Níveis de zinco e fósforo em amostras de solo corrigidas com calcário na produção de matéria seca do milho-doce (*Zea mays* var. *Saccharata*)

Valéria Carpentieri-Pípolo^{1*}, Ivone Paschoal Garcia² e Joston S. Assis²

¹Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, C.P. 6001, 86051-970, Londrina-Paraná, Brazil. e-mail: pipolo@npd.uel.br ²Departamento de Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, C.P. 237, 18603-970, Botucatu-São Paulo, Brazil. *Author for correspondence.

RESUMO. Em razão do curto período de assimilação de nutrientes e do intenso metabolismo, o milho-doce apresenta maiores exigências nutricionais que o milho-verde comum. A cultura do milho-doce é intolerante a solos ácidos e apresenta resposta crescente de rendimento às aplicações de fósforo, nitrogênio e zinco. Com objetivo de verificar as exigências nutricionais do milho-doce, realizou-se um trabalho em casa de vegetação, onde se variaram os níveis de zinco e fósforo. O solo foi corrigido com calcário e o teor de bases elevado para 70%. Os níveis de Zn (sulfato de zinco) utilizados foram 0; 0,8; 1,6 e 3,2ppm e P (fosfato bicálcico) foram 0,75 e 150ppm. Após 33 dias do plantio, a parte aérea do milho-doce foi avaliada quanto ao rendimento de matéria seca. O nível de 3,2ppm de Zn apresentou maior rendimento de matéria seca. O rendimento de matéria seca cresceu com o aumento da concentração de P no solo. Não houve interação significativa entre o Zn e o P e o acúmulo de matéria seca do milho-doce.

Palavras-chave: milho-doce, nutrição mineral, fósforo, zinco.

ABSTRACT. Levels of zinc and phosphorus in limed soil samples in the production of sweet corn dry matter (*Zea mays* var. *Saccharata*). Due to the short period of nutrient assimilation and to the intense metabolism, the sweet corn presents higher nutritional requirements than the common green corn. Sweet corn cultivation is not compatible with acid soils and shows an increasing yield response to phosphorus, nitrogen and zinc applications. With the purpose of verifying sweet corn nutritional requirements, this investigation was carried out in a greenhouse limed and up to 70% base-contented soil using the following varied levels of Zn (Zinc sulphate) 0.0; 0.8; 1.6 and 3.2ppm and P (bicalcic phosphate) 0.75 and 150ppm. Thirty-three days after seeding, the sweet corn aerial part was evaluated in terms of dry matter yield. The 3.2ppm Zn level presented the highest dry matter yield. Dry matter yield increased with the progressive P concentration in the soil. No significant interaction between Zn and P and sweet corn dry matter accumulation was detected.

Key words: corn, mineral nutrition, phosphorus, zinc.

O milho-doce tem se revelado mais exigente em fertilidade, em relação ao milho verde comum. Também é menos tolerante à acidez do solo, e a melhor faixa indicada para essa cultura situa-se entre pH 6,0 e 7,0 (Filgueira, 1981; Malavolta *et al.*, 1997). Essa exigência de fertilidade, segundo Parentoni *et al.* (1990), deve-se ao fato do milho-doce ter metabolismo curto e intenso; devendo os solos muito ácidos para esta cultura serem corrigidos preferencialmente, com calcário dolomítico. Ainda, de acordo com Filgueira (1981), resultados experimentais responderam positivamente às

aplicações de fósforo, nitrogênio e zinco, em milho-doce.

A disponibilidade de zinco está relacionada com o pH do solo. O acordo com Lindsay (1972) citado por Mesquita Filho e Galvão (1981), a elevação de uma unidade de pH provoca a diminuição de 100 vezes na concentração de zinco a solução do solo.

Trabalhando com dosagens distintas e diferentes fontes de zinco em solos sob dois níveis de calagem, Mesquita Filho e Galvão (1981) observaram que ocorreu aumento de matéria seca do milho quando o pH foi elevado de 4,8 para 5,1, enquanto a absorção

de zinco teve comportamento inverso. Os autores observaram, ainda, que a absorção de zinco pelo milho, em cada nível de aplicação de calcário, cresceu à medida que as dosagens de zinco aplicadas ao solo foram maiores.

