

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE MANDIOCA EM FUNÇÃO DA CALAGEM E ADUBAÇÃO COM ZINCO

BRANCALIÃO, Sandro Roberto¹
CAMPOS, Marcelo²
BICUDO, Sílvio José³

Recebido em: 2014.05.06

Aprovado em: 2015.10.08

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.1103

RESUMO: Com o objetivo de estudar o efeito das doses de calcário e zinco sobre o crescimento e desenvolvimento de plantas de mandioca, foi realizado um experimento no campo, em Latossolo Vermelho distrófico com 0,12 mg.dm³ TFSA de Zn²⁺. A cultivar utilizada foi a "Espeto", exigente quanto à fertilidade do solo. O delineamento utilizado foi blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições, sendo nas parcelas aplicado o calcário e as subparcelas com zinco. As doses de calcário e zinco utilizadas foram 0,0; 1.593,75; 3.187,50 e 4.781,25 kg.ha⁻¹ e 0,0; 2,08; 4,17 e 6,25 kg.ha⁻¹. A população utilizada foi 13.330 plantas.ha⁻¹, com 128 plantas por parcela e 32 plantas por subparcela, ocupando a área de 1.536 m². Foram realizadas quatro coletas distintas para avaliação da influência dos tratamentos na população e altura de plantas, número de hastes e de raízes por plantas e massa seca. Pode-se concluir que com o aumento das doses de calcário e zinco, as variáveis observadas respondem positivamente. O aumento das doses de zinco diminui a altura de plantas e o número de hastes a partir da dose de aproximadamente 2,5 e 3,2 kg ha⁻¹ correlacionadas com doses de calcário de 3.187,50 kg ha⁻¹ e 1.593,75 kg ha⁻¹, respectivamente.

Palavras-chave: Fertilidade do solo. *Manihot esculenta*. População e altura de plantas. Nutrientes.

THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF THE CASSAVA IN FUNCTION OF LIMING AND FERTILIZER WITH ZINC

SUMMARY: A field experiment was realized aiming to study the effects of the concentrations of lime and zinc on the growth and development of the cassava plant for a better productivity in Oxisol with sandy texture with 0,12 mg.dm³ of Zn²⁺ in the soil. The cultivar was the kind "Espeto" demanding about the fertility of the soil. A randomized blocks design was used with plots subdivided and four repetitions, where the plots was treat with lime and split plot with zinc. The doses of lime and zinc used were (0.0; 1,593.75; 3,187.50; and 4,781.25 kg.ha⁻¹) and (0.0; 2.08;4.17 and 6.25 kg.ha⁻¹). The stand used were 13,330 plants.ha⁻¹, with 128 plants in each plot and 32 plots in each split plot totalizing an area of 1,536 m². There were realized four evaluations where was determined the influence of the treatments on plant populations, plant height, stem numbers, root numbers and dry mass. There was a positive correlation between the lime and zinc treatment and observed variables. The increase of the concentrations of zinc decrease the plants height and stem numbers, with concentration above of 2,5 and 3,2 kg.ha⁻¹ correlation with concentrations 3.187,50 kg.ha⁻¹ and 1.593,75 kg.ha⁻¹ respectively.

Keywords: *Manihot esculenta*. Fertility. Height of plants. Nutrients. Stand.

INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é de grande importância para os países com latitude situada entre os paralelos 30° norte e sul, onde as condições climáticas são favoráveis ao seu cultivo, todavia no Brasil ela não evoluiu tecnologicamente como as culturas de clima temperado, devido

¹ Instituto Agrônomo (Centro de Cana)- Pesquisador, nível V, Doutor em Agronomia, trabalhou sete anos no Centro de Solos, Pós Doc materia orgânica do solo, hoje fica lotado no IAC em Ribeirão Preto

² IAC -Agente de pesquisa do Centro de cana, doutor em Agronomia , UNESP-Botucatu

³ UNESP/FCA/Botucatu - Professor das culturas de milho e mandioca

ao estímulo à produção de alimentos de exportação e à cana-de-açúcar. Esse estímulo ocasionou um desequilíbrio tecnológico entre culturas de exportação e aquelas de consumo interno, como arroz, mandioca e feijão. (LORENZI; MONTEIRO, 1980).

