

CALAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA CORRETIVA NA CULTURA DA MANDIOCA EM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO DISTRÓFICO TEXTURA MUITO ARGILOSA FASE CERRADO¹

FRANCISCO DIAS NOGUEIRA², MIRALDA BUENO DE PAULA³ e NILTON CURI⁴

RESUMO - Um experimento para avaliar os efeitos da calagem e da adubação fosfatada corretiva, em um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico textura muito argilosa, fase cerrado, relevo suave ondulado, para o cultivo da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), foi conduzido na Fazenda Experimental de Felixlândia, no Estado de Minas Gerais. Após a caracterização química e física do solo, determinou-se a necessidade de calagem pelo método do Al, Ca + Mg e estabeleceram-se 4 níveis: 0, 0,5, 1,0 e 1,5 vezes a calagem normal, equivalentes a 0, 1.950, 3.900, 5.850 kg/ha de calcário com PRNT 80%. A calagem foi feita com calcário dolomítico, simultaneamente com a adubação fosfatada na forma de superfosfato triplo, em seis níveis de P₂O₅: 0 - 125 - 250 - 500 - 1.000 - 2.000 kg/ha. A produção máxima estimada pela análise de regressão foi de 20,58 t de raízes com 1448,6 kg/ha de P₂O₅. Os resultados obtidos evidenciaram que, nestas condições, a correção do solo através da calagem e fosfatagem para o cultivo da mandioca não trouxe benefícios compensadores na produtividade de raízes e ramos. Na ausência de calagem e fosfatagem registraram-se os maiores teores de Zn no pecíolo e no limbo, sugerindo que nos solos sob cerrado onde sua disponibilidade é baixa, o aparecimento de sintomas de deficiência deste micronutriente pode ser induzido pela aplicação de altas doses de corretivos.

Termos para indexação: análise química e física do solo, método do Al, Ca + Mg, calcário dolomítico, superfosfato triplo, *Manihot esculenta*.

LIMING AND PHOSPHATE FERTILIZATION FOR CASSAVA IN A DYSTROPHIC, VERY CLAYEY, DARK-RED LATOSOL, "CERRADO" PHASE

ABSTRACT - A field experiment to evaluate the effects of liming and phosphate fertilization for cassava (*Manihot esculenta* Crantz) growth was carried out in a dystrophic, very clayey, Dark-Red Latosol, originally under cerrado vegetation, in the Experimental Farm Station of Felixlândia, MG, Brazil. After the chemical and physical characterization of the soil, the liming rates based upon the Al, Ca + Mg method were established at four levels: 0, 0,5, 1,0, 1,5 times the normal rate, equivalent to 0, 1950, 3900, 5850 kg/ha of dolomitic lime, having 80% of relative power of total neutralization. The phosphorus as triple superphosphate was applied at six P₂O₅ levels: 0 - 125 - 250 - 500 - 1000 - 2000 kg/ha. The maximum harvest estimated by regression analysis was 20,58 ton of roots/ha with 1448,6 kg of P₂O₅. The obtained data evidenced that under these conditions soil correction through liming and phosphate fertilization for cassava growth did not bring compensational benefits in terms of root and branches productivity. The greater Zn amounts in peciole and leaf were registered in the absence of liming and phosphate fertilization, suggesting that on soils under cerrado vegetation, where its availability is low, the occurrence of Zn deficiency symptoms can be induced by application of high correctives rates.

Index terms: chemical and physical analysis of soil, Al, Ca + Mg method, dolomitic lime, triple superphosphate, *Manihot esculenta*.

INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca tem avançado lentamente no processo de ocupação dos solos sob vegetação de cerrado, com muitos problemas, entre os quais o de baixa fertilidade natural, que precisa de correção para ajustar-se às necessidades das cultivares.

A eficiência de utilização do fósforo pelas culturas é, de modo geral, baixa, estimando-se uma recu-

peração de 5 a 20% da dose aplicada (Malavolta & Pellegrino 1954).

A nutrição mineral da mandioca é dependente da associação micorrízica, dentro de alguma especificidade microbiológica, tendo sido observada maior dependência na utilização do fósforo quando este nutriente se encontrava em baixas concentrações no solo (Asher et al. 1980).