Referindo-se ao fósforo, com o objetivo de observar a influência desse nutriente em diferentes frações do sistema radicular em milho, Castilhos e Anghinoni (1988) detectaram um aumento no crescimento das raízes supridas com P em relação àquelas sem P. A absorção de fósforo por unidade de raiz exposta ao P, foi superior nos tratamentos com menor porção de raízes em contato com esse elemento, permitindo a essas plantas rendimento de matéria seca semelhante às demais. Isso supõe melhor aproveitamento de P no milho, em situações em que a absorção é limitada pelo suprimento externo.

O incremento no rendimento da matéria seca e o acúmulo de fósforo na parte aérea foram avaliados por Sousa e Volkweiss (1987), utilizando superfosfato triplo (ST) em pó e em grânulos em milho. Os autores mostraram que houve aumento significativo no rendimento da matéria seca e na absorção de P pelo milho, com o aumento das doses de ST de 120 a 480mg de fósforo por vaso.

O objetivo desta pesquisa foi verificar os efeitos de diferentes níveis de zinco e fósforo sobre a produção de matéria seca em milho-doce, em solo corrigido com calcário.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Departamento de Agricultura da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Unesp, Campus de Botucatu-SP.

O delineamento experimental utilizado foi fatorial 4x3, com repetições em blocos inteiramente casualizados. Cada parcela foi constituída por um vaso de cerâmica com capacidade de 4,2 litros, anteriormente impermeabilizado com neutrol.

Sementes de milho-doce, variedade AGRO-CICA SUPERDOCE, foram pré-germinadas em rolos de papel *germitest*, em estufa a 60°C, por três dias. Após a emissão das radículas, foram plantadas cinco sementes por vaso, sendo que foram deixadas três plantas após o desbaste.

O substrato utilizado constituiu-se de amostras de um solo de classe textural (23% de argila, 2% de limo, 75% de areia), de baixa fertilidade. Todos os vasos receberam calagem para elevar a saturação de base a 70%, baseada na análise de fertilidade do solo (Tabela 1), e foram incubados por um período de cerca de 10 dias. Os tratamentos receberam adubação básica de 200ppm de N (uréia), parcelada

em 50ppm após a sementeira e 150ppm depois de 15 dias da emergência, 150ppm de P (superfosfato triplo) e 150ppm de K (cloreto de potássio). Os níveis de sulfato de zinco utilizados foram de 0,0,8, 1,6 e 3,2ppm e de fosfato bicálcico foram de 0; 0,75 e 150ppm.

Tabela 1. Análise química de amostras de solo utilizado

pH	P [#]	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	T	V	M.O
(CaCl ₂)	µg/ml								%	g/dm ³
4,3	7,0	0,07	0,5	0,3	4,7	1,1	0,81	5,51	15	23

[#] Extração do solo com resina

As plantas receberam irrigações diárias, por volta de 400ml de água por vaso, quantidade calculada para se aproximar a capacidade de campo. Decorridos 33 dias após a sementeira, as plantas foram cortadas rente ao solo; o material vegetal de cada vaso foi acondicionado em sacos de papel, lavado, seco em estufa de circulação forçada a 60°C, por 48 horas e pesado.

Resultados e discussão

A análise de variância dos diferentes níveis de Zn e P, na produção de matéria seca do milho-doce (Tabela 2), indicou que somente foi significativo, estatisticamente, o fator zinco; fósforo e a interação zinco + fósforo, não foram significativos.

Tabela 2. Análise de variância dos diferentes níveis de Zn e P na produção de matéria seca do milho-doce

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Zinco	3	62,609	20,869	12,913**
Fósforo	2	1,717	0,858	0,531ns
Zinco x Fósforo	6	3,372	0,562	0,348ns
(Tratamentos)	11	67,698	6,154	
Resíduo	24	38,787	1,616	

Média Geral - 2,144

Desvio Padrão - 1,271

CV (%) - 59,28

** - significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns - não significativo ao nível de 5% de probabilidade

A resposta não significativa da utilização de fósforo pode ser devido às quantidades de P, já presentes no solo, serem suficientes (7,0µg/ml, Tabela 1), dado ao efeito calagem ou ainda porque parte do fósforo geralmente é inassimilável e tem acentuada "fixação" dos fosfatos solúveis adicionais. Quanto à interação dos fatores Zn+P, poderia ocorrer, segundo Brady (1979), uma interferência antagônica que o excesso de fosfato provoca, induzindo a deficiência de zinco; porém, isso não foi observado, tanto por não haver resposta da adubação

fosfatada quanto da manifestação positiva da aplicação de Zn.

