

# FÓSFORO E ZINCO FOLIARES EM PLANTAS DE MILHO EM FUNÇÃO DE FONTES, DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO

Leandro Flávio Carneiro<sup>(1)</sup>; Antônio Eduardo Furtini Neto<sup>(2)</sup>; Álvaro Vilela de Resende<sup>(3)</sup>; José Zilton Lopes<sup>(1)</sup>; Daniella Nogueira Moraes<sup>(4)</sup>.

<sup>(1)</sup> Pós-graduando Solos e Nutrição de Plantas; <sup>(2)</sup> Prof. Adjunto; <sup>(4)</sup> Estudante de Agronomia. Universidade Federal de Lavras - DCS. <sup>(3)</sup> Pesquisador da EMBRAPA- Cerrados - Planaltina. <sup>(1)</sup> [leoflacar@yahoo.com.br](mailto:leoflacar@yahoo.com.br). Agência Financiadora: CAPES.

Palavras chave: zinco, fósforo e interação fósforo-zinco.

## 1. Introdução

A agricultura brasileira passa por uma fase em que a produtividade, a eficiência, a lucratividade e a sustentabilidade dos processos produtivos são aspectos da maior relevância. Neste contexto, é muito importante o estudo do equilíbrio e da interação entre os nutrientes no sistema solo-planta.

Quando fosfatos solúveis são adicionados ao solo, a maior parte do fósforo passa para a fase sólida, ocasionando aumento rápido nos fosfatos lábeis e em solução. Já os fosfatos naturais, se dissolvem lentamente na solução do solo e tendem a aumentar a disponibilidade de P para as plantas com o tempo (Korndorfer, 1999). Parte do fósforo retido é aproveitada pelas plantas (P-lábil). A magnitude dessa recuperação depende da espécie cultivada, textura, tipos de minerais de argila e acidez do solo. Além disso, dose, fonte, granulometria e forma de aplicação do fertilizante fosfatado, rotação de culturas e sistemas de preparo do solo também influenciam nesse processo (Raij, 1991).

Devido à evolução tecnológica de produção da cultura do milho, tem-se observado problemas com fósforo e zinco. De fósforo, porque além dos solos brasileiros serem pobres no nutriente, são fixadores do elemento, diminuindo com isso seu aproveitamento pelas plantas. De zinco, porque a cada dia é exigido em maiores quantidades e os solos já não têm como fornecê-lo (Souza, 1985). Além disso, vários trabalhos relatam a interação fósforo-zinco, a qual é definida como uma deficiência de zinco induzida pelo fósforo, ou seja, uma elevada disponibilidade de P pode induzir deficiência de Zn nas plantas. A causa desta interação é atribuída a uma interferência do P na absorção, translocação e utilização do Zn pela planta e no solo a uma possível formação de compostos de baixa solubilidade (precipitação) entre o P e o Zn. Ainda não se sabe o mecanismo que explique totalmente a interação entre esses dois elementos (Olsen, 1972).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de P, Zn e suas relações em folhas de milho em função de fontes, modos de aplicação e doses de fósforo em um Argissolo Vermelho Amarelo típico.

## 2. Material e Métodos

O estudo foi realizado em Argissolo Vermelho Amarelo típico, com 54% de argila, do município de Itumirim-MG, situado a 21°19'02" de latitude sul e 44°52'14" de longitude oeste. As análises de solo, antes da instalação do experimento, apresentaram: 0,5 mg dm<sup>-3</sup> de Zn e 2,0 e 7,8 mg dm<sup>-3</sup> de P pelos extratores de Mehlich I e resina de troca iônica, respectivamente, teores considerados baixos segundo Alvarez et al., (1999). A planta teste foi o milho HT 9710-11, desenvolvido pela Embrapa Milho e Sorgo.

O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de um fatorial 3x2x2+1, combinando três doses de fósforo (180, 360 e 540 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), dois modos de aplicação (a lanço em área total e localizada no sulco de plantio), duas fontes de P (Superfosfato Triplo (ST) e Fosfato Reativo de Arad (FR)) e mais uma testemunha sem fornecimento de fósforo (tratamento adicional). As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico Sisvar.