Neste contexto, apesar de a mandioca não ter acompanhado os demais cultivos de clima temperado, sua importância e potencialidade mostram que para a obtenção de alta produtividade é inevitável a utilização de técnicas de manejo do solo. É consenso que a calagem é prática agrícola necessária e que resulta no aumento da produtividade das culturas, promove diversas reações químicas nos solos, que implicam no aumento da disponibilidade de certos nutrientes (Ca, Mg, P, N, K, S, Mo e Cl) e na redução de outros (Fe, Zn, Cu, e Mn), podendo favorecer, também, diversas atividades biológicas (Lopes, 1998).

Segundo Brady (1983), a acidez é comum em todas as regiões onde a precipitação é suficientemente elevada para lixiviar as bases trocáveis das camadas superficiais dos solos. Sob condições de alta acidez, parte do alumínio se torna solúvel e parte é absorvido entrando em equilíbrio. A hidrólise do alumínio da solução contribui para a acidez com a liberação dos íons hidrogênio.

A calagem em solos ácidos induz a extração mais rápida de nutrientes pelas plantas, podendo ocorrer deficiências se as adubações não forem adequadas, sendo que a disponibilidade é aumentada com exceção dos microcatiônicos. Os micronutrientes costumam ser negligenciados nas adubações e sua deficiência pode ocorrer por causa da calagem. De uma forma geral, com calagem elevada é necessário maior atenção para potássio, zinco, boro e manganês (RAIJ, 1991). Essas afirmações são verdadeiras também com relação à cultura da mandioca segundo Fageria et al. (1991), que apresentam o nível crítico exigido pela cultura para alguns nutrientes no solo: P, 7 - 9 mg dm³; K, 0,6 - 1,5 mmol dm³; Ca, 2,5 mmol dm³; Zn, 1mg dm³; Mn, 5 - 9 mg dm³ e S, 8 mg dm³.

A calagem é necessária para elevar o pH do solo, reduzir o alumínio trocável, aumentar a eficiência da adubação fosfatada e fornecer cálcio e magnésio como nutrientes (HOWELER, 1978); (MIRANDA et al., 1980). As plantas crescem nas condições naturais em solos com pH que varia de 4 a 8, entretanto algumas espécies se desenvolvem em faixa mais estreita de pH, enquanto outras são mais tolerantes (MALAVOLTA, 1976). Grande número de autores afirma que a mandioca é espécie tolerante a baixo pH e alta concentração de alumínio, todavia, segundo Lorenzi e Dias (1993), é muito suscetível à salinidade; a faixa ideal de pH para a cultura situa-se entre 5 e 6.

Perin (1982), estudou os efeitos de doses de calcário e de fósforo no crescimento da parte aérea e das raízes de cultivares de mandioca, observou que embora não tenha ocorrido interação entre os dois fatores, o crescimento das plantas foi influenciado positivamente tanto pelo fósforo como pela calagem.

O cálcio e o magnésio são elementos de fundamental importância para a nutrição dos vegetais. O cálcio, além de outras funções, participa intensamente no crescimento e desenvolvimento das plantas, pois é elemento formador de parede celular, sendo indispensável no desenvolvimento da parte aérea e também do sistema radicular. O papel mais importante do magnésio é, sem dúvida, a sua presença na molécula de clorofila, responsável pela fotossíntese, prova disso são os cloroplastos que possuem a metade do magnésio foliar (MALAVOLTA, 1980).

O zinco exerce papel importante como ativador enzimático de desidrogenases, aldolases, isomerases e transfosforilases, além de ser constituinte de desidrogenase alcoólica, anidrase carbônica, carboxipeptidase, fosfolipase, RNA polimerase entre outras, desempenha papel importante na produção de auxina, na rota metabólica do triptofano e formação do ácido indolacético. Sua ocorrência é, geralmente, maior nas camadas superficiais do solo devido a decomposição da matéria orgânica depositada (MARSCHNER, 1995); (COOL et al., 2001).