Do ponto de vista prático, os fertilizantes fosfatados deverão ser apenas utilizados nas quantidades exigidas para o desenvolvimento normal das plantas, embora muitos trabalhos tenham mostrado que a adição de fertilizantes fosfatados em certos solos, foi pouco eficaz. Aparentemente, só foram conseguidos rendimentos máximos, mediante a aplicação de quantidades muito maiores de fósforo do que as absorvidas pelos vegetais. Quando são adicionadas ao solo, quantidades solúveis de fósforo na forma de fertilizantes, este elemento é muitas vezes “fixado” ou tornado inassimilável, mesmo em condições ideais (Brady, 1979; Woesterman, 1990).

Deve-se levar em consideração que a “fixação” constitui uma perda parcial do fósforo. Qualquer que seja o tratamento feito no solo, nunca se consegue transformar a totalidade de P fixado em formas disponíveis para a planta e ainda outros fatores interferem nessa perda (Malavolta, 1976). É fato, também, que as reações de fixação do fósforo não são irreversíveis e o P requer tempo para ser convertido numa forma absorvível, por isso, é que, muitas vezes não se tem uma eficiência inicial no uso de adubações fosfatadas.

Segundo Malavolta *et al.* (1997 e 1974), o fósforo se acumula sempre que as doses aplicadas sejam maiores do que as quantidades removidas pela cultura. Tal fato poderia ter ocorrido neste trabalho com o aumento de níveis de P.

Analisando as produções médias de matéria seca nos diferentes níveis de Zn e P (Tabela 3), observou-se apenas para o nível de 3,2ppm de Zn, um efeito significativo de elevação da produção de matéria seca. Quanto aos níveis de fósforo, apesar de se ter constatado valores crescentes no acúmulo de matéria seca com o aumento dos níveis de P, as diferenças entre os valores não foram significativas.

Tabela 3. Produções médias de matéria seca do milho-doce sob diferentes níveis de Zn e P

Tratamentos	Médias de Matéria Seca (gramas/vaso)	
	ppm	
Zinco	3,2	4,2711 A
	1,6	2,0822 B
	0,8	1,4989 B
	0	0,7256 B
Fósforo	1500	2,3992 A
	750	2,1683 A
	0	1,8658 A

Médias seguidas de letras diferentes, na vertical, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A maior produção de matéria seca, no nível mais alto de Zn, poderia estar associado à baixa capacidade do milho aproveitar o zinco no solo, necessitando, dessa forma, de grandes quantidades disponíveis (Malavolta *et al.*, 1997 e 1974).

Houve um aumento significativo no acúmulo da matéria seca do milho-doce ao nível de 3,2ppm de Zn, mas não houve interação entre o Zn e o P e o acúmulo de matéria seca no milho-doce.

Referências bibliográficas

- Brady, N.C. *Natureza e propriedades dos solos*. 5.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1979. 647p.
- Castilhos, D.D.; Anghinoni, I. Influência do suprimento de fósforo a diferentes frações do sistema radicular sobre o comportamento do milho. *Rev. Bras. Ci. Solo*, 12:261-267, 1988.
- Filgueira, F.A.R. *Manual de Olericultura: cultura e comercialização de hortaliças*. 2.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 338p. v.1.
- Malavolta, E.; Haag, H.P.; Mello, F.A.F. de; Brasil Sobrinho, M.O.C. *Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas*. São Paulo: Pioneira, 1974. 752p.
- Malavolta, E. *Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 528p.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas*. 2.ed. São Paulo, Potafós, 1997. 319p.
- Mesquita Filho, M.V. de; Galvão, E.Z. Efeito de zinco na produção de matéria seca do milho em um solo sob cerrado. *Rev. Bras. Ci. Solo*, 5:167-170, 1981.
- Parentoni, S.N.; Gama, E.E.G.; Magnavac, R.; Reifschneider, F.B.; Vilas Boas, G.L. Milho Doce. *Inf. Agrop.*, 14(165):17-22, 1990.
- Sousa, D.M.G. de; Volkweiss, S.J. Rendimento de matéria seca e conteúdo de fósforo da parte aérea de milho influenciados pela adubação com superfosfato triplo em pó em grânulos. *Rev. Bras. Ci. Solo*, 11:127-132, 1987.
- Woesterman, R.L. *Soil testing and plant analysis*. Madison: Library of Congress, 1990. 784p.

Received on December 05, 1997.

Accepted on May 04, 1998.