

SIRVAL PERIM

EFEITOS DE NÍVEIS DE FÓSFORO E DE CALCÁRIO NO
CRESCIMENTO E NA ACUMULAÇÃO DE P, Ca, Mg E Zn
PELA MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) EM CASA DE
VEGETAÇÃO

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura de Lavras, como
parte das exigências do Curso de
Mestrado em Agronomia, área de
concentração em Fitotecnia, para
obtenção do grau de Mestre.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1 9 8 2

REVISTA PERIÓDICA

EFEITOS DE NÍVEIS DE FÓSFORO E DE CALCÁRIO NO
CRESCIMENTO E NA ACUMULAÇÃO DE P, Ca, Mg E SA
EM MANDIOCA CULTIVADA EM CASA DE
VEGETAÇÃO


Trabalho apresentado à Escola Superior
de Agricultura de Lavras como
parte dos requisitos do Curso de
Mestrado em Agronomia, área de
concentração em Fitotecnia, pela
aluna M. S. M. M. M.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

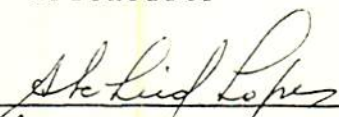


EFEITOS DE NÍVEIS DE FÓSFORO E DE CALCÁRIO NO CRESCIMENTO E NA
ACUMULAÇÃO DE P, Ca, Mg E Zn PELA MANDIOCA (*Manihot esculenta*
Crantz), EM CASA DE VEGETAÇÃO

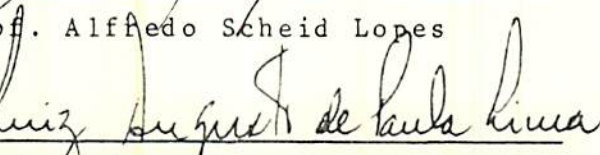
APROVADA:



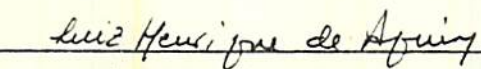
Prof. HÉLIO CORRÊA
Orientador



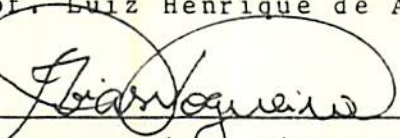
Prof. Alfredo Scheid Lopes



Prof. Luiz Augusto de Paula Lima



Prof. Luiz Henrique de Aquino



Pesq. Francisco Dias Nogueira

À minha esposa,
Eliane

Aos meus filhos,
Cristiane e Francio

Aos meus pais,
Waldemar e Josefina

DEDICO ESTE TRABALHO

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, especialmente ao Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, pela oportunidade de treinamento.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, em especial ao Departamento de Agricultura, pela realização do curso.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais, pelo financiamento do projeto de pesquisa.

Ao professor Hélio Corrêa, pela valiosa orientação, amizade e conhecimentos transmitidos.

Aos professores Luiz Henrique de Aquino e Paulo César Lima, pela colaboração prestada na análise estatística.

Aos professores Alfredo Scheid Lopes e Luiz Augusto de Paula Lima, pelas valiosas críticas e sugestões apresentadas a este trabalho.

Aos pesquisadores Francisco Dias Nogueira e Roberto Tetsuo Tanaka, pelas sugestões e amizade.

Ao técnico agrícola Elair Rios, pela ajuda na condução do experimento.

Aos funcionários da Biblioteca Central da ESAL, pela orientação sobre referências bibliográficas.

Aos colegas do curso de pós-graduação, pelo convívio.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

SIRVAL PERIM, filho de Waldemar Perim e Josefina Ferreira Perim, nasceu em Cachoeiro de Itapemirim - Espírito Santo, no dia 4 de março de 1951.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica, pela Escola Superior de Agricultura da Universidade Federal de Viçosa, em 1975.

Em janeiro de 1976, foi contratado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, passando a exercer as funções de pesquisador, no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC.

Em 1980, iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Cultivares	3
2.2. Fósforo	4
2.3. Calcário	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. Caracterização do local e do solo	12
3.2. Corretivos e fertilizantes	13
3.3. Manivas-sementes	15
3.4. Delineamento experimental	15
3.5. Tratamentos	15
3.6. Instalação, condução e colheita do experimento .	16
3.7. Avaliação de parâmetros	17
3.8. Análise estatística	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Características da parte aérea	21
4.1.1. Número total de folhas e número de folhas retidas	21

4.1.2.	Altura média da planta e diâmetro médio da maior haste	27
4.2.	Crescimento	31
4.2.1.	Peso da matéria seca da parte aérea	31
4.2.2.	Peso da matéria seca das raízes	37
4.2.3.	Peso da matéria seca total	40
4.3.	Acumulação de nutrientes na parte aérea	43
4.3.1.	Fósforo	43
4.3.2.	Cálcio	48
4.3.3.	Magnésio	53
4.3.4.	Zinco	56
4.4.	Acumulação de nutrientes nas raízes	59
4.4.1.	Fósforo	59
4.4.2.	Cálcio	61
4.4.3.	Magnésio	67
4.4.4.	Zinco	70
5.	CONCLUSÕES	73
6.	RESUMO	75
7.	SUMMARY	77
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
	APÊNDICE	92

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Resultados médios das análises químicas e físicas das amostras de solo coletadas de 0-20 cm de profundidade, antes da instalação do experimento - ESAL, Lavras - MG, 1981	13
2	Teores dos principais nutrientes do corretivo e dos fertilizantes - ESAL, Lavras - MG, 1981	14
3	Resumo da análise de variância, referente ao número total de folhas, número de folhas retidas, altura média e diâmetro médio da maior haste, de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras - MG, 1981	22
4	Efeitos de níveis de fósforo e de calcário sobre o número total de folhas, número de folhas retidas, altura média e diâmetro médio da maior haste de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981	25

Quadro

Página

- 5 Efeitos de níveis de fósforo sobre a altura média de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981 30
- 6 Efeitos de níveis de fósforo sobre o diâmetro médio da maior haste de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981 31
- 7 Resumo da análise de variância do peso da matéria seca da parte aérea, matéria seca das raízes e matéria seca total de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras - MG, 1981 32
- 8 Efeitos de níveis de fósforo sobre o peso da matéria seca da parte aérea de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981 35
- 9 Efeitos de níveis de fósforo e de calcário sobre o peso da matéria seca da parte aérea, matéria seca das raízes e matéria seca total de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981 36

Quadro	Página
10	Efeitos de níveis de fósforo sobre o peso da matéria seca total de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras-MG, 1981 42
11	Resumo da análise de variância referente à acumulação de fósforo, cálcio, magnésio e zinco na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras-MG, 1981 44
12	Efeitos de níveis de fósforo e calcário sobre a acumulação de fósforo, cálcio, magnésio e zinco na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981 46
13	Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de cálcio, magnésio e zinco na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de calcário, para as cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" ESAL, Lavras - MG, 1981 49
14	Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de cálcio, magnésio e zinco na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981 52

Quadro	Página
15	Efeitos de níveis de calcário sobre a acumulação de zinco na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981 57
16	Resumo da análise de variância referente à acumulação de fósforo, cálcio, magnésio e zinco nas raízes de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras - MG, 1981 60
17	Efeitos de níveis de fósforo e de calcário, sobre a acumulação de fósforo, cálcio, magnésio e zinco nas raízes de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981 63
18	Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de cálcio e zinco nas raízes de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora"- ESAL Lavras - MG, 1981 66
19	Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de magnésio e zinco nas raízes de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de calcário, para as cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981 68

Quadro	Página
20	Efeitos de níveis de calcário sobre a acumulação de magnésio nas raízes de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981 69
1A	Desdobramento da interação P x V, referente a altura média da planta, diâmetro médio da maior haste, produção de matéria seca da parte aérea e matéria seca total de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras - MG, 1981 93
2A	Desdobramento das interações P x C e P x V, referente a acumulação de cálcio na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras - MG, 1981 94
3A	Desdobramento das interações P x C e P x V, referente a acumulação magnésio na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras - MG, 1981 95
4A	Desdobramento das interações P x C, P x V e C x V referente a acumulação zinco na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras - MG, 1981 ... 96

Quadro

Página

- 5A Desdobramento da interação P x V, referente a acumulação de cálcio nas raízes de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras - MG, 1981 97
- 6A Desdobramento das interações P x C e C x V, referente a acumulação de magnésio nas raízes de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras - MG, 1981 98
- 7A Desdobramento das interações P x C e P x V, referente a acumulação de zinco nas raízes de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras - MG, 1981 99
- 8A Efeitos de níveis de fósforo e de calcário no pH, nos teores de Al, Ca, Mg, P, K, Zn e na saturação de alumínio das amostras do solo coletadas na época da colheita - ESAL, Lavras - MG, 1981 100

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1	Efeitos de níveis de fósforo sobre o número total de folhas de plantas de mandioca em vasos, para as cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras-MG, 1981 23
2	Efeitos de níveis de fósforo sobre o número de folhas retidas de plantas de mandioca em vasos, para as cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981 24
3	Efeitos de níveis de fósforo sobre a altura média de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) - ESAL, Lavras - MG, 1981 28
4	Efeitos de níveis de fósforo sobre o diâmetro médio da maior haste de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) - ESAL, Lavras - MG, 1981 29

Figura

Página

- 5 Efeitos de níveis de fósforo sobre o peso da matéria seca da parte aérea de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) - ESAL, Lavras - MG, 1981 34
- 6 Efeitos de níveis de fósforo sobre o peso da matéria seca das raízes de plantas de mandioca em vasos, para as cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981 38
- 7 Efeitos de níveis de fósforo sobre o peso da matéria seca total de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) - ESAL, Lavras - MG, 1981 41
- 8 Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de fósforo na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, para as cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981 47
- 9 Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de cálcio na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) ESAL, Lavras - MG, 1981 51

Figura		Página
10	Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de magnésio na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) - ESAL, Lavras - MG, 1981	55
11	Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de zinco na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) - ESAL, Lavras - MG, 1981	58
12	Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de fósforo nas raízes de plantas de mandioca em vasos, para as cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981	62
13	Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de cálcio nas raízes de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) - ESAL, Lavras - MG, 1981	65
14	Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de zinco nas raízes de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) - ESAL, Lavras - MG, 1981	71

1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é considerada como planta esgotante do solo, não obstante possuir a habilidade de crescer e produzir raízes tuberosas, nas mais adversas condições de fertilidade. Atualmente, a exploração desta cultura não tem sido limitada apenas às raízes, pois o elevado valor nutritivo da parte aérea, em especial das folhas, tem suscitado o seu emprego na alimentação animal.

