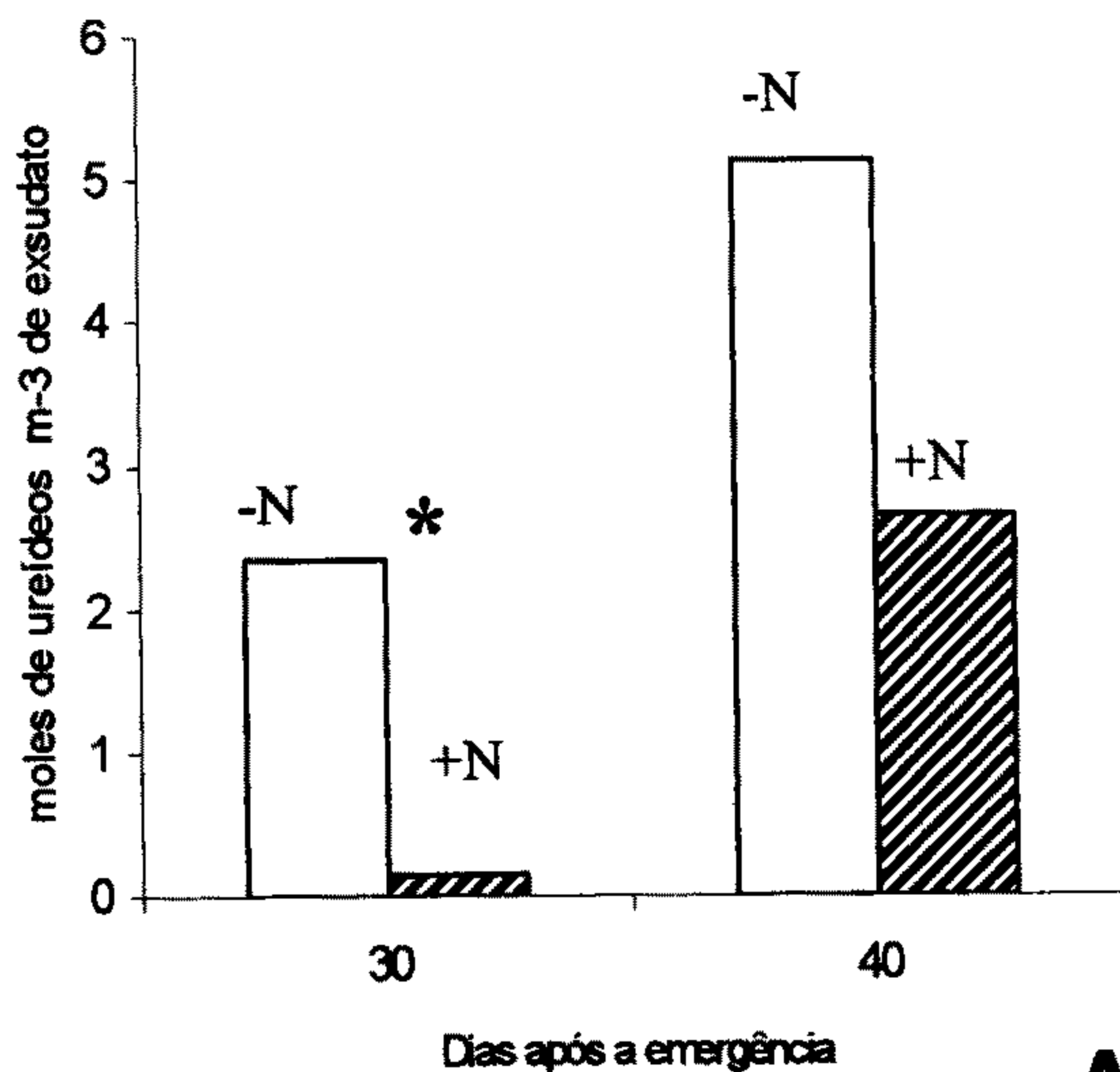