Previamente ao preparo do solo, a área recebeu calcário dolomítico, sendo a dose determinada pelo método da curva de incubação visando elevar o pH para 5,5. Na definição das quantidades de nutrientes no plantio e na cobertura, tomou-se como referência as recomendações de adubação de milho no Estado de Minas Gerais, para expectativas de produtividade acima de 8 t ha<sup>-1</sup> de grãos (Alvarez et al., 1999). Aplicou-se junto com a adubação de plantio 2 kg ha<sup>-1</sup> de zinco. No período de florescimento do milho, coletou-se amostras das folhas (primeira folha oposta e abaixo da espiga) para posterior análise dos nutrientes.

## 3. Resultados e discussão

A análise de variância detectou interação significativa entre fontes x modos de aplicação para os teores de Zn e relação P/Zn na folha. Houve interação também entre fontes x doses de P, para a relação P/Zn na folha. Já para os teores de fósforo na folha, os fatores tiveram efeitos isolados.

Os teores de P nas folhas do milho, de maneira geral, foram em média maiores com o uso do ST em relação ao FR (Tabela 1). Observa-se ainda que a aplicação das fontes no sulco de plantio proporcionou maior concentração de P (2,6 g kg<sup>-1</sup>) em comparação com a aplicação à lanço (2,4 g kg<sup>-1</sup>). Com o aumento das doses de P no solo, os teores de fósforo na folha responderam de forma linear, ajustando-se a uma equação linear ( $Y = 1,9075 + 0,0015x$  \*\*  $R^2 = 0,92$ ). Segundo Raij (1991), os fosfatos mais solúveis, apesar de apresentarem maior custo, são mais eficientes em fornecer fósforo para as plantas no primeiro ano de cultivo quando de forma

mais localizada, pois se reduz o contato com o solo, aumentando a quantidade de P aplicado por volume de solo na região adubada, principalmente em solos mais argilosos.

Observa-se que a aplicação de ST no sulco de plantio proporcionou em média menores teores de zinco nas folhas (Tabela 1), os quais foram inferiores aos teores sugeridos para a cultura (20 mg kg<sup>-1</sup>, segundo Martinez, 1999), porém sem alterar a produção de matéria seca (dados em Carneiro, 2006), sugerindo uma interação entre o fósforo e o zinco, interação esta que não pode ser explicada unicamente pelo efeito de diluição.

**Tabela 1. Teores de fósforo(g kg<sup>-1</sup>), zinco(mg kg<sup>-1</sup>) e relação fósforo-zinco na folha do milho em função de fontes, doses e modo de aplicação de fósforo em um Argissolo Vermelho típico.**

Doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fósforo			Zinco			Fósforo-Zinco		
	Modo de aplicação			Modo de aplicação			Modo de aplicação		
	Laço	Sulco	Média	Laço	Sulco	Média	Laço	Sulco	Média
	Superfosfato Triplo								
180	2,2	2,2	2,2	22	14	18	100	156	128
360	2,5	2,6	2,5	20	13	16	128	198	163
540	2,6	2,9	2,8	21	13	16	129	241	185
Média	2,5	2,6	2,5 A	21 a B	14 b B	17	119 b A	198 a A	159
	Fosfato Reativo de Arad								
180	2,0	2,1	2,0	24	29	27	87	74	80
360	2,3	2,7	2,5	31	29	30	76	95	86
540	2,6	2,6	2,6	27	27	27	98	99	98
Média	2,3	2,5	2,3 B	27 a A	28 a A	28	87 a B	89 a B	88
Testemunha		1,6 *			33 *			50 *	

