



## EFEITO DA OMISSÃO DE FÓSFORO NA ABSORÇÃO DE NITROGÊNIO POR HÍBRIDOS DE MILHO (*Zea mays*, L.)<sup>1</sup>

Vera Maria Carvalho Alves<sup>2</sup>  
Roberto Ferreira de Novais<sup>3</sup>  
Marcos F. Godoy Oliveira<sup>4</sup>  
Nairan Felix de Barros<sup>3</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

O fósforo inorgânico (Pi) desempenha várias funções essenciais no metabolismo das células: está envolvido na maioria das transferências de energia metabólica, age como intermediário na síntese de numerosos metabólitos e moléculas complexas (fosfolipídeos, DNA, RNA etc.); e pode regular a taxa de diversas reações enzimáticas e processos metabólicos, como respiração, glicólise, fotossíntese e degradação de amido (5). Conseqüentemente, o fósforo influencia ou é influenciado pela disponibilidade ou utilização de diversos outros elementos.

Existem numerosos pontos de interação entre processos metabólicos dependentes de fósforo e de nitrogênio. Entretanto, a interação destes dois elementos ainda tem sido pouco estudada.

Resultados experimentais indicam que deficiência de fósforo limita a absorção de nitrogênio em algumas culturas e reduz a absorção de nitra-

---

<sup>1</sup> Parte da tese de doutorado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Viçosa. Aceito para publicação em 15.09.1995.

<sup>2</sup> Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - EMBRAPA, Caixa Postal 151. 35701-970 Sete Lagoas, MG.

<sup>3</sup> Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG.

<sup>4</sup> Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa.

to em *Hordeum vulgare* (4,8), em fumo (7) e em soja (6) e a de amônio na alga *Cyanidium caldarium* (9), dentre outros.

Segundo RUFTY JR. *et alii* (6,7), a redução da absorção de nitrogênio por plantas deficientes em fósforo pode ser consequência de vários fatores associados com a condição de estresse de fósforo. Uma possibilidade seria a redução na disponibilidade de energia (ATP) requerida para a absorção ativa de nitrato através da plasmalema das células radiculares. Outra possibilidade envolveria a regulação da absorção de nitrato. De acordo com LEE *et alii* (4), a taxa de absorção de nitrogênio é continuamente regulada pelo *status* de nitrogênio na planta, mas ainda não está totalmente esclarecido como este mecanismo funciona. Além disso, a absorção de nitrogênio pode ser fortemente influenciada por aminoácidos ligados à rota de assimilação de nitrogênio. Após tratamentos que elevavam a concentração celular de glutamina e, ou, de asparagina, a absorção líquida de nitrogênio foi suprimida em plantas de milho (4). RUFTY JR. *et alii* (6,7) verificaram, em fumo e em soja, que a deficiência de fósforo provocou acumulação substancial de aminoácidos livres na parte aérea e redução na translocação de nitrato das raízes para a parte aérea. Em soja também verificaram redução na concentração de ATP. Eles sugeriram que a diminuição da absorção de nitrato em plantas com baixo *status* de fósforo pode ser causada por um controle *feedback* negativo e pela limitada disponibilidade de ATP.

O objetivo deste experimento foi o de se verificar o efeito de períodos crescentes de omissão de fósforo, na solução nutritiva, na absorção de nitrogênio em milho.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de quatro híbridos de milho (Br 201, que apresenta boa adaptação a solos ácidos, pobres em fósforo, destacando-se em anos de precipitação pluvial irregular - H1; um híbrido duplo comercial - H2; um híbrido duplo experimental, proveniente do CNPMS, exigente em nitrogênio - H3; e um híbrido simples precoce comercial - H4) foram germinadas em rolos de papel-toalha, colocados em vasos contendo água desionizada, continuamente arejada, em casa de vegetação. Após a emergência, o endosperma das sementes foi retirado e as plântulas, selecionadas quanto à uniformidade, foram transplantadas para recipientes de plástico contendo 13,5 litros de solução nutritiva de Steinberg, pH 5,5, modificada por FOY *et alii* (2). O fósforo foi adicionado na forma de  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , na dose 0,1 mM. Cada híbrido foi colocado em recipiente individual contendo 24 plantas. A solução foi trocada a cada dois dias e a aeração mantida cons-

tante.

Doze dias após o transplântio, as plantas foram transferidas, em número de duas, para vasos de cinco litros, contendo a mesma solução, porém sem fósforo. Nesse mesmo dia (tempo zero) e aos dois, quatro, seis e 10 dias após, as plantas foram colhidas para a determinação dos teores de nitrogênio total e matéria seca. O tratamento-controle (solução nutritiva completa) foi mantido durante todo o período experimental.