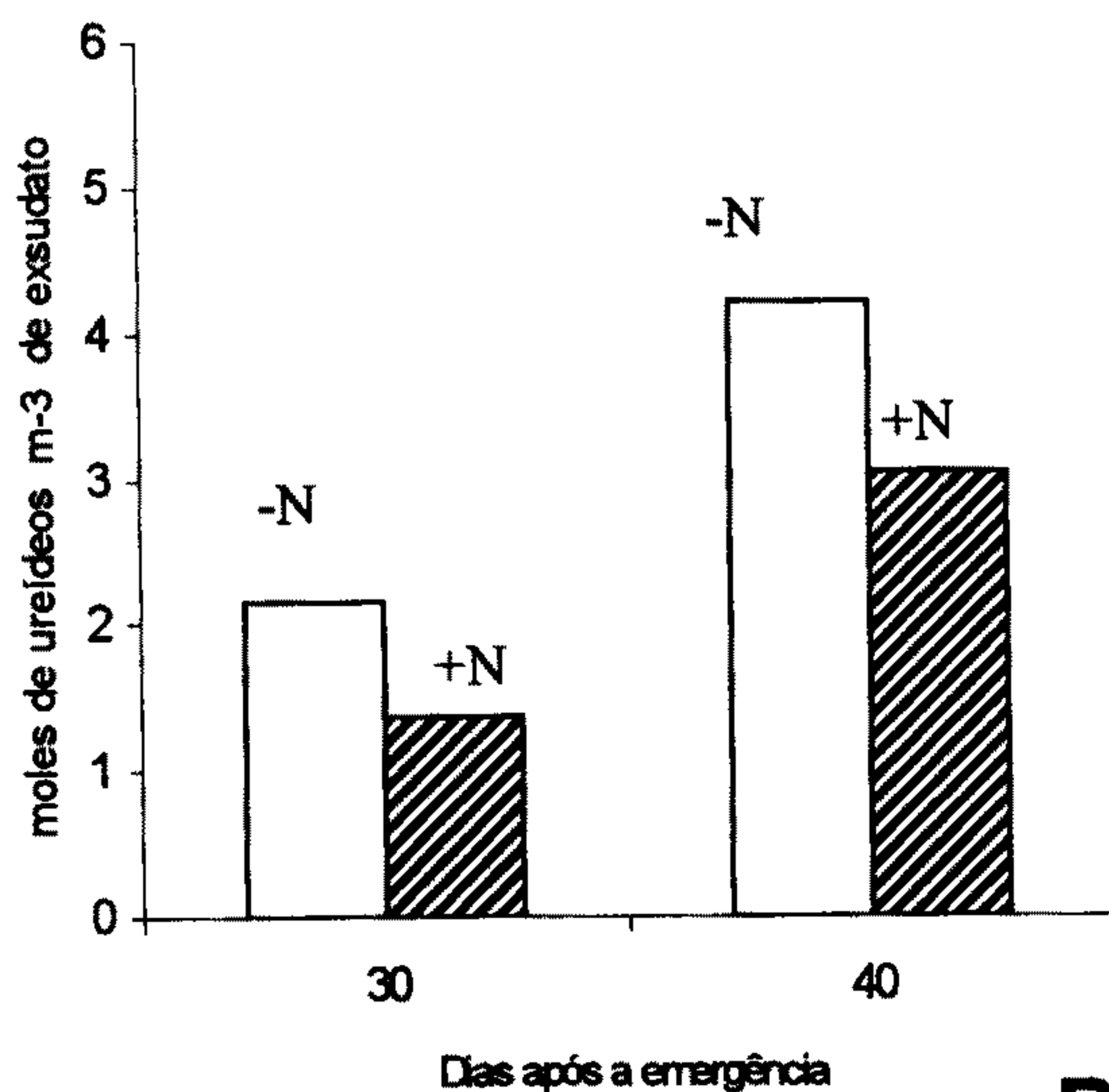