A pesquisa sobre calagem para a mandioca tem resultados pouco consistentes (Moraes et al. 1981, Perim et al. 1980) e a aplicação de calcário acima de 2 t/ha pode induzir a deficiência de zinco e outros micronutrientes (Howeler 1977). Há indicações de que a mandioca apresenta grande tolerância ao alumínio trocável do solo (Spain et al. 1975), tendo bai-

¹ Aceito para publicação em 22 de janeiro de 1988.

² Eng. - Agr., Dr., EMBRAPA/EPAMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200 Lavras, MG.

³ Enca. - Agr., M.Sc., APAMIG.

⁴ Eng. - Agr., Ph.D., ESAL, Caixa Postal 37, CEP 37200 Lavras, MG.

xa exigência nutricional (Nunes et al. 1974). Estes autores estudaram níveis de N, P_2O_5 , no cultivo da mandioca, mas encontraram apenas resposta ao fósforo, em três ensaios, tendo a análise estatística conjunta indicado a dose de 71 kg/ha de P_2O_5 , para alcançar a produção máxima, e 67 kg/ha de P_2O_5 , como nível econômico; conseguiram aumento de 45% para raízes do tipo comercial, e 72% do tipo industrial, com 80 kg/ha de P_2O_5 , comparando-se com a testemunha.

Nogueira et al. (1984) estudaram o efeito de 0, 1,0, 2,0 e 4,0 t de calcário/ha, e 0, 7,5, 15,0 e 30,0 kg de sulfato de zinco no cultivo da mandioca em Latossolo Vermelho-Escuro distrófico sob vegetação de cerrado. Estes autores obtiveram resposta à aplicação de zinco na presença de 1 e 4 t de calcário, mas, apenas a omissão do zinco comparada com a dose de 7,5 kg de sulfato de zinco diferenciou-se estatisticamente. Não houve resposta à calagem. No mesmo solo, Paula et al. (1984) não encontraram aumento de produtividade de raízes de mandioca, em dois cultivos sucessivos, com a prática da calagem, embora esta tenha melhorado algumas características químicas do solo.

As recomendações de doses de P_2O_5 , para a cultura da mandioca variam muito, de acordo com resultados experimentais encontrados na literatura. A Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais (1978) recomenda 90, 60 e 30 kg/ha de P_2O_5 , para solos com baixo, médio e altos teores de P disponível, avaliados pelo extrator Mehlich. Raij et al. (1985) recomendam para solos com teores de P nas faixas de 0 a 6, 7 a 15, 16 a 40 e maior que 40 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ de solo, extraídos pelo método da resina, as doses de 80, 60, 40 e 20 kg/ha de P_2O_5 , bem como a aplicação de calcário para elevar a saturação em bases a 50% quando o seu valor for inferior a 40%.

Defelipo et al. (1984) alcançaram produção máxima de raízes num Latossolo Amarelo do norte do Espírito Santo, com a aplicação de 124,9, 69,5 e 51,1 kg de N, P_2O_5 e K_2O /ha, respectivamente. Jacob & Uexkull (1964) recomendam doses anuais de 35 a 65 kg/ha de P_2O_5 /ha, na forma de superfosfato simples.

O objetivo deste trabalho foi estudar a correção do solo com calagem e fosfatagem para a cultura da mandioca, verificando seus efeitos no desenvolvimento e produção, e na absorção de nutrientes pela cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Em um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico a modera-

do, textura muito argilosa, fase cerrado, relevo suave ondulado, tendo como material de origem sedimentos argilosos provenientes da decomposição de rochas do grupo Bambuí, na Fazenda Experimental de Felixlândia, Minas Gerais, foram aplicados quatro níveis de calagem e seis de fosfatagem, para mandioca, cultivar Branca de Santa Catarina. As amostras de material do solo foram submetidas às seguintes análises: granulometria pelo método da pipeta (Grohmann & Raij 1974). Determinações químicas de pH e F_2O_3 foram feitas, conforme Vettori (1969), com modificações (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1979), no extrato do ataque sulfúrico, P disponível, cátions trocáveis e carbono orgânico, cujos resultados encontram-se na Tabela 1.