Com a utilização total da planta, haverá maior exportação de nutrientes e como conseqüência, a necessidade de se conhecer a influência da calagem e da adubação fosfatada, na extração de elementos do solo.

Dentre os macronutrientes, o fósforo é o elemento absorvido em menor quantidade pela planta, embora seja considerado como o nutriente que, com maior freqüência, tem limitado a produção desta cultura no Brasil, conforme mencionam GOMES & HOWELER (29) e LORENZI (42).

A alta resposta à adubação fosfatada está possivelmente li

gada à ineficiência do sistema radicular na absorção do nutriente, aliada à importância do fósforo no processo metabólico de carboidratos, através da fosforilação, segundo HOWELER (34) e MALAVOLTA et alii (48).

Com relação à calagem, vários pesquisadores relatam a sua importância para a exploração racional de solos ácidos, com alta saturação de alumínio, baixo teor de cálcio e magnésio, e mencionam a necessidade da calagem para aumentar a eficiência da adubação fosfatada. Apesar da importância desta prática, a mandioca não tem mostrado respostas positivas à aplicação de calcário (19, 29, 30, 31, 35, 43, 51, 57, 64, 69, 70).

Por essas razões foi realizado um trabalho, em casa de vegetação, com o objetivo de se avaliar os efeitos dos níveis de fósforo, de calcário e da interação dos fatores fósforo e calcário, sobre o crescimento e a acumulação de fósforo, cálcio, magnésio e zinco, na parte aérea e raízes das cultivares "Mantiqueira" e "Sonora".

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultivares

As cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" vêm se destacando nos plantios comerciais, na região dos cerrados, como fornecedoras de matéria prima para a produção de álcool etílico, em razão da maior produtividade, alto teor de amido, aliada a um certo grau de tolerância à bacteriose e ao alumínio trocável do solo, de acordo com JUNQUEIRA NETTO (38) e PERIM & TAKATSU (59).

A cultivar "Mantiqueira" foi selecionada pelo Instituto Agrônomo de Campinas e, segundo PEREIRA (56), esta cultivar caracteriza-se por apresentar folhas de lobos largos, de ápice agudo, raízes com películas suberosas, de coloração marrom-avermelhada, de textura áspera, felema arroxeadado, feloderma e polpa brancos, providas de pedúnculos lenhosos e com baixo teor de HCN.

A literatura não relata a origem da cultivar "Sonora" e, segundo FILGUEIRA (25), esta cultivar apresenta brotos arroxeados, folhas com pecíolo vermelho, lobo linear e hastes coloridas. As raízes são cilindro-cônicas, com película suberosa de despre

dimento médio. O córtex e a polpa são brancos; é classificada como brávia, devido ao seu alto teor de HCN na polpa.

JUNQUEIRA NETTO (38), avaliando o comportamento de cem cultivares de mandioca, em solo sob cerrado, com alta saturação de alumínio, classificou as cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" no grupo das tolerantes ao alumínio tóxico.

Por outro lado, poucos são os trabalhos realizados, no que se refere à influência de níveis de fósforo e de calcário, sobre a produção de matéria seca e na extração de nutrientes do solo, pela mandioca, em especial com as cultivares "Mantiqueira" e "Sonora".

2.2. Fósforo

Comparada com as culturas de milho, cana-de-açúcar, banana e repolho, a mandioca é a que mais extrai nutrientes do solo, por tonelada de alimento produzido, segundo HOWELER (35). No tocante ao fósforo, é pequena a quantidade extraída, embora sejam necessárias altas concentrações na solução do solo, para obtenção da produção máxima, em condições artificiais (1, 6, 11, 18, 34, 36).

De acordo com MALAVOLTA (47) e VOLKWEISS & VAN RAIJ (73), somente uma pequena fração do fósforo total do solo encontra-se disponível para os vegetais e se movimenta, principalmente, por difusão, até a superfície das raízes, onde é absorvido pelas plan

tas, como íon fosfato ($H_2PO_4^-$), sob condições de solos ácidos. Segundo os mesmos autores, o fósforo, aplicado ao solo, através dos fertilizantes, não se perde por volatilização ou lixiviação, sendo um elemento relativamente estável.

Segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MI
NAS GERAIS (13), os níveis de fósforo no solo são estabelecidos, levando-se em consideração a sua textura. Para solos da classe textural argilosa, os níveis são considerados: baixo, médio e al
to, quando compreendidos nas faixas de 0 a 5, de 6 a 10 e maior que 10 ppm, respectivamente.

HOWELER (35) estabeleceu o nível crítico de fósforo no so
lo para mandioca, como 9 ppm, quando extraído pelo método Caroli
na do Norte. Trabalho realizado pela EMBRAPA/CPAC (23), em três tipos de solo de cerrado, mostrou que a quantidade de adubo fosfatado, necessário para elevar o teor de fósforo, aumenta com o teor de argila. } Foram necessários 600 kg. de P_2O_5 /ha para elevar o nível de fósforo de 1 para 9 ppm, em um solo com 75% de argila.

Os sintomas de deficiência de fósforo, na parte aérea da mandioca, caracterizam-se por hastes delgadas, pecíolos curtos, lô
bulos foliares estreitos, menor número de lobos por folhas, folhas inferiores cloróticas, com margens enroladas para cima, e as folhas de algumas cultivares apresentam cor vermelho-púrpura, con
forme mencionam ASHER, EDWARDS & HOWELER (1), LOZANO et alii (44) e MALAVOLTA et alii (48).

Na planta, este elemento desempenha um papel importante no metabolismo energético, sendo um componente básico das nucleoproteínas, ácidos nucleicos, fosfolipídeos e de enzimas envolvidas no transporte de energia, segundo HOWELER (35) e TANAKA, LOPES & PONTE (70).

MALAVOLTA et alii (48), estudando a influência dos macronutrientes no crescimento de plantas de mandioca em vasos, com a reia lavada, verificaram que a omissão do fósforo provocou redução na produção de matéria seca da parte aérea e das raízes, e as folhas apresentaram sintomas característicos de deficiência de fósforo.

Experimento realizado no CIAT (6), em vaso com solo esterilizado, mostrou que, quando o solo apresenta baixo teor de fósforo, na ausência da adubação fosfatada, as plantas apresentaram deficiência de fósforo, e que o máximo crescimento somente foi alcançado com a aplicação de 1600 a 3200 kg de P/ha.

Segundo ASHER, EDWARDS & HOWELER (1), a solubilidade do fósforo é baixa, em presença de altas concentrações de alumínio; e a deficiência de fósforo, geralmente, está associada com a toxicidade de alumínio.

Por outro lado, FOY & BROWN (26), trabalhando com plantas de algodão em solução nutritiva, verificaram que o efeito da toxicidade de alumínio é reduzido ou eliminado pelo aumento do pH ou pela adição de fósforo; e, segundo os autores, esta adição reduz

a solubilidade do alumínio e incrementa a disponibilidade do fósforo. Resultado semelhante foi obtido em solo de cerrado com a cultura da soja, no qual certas variedades atingiram rendimento de 79% da produção máxima, em condições de alta saturação de alumínio, porém, em níveis elevados de disponibilidade de fósforo, de acordo com a EMBRAPA/CPAC (21).

KUMAR et alii (40) constataram que a aplicação de fósforo, quando combinado com nitrogênio e potássio, incrementa o número total de folhas por planta, número de folhas retidas e a altura das plantas de mandioca.

Trabalho realizado na EMBRAPA/CNPMP (19), no qual foi estudada a influência de níveis de fósforo sobre a absorção de nutrientes pela mandioca, em condições de campo, demonstrou que os teores de fósforo, cálcio e magnésio, na parte aérea, aumentaram, enquanto o de zinco decresceu, com o aumento do nível de fósforo aplicado.

Segundo MALAVOLTA (46), doses excessivas de fósforo reduzem a absorção do zinco, e seu efeito é ainda mais acentuado quando na presença da calagem. CIAT (9) relata que, quando o fósforo foi aplicado em doses altas, o teor de zinco, na matéria seca da parte aérea da mandioca, foi reduzido, quando comparado com tratamentos que receberam doses menores.

2.3. Calcário

A aplicação de calcário, para a maioria dos solos tropicais, é prática necessária para elevar o pH do solo, reduzir a saturação de alumínio, fornecer cálcio e magnésio como nutriente, aumentar a eficiência da adubação fosfatada e diminuir a quantidade de fósforo, necessária para a obtenção de bons rendimentos (21, 22, 23, 35, 36, 49, 50).

Segundo NORMANHA & PEREIRA (53), a acidez do solo influencia a fertilidade, que interfere no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da mandioca. Segundo ASHER, EDWARDS & HOWELER (1), a sensibilidade desta cultura a baixo pH do solo está relacionada com a toxidez de alumínio ou manganês e deficiência de cálcio, fósforo ou molibdênio. Por outro lado, EDWARDS, ASHER & WILSON (18) concluíram que a mandioca é espécie tolerante a baixo pH, alta concentração de alumínio e manganês, conclusões que foram também obtidas por CADAVID, CALVO & HOWELER (5), CIAT (9, 10, 11, 12) e HOWELER (35).

Segundo MALAVOLTA, SARRUGE & BITTENCOURT (49), a elevação do pH favorece a mineralização da matéria orgânica, através da atividade microbiana, e a disponibilidade de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, enquanto o alumínio, boro, cobre, ferro, manganês e zinco tornam-se menos disponíveis.