As plantas coletadas foram divididas em folhas, colmos e raízes. O material vegetal colhido foi secado em estufa de ventilação forçada a 70°C até peso constante, determinando-se, em seguida, os pesos de matéria seca. Após moagem, amostras de 100 mg de material vegetal seco foram mineralizadas por digestão sulfúrica, determinando-se a concentração de nitrogênio total colorimetricamente, utilizando-se Reagente de Nessler (3). A dosagem de nitrato foi realizada segundo metodologia descrita por CATALDO *et alii* (1).

O experimento consistiu em fatorial de 4 x 5 (quatro híbridos e cinco períodos de omissão de fósforo), em blocos casualizados, com três repetições. Foram efetuadas análises de variância e de regressão. Selecionaram-se os modelos em que os coeficientes apresentaram nível de significância menor ou igual a 10% (<sup>0</sup>), 5% (\*) ou 1% (\*\*) de probabilidade e R<sup>2</sup> mais elevado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A omissão de fósforo por 10 dias ocasionou redução semelhante entre os híbridos na taxa de crescimento relativo das folhas (25% a 30%) e dos colmos (12% a 15%), em comparação com o tratamento-testemunha, em que não houve omissão deste elemento no mesmo período (Quadro 1). Entretanto, no sistema radicular, a redução foi de apenas 4% no híbrido 1 e de 11% a 13% nos demais.

Os teores de nitrogênio total e de nitrato na folha, no tempo zero de omissão de fósforo, foram semelhantes entre os quatro híbridos estudados (média de 4,91% e 0,23%, respectivamente).

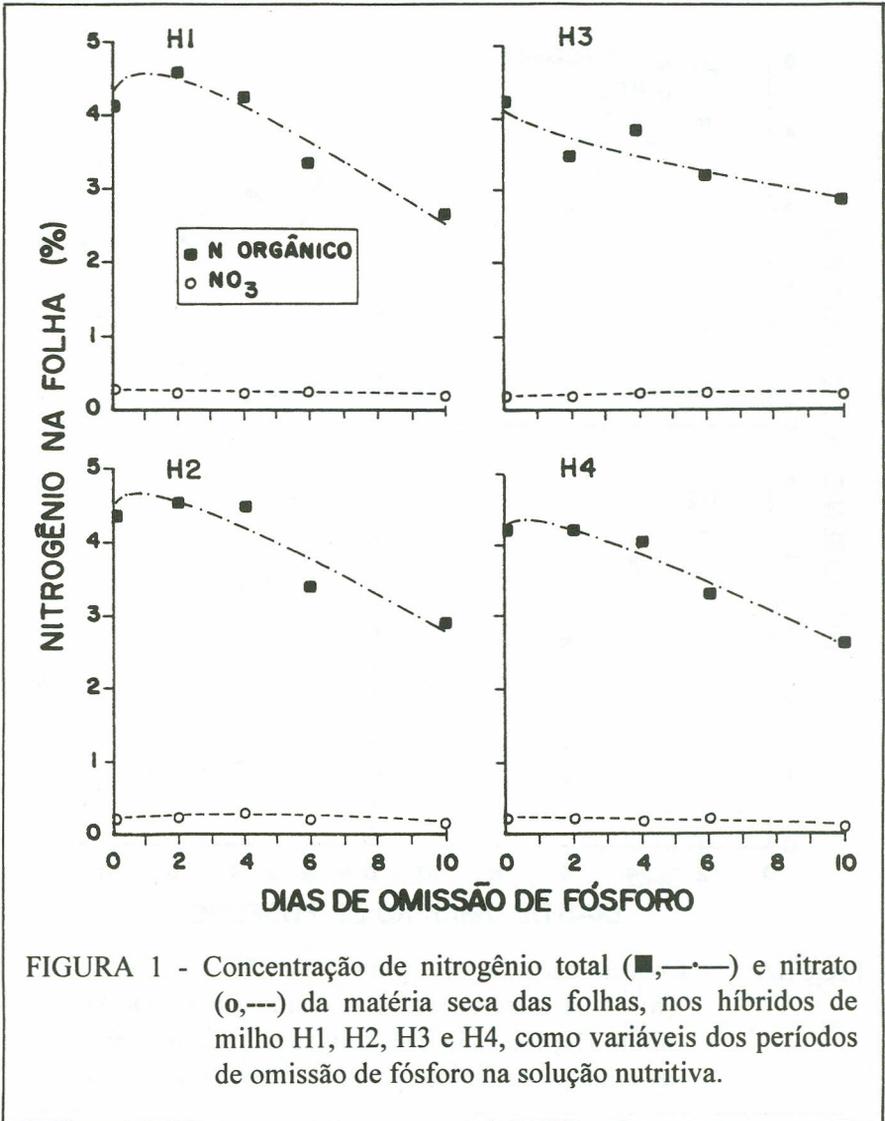
Houve redução (34% a 38%) dos teores de nitrogênio total na folha com o aumento do período de omissão de fósforo nos quatro híbridos (Figura 1). Os teores de nitrato permaneceram mais ou menos constantes durante o mesmo período.