Partindo-se de uma dose de calcário necessária para corrigir Al e deficiência de Ca + Mg, estabeleceram-se os seguintes níveis de calagem: 0,0, 0,5, 1,0 e 1,5 a calagem normal, e doses equivalentes a 0, 1.950, 3.900, 5.850 kg/ha de calcário com PRNT 100% (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais 1978). Utilizou-se calcário dolomítico com 80% PRNT, em quantidades corrigidas, o qual foi incorporado ao solo simultaneamente com a fosfatagem, tendo esta constado das seguintes doses: 0, 125, 250, 500, 1.000 e 2.000 kg/ha de P_2O_5 na forma de superfosfato triplo. Tanto a calagem como a fosfatagem foram aplicadas a lânc, seguindo-se a incorporação no solo com grade de disco, à profundidade de 20 cm.

Avaliaram-se a produtividade de raízes e de ramas, estande, altura de plantas, teores de nutrientes no pecolo e no limbo, aos quatro meses após o plantio, bem como variações de algumas características de fertilidade do solo, após a colheita, feita aos dezoito meses após o plantio. Os teores de P no solo foram avaliados pelos extratores de Mehlich e resina trocadora de íons (Raij et al. 1985). As folhas coletadas para análise foram a quarta e a quinta, a partir do ápice da planta. O tamanho da parcela experimental foi de 5 m x 6 m, sendo a área útil de 3 m x 4 m, ocupada por três fileiras centrais. O espaçamento entre plantas foi de 1,0 m x 0,50 m.

A adubação básica constou de 40 kg/ha de N na forma de sulfato de amônio, 80 kg/ha de K_2O na forma de cloreto de potássio, 5 kg/ha de Zn na forma de sulfato de zinco, e 2 kg/ha de Cu na forma de sulfato de cobre. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com 24 tratamentos e três repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produção de raízes e ramas, estande inicial e final da altura de plantas foram analisadas estatisticamente, e o resumo da análise de variância é apresentado na Tabela 2. Não houve efeito significativo da calagem, mas houve o da fosfatagem ao nível de 5% para altura de plantas, produção de ramas e ao nível de 1% para produção de raízes. Foram ajustadas equações de regressão cujos pontos de máximo foram 20,6 t/ha de raízes, alcançados com

TABELA 1. Principais características morfológicas, físicas e químicas do perfil de solo estudado. Felixlândia, MG.

Horizonte	Limite inferior	Cor úmida	Granulometria			C. orgânico	P disponível
			Areia	Silte (2 - 50 µm)	Argila		
cm		%			ppm		
Aep	20	10R 3/6	10	20	70	1,2	1
AB	38	10R 3/6	10	17	73	0,9	1
BA	67	10R 3/6	7	12	81	0,7	1
BW1	116	10R 3/6	8	13	79	0,7	1
BW2	173	10R 3/6	12	9	79	0,7	1
BW3	200	10R 3/6	5	13	82	0,5	1

Horizonte	pH		Cátions trocáveis					Valor			Sat. Al ³⁺	Ataque H ₂ SO ₄ Fe ₂ O ₃
	H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	H ⁺	Al ³⁺	S	T	V		
		meq/100 g solo								%		
Aep	4,7	4,3	0,6	0,1	0,15	4,3	1,3	0,8	6,4	12	62	10
AB	4,7	4,3	0,3	0,1	0,11	3,2	1,1	0,5	4,8	11	69	9
BA	4,6	4,4	0,2	0,1	0,07	3,0	0,6	0,4	4,0	10	60	13
BW1	4,8	4,6	0,2	0,3	0,04	2,0	0,3	0,5	2,8	18	38	13
BW2	4,7	4,7	0,1	0,1	0,04	2,4	0,2	0,2	2,8	7	50	13
BW3	5,3	4,7	0,2	0,1	0,04	2,2	0,1	0,3	2,6	12	25	13

TABELA 2. Resumo da análise de variância da produção e componentes da produção de mandioca, cultivar Branca de Santa Catarina, em Latossolo Vermelho-Escuro (LVE), em níveis crescentes de calagem e de fósforo Felixlândia, MG.

Fontes de Variação	Quadrados médios					
	Estande inicial	Estande final	Altura	Ramas	Raízes	
Repetições	2	0,388672	0,509766	3320,000	102091000	36,7041
Calagem (C)	3	0,27083 NS	0,83724 NS	460,250 NS	266691000	14,2669 NS
Erro (a)	6	1,063150	1,71810	123,792	11939000	14,1035
Parcela	11					
Fósforo (P)	5	1,159380	1,36953 NS	728,250*	27422100*	41,4371**
Interação C x P	15	0,845833	3,79010 NS	269,833 NS	7981120	14,9096 NS
Erro (b)	40	0,972461	2,95039	283,525	8447820	9,06
Subparcela	71					
Parcela		4,42	5,98	5,82	21,1	20,28
CV (%)						
Subparcela		4,23	7,84	8,81	17,08	16,26

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

1.448,6 kg/ha de P_2O_5 e 15,8 t/ha de ramas, com 1.664 kg/ha de P_2O_5 .