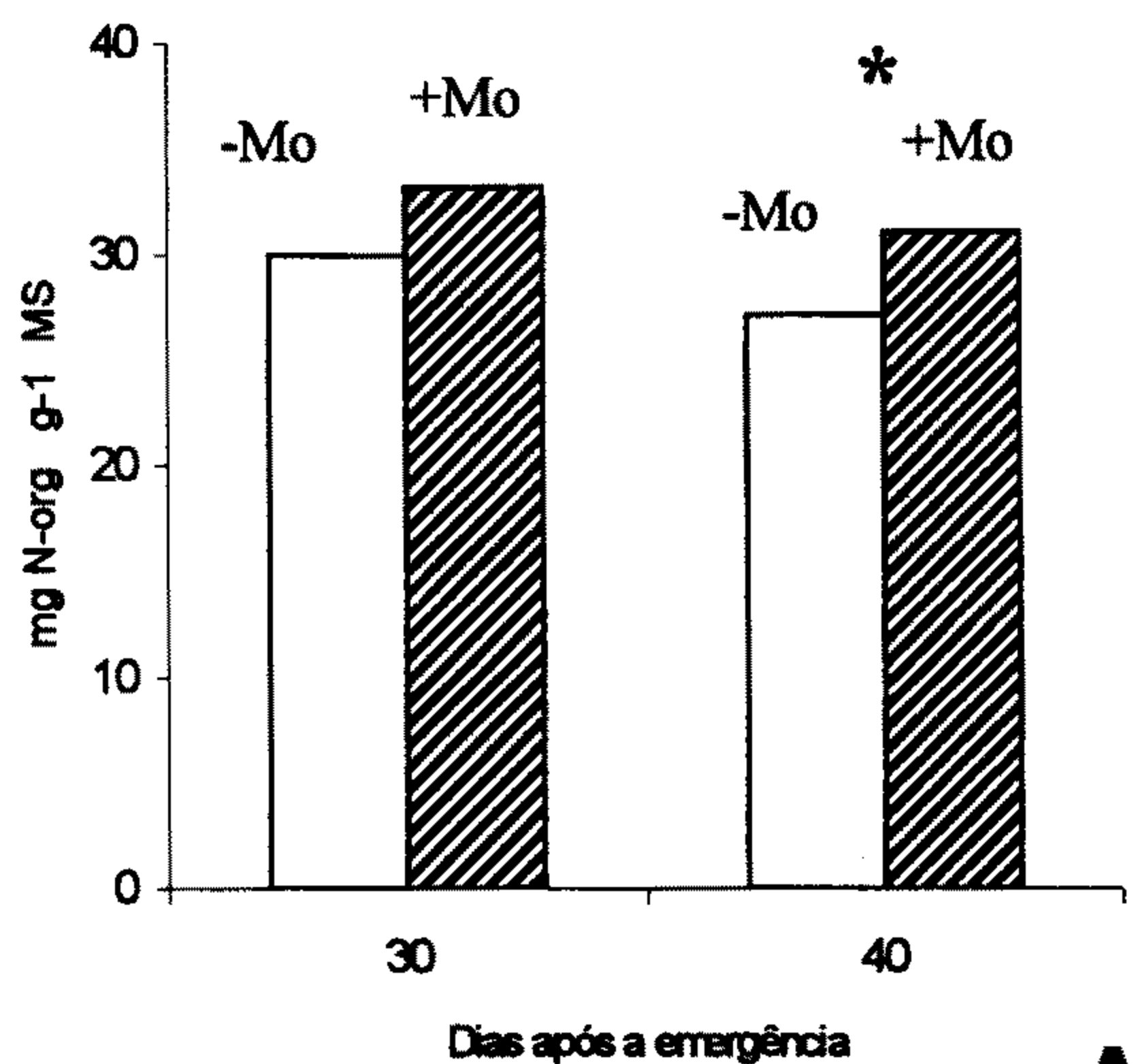
