

05 e 06 de junho de 2013 - Ribeirão Preto SP

INFLUÊNCIA DA CALAGEM E ADUBAÇÃO COM ZINCO NO TEOR DE CÁLCIO, MAGNÉSIO E ZINCO EM RAÍZES, CAULE E FOLHAS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz)

Marcelo Ferraz de Campos¹; Sílvio José Bicudo²; José Roberto Santos³,
Nayla Nogueira Cristóvão⁴, Sandro Roberto Brancalhão⁵

¹Engenheiro Agrônomo, Dr., Marcelo_campos@iac.sp.gov.br

²Prof. Dr. Unesp, Botucatu

³Prof. Dr. Universidade Federal de Alagoas, Maceió

⁴Graduanda em Agronomia, Centro Universitário Moura Lacerda, nayla_cristovao@hotmail.com

⁵Pesquisador Científico, Centro de Cana, IAC – Ribeirão Preto, brancaliao@iac.sp.gov.br

RESUMO

Em experimento realizado no campo, em Latossolo Vermelho Distrófico, com 0,12 mg dm³ TFSA de Zn²⁺, foi estudado o efeito das doses de calcário e zinco sobre o acúmulo de cálcio, magnésio e zinco em raízes, caule e folhas de mandioca. A cultivar utilizada foi a "Espeto", exigente quanto a fertilidade do solo e delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, sendo o calcário aplicado nas parcelas e o zinco nas subparcelas, com quatro repetições. Os tratamentos constaram das combinações de quatro doses de calcário (0,0; 1,6; 3,2 e 4,8 t ha⁻¹) e quatro doses de zinco (0,0; 2,1; 4,2 e 6,3 kg ha⁻¹). Foram realizadas quatro coletas após o plantio. As maiores quantidades de cálcio e de magnésio em raízes, caules e folhas foram observadas, principalmente, com doses mais elevadas de calcário. O zinco teve sua concentração reduzida em toda a planta com a elevação da calagem e também foi observado que com o aumento das doses de zinco, diminuiu o conteúdo de cálcio nas raízes. As mais altas concentrações de cálcio, magnésio e zinco apareceram primeiramente nos caules, seguido pelas folhas e em menor quantidade nas raízes, em todos os estádios analisados da planta.

Palavras-chave: *Manihot esculenta*, calcário, nutrientes.

ABSTRACT

EFFECTS OF LIMING AND ZINC FERTILIZE ON THE ACCUMULATION OF CALCIUM, MAGNESIUM AND ZINC IN ROOTS, STEM AND LEAVES OF CASSAVA

In experiment realized on the field, in oxisol with sandy texture with 0,12 mg dm³ of Zn²⁺ in the soil, was aiming to study the effects of the concentrations of lime and zinc on the accumulation of calcium, magnesium and zinc in roots, stem and leaves of cassava. The cultivar was the kind "espeto" demanding about the fertility of the soil and randomized blocks design was used with parcels

05 e 06 de junho de 2013 - Ribeirão Preto SP

subdivided, with lime in plot and zinc on subdivided plot, with four repetitions. The treatments were done with the combinations of four concentrations of lime (0,0; 1,6; 3,2; and 4,8 t ha⁻¹) and four concentrations of zinc (0,0; 2,1; 4,2 and 6,3 kg ha⁻¹). There were realized four evaluations after the planting. The greatest quantities of calcium and magnesium in roots, stem and leaves were obtained with the largest doses of lime. The zinc content in the plant parts reduced with respect to the increase of the lime dose and it was observed that with the increment of the dose of zinc, reduced the quantities of calcium in the roots. The more large quantities of the calcium, magnesium and zinc were accumulated in the stem of the plant followed by the leaves and at smaller quantities in the roots, in every stage of the plant that was observed.

Key words: *Manihot esculenta*, lime, nutrients.

INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca não acompanhou tecnologicamente as culturas de exportação, em função de grande parte dos cultivos mundiais serem de subsistência, todavia vem sendo pesquisada devido ao seu grande potencial e importância para a alimentação humana e animal. É planta tolerante a estiagem e possui ampla adaptação as mais variadas condições de clima e solo (LORENZI & DIAS, 1993), porém para obtenção de alta produtividade é inevitável a utilização de técnicas de manejo de solo.

A mandioca, apesar de produzir relativamente bem em solos ácidos com baixa fertilidade e teor elevado de alumínio, também responde bem a solos férteis; entretanto altas doses de calcário, podem implicar em deficiência de zinco nesta cultura (HOWELER, 1997).