Trabalhos conduzidos com diferentes espécies de plantas, em solução nutritiva, têm mostrado que o alumínio reduz o cresci

mento das raízes, tornando-as curtas, grossas, quebradiças e amarronzadas; e que as espécies e as cultivares diferem, geneticamente, quanto à tolerância ao alumínio, assim como na habilidade de absorção de nutrientes, conforme relatam EMBRAPA/CPAC (20) e FOY & BROWN (27).

OLIVEIRA (55) observou sintomas de toxidez em raízes de plantas de mandioca que cresceram em solução nutritiva, na presença de alumínio; e que a intensidade destes sintomas foi mais severa no nível de 10 ppm de alumínio. Segundo o autor, os pecíolos apresentaram coloração púrpura e as lâminas foliares de um verde mais intenso, enquanto as folhas mais novas exibiram deficiência de zinco e/ou cálcio. O aumento desse cation na solução reduziu o número de folhas, a altura da planta, o peso da matéria seca da parte aérea e das raízes, assim como a translocação do P para a parte aérea, devido a sua fixação nas raízes. O autor afirma que a tolerância ao alumínio está relacionada com a maior capacidade da cultivar em absorver e translocar o fósforo para a parte aérea.

O CIAT (10) estabeleceu os níveis críticos do pH, saturação de alumínio e de cálcio, no solo para mandioca, respectivamente, em 4,6; 80% e 0,25 meq/100 g. Embora o mesmo autor, trabalhando em solo com pH 4,4, 82% de saturação de alumínio e 0,48 meq de cálcio/100 g, não encontrasse resposta significativa pela aplicação de calcário. Este fato é confirmado por CORRÊA (14), GOMES & HOWELER (29), GOMES et alii (31), HOWELER (35), LORENZI

& PEREIRA (43), MORAES et alii (51), PERIM, LOBATO & GALRÃO (57), SILVA et alii (64) e TANAKA et alii (69, 70), os quais afirmam que a mandioca não responde à aplicação de calcário, mesmo em solos ácidos, com alta saturação de alumínio e deficientes em cálcio e magnésio.

Por outro lado, JUNQUEIRA NETTO (38), trabalhando na região dos cerrados, no sentido de se avaliar a influência da calagem em cem cultivares de mandioca, verificou que, de um modo geral, as produções de mandioca, na presença de calcário, foram superiores às aquelas obtidas na sua ausência.

BRINHOLI (4), ao estudar a influência da calagem na cultura da mandioca, observou um incremento na produção da parte aérea e raízes, pela aplicação de calcário; e as doses que revelaram maiores aumentos percentuais foram 1,5 e 3,0 t de calcário/ha.

O CIAT (12), avaliando a influência da calagem em cinquenta cultivares de mandioca, em solo de Carimagua, com níveis de 0, 0,5; 2 e 6 t de calcário/ha, observou que as aplicações de calcário elevaram o pH e reduziram o teor de alumínio trocável do solo. Nas parcelas em que o calcário não foi aplicado, as plantas apresentaram crescimento reduzido e folhas baixas amareladas, devido à deficiência de cálcio e magnésio. Em outro ensaio, testando o comportamento de 183 cultivares, na presença de diferentes níveis de calcário, constatou-se que, em média, a mandioca produziu 81% de seu rendimento máximo, com aplicação de 0,5 t de calcário/ha.

CIAT (8), avaliando os efeitos da calagem na produção de raízes de mandioca, constatou que esta cultura produz altos rendimentos, com a aplicação de 0,5 a 2 t de calcário/ha. Aplicações superiores a 2 t/ha proporcionaram decréscimo na produção de raízes; e, quando se atingiu a 6 t/ha, as plantas exibiram deficiência de micronutrientes, principalmente zinco. No entanto, quando o zinco foi incorporado à adubação, a produção de raízes aumentou até a dose de 6 t de calcário/ha.

HOWELER, CADAVID & CALVO (37), estudando os efeitos da calagem com 0, 0,5; 2 e 6 t de calcário/ha, em 134 cultivares de mandioca, verificaram que a maioria das cultivares mostrou resposta positiva à aplicação de 0,5 t/ha; algumas responderam até o nível de 2 t/ha, mas todas mostraram redução na produção de raízes, pela aplicação do nível máximo de calcário. Notaram, ainda, que a aplicação de até 2 t/ha incrementou a absorção de Ca e Mg, enquanto 6 t/ha reduziu a absorção de K, Zn, Cu e Mn.

WASHER, EDWARDS & HOWELER (1), CADAVID, CALVO & HOWELER (5), HOWELER (35) e LOZANO et alii (44) afirmam que a resposta negativa da mandioca à elevada dose de calcário é, principalmente, devida à deficiência de zinco. Segundo os autores, as cultivares se diferenciam quanto à tolerância a solos ácidos com baixa fertilidade e com alta saturação de alumínio; e, também, quanto à resposta à calagem e eficiência na absorção de zinco.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização do local e do solo

O experimento foi conduzido, em casa de vegetação, na Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, no período de outubro a dezembro de 1981. A cidade de Lavras está localizada na região Sul de Minas Gerais, a, aproximadamente, 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude oeste, e situada a uma altitude média de 900 m, IBGE (24). A região apresenta um clima do tipo Cwb, de acordo com a classificação de Köppen, citado por BAHIA (2).

O solo utilizado foi um Latossolo Roxo Distrófico, segundo classificação de BAHIA (2), e retirado em área não cultivada anteriormente, até a profundidade de 20 cm. Cinco amostras representativas do referido solo foram coletadas, inicialmente, para as análises química e física, cujos resultados são apresentados no Quadro 1.

QUADRO 1 - Resultados médios das análises química e física das a mostras de solo coletadas de 0-20 cm de profundidade, antes da instalação do experimento - ESAL, Lavras - MG, 1981 ^{1/}

Determinação	
pH em água (1:2,5)	4,6 AcE ^{2/}
Al trocável (mE/100 cm ³)	1,18 A
Ca (mE/100 cm ³)	0,20 B
Mg (mE/100 cm ³)	0,08 B
P (ppm)	0,8 B
K (ppm)	13,2 B
Zn (ppm)	0,33
Saturação de alumínio (%) ^{3/}	78,99 MA
Densidade aparente (g/cm ³)	0,998
Matéria orgânica (%)	4,56 A
Areia (%)	14,0
Limo (%)	5,6
Argila (%)	80,4
Classe textural	Argila

^{1/} Análises realizadas no Instituto de Química "John Wheelock" do Departamento de Ciência do Solo da ESAL.

^{2/} Na coluna: AcE indica acidez elevada, A indica alto nível, B baixo nível e MA muito alto nível, segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (13).

^{3/} Saturação de alumínio = $\left[\frac{Al}{Al + Ca + Mg + K} \right] \times 100$.

3.2. Corretivos e fertilizantes

Como corretivo, utilizou-se a dolomita calcinada (PRNT =

123,2%) e, como fonte de fósforo (P), potássio (K), boro (B) e zinco (Zn), respectivamente, superfosfato triplo, sulfato de potássio, bórax e sulfato de zinco. No Quadro 2, são apresentados os resultados das análises do corretivo e dos fertilizantes.

QUADRO 2 - Teores dos principais nutrientes do corretivo e dos fertilizantes - ESAL, Lavras - MG, 1981

	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O	B	Zn
	%					
Dolomita calcinada ^{1/}						
CaCO ₃ MgCO ₃	47,7	20,2	-	-	-	-
Superfosfato triplo ^{1/}						
Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ^{2/}	26,4	0,6	39,3	-	-	-
Sulfato de potássio, P.A. ^{2/}						
K ₂ SO ₄	-	-	-	50	-	-
Sulfato de zinco, P.A. ^{2/}						
ZnSO ₄ . 7 H ₂ O	-	-	-	-	-	39,3
Bórax, P.A. ^{2/}						
Na ₂ B ₄ O ₇ . 10 H ₂ O	-	-	-	-	11,5	-

^{1/} Análise realizada no laboratório do Instituto de Química "John Wheelock" do Departamento de Ciência do Solo da ESAL.

^{2/} Teores e/ou fórmula química, segundo LEITE (41).

3.3. Manivas-sementes

Foram utilizadas manivas-sementes, contendo duas gemas, obtidas de hastes de plantas, com idade de 10 meses, provenientes dos campos de multiplicação da Fazenda Experimental da EPAMIG, situada em Felixlândia, MG.

As manivas-sementes foram selecionadas pelo peso, diâmetro e sanidade, de acordo com as recomendações de LOZANO et alii (45) e TORO, CASTRO & CELIS (71); posteriormente, tratadas com solução de hipoclorito de sódio a 1%, durante um minuto por imersão; e, depois, pulverizadas com suspensão de benomyl a 0,1%.

3.4. Delineamento experimental

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em um esquema fatorial (4 x 3 x 2), com 5 repetições, totalizando 120 parcelas. Cada unidade experimental era constituída por um saco de polietileno preto, com capacidade para 10 kg de solo, sem perfuração, para evitar possíveis perdas de nutrientes por lixiviação e para auxiliar no controle da irrigação. Em cada unidade foram mantidas 2 plantas.

3.5. Tratamentos

Os tratamentos constaram de 2 cultivares submetidas à combinação de 4 níveis de fósforo e 3 níveis de calcário.

As cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) foram escolhidas em função da resistência à bacteriose, produtividade e outras características agronômicas, segundo FILGUEIRA (25), PEREIRA (56) e PERIM & TAKATSU (59).

Os níveis de calcário foram estabelecidos, tomando-se o nível 4,08 (4,08 t de calcário/ha com PRNT = 100%) como a quantidade recomendada pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (13), baseando-se nos teores de alumínio, cálcio e magnésio trocáveis, revelados pela análise química do solo (Quadro 1). O nível 2,04 correspondeu à metade do nível 4,08 e o nível 0,00, à ausência de calagem.

As doses de fósforo foram, respectivamente: 0, 200, 600 e 1800 kg de P_2O_5 /ha (superfosfato triplo), incorporado ao solo em mistura com a adubação básica.

3.6. Instalação, condução e colheita do experimento

O solo foi peneirado em malha de 5 mm e transportado para um terreiro com piso de cimento, local no qual foram realizados a separação, calagem, incubação e tratamento com brometo de metila.