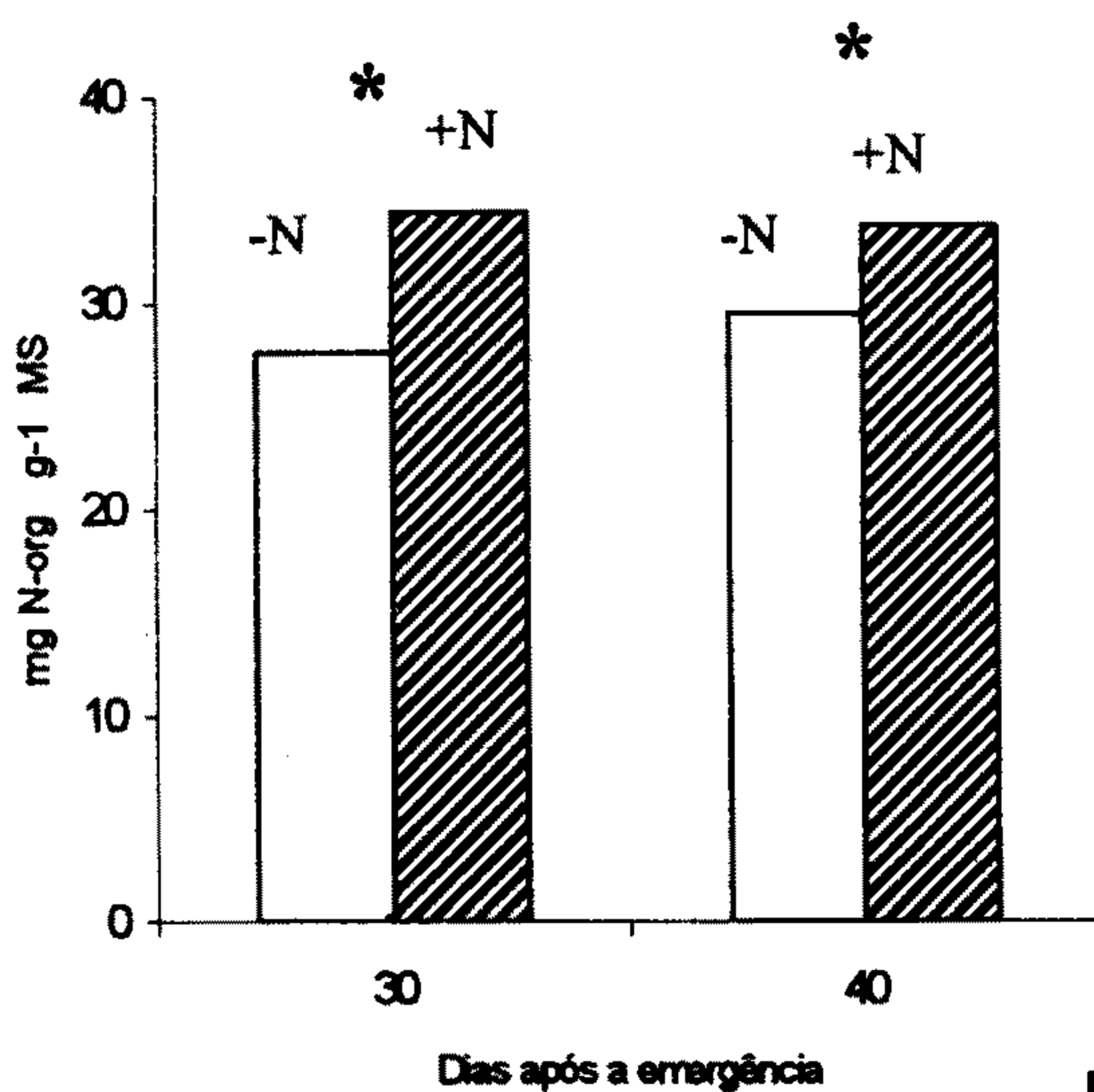
**A****B**