Segundo grande número de autores a calagem pode resultar na redução dos teores de zinco no solo. Apesar de ser necessário em pequenas quantidades, o zinco é o micronutriente que mais comumente limita a produção da cultura. Algumas culturas são mais responsivas que outras, mesmo assim é impossível alcançar altas produções com deficiência. O zinco auxilia na síntese de substâncias que atuam no crescimento e nos sistemas enzimáticos, é essencial para a ativação de certas reações metabólicas e é necessário para a produção de clorofila e a formação de carboidratos (LOPES, 1998).

Vidigal Filho et al. (1997), em experimento realizado em casa de vegetação, estudando o efeito da calagem (0,0 e 4,1 t ha⁻¹), dois níveis de fósforo (0,0 e 80,0 mg dm³) e quatro níveis de zinco (0,0; 1,0; 2,0; e 4,0 mg dm³) em mandioca, observaram que a calagem e o fósforo propiciaram maior número de folhas formadas, folhas retidas, área foliar total, altura de plantas, diâmetro do caule, matéria seca de folhas, caule e raízes. A produção de matéria seca total foi influenciada apenas, pelo fósforo, e os níveis de zinco utilizados não influenciaram significativamente características de crescimento de parte aérea e de raízes, resultados que discordam daqueles encontrados por Nogueira et al. (1984), que verificam aumento na produção em função da aplicação de zinco.

A deficiência de zinco é de ocorrência comum na cultura da mandioca, pode ocorrer em plantas cultivadas em solos alcalinos devido a menor disponibilidade do elemento e também naquelas cultivadas em solos ácidos pobres em zinco, especialmente após a aplicação de doses altas de calcário. Os teores de zinco nas folhas jovens, totalmente expandidas, oscilam entre 50 e 100 mg dm³ e os sintomas visuais de deficiência são observados quando a concentração do elemento é inferior a 20 mg dm³ nas folhas superiores (Lozano, et al. , 1981). Os teores adequados de zinco em folhas de mandioca estão entre 35 e 100 mg dm³ (LORENZI et al., 1986).

A influência da calagem na disponibilidade de nutrientes, bem como as respostas da mandioca à calagem e ao zinco, justificam a realização desta pesquisa, cujo objetivo visou determinar as interações entre a calagem e a adubação com zinco no crescimento da cultura da mandioca.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido no município de Assis (SP), região do médio Vale do Paranapanema, 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 à fertilidade do solo.

O solo, classificado como Latossolo Vermelho distrófico, segundo os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), foi preparado com arado de discos reversível seguido de gradagens.

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; 1.593,75; 3.187,50 e 4.781,25 kg ha⁻¹) e quatro doses de zinco (0,0; 2,08; 4,17; e 6,25 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.

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 cada vez. 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 à quantidade de calcário calculada considerando-se $V_2 = 100\%$. O zinco, foi aplicado nos sulcos de plantio das subparcelas, na forma de sulfato, com índice de 20% de zinco, nas dosagens de 0; 2,08; 4,17 e 6,25 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; sendo todo este procedimento realizado anteriormente a instalação do experimento, preconizando a calagem anteriormente aos micronutrientes.

O plantio em sulcos, previamente adubados, foi efetuado utilizando manívas sadias com diâmetro e comprimento aproximado de 2,0 e 15,0 cm, cortadas com serra elétrica um dia antes. O espaçamento utilizado foi de 1,0 m entre as linhas, contendo oito plantas por linha de seis metros cada, o que totaliza uma população de 13.330 plantas por hectare.

No campo foram feitas anotações dos parâmetros da cultura nas épocas que foram efetuadas as coletas. O material coletado, em quatro épocas distintas, sendo que a avaliação constou de população e a altura de plantas, número de hastes e de raízes por plantas e massa seca das partes das plantas, sendo mantidas em estufa a 60°C para obtenção da massa de matéria seca das partes vegetais.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão verificando a significância a 5% de probabilidade pelo Programa Sisvar.