O sistema radicular da mandioca possui limitada superfície específica, tendo poucos pêlos absorventes, o que condiciona baixa eficiência para utilização do fósforo (Ezeta & Carvalho 1982). Além de aspectos da morfologia da raiz e do processo de absorção do fósforo, provavelmente a formação e a atividade de endomicorrizas foram inibidas pelas altas doses de fósforo na forma de fertilizante solúvel (Gerdemann 1968, Mosse 1981) e também pela calagem, o que explicaria, em parte, a baixa eficiência de utilização do fósforo pela mandioca. O teor de fósforo no solo, antes da instalação do experimento, como mostra a Tabela 1, estava abaixo dos níveis críticos para a produção da mandioca, estabelecidos pelos métodos Olsen-EDTA, Bray I, Bray II. e Mehlich em 8, 7, 10 e 9 $\mu\text{g/g}$, respectivamente (Howeler 1978).

Para muitas culturas, a recomendação de adubação baseada em ensaios de calibração seria aquela que proporcionasse cerca de 80% da produtividade máxima, mas isto não teria sentido no presente trabalho. Neste caso, quando se visa uma só colheita, a adubação fosfatada seria dispensável, porque o fósforo nativo do solo e a adubação básica proporcionaram, pela estimativa da regressão, 16,69 t de raízes/ha, valor este ligeiramente superior a 16,46 t/ha (80% do ponto de máximo calculado em 20,58 t). Na ausência da calagem e da fosfatagem (testemunha), registrou-se uma produtividade de 15,30 t de raízes/ha. Em baixos níveis de P (ou sem P adicionado) as MVA contribuem para a absorção deste nutriente, não havendo resposta, ao passo que em altos níveis de P a micorrização é inibida e a planta passa a responder ao P adicionado (Siqueira 1986). No presente trabalho, houve pequenos acréscimos de produção com altas doses de P_2O_5 , conforme é ilustrado na Fig. 1.

Com relação aos teores de P avaliados pelos extratores Mehlich e resina após a colheita (Tabela 3), observa-se que este último extraiu mais P, reforçando a sugestão de que os resultados concernentes a P disponível devem ser acompanhados pelo nome do método e que os dados devem ser calibrados com produção de cultura em campo.

Teores de Ca e Mg, no solo, nas faixas de 0 a 15 e 0 a 0,5 meq/100 cm^3 , respectivamente, são considerados baixos, e a saturação em alumínio acima de 40% seria alta (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais 1978). As características do solo estudado se enquadram nestas classes, mas a

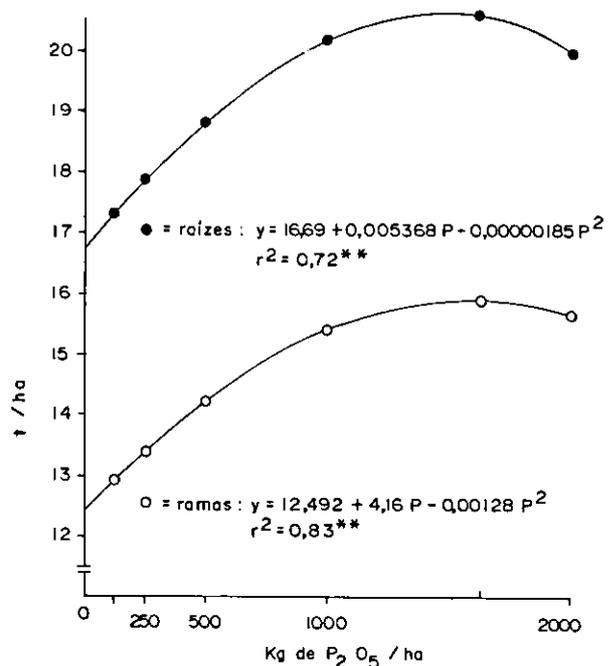


Fig. 1 Produção de raízes e ramas de mandioca/ha, em Latossolo Vermelho-Escuro fase cerrada, Felixlândia, MG.