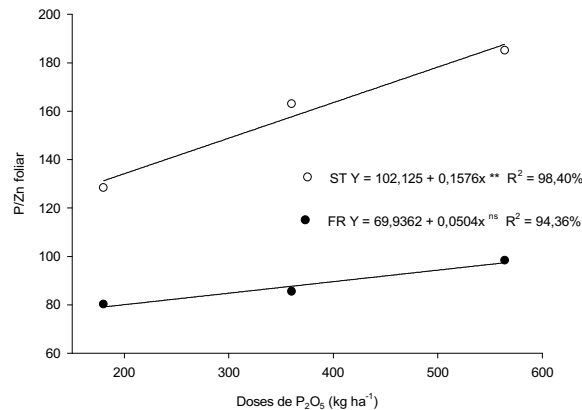
Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas ou maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. \* = média do tratamento-testemunha difere em relação à média do fatorial (Teste F, p<0,05).

Korndorfer et al., (1999) observou para a cultura do milho, em um Latossolo Vermelho-Amarelo textura média, que a aplicação de 400 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de ST aplicado a laço e incorporado, proporcionou teores de Zn foliar de 13 mg kg<sup>-1</sup>, enquanto a testemunha apresentou teores em torno de 22 mg kg<sup>-1</sup>. Segundo os autores, essa redução no teor de Zn está ligada ao antagonismo entre P e Zn onde a absorção e translocação do Zn na planta é dificultada pelas elevadas doses de fósforo aplicadas no solo.

Uma variável importante na avaliação da interação fósforo-zinco é a relação entre estes nutrientes, a qual foi maior com a aplicação de ST, independente do modo de aplicação, embora o efeito tenha sido mais pronunciado quando se aplicou o ST no sulco de plantio (Tabela 1), refletindo-se em maiores teores de P e menores teores de zinco nas folhas do milho.

A problemática da interação fósforo-zinco parece mais evidente com a aplicação de fontes mais solúveis, mesmo com aplicações de zinco no plantio, pois a relação fósforo-zinco aumenta significativamente com o aumento das doses de P quando se aplicou o ST (Figura1). Neste contexto, a relação destes nutrientes com o aumento das doses de P no solo, reflete o

aumento dos teores de P nas folhas, já que para os teores de zinco mesmo nas menores doses de ST, principalmente quando aplicado no sulco, apresentaram-se baixos e se mantiveram relativamente constantes.



**Figura 1** Relação fósforo-zinco em função de doses de fósforo para cada fonte de fósforo em um Argissolo Vermelho típico. (\*\*) significativo a 1% pelo teste t.

Sumner & Farina (1986) avaliando a interação fósforo-zinco em vários experimentos, observaram que valores da relação P/Zn nas folhas em torno de 100, se refletiam em maiores produções, enquanto que para maiores valores da relação havia deficiência de Zn e redução na produção. No presente experimento, apesar da semelhança de comportamento da relação, não houve efeito na produção de matéria seca pelo milho.

### 3. Referencial Bibliográfico

- CARNEIRO, L.F. Avaliação da interação fósforo -zinco no milho em função de fontes, doses e modos de aplicação de fósforo. (Dissertação a ser defendida em julho de 2006). UFLA -DCS.
- ALVAREZ, V.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais** 5ª aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25 -32.
- KORNDORFER, G.H. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais reativos na cultura do milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, p.1-9, 1999.
- MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J.G.; SOUZA, R.B. Diagnose foliar. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em minas Gerais** : 5ª aproximação. Viçosa, 1999. p. 143-168.
- OLSEN, S.R. Micronutrients Interactions. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L. (eds.). **Micronutrients in agriculture**. Madison: Soil Science Society of America, 1972. p.243-264.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Potafos, 1991. 343 p.
- SOUZA, E.C.A. de et alii – Resposta do milho (*Zea mays* L.) à adubação com fósforo e zinco. **Científica**, São Paulo, 13 (1/2): 39-49, 1985.
- SUMNER, M.E.; FARINA, M.P.W. Phosphorus interaction with other nutrients and lime in field cropping systems. **Advances in Soil Science**, New York, v. 5, p. 201-236, 1986.