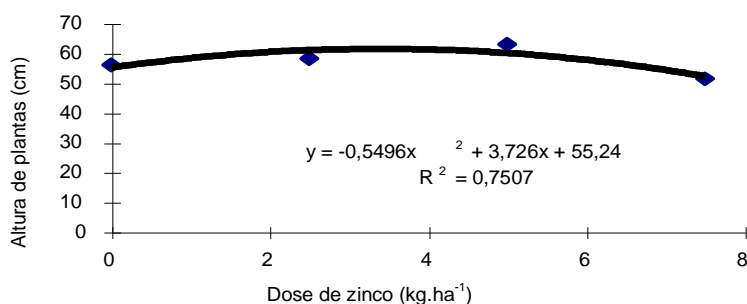
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população de plantas foi influenciada positivamente pela calagem. Observou-se que as parcelas com maior número de plantas as submetidas à dose $3.187,50\text{ kg ha}^{-1}$ e menor número de plantas as que receberam a dose $1.593,75\text{ kg ha}^{-1}$.

A calagem também proporcionou maior crescimento inicial e desenvolvimento da parte aérea de plantas, conforme o aumento das doses (Quadro 2). Resultado concordante com Marcano et al. (1994), que observaram influência positiva da calagem em 27 cultivares testadas. Não houve efeito significativo da interação calagem e adubação com zinco no crescimento e desenvolvimento da parte aérea das plantas.

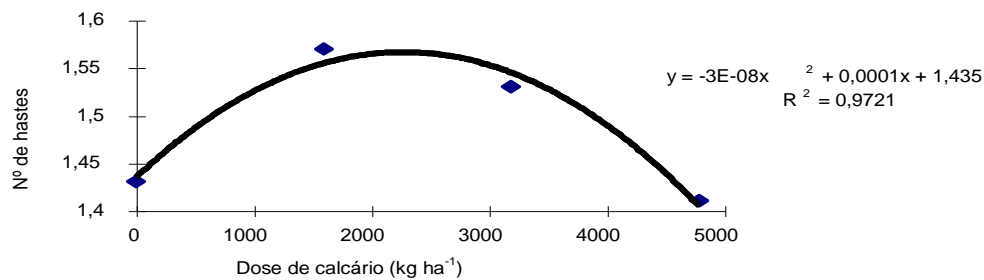
Na coleta ocorrida aos 132 dias após o plantio foi observado um aumento linear no crescimento inicial de plantas em função das doses de calcário ($\hat{Y}=0,0018x+52,831$ e $R^2=0,7921$), todavia com calagem na dose $3.187,50\text{ kg ha}^{-1}$, observa-se que doses de zinco acima de aproximadamente $2,5\text{ kg ha}^{-1}$ podem diminuir o crescimento inicial de plantas (Figura 1).

Figura 1. Altura de plantas em função de doses de zinco, dentro da dose $3.187,50\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de calcário, na coleta ocorrida aos 132 dias após o plantio.



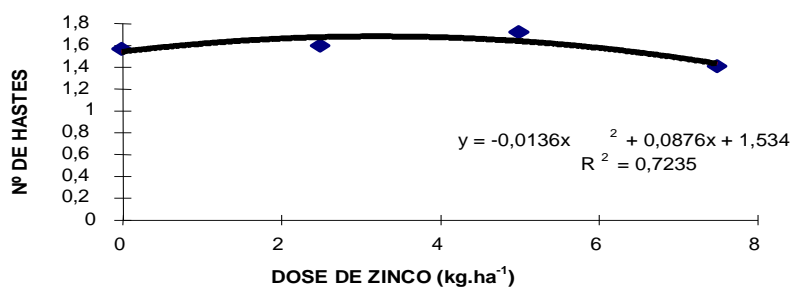
Na coleta final aos 305 dias após o plantio, ocorreu aumento no número de hastes por planta em função da calagem, até a dose aproximada de 1.700,00 kg ha⁻¹; doses altas de calcário reduziram o número de hastes por planta (Figura 2). Estes resultados são concordantes com aqueles obtidos por Lorenzi e Dias (9), que recomendam que a calagem não deva ultrapassar duas t ha⁻¹.

Figura 2. Número de hastes por plantas em função de doses de calcário, na coleta ocorrida aos 305 dias após o plantio.