FIGURA 3 - Teor de ureídeos no exsudato do xilema (moles de ureídeos m^{-3} de exsudato) obtido aos 30 e 40 dias após a emergência das plantas, adubadas ou não com N, que não receberam Mo (A) e com Mo (B), em sistema de monocultivo do experimento 2.

* indica diferença significativa.

**A****B**

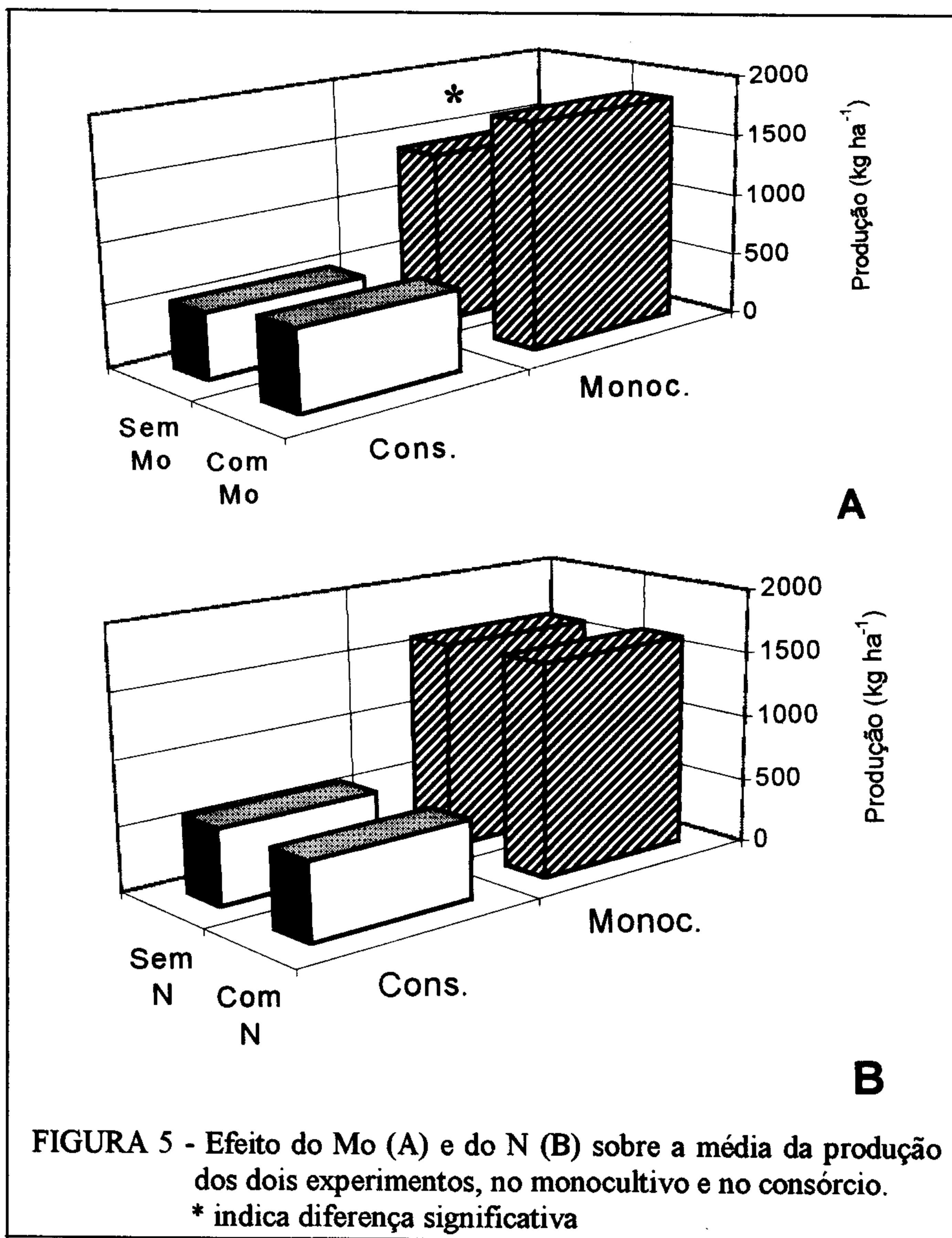
**FIGURA 4 - Teor de N orgânico (mg N-org. g⁻¹ MS) obtido aos 30 e 40 dias após a emergência das plantas, adubadas ou não com Mo, na média dos dois experimentos (A), e adubadas ou não com N, no experimento 1 (B).
* indica diferença significativa.**