TABELA 3 Fósforo aplicado, avaliado pelos extratores Mehlich e resina trocadora de íons após a colheita e produção de raízes de mandioca em Latossolo Vermelho-Escuro, fase cerrada, Felixlândia, MG

Fosfatagem kg/ha de P_2O_5	Teor de P no solo (ppm) após a colheita		Produção observada de raízes (t/ha)
	Mehlich ¹	Resina ²	
0	1	6	15,30
125	2	9	17,96
250	5	18	19,38
500	8	26	19,42
1000	12	26	19,05
2000	37	159	20,26

¹ Análise efetuada no laboratório da ESAL.

² Análise efetuada no laboratório do IAC.

mandioca não respondeu à calagem, fato observado antes por vários pesquisadores, que também não encontraram respostas significativas à aplicação de calcário para o cultivo da mandioca (Relatório técnico anual 1980, Gomes & Howeler 1980, Perim et al.

1980). Por outro lado, o Centro Internacional de Agricultura Tropical (1978) informa que o nível crítico de pH e saturação em alumínio para esta cultura é 4,6 e 80%, respectivamente. Assim sendo, a falta de resposta à calagem no presente trabalho encontra suporte naquela informação, pois os valores de pH e saturação em alumínio (Tabela 1) estavam dentro dos limites toleráveis pela cultura.

Outros efeitos da calagem e fosfatagem na variação de algumas características de fertilidade do solo foram significativos, para os quais ajustaram-se as equações de regressão (Tabela 4). A calagem pode aumentar o poder de fixação do K, mas há, no entanto, condições sob as quais a influência da calagem na disponibilidade do potássio tem conseqüências muito drásticas (Buckman & Brady 1968). No presente trabalho, observou-se que a calagem diminuiu a disponibilidade do Ca, o que está de acordo com os princípios que definem a relação $\frac{K}{Ca + Mg}$ no solo. Quanto ao efeito da fosfatagem Ca + Mg aumento do teor de Ca no solo, foi, também, um resultado esperado, porque no superfosfato triplo se contém de 14 a 16% de CaO (Malavola 1979).

Os macro e micronutrientes no pecíolo e no limbo foram determinados em amostras coletadas aos quatro meses após o plantio, tendo alguns resultados permitido o ajustamento de equações de regressão (Fig. 2 a 6). Convém ressaltar que não houve interação significativa para as variáveis estudadas. A fosfatagem teve efeito quadrático, significativo a 5% sobre o teor de Ca no pecíolo, tendo ocorrido efeito depressivo sobre o teor deste nutriente. A curva

atingiu o ponto de mínimo com a dose de 939,4 kg/ha de P_2O_5 . Além de existir Ca solúvel na composição do superfosfato triplo nos horizontes Aep e AB, os teores de Ca^{2+} antes da aplicação dos tratamentos (Tabela 1) já eram superiores ao nível crítico de 0,25 meq/100 g de solo (Centro Internacional de Agricultura Tropical 1978), embora tais níveis sejam baixos dentro dos padrões de fertilidade do solo (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais 1978).

Asher et al. (1980) compilaram dados de concentrações de nutrientes encontrados na literatura, mostrando para o pecíolo um teor de 2,31% de Ca, mas não descreveram detalhes da amostragem. No presente trabalho, os teores de Ca registrados foram inferiores (Fig. 2), assim como a produção alcançada foi menor que aquela estimada pelos autores (30 t/ha), ao passo que o teor de P (Fig. 3) no pecíolo, na ausência da fosfatagem, aproximou-se da faixa de 0,12 a 0,20%, estimada pelos mesmos autores. A fosfatagem apresentou efeito linear pouco pronunciado sobre o teor de P no pecíolo, mostrando uma acumulação contínua de acordo com o aumento das doses de fertilizantes fosfatados.

A análise de regressão mostrou que as doses crescentes de calcário não exerceram influência significativa sobre o teor de K no pecíolo.

Como era esperado, a calagem exerceu efeito linear negativo na concentração de zinco no pecíolo (Fig. 4) a qual se situou na faixa de 46 a 34 ppm nos intervalos de zero a 1,5 dose de calagem (0 a 5.850 kg/ha de calcário), respectivamente.