A calagem é prática agrícola que resulta no aumento da produtividade das culturas, promove diversas reações químicas nos solos, que implicam no aumento da disponibilidade de certos nutrientes (P, Mg, Ca, N, K, S, Mo e Cl) e redução de outros (Fe, Zn, Cu, Mn), podendo favorecer também a atividade biológica (LOPES, 1998).

Segundo Lorenzi et al. (1996), a faixa adequada de zinco em folhas de mandioca está entre 35 e 100 mg dm⁻³. Lozano et al. (1981) afirmam que os teores normais de cálcio, magnésio e zinco oscilam entre, 6 e 10, 25 e 30 g dm⁻³ e 50 e 100 mg dm⁻³ respectivamente.

Vidigal Filho et al. (1997), observaram que a calagem e o fósforo propiciaram maior número de folhas formadas, folhas retidas e área foliar total. A calagem também propiciou maiores teores de cálcio e magnésio e menores teores de zinco, enquanto a adubação fosfatada resultou em maiores teores de fósforo, cálcio, magnésio e zinco nos tecidos da parte aérea da planta.

Paula et al. (1985), em experimento no campo com a cultura da mandioca, combinaram doses de calcário (0; 500; 1.000 e 1.500 kg ha⁻¹) e fósforo (0; 125; 250; 1.000 e 2.000 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e observaram que a calagem e a aplicação de fósforo proporcionaram maiores concentrações de cálcio e de fósforo e menores de zinco nos tecidos das plantas. De maneira geral, houve redução no teor de zinco da parte aérea, com aumento das doses de fósforo e essa redução foi ainda mais acentuada com o aumento das doses de calcário.

05 e 06 de junho de 2013 - Ribeirão Preto SP

A influência da calagem na disponibilidade de nutrientes, justifica a realização dessa pesquisa, cujo objetivo visou determinar os teores de cálcio, magnésio e zinco em raízes, caules e folhas de mandioca.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Assis (SP), Núcleo Regional de Pesquisas Agropecuárias do Instituto Agrônomo de Campinas, no ano agrícola 1998/99. A cultivar escolhida, de origem autóctone, conhecida por "espeto", é cultivada para fins industriais, principalmente, no processamento da farinha de mesa. Caracteriza-se por apresentar porte baixo, pouca ramificação, distância curta entre as gemas, película suberosa, polpa e feloderma de coloração branca, além de ser exigente quanto a fertilidade do solo (LORENZI et al., 1996)

O solo, classificado como Latossolo Vermelho Distrófico segundo (EMBRAPA, 1999), foi preparado com arado de discos reversível seguido de duas gradagens.

A amostragem da área foi feita, coletando-se amostras compostas (10 amostras simples por parcela) na profundidade de 0 - 20 cm. Os resultados da análise química de macro e micronutrientes do solo da área experimental, referentes à pré-correção encontram-se nos Quadro 1.

Quadro 1. Resultados médios das análises químicas de macronutrientes do solo, antes da correção

AMOSTRAS		pH	M.O.	P res.	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
bloco	parcela	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----			mmol dm ⁻³	-----		
a											
A	1 a 4	4,0	9,2	2,0	28,7	0,4	1,2	0,2	1,9	31,0	6,2
B	4 a 8	4,0	10,0	2,0	31,0	0,5	1,0	0,0	1,5	33,2	4,5
C	8 a 12	4,1	10,0	2,0	29,7	0,5	1,5	0,7	2,8	32,5	8,5
D	12 a 16	4,2	8,2	2,2	28,5	0,4	2,2	0,2	2,9	30,7	9,3
16											
AMOSTRAS		BORO		COBRE		FERRO		MANGANÊS		ZINCO	
bloco	parcela	-----		-----		mg dm ⁻³		-----		-----	
A	1 a 4	0,10		0,70		41,25		1,65		0,17	
B	4 a 8	0,14		0,53		39,25		2,10		0,07	
C	8 a 12	0,08		0,53		34,00		2,35		0,07	
D	12 a 16	0,06		0,45		28,75		2,15		0,02	

Análise realizada no laboratório do Departamento de Ciência do solo da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP - Campus de Botucatu.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com parcelas subdivididas, sendo o calcário aplicado nas parcelas e o zinco nas subparcelas, com quatro repetições. Os tratamentos constaram das combinações de quatro doses de calcário dolomítico (0,0; 1,6; 3,2 e 4,8 t ha⁻¹) e quatro doses de zinco (0,0; 2,1; 4,2; e 6,3 kg ha⁻¹). A população utilizada foi 13.330 plantas.ha⁻¹, com 128 plantas em cada parcela e 32 plantas por subparcela, totalizando 2.048 plantas, ocupando área de 1.536 m². O espaçamento utilizado foi de 1,0 m entre as linhas, com 8 plantas por linha de 6 metros. As parcelas apresentavam 16

05 e 06 de junho de 2013 - Ribeirão Preto SP

linhas de 6 metros, com 8 plantas por linha, sendo as mesmas divididas em quatro subparcelas de 4 linhas.