O número de hastes por planta também foi influenciado pela dose de zinco aplicada (Figura 3). Doses de zinco acima de 3,2 kg ha⁻¹, com calagem na dose 1.593,75 kg ha⁻¹, foram responsáveis pela redução no número de hastes por planta, na coleta realizada aos 305 dias após o plantio; resultados estes discordantes dos encontrados por Vidigal Filho et al. (1997), em casa de vegetação, que não mostraram diferenças significativas no crescimento da parte aérea das plantas, em função de diferentes doses de zinco.

Figura 3. Número de hastes por plantas em função de doses de zinco, dentro da dose 1.593,75 kg.ha⁻¹ de calcário, na coleta ocorrida aos 305 dias após o plantio.



O crescimento e o desenvolvimento da parte aérea de plantas de mandioca, conforme foi observado pode ser influenciado tanto pela calagem quanto pela adubação com zinco, conforme ao verificar os resultados obtidos para altura de plantas e número de hastes por plantas.

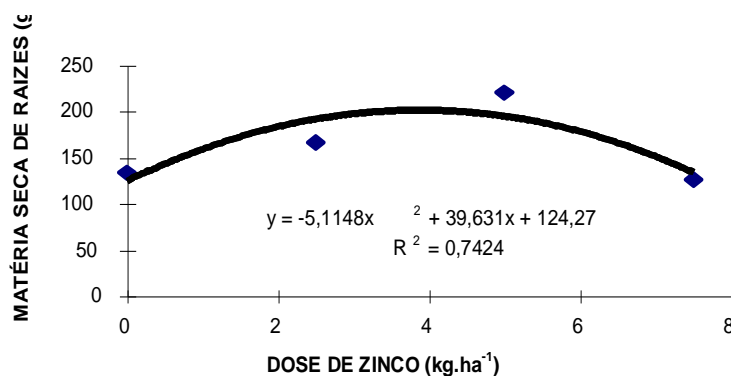
A produção de massa de matéria seca foliar, também aumentou linearmente em função da calagem, nas coletas efetuadas aos 132 e aos 181 dias após o plantio ($\hat{Y}=0,0039x+40,806$ e $R^2=0,9368$) e ($\hat{Y}=0,0022x+30,655$ e $R^2=0,526$), todavia a adubação com zinco e a interação calcário x zinco não influenciaram significativamente o acúmulo de massa de matéria seca de folhas. Vidigal Filho et al.

(1997) obtiveram resultados semelhantes, não encontrando influência significativa do zinco sobre a produção de massa de matéria seca, nem sobre características de crescimento de parte aérea de plantas.

O número de raízes por plantas apresentou diferença estatística significativa no teste F para análise de regressão. Foi observado que, nas três primeiras coletas, houve aumento linear do número de raízes em função das doses de calcário aplicadas. A massa de matéria seca de raízes também mostrou o mesmo comportamento, apresentando resposta linear em função da calagem nas três primeiras coletas ($\hat{Y}=0,0117x+120,03$ e $R^2=0,9632$), ($\hat{Y}=0,0353x+210,44$ e $R^2=0,8364$) e ($\hat{Y}=0,0203x+271,67$ e $R^2=0,8822$).

O número de raízes não foi influenciado significativamente pela adubação com zinco aplicada nas três primeiras coletas. Todavia a massa de matéria seca de raízes (MMS), na coleta feita aos 132 dias após o plantio, com calagem na dose $4.781,25 \text{ kg ha}^{-1}$, apresentou resposta linear ao aumento das doses de zinco ($\hat{Y}=17,665x+109,16$ e $R^2=0,9132$), porém com a dose de calcário $3.187,50 \text{ kg ha}^{-1}$, ocorre uma queda na massa de matéria seca de raízes a partir de doses acima de $4,5 \text{ kg ha}^{-1}$ (Figura 4). Estes resultados confirmam os encontrados por Asher et al. (1980), ou seja doses elevadas de calcário inibem a absorção do zinco, refletindo em decréscimo na produção.