Após a separação do solo em três grupos de 600 kg, foi realizada a calagem, de acordo com os níveis estipulados no item 3.5., 45 dias antes do plantio e, posteriormente, adicionou-se água até elevar a umidade para 70% do volume total de poros (VTP),

que foi determinado conforme GROHMANN (33). Em seguida, o solo foi coberto com lona plástica e recebeu tratamento com 300 ml de brometo de metila/tonelada, durante 72 horas.

Os fertilizantes foram incorporados ao solo por ocasião da sua colocação em sacos plásticos, nas seguintes quantidades por hectare: 150 kg de K_2O , 3 kg de B, 10 kg de Zn e o fósforo, conforme os níveis estabelecidos no item 3.5.

As manivas-sementes foram plantadas em número de duas por unidade experimental, na posição vertical e a 0,5 cm de profundidade. A colheita foi efetuada 75 dias após o plantio (21/12/1981).

Diariamente, durante o período experimental, foram realizadas irrigações com água destilada, de modo a manter a umidade do solo próxima a 70% do VTP, conforme FREIRE et alii (28).

Registraram-se a temperatura e a umidade do ar, no interior da casa de vegetação, durante a condução do experimento, e os valores médios do período foram, respectivamente, de 26°C e 65%.

3.7. Avaliação de parâmetros

Os parâmetros avaliados foram:

- Composição química do solo: pH, Al, Ca, Mg, P, K, Zn e saturação de alumínio.
- Características da parte aérea: número total de folhas, núme-

ro de folhas retidas, altura média da planta e diâmetro médio da maior haste.

- Crescimento: peso da matéria seca da parte aérea, matéria seca das raízes e matéria seca total.
- Acumulação de nutrientes na parte aérea e raízes: fósforo, cálcio, magnésio e zinco.

As amostras do solo, para análise, foram coletadas na época da colheita, introduzindo-se um trado ao longo de cada unidade experimental e analisadas quanto ao teor de nutrientes. Foi utilizado o extrator Carolina do Norte ($\text{HCl } 0,050\text{N} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,025\text{N}$), na extração de Ca, Mg, P, K, Zn e o $\text{KCl } (1\text{N})$ para Al. Em seguida, os extratos foram analisados para fósforo, por espectrofotometria; para potássio, por fotometria de chama; para cálcio, magnésio e zinco, por espectrofotometria de absorção atômica; e, para alumínio, pela acidez titulável, segundo VETTORI (72).

Na época da colheita, foi contado o número de folhas presentes em cada planta, que correspondeu ao número de folhas retidas, assim como o número de cicatrizes foliares, para obter-se o número total de folhas. A altura da planta foi obtida a partir do nível do solo até a extremidade superior do broto mais alto, enquanto o diâmetro foi o da maior haste e tomado a 3 cm do nível do solo.

Para separação do sistema radicular do solo, os sacos de polietileno foram colocados sobre um conjunto de 3 peneiras com

malhas diferentes; foram cortados lateralmente e, com jatos d'água, separou-se o solo do sistema radicular. Após estas operações, as plantas foram lavadas com água destilada, separando-se a parte aérea das raízes, acondicionando-as, a seguir, em sacos de papel, e postas a secar em estufa de ventilação forçada, a 65°C, até peso constante. Posteriormente, foi determinada a matéria seca das raízes, da parte aérea e a matéria seca total (matéria seca da parte aérea + matéria seca das raízes).

Para a determinação da composição química, as partes da planta foram moídas, separadamente, em moinho provido de facas e peneira inoxidável, de 20 mesh, e acondicionadas em frascos de vidros etiquetados; a seguir, submetidas à digestão nitroperclórica. O fósforo foi determinado por colorimetria com molibdato e vanadato de amônio; e o cálcio, magnésio e zinco, por espectrofotometria de absorção atômica, conforme processos descritos por SARRUGE & HAAG (63).

3.8. Análise estatística

A análise estatística foi realizada segundo as recomendações de PIMENTEL GOMES (60) e STEEL & TORRIE (68), para o delineamento utilizado.

Os parâmetros referentes à contagem foram transformados em \sqrt{x} . Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de F ou de Tukey ao ní-

vel de 5% de probabilidade.

Posteriormente, foram efetuadas as análises de regressão e a determinação dos pontos de máximo, para as características: número total de folhas, número de folhas retidas, altura média da planta, diâmetro médio da maior haste, peso da matéria seca da parte aérea, matéria seca das raízes e matéria seca total; a acmulação de fósforo, cálcio, magnésio e zinco, na parte aérea, e de fósforo, cálcio e zinco, nas raízes das cultivares "Mantiqueira" e "Sonora", em função dos níveis de fósforo em estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características da parte aérea

Os resultados das análises de variância das características número total de folhas, número de folhas retidas, altura média da planta e diâmetro médio da maior haste estão contidos no Quadro 3.

4.1.1. Número total de folhas e número de folhas retidas

Com relação ao número total de folhas e número de folhas retidas, observa-se (Quadro 3) que houve significância para os níveis de fósforo, de calcário e cultivares.

Nas Figuras 1 e 2, verifica-se que os níveis de fósforo utilizados proporcionaram um ajustamento quadrático e com pontos de máximo em 1419,5 e 1341,8 kg de P_2O_5 /ha, respectivamente, para o número total de folhas e o número de folhas retidas. Observando-se os dados contidos no Quadro 4, para a característica nú

QUADRO 3 - Resumo da análise de variância, referente ao número total de folhas, número de folhas retidas, altura média e diâmetro médio da maior haste, de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras - MG, 1981

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios			
		Nº total de $\frac{1}{\sqrt{x}}$ folhas/planta	Nº de folhas $\frac{1}{\sqrt{x}}$ retidas/planta	Alt. média da planta (cm)	Diâmetro médio da maior haste (cm)
Blocos	4	0,0189	0,0335	330,1398**	0,0054*
Níveis de fósforo (P)	3	2,9959**	8,0821**	17995,6300**	0,5335**
Níveis de calcário (C)	2	0,3650*	0,1990*	80,6161	0,0033
Cultivares (V)	1	1,0258**	0,9541**	3588,8670**	0,0085*
P x C	6	0,0595	0,0376	52,2891	0,0012
P x V	3	0,0240	0,0274	205,6839**	0,0177**
C x V	2	0,0009	0,0072	35,6078	0,0047
P x C x V	6	0,1431	0,0606	39,1891	0,0025
Resíduo	92	0,0898	0,0560	41,4170	0,0017
C.V. (%)	-	6,78	6,65	11,88	6,02

$\frac{1}{\sqrt{x}}$ Dados transformados para \sqrt{x}

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

48,21
54,18

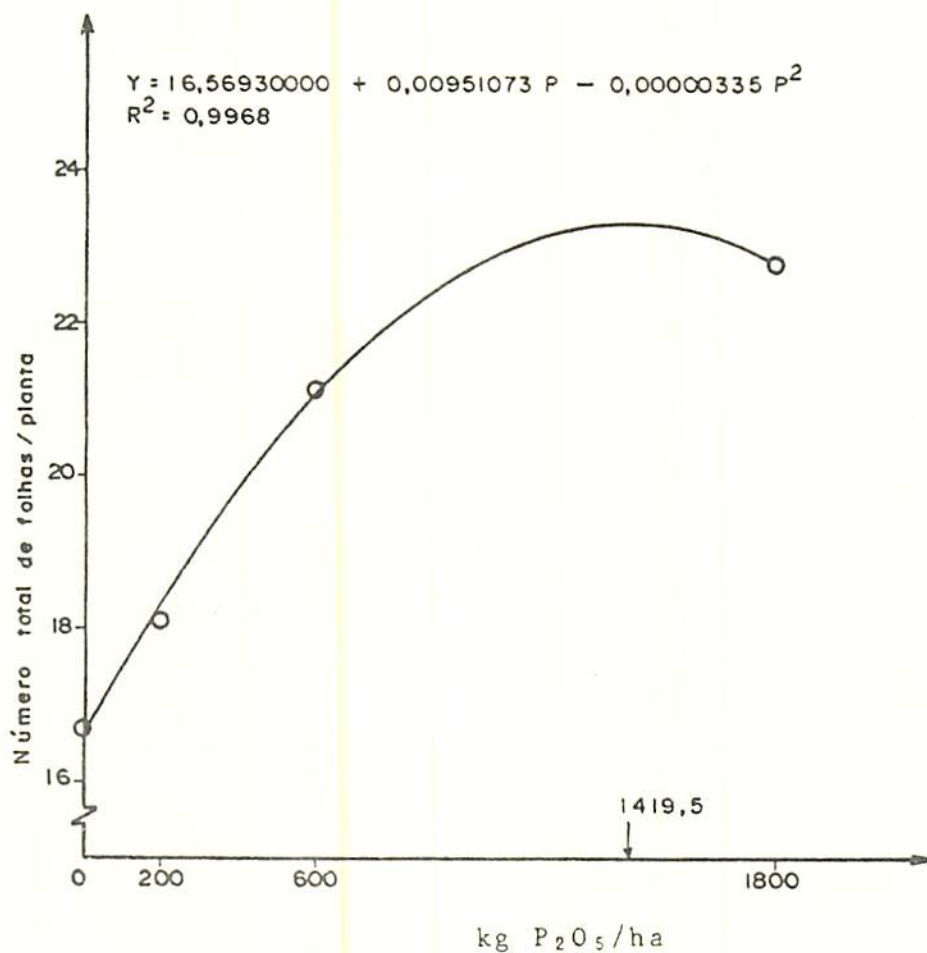


FIGURA 1 - Efeitos de níveis de fósforo sobre o número total de folhas de plantas de mandioca em vasos, para as cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981