As plantas das subparcelas foram coletadas em quatro épocas distintas, sendo as três primeiras coletas realizadas aos 132, 181 e 250 dias após o plantio, coletando-se três plantas das linhas laterais de cada subparcela por vez. Todas as plantas das linhas centrais foram retiradas na coleta final aos 305 dias após o plantio.

As parcelas do experimento foram corrigidas mediante a aplicação de calcário dolomítico a lanço, com as doses definidas segundo o seguinte esquema: 0% da NC; 50% da NC; 100% da NC e 150% da NC, onde NC (necessidade de calagem) correspondeu a quantidade de calcário calculada considerando-se $V_2 = 100\%$. O zinco foi aplicado nos sulcos de plantio nas subparcelas na forma de sulfato, com concentração de 20% de zinco.

O material foi coletado em quatro épocas distintas, pesado e desidratado em estufa com circulação de ar forçada a 60 °C e, posteriormente, analisado em laboratório através da digestão em ácido nítrico-perclórico e leitura em espectrofotometro.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) e ajustados ao modelo matemático de análise de regressão para os tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor médio de cálcio na matéria seca de raízes tuberosas ou de reserva, foi influenciado em função de doses de calcário e zinco, nas coletas ocorridas aos 132 e 181 dias após o plantio. Nas duas coletas não foi observada diferença entre a testemunha (sem calcário) e o tratamento com dose $4,8 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário, apenas com a menor dose $1,6 \text{ t ha}^{-1}$. O teor de cálcio das raízes não foi influenciado pela aplicação de zinco, o que indica que não há correlação direta entre o cálcio e o zinco aplicados e o teor de cálcio das raízes tuberosas.

Observou-se que na coleta ocorrida aos 132 dias após o plantio o teor de cálcio nas raízes tuberosas de mandioca aumenta em função das doses de calcário até a dose aproximada de 3 t ha^{-1} . Dentro da dose $1,6 \text{ t ha}^{-1}$, na coleta realizada aos 305 dias após o plantio ocorreu uma queda linear no teor de cálcio das raízes em função das doses de zinco aplicadas, indicando a interferência do teor de zinco no conteúdo de cálcio das raízes tuberosas.

A partir da coleta realizada aos 181 dias após o plantio, observa-se que as maiores doses de calcário determinam maiores teores de magnésio na matéria seca de raízes tuberosas. O efeito da aplicação de zinco sobre o teor de magnésio na matéria seca de raízes tuberosas só foi significativo na coleta realizada aos 250 dias após o plantio, diferentemente do que ocorre com o teor de cálcio que apresenta aumento em função das doses de zinco até doses aproximadas de 6 kg ha^{-1} , quando submetidas ao tratamento sem calcário, tal resultado, provavelmente ocorre devido a mobilidade do magnésio na planta (TAIZ & ZEIGER 2002).

O teor de zinco nas raízes tuberosas apresenta decréscimo linear decorrente do aumento das doses de calcário, indicando a influência da inibição competitiva do cálcio e do magnésio com o zinco (MARSCHNER 1995). Quando o

05 e 06 de junho de 2013 - Ribeirão Preto SP

zincado é aplicado sem calcário aparece um acréscimo linear em função do aumento das doses.

O teor de magnésio encontrado na matéria seca de caules de plantas de mandioca de maneira geral foram influenciados positivamente conforme as doses de calcário eram aumentadas a partir da dose $1,6 \text{ t ha}^{-1}$ para as três primeiras coletas.

No caule das plantas observa-se que com a aplicação de calcário em doses crescentes, ocorreu redução no teor de zinco da matéria seca de caules, principalmente com doses mais elevadas de calcário. A aplicação do zinco, no solo, resultou em aumentos progressivos do seu teor na matéria seca de caule, estes efeitos confirmam a influência da inibição competitiva do cálcio e do magnésio com o zinco (MARSCHNER 1995).

Os teores de cálcio e magnésio na matéria seca de caule de mandioca, apresentaram aumento linear em decorrência das doses de calcário aplicadas nas coletas realizadas aos 181 e 132 dias após o plantio respectivamente.