No colmo e nas raízes não houve material vegetal suficiente para a análise dos teores de nitrogênio total e de nitrato no tempo zero, o que só ocorreu a partir do segundo dia de omissão de fósforo. Os colmos e as raízes apresentaram maiores teores de nitrato que as folhas (Figuras 2 e 3).

QUADRO 1 - Taxa média de crescimento relativo das folhas, dos colmos e das raízes das plantas dos quatro híbridos estudados, no tratamento-testemunha, em que não houve omissão de fósforo, e após 10 dias de omissão deste elemento\*

Híbridos	Taxa de crescimento relativo					
	Folha		Colmo		Raiz	
	Sem omissão	Com omissão	Sem omissão	Com omissão	Sem omissão	Com omissão
-----mg.mg <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> -----						
H1	0,198Aa	0,138Ab	0,206Aa	0,178Ab	0,193Ba	0,185Aa
H2	0,195Aa	0,143Ab	0,205Aa	0,179Ab	0,198Ba	0,172Bb
H3	0,186Aa	0,140Ab	0,205Aa	0,174Ab	0,215Aa	0,186Ab
H4	0,156Ba	0,114Bb	0,165Ba	0,145Bb	0,169Ca	0,150Cb

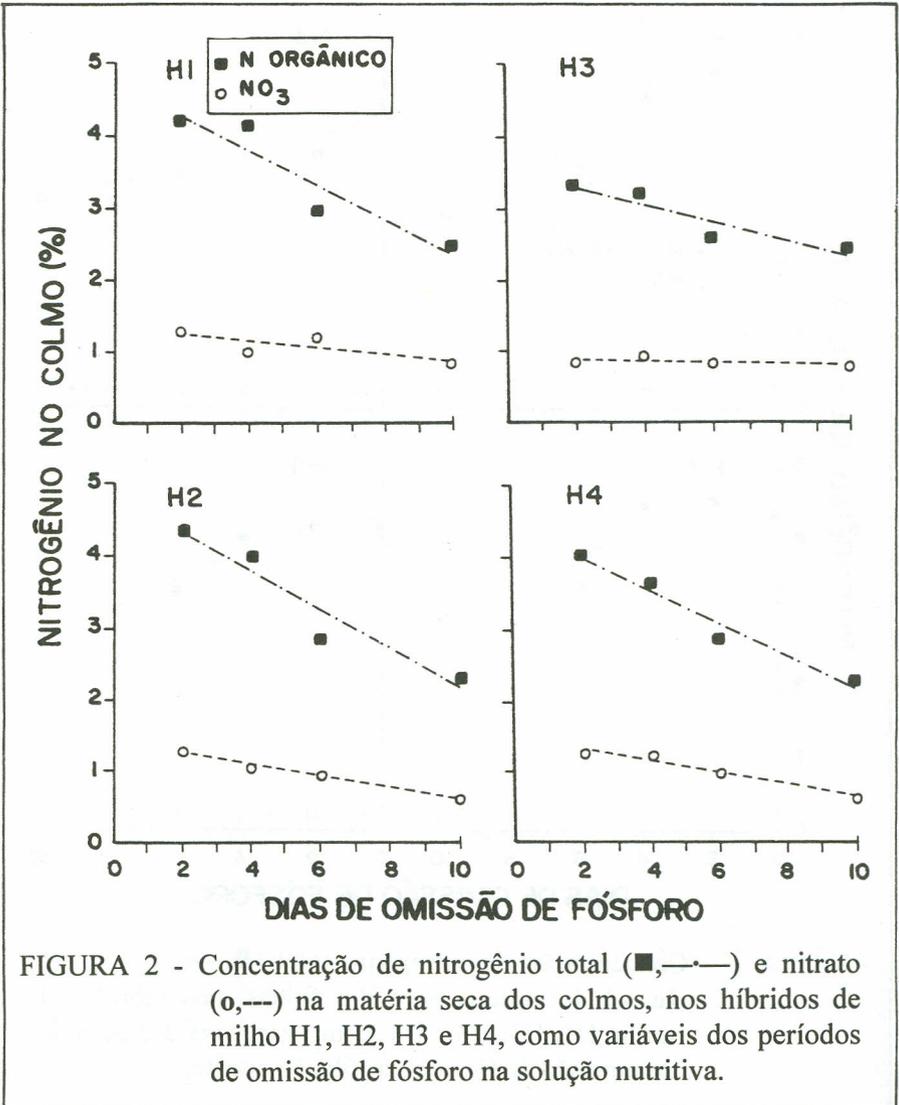
\* Médias na mesma linha ou coluna, seguidas pelas mesmas letras minúsculas ou maiúsculas, respectivamente, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