Figura 4. Massa de matéria seca de raízes em função de doses de zinco, dentro da dose $3.187,50 \text{ kg ha}^{-1}$ de calcário, na coleta ocorrida aos 132 dias após o plantio.



CONCLUSÃO

Em solo ácido, com baixos níveis de fertilidade o uso da calagem proporciona melhorias nas condições gerais da cultura, com aumento na sobrevivência de plantas, sendo que as plantas passam a apresentar alturas maiores, maior número de hastes, aumento na produção de massa de matéria seca da parte aérea e raízes.

O maior crescimento e desenvolvimento da parte aérea e raízes das plantas, ocorre com a dose $4.781,25 \text{ kg ha}^{-1}$ de calcário associada com a dose $6,25 \text{ kg ha}^{-1}$ de zinco, as mais altas aplicadas.

O aumento das doses de zinco diminui a altura de plantas e o número de hastes a partir da dose de aproximadamente $2,5$ e $3,2 \text{ kg ha}^{-1}$ correlacionadas com doses $3.187,50 \text{ kg ha}^{-1}$ e $1.593,75 \text{ kg ha}^{-1}$ de calcário, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- ASHER, C.J.; EDWARDS, D. G. ; HOWELER, R. H. **Desordenes nutricionales de la yuca** (*Manihot esculenta* Crantz). Cali : University of Queensland, Department of Agriculture, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1980. 48p.
- BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1983, 647p.
- COOL, J. B.et al. Nutrición mineral. In: COOL, J. B.et al. **Fisiologia vegetal**. Spain: Pirámide, 2001. p. 121 - 37.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. H. Cassava and potato. In: FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. H. (ed.) **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York, Mrcel Dekker, 1991. p. 354 - 78.
- HOWELER, R. H. Nutrición mineral y fertilización de la yuca. In: **Curso de produccion de yuca**. 1, Cali, CIAT, 1978. p. 274-321.
- LOPES, A.S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1998.177p.
- LORENZI, J. O.; MONTEIRO, D. A. **A mandioca** (*Manihot esculenta* Crantz) **como matéria prima para produção de etanol no Brasil**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1980, 80 p. (Boletim Técnico nº 67)
- 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.et al. Raízes e Tubérculos. In: RAIJ, B. V.et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2ed. Campinas, INSTITUTO AGRONÔMICO & FUNDAÇÃO IAC, 1996. p. 221 - 29.
- LOZANO, J. C.et al. **Problemas en el cultivo de la yuca**. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1981. 208p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: Nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo: Ceres, 1976. 528p.
- MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.
- MARCANO, J. J.; PAREDES, G. F.; COLMENAREZ, O. Efecto de la aplicacion de cal sobre la produccion de raizes de 27 cultivares de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en un suelo con alto valor de acidez. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 8, 1994, Salvador - Ba. **Anais ... BANCO DO NORDESTE DO BRASIL SA**. p.41. Yaritagua - Venezuela.
- MIRANDA, L.; MIELNICZUK, J.; LOBATO, E. Calagem e adubação corretiva. In: Simpósio sobre o cerrado, 5, 1978, Brasília. **Anais ... Editerra**, 1980. p. 521-78. Brasília.

NOGUEIRA, F. D. et al. Interações entre níveis de calagem e de zinco sobre a cultura da mandioca em solos sob vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 3, n. 2, p. 99 - 104, 1984.

PERIN, S. **Efeitos de níveis de fósforo e calcário no crescimento e acumulação de P, Ca, Mg e Zn pela mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em casa de vegetação**. Lavras, UFL, 1982. 100p. (Dissertação de Mestrado).

SOUSA, L. D.; GOMES, J. de C.; CALDAS, R. C. Interação vinhoto, calagem e fósforo na cultura da mandioca no norte do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 11, n. 2, p. 148 a 55, 1992.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres - Potafós, 1991. 343 p.

VIDIGAL FILHO, P.S. et al. *Glomus etunicatum* Becker & Guerdemann, Calagem, superfosfato triplo e níveis de zinco influenciando o crescimento da mandica. **Revista Brasileira de Mandioca**, v.16, n.1, p. 15 - 34, 1997.