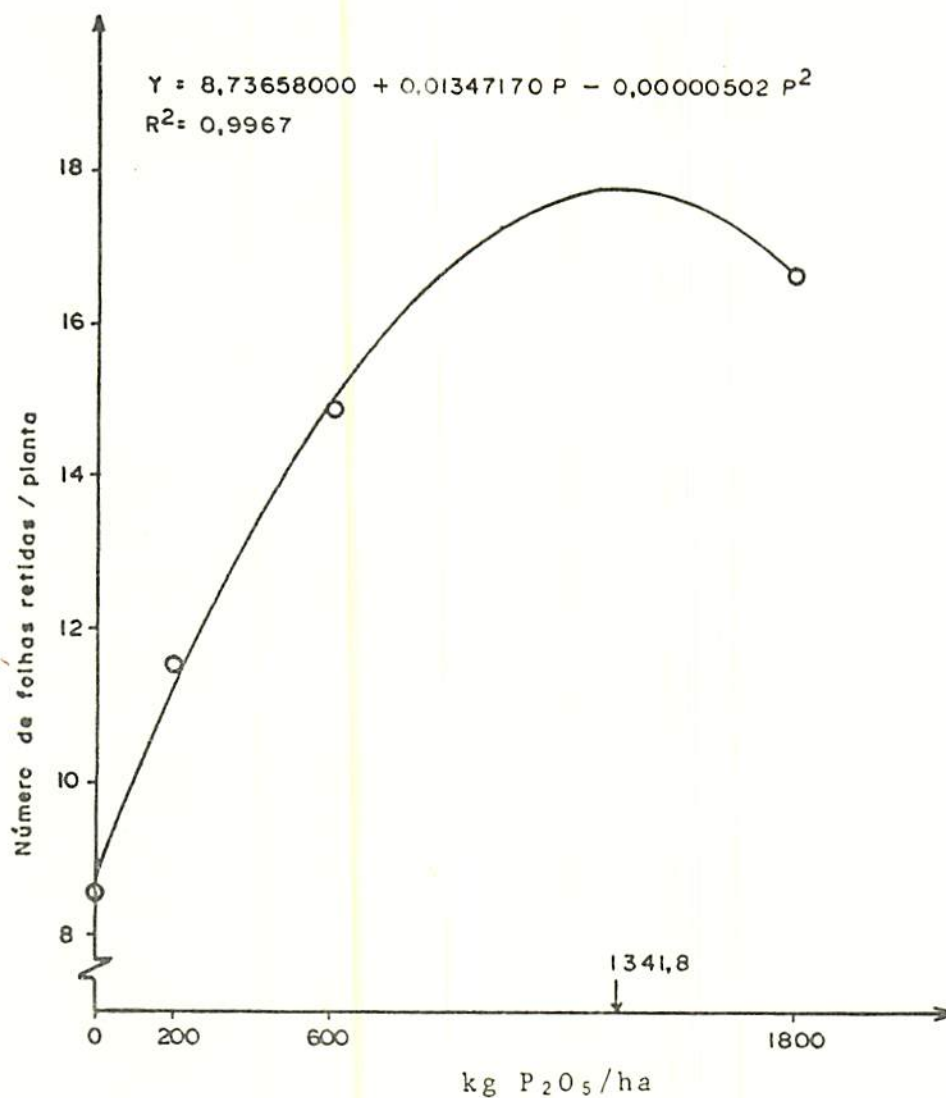


FIGURA 2 - Efeitos de níveis de fósforo sobre o número de folhas retidas de plantas de mandioca em vasos, para as cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981

QUADRO 4 - Efeitos, de níveis de fósforo e de calcário sobre o número total de folhas, número de folhas retidas, altura média e diâmetro médio da maior haste de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981

Tratamentos		Nº total de folhas/planta	Nº de folhas retidas/planta	Alt. média da planta (cm)	Diâmetro médio da maior haste (cm)
Níveis de fósforo (kg P ₂ O ₅ /ha)	0	16,70 b	8,57 d	31,20	0,54
	200	18,12 b	11,52 c	39,82	0,63
	600	21,17a	14,88 b	59,30	0,74
	1800	22,82a	16,72a	86,42	0,85
Níveis de calcário (t/ha)	0,00	19,10 b	12,56a	52,74	0,68
	2,04	19,34ab	12,70 a	54,24	0,69
	4,08	20,66a	13,50a	55,58	0,70
Cultivares	"Mantiqueira"	18,88	12,31	59,65	0,68
	"Sonora"	20,53	13,53	48,72	0,70

Dentro das colunas, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

mero total de folhas, verifica-se que houve diferença entre os maiores níveis de fósforo, em relação aos níveis inferiores, enquanto que, para o número de folhas retidas, as médias foram estatisticamente diferentes. Os resultados obtidos confirmam os de KUMAR et alii (40), pois, segundo os autores, a aplicação de fósforo incrementa o número total de folhas por planta e o número de folhas retidas.

Com relação à calagem (Quadro 4), verifica-se que apenas o maior nível de calcário apresentou média estatisticamente superior à ausência de calagem, no que respeita ao número total de folhas. O referido quadro mostra, ainda, que houve uma tendência das plantas em aumentar o número de folhas retidas com os níveis de calcário. No trabalho desenvolvido por PUSHPADAS & AIYER (61), em condições de campo, observou-se que o cálcio não afetou o número de folhas retidas em planta de mandioca.

Um dos fatores que poderia estar influenciando o número total de folhas por planta, possivelmente, seria o alumínio; pois, de acordo com os resultados da análise do solo, contidos no Quadro 8A, verifica-se que o teor de alumínio trocável e a saturação de alumínio decresceram com o aumento dos níveis de calcário utilizado. Segundo OLIVEIRA (55), o alumínio é um dos fatores responsáveis pela redução do número total de folhas.

Ainda no Quadro 4, observa-se que a cultivar "Sonora" apresenta maior número total de folhas e, também, maior número de

folhas retidas. Como essas diferenças são controladas geneticamente, podem ser atribuídas ao maior vigor desta cultivar, em relação à "Mantiqueira".

4.1.2. Altura média da planta e diâmetro médio da maior haste

No resumo da análise de variância, apresentado no Quadro 3, observa-se que, para altura média da planta e diâmetro médio da maior haste, houve significância para os níveis de fósforo, cultivares e a interação níveis de fósforo x cultivares.

O desdobramento da interação entre níveis de fósforo e cultivares mostrou significância para os níveis de fósforo, dentro de cada cultivar (Quadro 1A). Nas Figuras 3 e 4, são apresentadas as equações de regressão e os pontos de máximo para os parâmetros em estudo.

A cultivar "Sonora" atingiu o ponto de máximo, para diâmetro médio da maior haste, em nível inferior ao da "Mantiqueira". O mesmo não foi observado para altura média da planta, pois o ponto de máximo, para a cultivar "Sonora", situa-se além dos limites estudados, enquanto que, para a "Mantiqueira", foi atingido em 1708,4 kg de P_2O_5 /ha. Possivelmente, estes resultados estejam relacionados com as cultivares.

Pelos resultados apresentados nos Quadros 5 e 6, nota-se que a altura da planta e diâmetro da maior haste, para as culti-

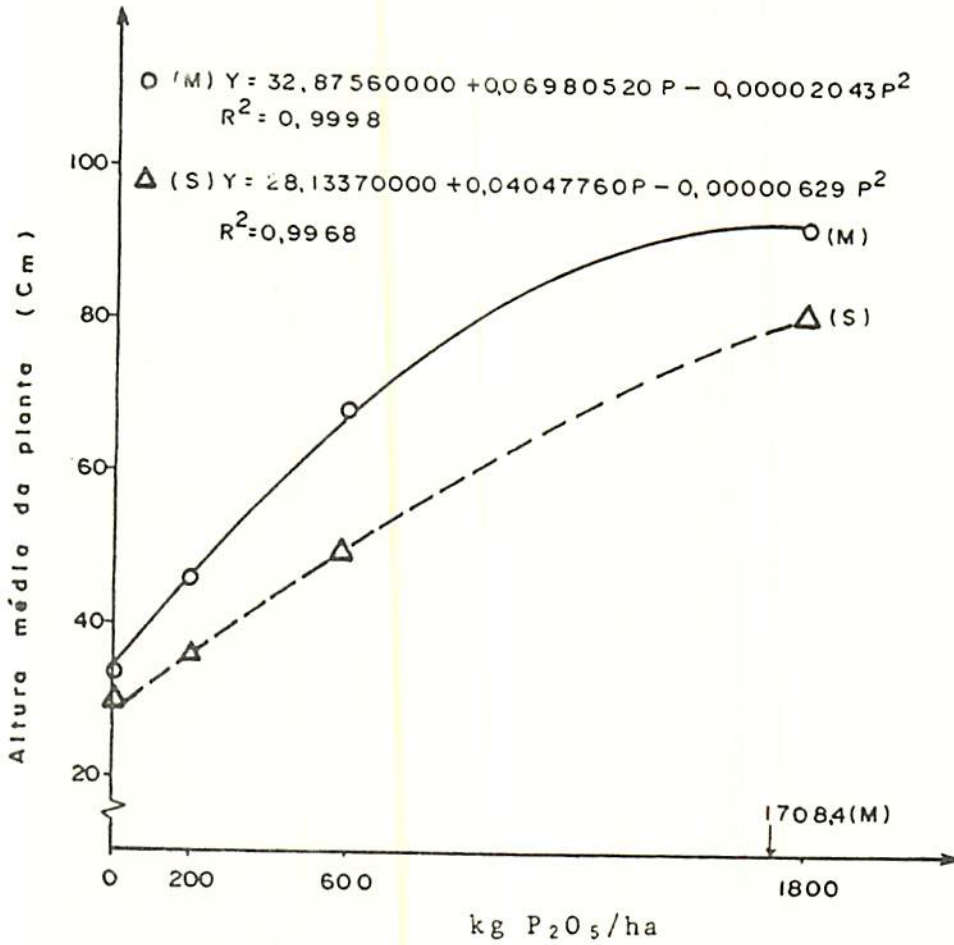


FIGURA 3 - Efeitos de níveis de fósforo sobre a altura média de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) - ESAL, Lavras - MG, 1981