Nestes órgãos, ocorreu redução dos teores de nitrogênio total e de nitrato com o aumento do período de omissão de fósforo.

Na solução nutritiva utilizada, 92,7% do nitrogênio encontravam-se na forma nítrica. Como não ocorreu acúmulo de nitrato na planta com a omissão do fósforo da solução nutritiva, pode-se concluir que a deficiência de fósforo não limitou a redução do nitrato, mas, sim, a absorção de nitrogênio.

Resultados semelhantes, indicando que a deficiência de fósforo limita a absorção de nitrato, foram obtidos com *Hordeum vulgare*, fumo e



soja (4,6,7,8). Entretanto, as razões fisiológicas dessa interação ainda não foram totalmente elucidadas.

Os resultados do presente experimento, com milho, tornam-se relevantes, considerando-se que situações de deficiência de fósforo, em maior ou menor intensidade, são comuns nos solos brasileiros. Assim, é importante a realização de novas pesquisas que possam esclarecer os diversos aspectos da interação fósforo x nitrogênio, o que contribuirá para melhorar a eficiência da adubação nitrogenada.

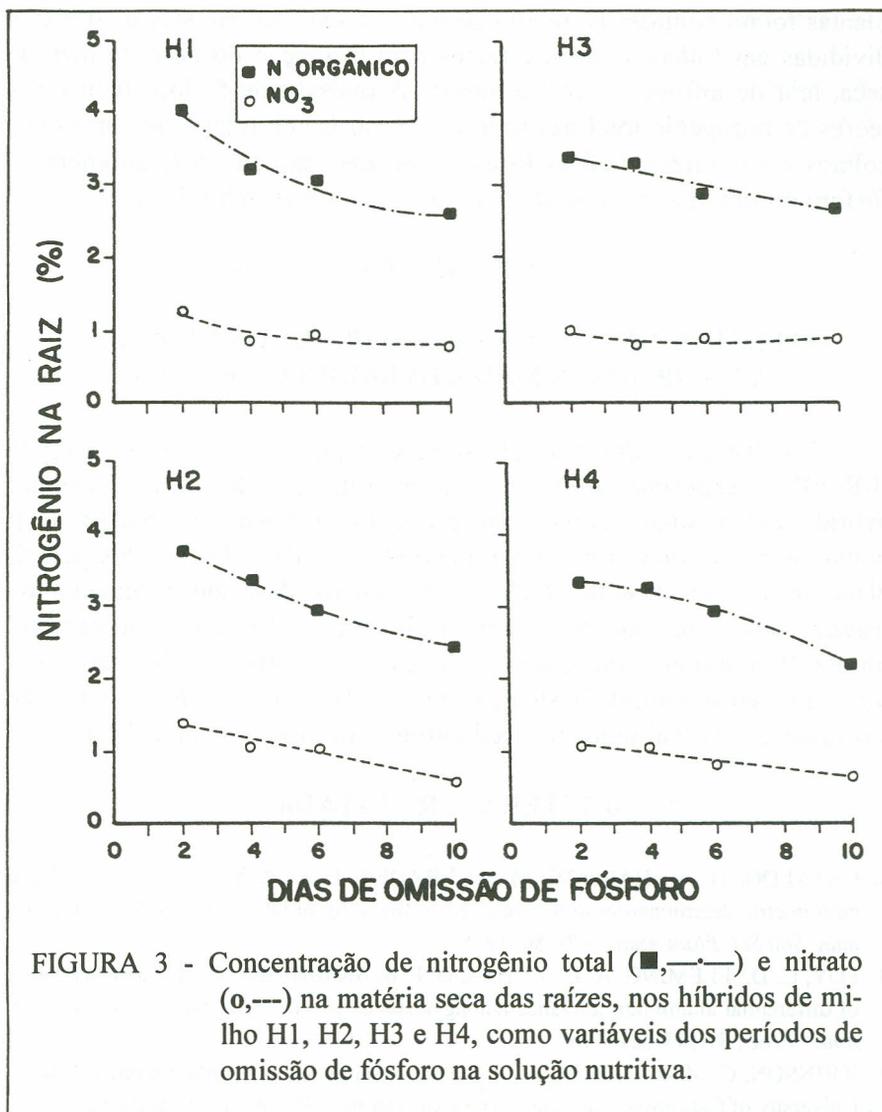


FIGURA 3 - Concentração de nitrogênio total (■, —) e nitrato (○, ---) na matéria seca das raízes, nos híbridos de milho H1, H2, H3 e H4, como variáveis dos períodos de omissão de fósforo na solução nutritiva.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Com o objetivo de se verificar o efeito da omissão de fósforo na absorção de nitrogênio em milho, foi conduzido experimento em solução nutritiva com quatro híbridos, sendo: BR 201, um híbrido duplo comercial, um híbrido duplo experimental, proveniente do CNPMS, e um híbrido simples comercial.

Doze dias após o transplante os híbridos foram submetidos à omissão de fósforo na solução nutritiva por 10 dias, durante os quais as

plantas foram colhidas no tempo zero e aos dois, quatro, seis e 10 dias e divididas em folhas, colmos e raízes para avaliação do peso de matéria seca, teor de nitrogênio total e nitrato. A omissão de fósforo reduziu os teores de nitrogênio total nas folhas e de nitrogênio total e de nitrato nos colmos e nas raízes, indicando que o estresse causado pela ausência de fósforo diminuiu a absorção de nitrogênio pelos quatro híbridos.