Verifica-se que a calagem influenciou positivamente o cálcio e o magnésio contidos nos limbos foliares, principalmente para a coleta realizada aos 181 dias após o plantio; de maneira geral, as maiores doses implicam em maior acúmulo desses nutrientes na matéria seca. A aplicação de calcário em doses crescentes, também promoveu o menor acúmulo de zinco, evidenciando que o teor de zinco em folhas decresce com calagens mais elevadas independentemente das duas épocas de coletas.

Com aplicação de calcário, em doses crescentes, ocorreu um acréscimo linear no teor de cálcio e de magnésio da matéria seca das folhas de mandioca, todavia com a aplicação de zinco ocorreu uma redução linear.

Observa-se também que a aplicação de zinco dentro das doses baixas de calcário ($0,0$ e $1,6 \text{ t ha}^{-1}$), implicou em aumentos lineares progressivos do conteúdo de zinco na matéria seca de folhas, evidenciando uma correlação entre o teor de zinco do solo e o conteúdo na matéria seca de folhas.

Os teores de cálcio, magnésio e zinco ocorrem em maiores quantidades primeiramente nos caules, seguido pelas folhas, enquanto que, nas raízes são observados em quantidades menores. Esses resultados foram encontrados em todas as coletas realizadas.

O cálcio é constituinte da lamela média, parede celular, participa do metabolismo secundário como mensageiro através do complexo cálcio-calmodulina, muito importante no alongamento celular, além disso é quase imóvel na planta (TAIZ & ZEIGER 2002). Provavelmente por esse motivo é encontrado nos caules em maior quantidade. O zinco também participa do alongamento celular, pois é elemento necessário na síntese do IAA, além de também ter pouca mobilidade na planta. Todavia o magnésio faz parte da molécula de clorofila, tem papel específico na ativação de enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese e possui grande mobilidade no floema, mesmo assim é encontrado em maior quantidade nos caules seguido pelas folhas e raízes.

CONCLUSÕES

05 e 06 de junho de 2013 - Ribeirão Preto SP

Em solo ácido pobre em fertilidade o uso da calagem influenciou nos teores de cálcio e magnésio das raízes, caule e folhas de mandioca, sendo que as maiores doses de calcário dolomítico propiciaram os maiores teores;

O zinco apresentou teores reduzidos de maneira linear em todas as partes da planta com a aplicação do calcário;

Com o aumento das doses de zinco, diminuiu o teor de cálcio nas raízes tuberosas de mandioca, quando associado a baixa concentração de calcário;

Os mais altos teores de cálcio, magnésio e zinco aparecem primeiramente, no caule seguido pelas folhas e encontrados em menor quantidade nas raízes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro, 1999.

HOWELER, R. H. Mineral nutrition of cassava. *Mineral Nutrient disorders of root crops in the pacific*. 65: 110 - 16, 1997.

LOPES, A.S. *Manual internacional de fertilidade do solo*. 2. Ed. Piracicaba: Potafós, 1998.177p.

LORENZI, J. O.; VALLE, T. L.; MONTEIRO, D. A.; PERESSIN, V. A. & KANTHACK, R. A. D. *Variedades de mandioca para o estado de São Paulo*. Campinas, Instituto Agrônômico, 1996, 23p. (Boletim Técnico, 162).

LORENZI, J. O. & DIAS, C. A. de C. *Cultura da mandioca*. Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1993, 41p. (Boletim Técnico, 211).

LORENZI, J. O.; DOMINGOS, A. M.; MIRANDA FILHO, H. da S. & RAIJ, B. V. Raízes e Tubérculos. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. & FURLANI, A. M. C. *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. 2ed. Campinas, Instituto Agrônômico & fundação IAC, 1996. p. 221 - 29.

LOZANO, J. C.; BELLOTI, A.; REYES, J. A.; HOWELER, R.; LEIHNER, D. & DOLL, J. *Problemas en el cultivo de la yuca*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1981. 208p.

MARSCHNER, H. *Mineral Nutrition of higher plants*. 2 ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

PAULA, M. B. de; NOGUEIRA, F. D.; TANAKA, R. T. & ANDRADE, A. M. S. Efeitos de níveis de fósforo e calcário sobre a cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Revista Brasileira de Mandioca*, 4, 2, 7-18, 1985.

VIDIGAL FILHO, P.S.; VIEIRA, J.M.; ZAMBOLIM, L.; SEDIYAMA, T.; CARDOSO, A.A.; FONTES, P.C.R.; RIBEIRO, A.C.; CAETANO, L.F. *Glomus etunicatum* Becker & Guerdemann, Calagem, superfosfato triplo e níveis de zinco influenciando o crescimento da mandioca. *Revista brasileira de mandioca*, 16, 1, p. 15 - 34, 1997.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. *Plant physiology*. 3 ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2002. 690p.