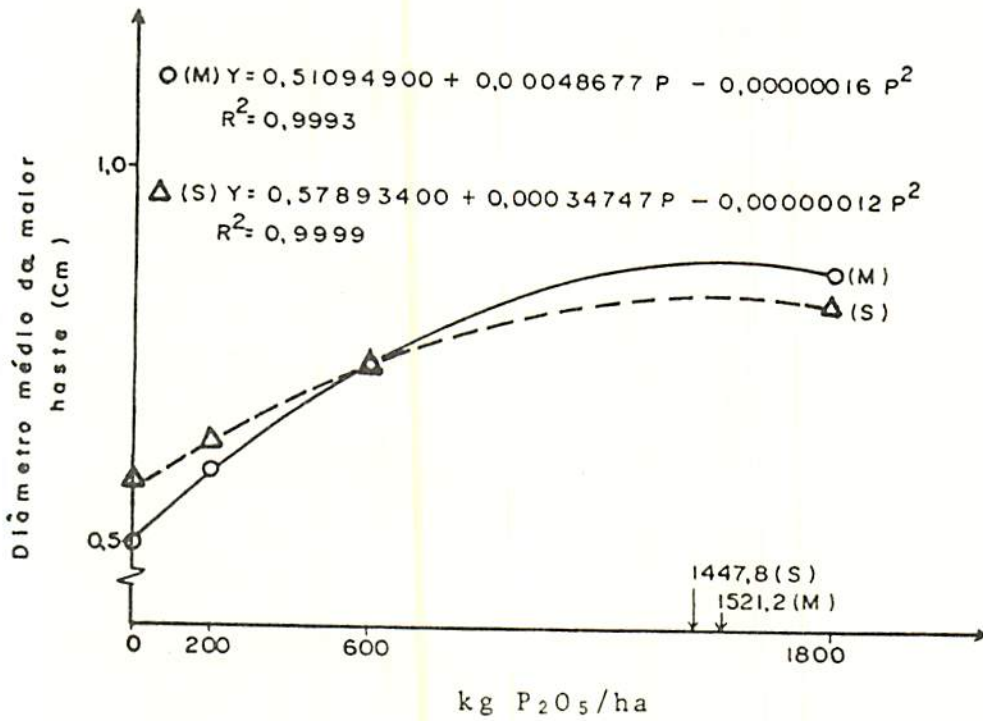


FIGURA 4 - Efeitos de níveis de fósforo sobre o diâmetro médio da maior haste de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) - ESAL, Lavras - MG, 1981

vares "Mantiqueira" e "Sonora", aumentaram com os níveis de fósforo. Este aumento na altura da planta e no diâmetro da haste, pela aplicação de adubo fosfatado, foi também encontrado por BOLAÑOS (3); KUMAR et alii (40) e SOUZA (67).

QUADRO 5 - Efeitos de níveis de fósforo sobre a altura média de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981

Níveis de fósforo (kg P ₂ O ₅ /ha)	Altura média da planta (cm)	
	"Mantiqueira"	"Sonora"
0	33,18 d	29,22 c
200	45,50 c	34,15 c
600	67,63 b	50,97 b
1800	92,30a	80,53a

Dentro das colunas, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com os dados do Quadro 4, pode-se observar que a cultivar "Mantiqueira" apresentou maior altura da planta, mas, com relação ao diâmetro da maior haste, esta cultivar foi suplantada pela "Sonora".

QUADRO 6 - Efeitos de níveis de fósforo sobre o diâmetro médio da maior haste de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981

Níveis de fósforo (kg P ₂ O ₅ /ha)	Diâmetro médio da maior haste (cm)	
	"Mantiqueira"	"Sonora"
0	0,51 d	0,58 d
200	0,61 c	0,65 c
600	0,74 b	0,74 b
1800	0,87a	0,83a

Dentro das colunas, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.2. Crescimento

Encontram-se, no Quadro 7, os resumos das análises de variância referentes ao peso da matéria seca da parte aérea, matéria seca das raízes e matéria seca total.

4.2.1. Peso da matéria seca da parte aérea

No Quadro 7, o resumo da análise de variância, referente ao peso da matéria seca da parte aérea, revelou efeito significativo para os níveis de fósforo, de calcário, cultivares e a inte

QUADRO 7 - Resumo da análise de variância do peso da matéria seca da parte aérea, matéria seca das raízes e matéria seca total de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras - MG, 1981

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios		
		Parte aérea	Raízes	Total
				Matéria seca (g/planta)
Blocos	4	4,1119*	1,9175**	5,7010*
Níveis de fósforo (P)	3	704,8970**	49,7351**	1119,1620**
Níveis de calcário (C)	2	4,4408*	1,0181**	9,6994**
Cultivares (V)	1	10,2667**	9,9475**	40,4260**
P x C	6	0,8432	0,1241	1,1431
P x V	3	9,6210**	0,0541	10,4302**
C x V	2	0,4058	0,0436	0,6581
P x C x V	6	2,5267	0,0314	2,9624
Resíduo	92	1,4020	0,1556	1,8902
C.V. (%)	-	13,17	15,14	11,86

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ração níveis de fósforo x cultivares.

Desdobrando-se a interação níveis de fósforo x cultivares, nota-se que houve significância para os níveis de fósforo dentro de cada cultivar, ao nível de 1% de probabilidade (Quadro 1A).

Da análise de regressão, resultaram equações de 2º grau para as duas cultivares. O cálculo de ponto de máximo mostrou que para a cultivar "Sonora" ocorre a 1748,3 kg de P_2O_5 /ha, enquanto que, para a "Mantiqueira", este ponto localiza-se além dos limites estudados (Figura 5).

Com base na curva estabelecida para as cultivares (Figura 5) e no ponto de máximo, nota-se que a cultivar "Mantiqueira" é mais exigente em fósforo do que a "Sonora", e que necessita de maior quantidade deste macronutriente para o crescimento máximo da parte aérea.

Observa-se que para as duas cultivares, os níveis de fósforo proporcionaram aumentos significativos no peso da matéria seca da parte aérea (Quadro 8), indicando a suscetibilidade da cultura, para crescer em solos deficientes em fósforo, especialmente em condições artificiais, conforme relatam ASHER, EDWARDS & HOWELER (1), CIAT (6, 11) e HOWELER (34, 36). Segundo os autores citados, este fato é devido à ineficiência do sistema radicular em absorver fósforo, e afirmam que a adaptação da mandioca, em solos de baixa fertilidade, depende da associação efetiva com a micorriza. Em condições artificiais, a mandioca requer dez ve

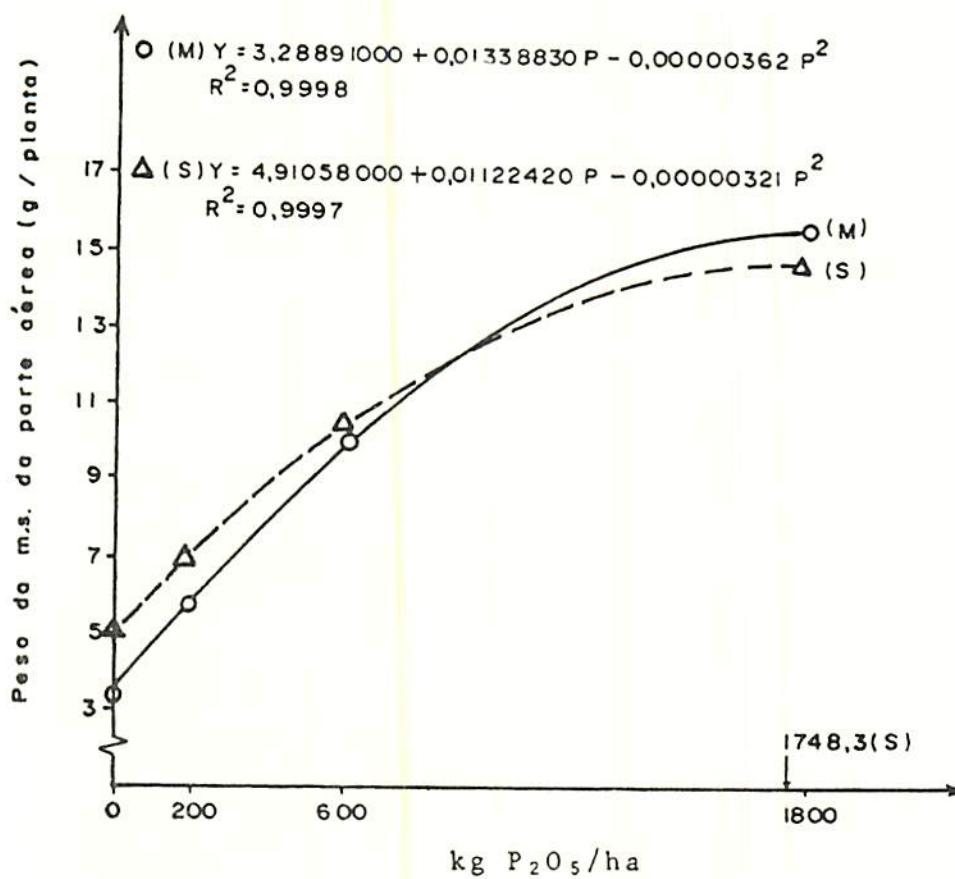


FIGURA 5 - Efeitos de níveis de fósforo sobre o peso da matéria seca da parte aérea de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) - ESAL, Lavras - MG, 1981

zes mais fósforo para alcançar o rendimento máximo, do que as culturas de milho, arroz, feijão e caupi, segundo HOWELER (34).

QUADRO 8 - Efeitos de níveis de fósforo sobre o peso da matéria seca da parte aérea de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981

Níveis de fósforo (kg P ₂ O ₅ /ha)	Matéria seca da parte aérea (g/planta)	
	"Mantiqueira"	"Sonora"
0	3,34 d	4,97 d
200	5,73 c	6,93 c
600	10,06 b	10,53 b
1800	15,66a	14,70a

Dentro das colunas, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com esses dados, era de se esperar resposta aos níveis de fósforo estudados, em razão do teor médio desse elemento, no solo utilizado, ser 0,8 ppm (Quadro 1) e estar abaixo do nível crítico estabelecido por HOWELER (35), para a mandioca.