O efeito da fosfatagem sobre o teor de Zn no pe-

TABELA 4. Equações de regressão ajustadas para algumas características químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro fase cerrado, modificadas significativamente pela calagem e fosfatagem, após o primeiro cultivo com mandioca. Felixlândia, MG.

Variável		Equações	R ²
Independente	Dependente		
Calagem	Ca meq/100 g	$Y = 0,705555 + 3,58889 Ca$	0,470**
Calagem	K meq/100 g	$Y = 0,246167 - 0,042111 Ca$	0,214*
Calagem	pH	$Y = 4,22167 + 0,565554 Ca$	0,678**
Fosfatagem	Ca meq/100 g	$Y = 2,70405 + 0,0010733 P$	0,063 NS
Fosfatagem	ppm P	$Y = -3,54999 + 0,0748301 P$	0,837**

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

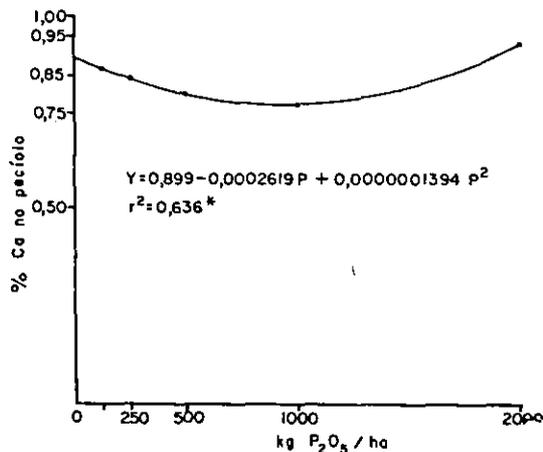


Fig. 2 Teor de Ca no pecíolo de mandioca, com 4 meses de idade, cultivado em Latossolo Vermelho-Escuro fase cerrado. Felixlândia, MG.

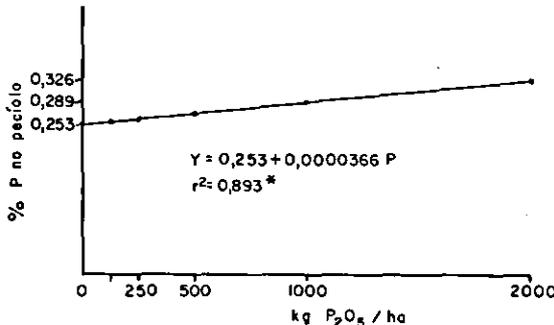


Fig. 3 Teor de P no pecíolo de mandioca, com 4 meses de idade, cultivada em Latossolo Vermelho-Escuro fase cerrado. Felixlândia, Mg.

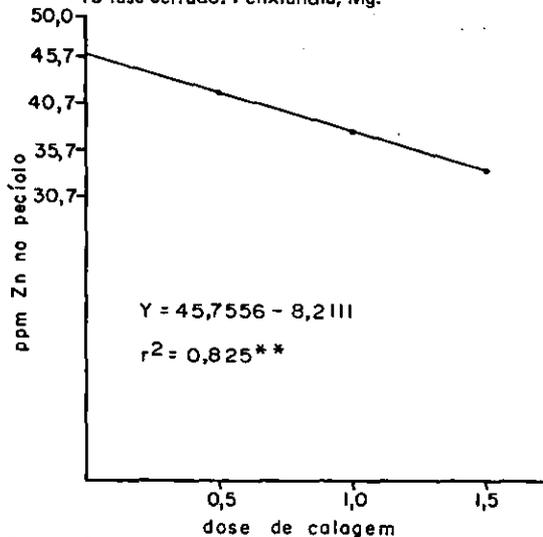


Fig. 4 Teor de Zn no pecíolo de mandioca com 4 meses de idade, cultivada em Latossolo Vermelho-Escuro fase cerrado. Felixlândia, MG.