## 5. SUMMARY

### (EFFECT OF OMISSION OF PHOSPHORUS ON NITROGEN ABSORPTION IN MAIZE HYBRIDS (*Zea mays*, L.))

Twelve days after transplanting, seedlings of four maize hybrids (BR 201, an experimental double cross hybrid, a double cross commercial hybrid, and a single cross commercial hybrid) were submitted to P omission in a nutrient solution for a period of ten days. During this period, plants were collected at the 0, 2<sup>nd</sup>, 4<sup>th</sup>, 6<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> days and separated into leaves, stalks and roots to determine the dry matter, total nitrogen and nitrate. P omission reduced total nitrogen concentration in the leaves and total nitrogen and nitrate in stems and roots. These results indicate that the stress caused by P absence reduced nitrogen absorption in all hybrids.

## 6. LITERATURA CITADA

1. CATALDO, D. A.; HAROON, M.; SCHRADER, L. E. & YOUNGS, V. L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 6:71-80, 1975.
2. FOY, C. D.; FLEMING, A. L.; BURNS, G. P. & ARMINGER, W. H. Characterization of differential aluminium tolerance among varieties of wheat and barley. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 31:513-521, 1967.
3. JOHNSON, C. M. & ULRICH, A. *Analytical methods for use in plant analysis*. Davis, University of California, Caroline Agric. Exp. Station, 1959. p. 32-33. (Bulletin, 766)
4. LEE, R.B., PURVES, J.V.; RATCLIFFE, R.G. & SAKER, L.R. Nitrogen assimilation and the control of ammonium and nitrate absorption by maize roots. *J. Exp. Bot.*, 256:1385-1396, 1992.
5. REBEILLE, F.; BLIGNY, R.; MARTIN, J. B. & DOUCE, R. Relationship between the cytoplasm and the vacuole phosphate pool in *Acer pseudoplatanus* cells. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 225:143-148, 1983.
6. RUFTY JR., T.W.; ISRAEL, D.W.; VOLK, R.J.; QIU, J. & SA, T. Phosphate regulation of nitrate assimilation in soybean. *J. Exper. Bot.*, 262:879-891, 1993.
7. RUFTY JR., T.W.; MACROWN, C.T. & ISRAEL, D.W. Phosphates stress effects on assimilation of nitrate. *Plant Physiol.*, 94:328-333, 1990.

8. RUFTY JR., T.W.; SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. & RUTH, T. Altered influx in phosphorus limited plants. *Plant Sci.*, 76:43-48, 1991.
9. VONA, V.; DI MARTINO RIGANO, V.; ESPOSITO, S.; DI MARTINO, C. & RIGANO, C. Growth photosynthesis, respiration, and intracellular free amino acid profiles in unicellular alga *Cyanidium caldarium*. Effect of nutrient limitation and resupply. *Physiol. Plant.*, 85: 652-658, 1992.