Nota-se, no Quadro 9, que a maior produção de matéria seca da parte aérea foi obtida com o maior nível de calcário, embora não diferindo estatisticamente do nível 2,04 t/ha. A resposta da mandioca à aplicação de calcário foi devida, provavelmente, à

QUADRO 9 - Efeitos de níveis de fósforo e de calcário sobre o peso da matéria seca da parte aérea, matéria seca das raízes e matéria seca total de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981

Tratamentos		Matéria seca (g/planta)		
		Parte aérea	Raízes	Total
Níveis de fósforo (kg P ₂ O ₅ /ha)	0	4,16	1,08 d	5,24
	200	6,33	2,08 c	8,40
	600	10,30	3,28 b	13,58
	1800	15,18	3,99a	19,17
Níveis de calcário (t/ha)	0,00	8,70 b	2,48 b	11,18 b
	2,04	8,92ab	2,56 b	11,47ab
	4,08	9,36a	2,78a	12,14a
Cultivares	"Mantiqueira"	8,70	2,32	11,02
	"Sonora"	9,28	2,89	12,17

Dentro das colunas, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

redução do alumínio tóxico e ao incremento no teor de cálcio e magnésio do solo, proporcionado pelos níveis de calcário estudados, conforme Quadro 8A. Tal resultado confirma aqueles obtidos, em condições de campo, por BRINHOLI (4) e JUNQUEIRA NETTO (38).

Observa-se, ainda, no Quadro 9, que a cultivar "Sonora" a apresentou uma produção de matéria seca da parte aérea, estatisticamente, superior à "Mantiqueira".

4.2.2. Peso da matéria seca das raízes

O resumo da análise de variância, referente ao peso da matéria seca das raízes, está contido no Quadro 7. Observa-se que os níveis de fósforo, de calcário e cultivares influenciaram significativamente no peso da matéria seca das raízes.

Na Figura 6, constata-se que a equação de 2º grau ajustou-se ao peso da matéria seca das raízes, com ponto de máximo em 1366,1 kg de P_2O_5 /ha. De acordo com os dados do Quadro 9, o maior peso da matéria seca das raízes foi obtido com a aplicação de 1800 kg de P_2O_5 /ha. Os dados obtidos podem ser explicados pelo baixo teor de fósforo no solo, aliado à importância deste macronutriente no metabolismo dos carboidratos, através da fosforilação, conforme MALAVOLTA et alii (48). Resultados semelhantes foram obtidos por CIAT (6) e HOWELER (34) e vêm confirmar a importância da adubação fosfatada para a mandioca.

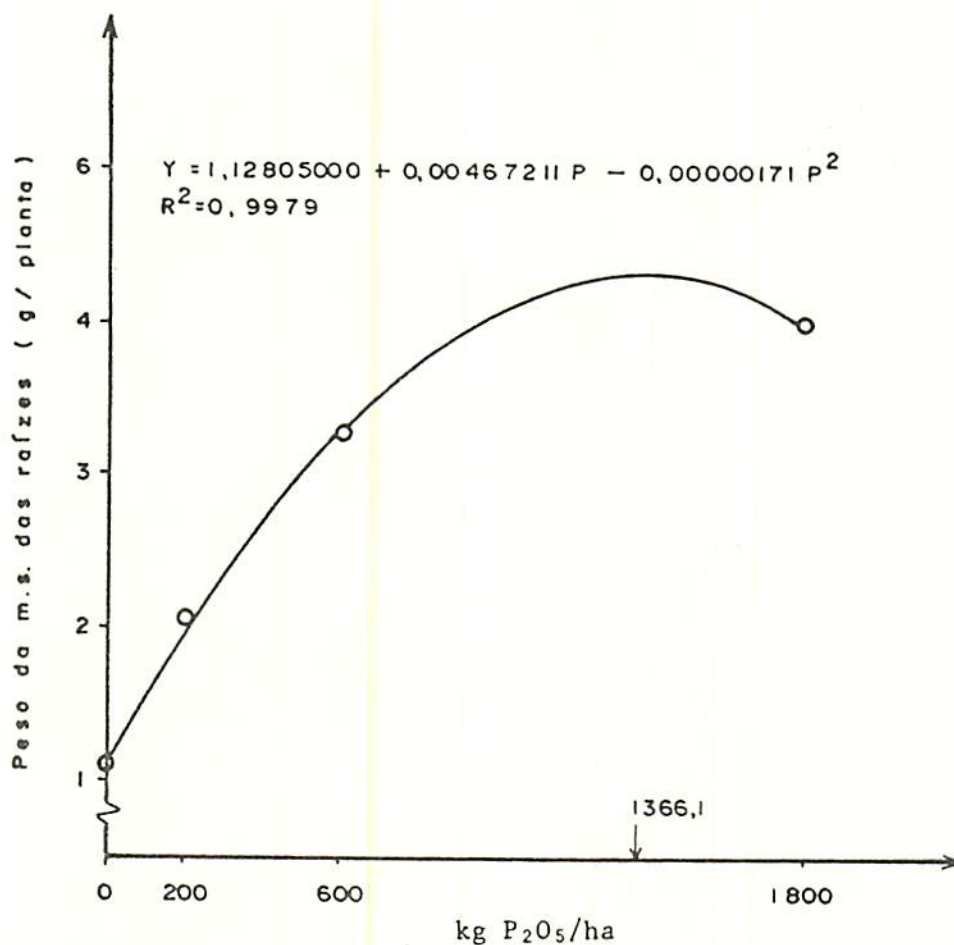


FIGURA 6 - Efeitos de níveis de fósforo sobre o peso da matéria seca das raízes de plantas de mandioca em vasos, para as cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras MG, 1981

NORMANHA (52), realizando 14 ensaios, em diferentes locais do Estado de São Paulo, constatou que a adubação fosfatada é a que mais incrementa a produção de raízes tuberosas. Estes resultados têm sido confirmados por inúmeras pesquisas realizadas no Brasil (15, 16, 17, 19, 30, 31, 32, 48, 51, 54, 58, 66, 67, 69). Possivelmente, a resposta da mandioca à adubação fosfatada possa ser atribuída à elevação do teor de cálcio e fósforo do solo (Quadro 8A).

O emprego de 4,08 t de calcário/ha proporcionou aumento significativo na produção de matéria seca das raízes (Quadro 9). A resposta da mandioca à aplicação de calcário está relacionada, provavelmente, aos baixos teores de cálcio e magnésio e à alta saturação de alumínio no solo virgem (Quadro 1). Essa tendência foi também encontrada por BRINHOLI (4), CIAT (8, 11, 12), HOWELER, CADAVID & CALVO (37) e JUNQUEIRA NETTO (38), para produção de raízes tuberosas, em condições de campo.

A cultivar "Sonora" apresentou maior produção de matéria seca de raízes do que a cultivar "Mantiqueira" (Quadro 9). Resultados obtidos por RIBEIRO (62), em estudo com outras cultivares, em casa de vegetação, mostraram que as cultivares se diferenciam quanto à produção de matéria seca de raízes, o que pode ser atribuído à herança genética.

4.2.3. Peso da matéria seca total

O resumo da análise de variância para peso da matéria seca total encontra-se no Quadro 7. Nota-se que ocorreu significância para os níveis de fósforo, de calcário, cultivares e para a interação níveis de fósforo x cultivares.

A interação entre níveis de fósforo e cultivares foi decomposta (Quadro 1A), mostrando que ocorreu efeito altamente significativo para os níveis de fósforo, dentro de cada cultivar, sendo a resposta quadrática. As equações de regressão com seus coeficientes de determinação e os pontos de máximo estão representados na Figura 7. Esta tendência da mandioca em reduzir o crescimento, em excessiva dose de fósforo, foi encontrada por HOWELER (34), o qual afirma que concentrações elevadas de fósforo, em solo esterilizado com brometo de metila, reduzem o crescimento das plantas, devido à salinidade.

As produções de matéria seca total, nos diferentes níveis de fósforo, foram significantes para as cultivares "Mantiqueira" e "Sonora", e são apresentadas no Quadro 10. Os resultados obtidos estão de acordo com CIAT (6, 10, 11), EDWARDS, ASHER & WILSON (18) e HOWELER (34). Segundo os autores citados, o fósforo é o macronutriente mais importante para a cultura da mandioca; e que o sistema radicular, sendo ineficiente na absorção, requer alto teor de fósforo na solução, para o máximo crescimento, quando em condições artificiais. Portanto, a resposta da mandioca à aduba

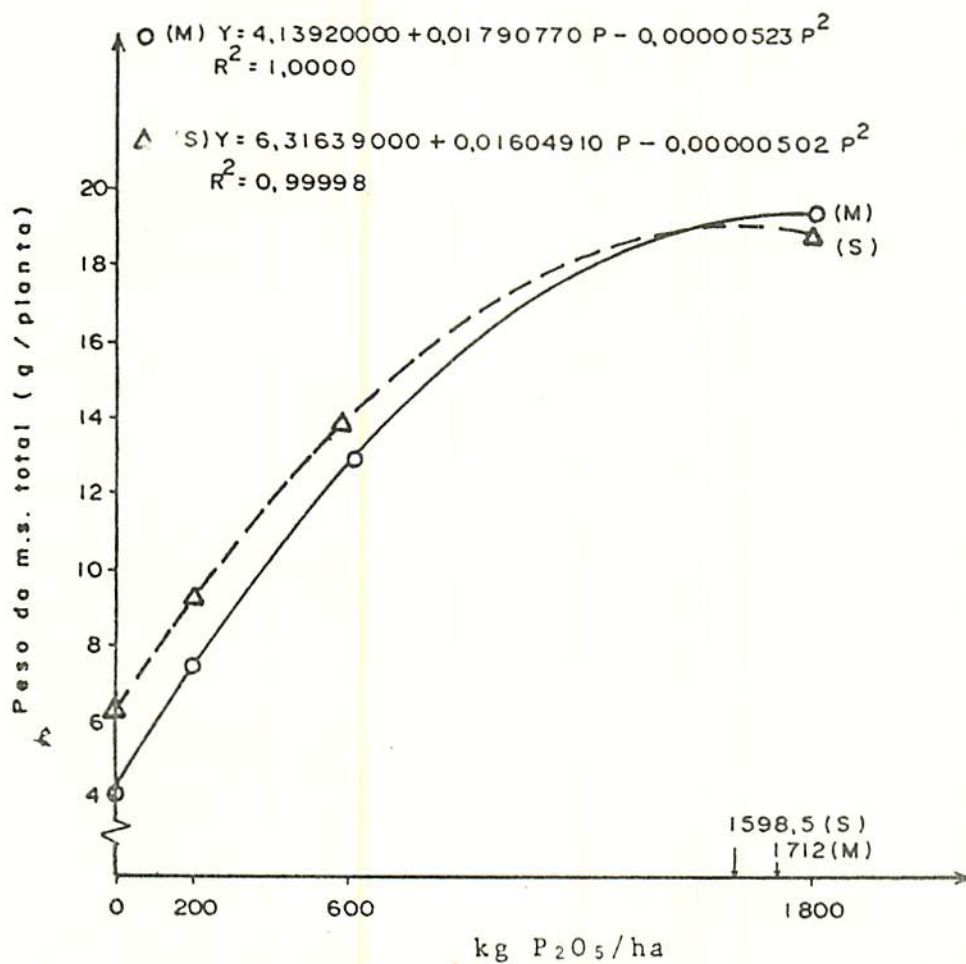


FIGURA 7 - Efeitos de níveis de fósforo sobre o peso da matéria seca total de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) - ESAL, Lavras MG, 1981

ção fosfatada pode ser atribuída, provavelmente, ao baixo teor desse macronutriente no solo, associada ao aumento da disponibilidade de cálcio com os níveis de fósforo (Quadro 8A).