O aumento de ARN trazido pela aplicação do N, tanto no monocultivo como no consórcio, não resultou em aumento significativo na produção do feijão (Figura 5B). Já o Mo trouxe acréscimo de 30% na produtividade do feijão em monocultivo, enquanto no consórcio o aumento não foi significativo (Figura 5A). O micronutriente aumentou a produção possivelmente por ter aumentado a atividade da redutase do nitrato (Figura 2A), que, conseqüentemente, resultou em teores mais elevados de N-orgânico na parte aérea (Figura 4A).

Outros autores já haviam verificado que a aplicação do Mo por via foliar no feijão, em monocultivo, é vantajosa para o aumento de produção (1, 2, 23). VIEIRA *et alii* (22) observaram aumento de produtividade e (ou) do teor de N no tecido vegetal, no consórcio, causado pela aplicação do Mo. Esses resultados diferentes, no consórcio, podem estar relacionados à aplicação de N no plantio nos experimentos de VIEIRA *et alii* (22), enquanto no presente trabalho não se aplicou N no plantio.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Em Coimbra-MG, foram conduzidos dois experimentos nas “águas”, dispostos em blocos casualizados com quatro repetições, obedecendo a um fatorial 2^3 , cujos fatores foram: sistemas de cultivo (monocultivo e consórcio com o milho); nitrogênio (0 e 40 kg ha⁻¹ em cobertura); e molibdênio (0 e 50 g ha⁻¹ 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⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato simples, e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, 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, a concentração de ureídeos no exsudato do xilema, o teor de nitrogênio orgânico e a produtividade do feijão. Considerando o monocultivo, o Mo trouxe aumento de 30% na produtividade; no consórcio com o milho, a aplicação de N e Mo não resultou em acréscimo na produtividade. O incremento causado pelo Mo no monocultivo foi relacionado com a maior atividade da redutase do nitrato e concentração de N-orgânico nos tecidos da parte aérea. A não-aplicação de N, com ou sem Mo, tendeu a aumentar a concentração de ureídeos, ou seja, a melhorar a fixação de N₂.



5. SUMMARY

(NITROGEN AND MOLYBDENUM FOR MAIZE AND COMMON BEANS GROWN UNDER MONOCROP AND INTERCROP SYSTEMS: I – EFFECTS ON BEANS)

Two experiments were carried out in Coimbra, Minas Gerais, Brazil, during the rainy period, following a randomized block design with four

replications. In both experiments a 2^3 factorial was used with the following factors: cultivation systems (monocrop and intercrop with maize); nitrogen (0 and 40 kg ha⁻¹ as side dressing); and molybdenum (0 and 50 g ha⁻¹ as foliar spray). Nitrogen and molybdenum were applied 25 days after bean plant emergence. All treatments received 100 kg ha⁻¹ of P₂O₅, 40 kg ha⁻¹ of K₂O and a mixture of Rhizobium strains. As for the bean monocrop, Mo increased yield by 30%; in intercrop with maize N and Mo did not increase yield. The yield increase caused by Mo in the monocrop was related to a greater activity of nitrate reductase and N-organic concentration in the aerial part tissues. Non-application of N, with or without Mo, tended to increase ureides concentration, i.e., to improve N₂ fixation.