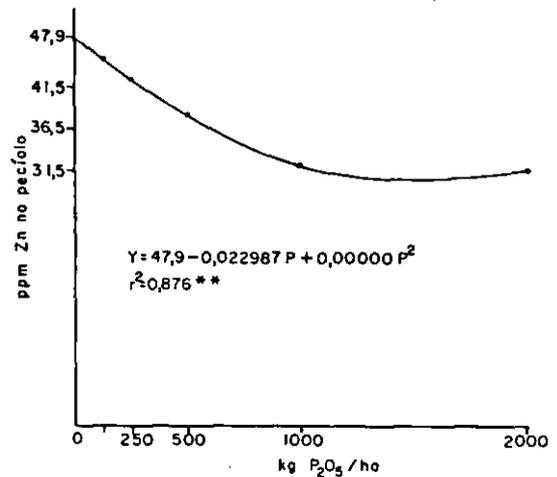


Fig. 5 Teor de Zn no pecíolo de mandioca, com 4 meses de idade, cultivada em Latossolo Vermelho-Escuro fase cerrado. Felixlândia, MG.

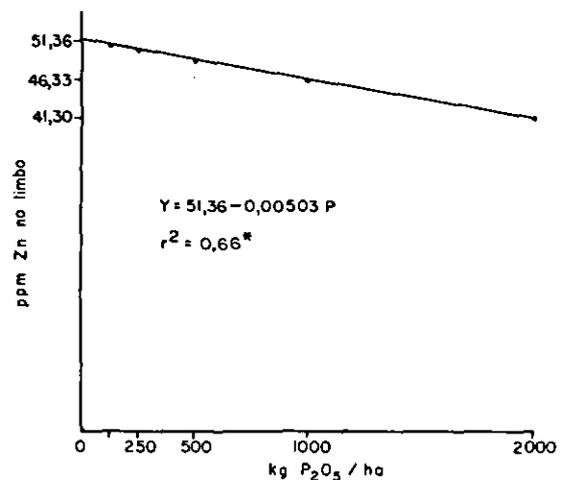


Fig. 6 Teor de Zn no limbo de mandioca, com 4 meses de idade, cultivada em latossolo Vermelho-Escuro fase cerrado. Felixlândia, MG.

cíolo foi quadrático, negativo (Fig. 5) e linear negativo sobre o teor de Zn no limbo (Fig. 6) Asher et al. (1980) informaram que concentrações de Zn nas folhas superiores totalmente expandidas de plantas saudáveis variam, normalmente, de 40 a 100 µg/g de matéria seca. No presente trabalho, a mais alta concentração de Zn no limbo foi de 51 ppm na ausência de fosfatagem.

Os efeitos negativos da calagem e da fosfatagem na concentração de zinco são provavelmente devidos à imobilização deste nutriente pela formação de zinco de cálcio e fosfato de zinco, respectivamente.

Como os solos sob vegetação de cerrado geralmente são pobres em zinco disponível (Lopes 1983), é necessário ficar atento para o aparecimento de deficiência de zinco nas plantas cultivadas nestes solos, quando se aplicam altas doses de calagem e fosfatagem. Estas práticas de correção do solo seriam, a curto prazo, antieconômicas, agravando a situação em função da necessidade de zinco, e seria aconselhável não recomendá-las em casos confirmados para ausência de resposta.

CONCLUSÕES

1. A correção do solo através da calagem e fosfatagem para o cultivo da mandioca não trouxe benefícios compensadores na produtividade de raízes e ramos, tendo ambas as práticas influenciado negativamente na absorção de zinco pelas plantas.

2. Na ausência da calagem e fosfatagem, registraram-se os maiores teores de Zn no pecíolo e no limbo, sugerindo que nos solos sob cerrado, onde sua disponibilidade é baixa, o aparecimento de sintomas de deficiência deste micronutriente pode ser induzido pela aplicação de altas doses de corretivos.