6. LITERATURA CITADA

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 molibídica. *Rev. Ceres*, 41: 202 - 216, 1994.
2. 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.
3. BRAGA, J. M. & DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e plantas. *Rev. Ceres*, 21: 73-85, 1974.
4. CHENG, C. L.; DEWDNEI, J.; KLEINHOLFS, A. & GOODMAN, H. M. Cloning and nitrate induction of nitrate reductase mRNA. *Proc. Nat. Acad. of Sci. USA*, 83: 6825-6828, 1986.
5. 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.
6. FRANCO, A. A. & DAY, J. M. Effects of lime and molybdenum on nodulation and nitrogen fixation of *Phaseolus vulgaris* L. in acid soils of Brazil. *Turrialba*, 30: 99-105, 1980.
7. FRANCO, A. A. & MUNS, D. N. Response of *Phaseolus vulgaris* L. to molybdenum under acid conditions. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45: 1144 - 1148, 1981.
8. GALLO, J. R. & MIYASAKA, S. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos do florescimento à maturação. *Bragantia*, 20: 867 - 884, 1961.
9. HAGEMAN, R. H. & REED, A. J. Nitrate reductase from higher plants. *Methods Enzymol.*, 69: 270 - 280, 1980.
10. HUBER, S. C.; HUBER, J. L.; CAMPBELL, W. H. & REDINBAUGH, M. G. Comparatives studies of the light modulation of the nitrate reductase and sucrose-phosphatase syntase activities in spinach. *Plant Physiol.* 100: 706-712, 1992.
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 determination for soil and plant tissue. In: JACKSON, M.L. (Ed.). *Soil chemical analysis*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1965. p.195 - 196.
13. LINDER, R. C. Rapid analytical methods for some of the more common inorganic constituents of plant tissues. *Plant Physiol.*, 19: 76 - 89, 1944.
14. MENGEL, K. & KIRKBY, E. A. Nitrogen. In: *Principles of plant nutrition*. Switzerland, International Potash Institute, 1982. p. 335 - 368.

15. NORHAYATI, M.; MOHD NOOR, S.; CHONG, K.; FAIZAH, A. W.; HERRIDGE, D. F.; PEOPLES, M. D. & BERGERSON, F. J. Adaptation of methods for evaluation of N₂ in food legumes and legume cover crops. *Plant Soil*, 108: 143 - 150, 1988.
16. PEOPLES, M. B.; FAIZAH, A. W.; REKASEM, B. & HERRIDGE, D. F. *Methods for evaluating nitrogen fixation legumes in field*. Canberra, Australian Centre for International Agricultural Research - ACIAR, 1989. 76 p. (Monograph, 11).
17. RUANO, L. P. *Distribuição de ¹⁴C fotoassimilados durante o desenvolvimento de plantas de Phaseolus vulgaris e seu correlacionamento com a fixação simbiótica de nitrogênio*. Viçosa, MG, UFV, 1984. 33 p. (Tese MS).
18. TANG, S. & WU, H. Y. Adaptive formation of nitrate reductase in rice seedlings. *Nature*, 179: 1355 - 1356, 1957.
19. TSAI, S. M.; SILVA, M.; CABEZAS, W. L. & BONETTI, R. Variability in nitrogen fixation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) intercropped with maize. *Plant Soil*, 152: 93-101, 1993.
20. VETTORI, I. *Métodos de análises de solo*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1969. 24 p. (Boletim técnico).
21. VIDOR, C. & PERES, J.R.P. Nutrição das plantas com molibdênio e cobalto. In: BORKET, C.M. & LANTMANN, A.F. (Ed.). *Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira*. Londrina, EMBRAPA, IAPAR, SBCS, 1988. p.179 - 203.
22. VIEIRA, C.; ARAÚJO, G. A. de A. & BERGER, P. G. Cultura associada de feijão e milho. XII - Adubações nitrogenada e molíbdica. *Rev. Ceres*, 43: 785-791, 1996.
23. VIEIRA, C.; NOGUEIRA, A. O. & ARAÚJO, G. A. de A. Adubação nitrogenada e molíbdica na cultura do feijão. *Rev. Agric.*, 67: 117-124, 1992.
24. VIEIRA, R. F. *Aplicação foliar de molibdênio e seu efeito nas atividades da nitrogenase e redutase do nitrato no feijoeiro em campo*. Piracicaba, ESALQ, 1994. 188 p. (Tese DS).