REFERÊNCIAS

- ASHER, C.J.; EDWARDS, D.G.; HOWELER, R.H. **Desórdenes nutricionales de la yuca** (*Manihot esculenta* Crantz). Cali, CIAT, 1980. 48p.
- BUCKMAN, H.O. & BRADY, N.C. **Natureza e propriedades do solo**, 2. ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1968. 594p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, Cali, Colômbia. **Suelos y nutrición de la planta**. In: — **Informe anual del programa de yuca**. Cali, 1978. p.83-93.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**; 3ª aproximação. Belo Horizonte, EPAMIG, 1978. 80p.
- DEFELIPO, B.; BRAGA, J.M.; AMARAL, F. de A.L.; CAETANO, L.F. Adubação NPK para a cultura da mandioca em um Latossolo Amarelo do Norte do Espírito Santo. **R. bras. Mand.**, 3(2):31-7, 1984.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. **Manual de métodos e análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. n.p.
- EZETA, F.N. & CARVALHO, P.C.L. Influência da endomicorriza na absorção de fósforo e potássio no crescimento da mandioca. **R. bras. C. Solo**, 6(1):25-8, 1982.
- GERDEMANN, J.W. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. **Annu. Rev. Phytopathol.**, 6:391-418, 1968.
- GOMES, J. de C. & HOWELER, R.H. Cassava production in low fertility soil. In: CASSAVA CULTURAL PRACTICES, Salvador, 1980. **Proceedings**. Ottawa, International Development Research Centre, 1980. p.93-102.
- GROHMANN, F. & RAIJ, B. van. Influência dos métodos de agitação na dispersão da argila do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO; 14., Santa Maria, 1973. **Anais**. Santa Maria, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1974. p.123-32.
- HOWELER, R.H. Nutrición mineral y fertilización de la yuca. In: CURSO de producción de yuca. Cali, CIAT, 1977. t. 1, p 274-321.
- JACOB, A. & UEXKULL, H. von. Fertilización de los cultivos tropicales y subtropicales; yuca o mandioca. In: — **Fertilización**. 2. ed. Hannover, Kali and Salz, 1964. p.153-9.
- LOPES, A.S. **Solos sob "cerrado"**; características, propriedades e manejo. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. 162p.
- MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 4. ed. Piracicaba, Ceres, 1979. 255p.
- MALAVOLTA, E. & PELLEGRINO, D. Nota sobre algumas transformações do superfosfato radioativo em terra roxa. **R. Agric.**, Piracicaba, 59:317-27, 1954.
- MORAES, O. de; MONDARDO, E.; VIZZOTO, V.J.; MACHADO, M.O. **Adubação química e calagem da mandioca**. Florianópolis, EMPASC, 1981. 20p. (Boletim técnico, 8).
- MOSSE, B. **Vesicular-arbuscular micorrhiza research for tropical agriculture**. s.l., Hawaii Institute for Tropical Agriculture and Human Resources, 1981. 82p. (Research bulletin, 194).
- NOGUEIRA, F.D.; PAULA, M.B. de; TANAKA, R.T.; ANDRADE, A.M.S. Interação entre níveis de calagem e de zinco para a cultura da mandioca em solo sob vegetação de cerrado. **R. bras. Mand.**, 3(2):99-104, 1984.
- NUNES, W. de O.; BRITO, D.P.P. de S. MENEGUELLI, C.A.; ARRUDA, N.B. de; OLIVEIRA, A.B. de. Resposta da mandioca à adubação mineral e a métodos de aplicação do potássio em solos de baixa fertilidade. **Pesq. agropec. bras. Sér. Agron.**, 9(9):1-9, 1974.
- PAULA, M.B. de; NOGUEIRA, F.D.; TANAKA, R.T.; ANDRADE, A.M.S. Efeito da calagem, potássio, zinco e boro na cultura da mandioca em solos sob cerrado. **R. bras. Mand.**, 3(2):61-7, 1984.
- PERIM, S., LOBATO, E.; GALRÃO, E.Z. Efeito da calagem e de nutrientes no rendimento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em solo sob vegetação de cerrado. **R. bras., Ci. Solo**, 4(2):107-10, 1980.
- RAIJ, B. van.; SILVA, N.M. da; BATAGLIA, O.C.;

- QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JUNNIOR, R.; DECHEN, A.R. & TRANI, P.E. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, IAC, 1985. 107p. (Boletim técnico, 100)
- RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE MANDIOCA E FRUTICULTURA. Cruz das Almas, EMBRAPA-CNPMPF, 1980. 183p.
- SIQUEIRA, J.O. & COLOZZI-FILHO, A. Micorrizas vesículo-arbusculares em mudas de cafeeiro. II. Efeito do fósforo no estabelecimento e funcionamento da simbiose. **R. bras. Ci. solo**, **10**:207-11, 1986.
- SPAIN, J.M., FRANCIS, C.A.; HOWELER, R.W.; CALVO, F. Varietal differences in response to lime. In: PEARSON, R.W. **Soil acidity and liming in the humid tropics**. Ithaca, Cornell University, 1975 p.45-6.
- VETTORI, L. **Métodos de análises de solos**. Rio de Janeiro, MA - Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24p. (Boletim técnico, 7)