QUADRO 10 - Efeitos de níveis de fósforo sobre o peso da matéria seca total de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981

Níveis de fósforo (kg P ₂ O ₅ /ha)	Matéria seca total (g/planta)	
	"Mantiqueira"	"Sonora"
0	4,14 d	6,33 d
200	7,51 c	9,30 c
600	13,00 b	14,15 b
1800	19,41a	18,93a

Dentro das colunas, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se, no Quadro 9, que a produção de matéria seca total foi incrementada com a aplicação de calcário, mas somente o maior nível foi superior à ausência de calcário. Essa resposta da mandioca à aplicação de calcário não concorda com a maioria das pesquisas de campo, mas pode ser explicada, em parte, pela alta saturação de alumínio, associada ao baixo teor de cálcio e magnésio desse solo (Quadro 1).

Nota-se, no Quadro 9, que a cultivar "Sonora" apresentou produção de matéria seca total superior à "Mantiqueira"; e que essa diferença pode ser atribuída à maior habilidade desta cultivar, para crescer, nas condições em que foi realizado o experimento. Resultado semelhante também foi observado com outras cultivares, por OLIVEIRA (55).

4.3. Acumulação de nutrientes na parte aérea

Os resumos das análises de variância referentes à acumulação de fósforo, cálcio, magnésio e zinco na parte aérea estão contidos no Quadro 11.

4.3.1. Fósforo

De acordo com o resumo da análise de variância para acumulação de fósforo na parte aérea (Quadro 11), foi observada significância para os níveis de fósforo, de calcário e cultivares.

Neste trabalho, não se verificou sintomas claros e reconhecíveis de deficiência de fósforo, conforme os descritos por ASHER, EDWARDS & HOWELER (1), LOZANO et alii (44) e MALAVOLTA et alii (48). Entretanto, nas parcelas que não receberam fósforo, as plantas apresentaram hastes delgadas, pecíolos curtos, lóbulos foliares estreitos e curtos, menor altura, menor número de folhas por planta e de folhas retidas.

QUADRO 11 - Resumo da análise de variância referente à acumulação de fósforo, cálcio, magnésio e zinco na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras - MG, 1981

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios			
		P	Ca	Mg	Zn
		mg/planta			
Blocos	4	15,9312*	461,2923**	54,7616**	0,0943**
Níveis de fósforo (P)	3	4628,6200**	64665,1800**	6042,0960**	2,5299**
Níveis de calcário (C)	2	25,7091**	757,5650**	1546,4900**	0,9940**
Cultivares (V)	1	23,3007*	204,0992	12,6160	0,4116**
P x C	6	9,2761	268,4186*	138,8184**	0,0726**
P x V	3	4,1204	647,9999**	47,0226*	0,0648**
C x V	2	0,0869	16,0538	1,9357	0,0326*
P x C x V	6	4,1106	84,7632	19,6067	0,0044
Resíduo	92	4,8412	101,2154	12,7672	0,0089
C.V. (%)	-	14,84	13,83	15,00	17,46

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Provavelmente, a habilidade das cultivares estudadas em extrair fósforo do solo tenha evitado o aparecimento dos sintomas típicos de deficiência. Levando em consideração o teor médio desse macronutriente no solo, antes da instalação do experimento, era considerado baixo (Quadro 1); é, segundo ASHER, EDWARDS & HOWELER (1) e LOZANO et alii (44), a deficiência de fósforo pode reduzir substancialmente o crescimento da mandioca, sem que se apresentem sintomas claros e reconhecíveis.

No Quadro 12, verifica-se que as médias para a acumulação de fósforo, na parte aérea, são diferentes para os níveis de fósforo, em estudo, e que o maior acúmulo deste macronutriente ocorreu com a aplicação de 1800 kg de P_2O_5 /ha. Na Figura 8, encontra-se representada a equação de regressão; observa-se que a acumulação de fósforo, na parte aérea, seguiu uma curva de 2º grau. Os resultados apresentam semelhança com aqueles obtidos pelo CIAT (7) e EMBRAPA/CNPMP (19), para a mandioca. Era de se esperar uma elevação da quantidade de fósforo, na parte aérea, pela aplicação de adubo fosfatado, uma vez que o teor médio desse elemento no solo encontrava-se muito abaixo do nível crítico, estabelecido por HOWELER (35), o qual se associa ao maior crescimento da parte aérea, pelo aumento das doses de fósforo aplicado no solo (Quadro 9).

Observa-se (Quadro 12) que a acumulação de fósforo, na parte aérea, foi incrementada com a aplicação de calcário, mas somente a dose de 4,08 t/ha foi superior às demais. Entretanto, este resul

QUADRO 12 - Efeitos de níveis de fósforo e calcário sobre a acumulação de fósforo, cálcio, magnésio e zinco na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981

Tratamentos		P	Ca	Mg	Zn
		mg/planta			
Níveis de fósforo (kg P ₂ O ₅ /ha)	0	3,88 d	26,64	10,40	0,22
	200	7,53 c	45,40	15,50	0,40
	600	16,11 b	88,38	26,99	0,67
	1800	31,80a	130,61	42,39	0,87
Níveis de calcário (t/ha)	0,00	14,29 b	70,25 b	16,93 c	0,71
	2,04	14,45 b	70,23 b	25,49 b	0,52
	4,08	15,75a	77,78a	29,03a	0,39
Cultivares	"Mantiqueira"	14,39	71,45	24,14	0,48
	"Sonora"	15,27	74,06	23,49	0,60

Dentro das colunas, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

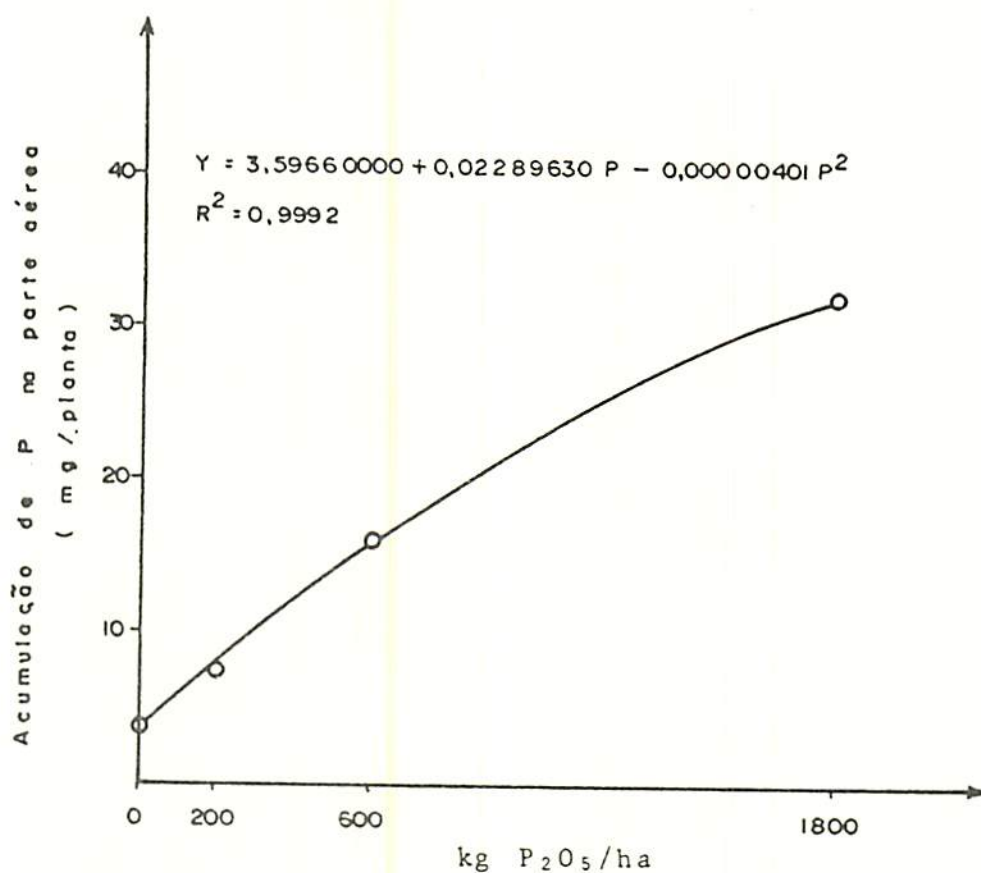


FIGURA 8 - Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de fósforo na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, para as cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL Lavras - MG, 1981

tado não está em consonância com o obtido por KANAPATHY (39).

A cultivar "Sonora" (Quadro 12) apresentou maior capacidade de translocar fósforo para a parte aérea do que a cultivar "Mantiqueira". Segundo OLIVEIRA (55), esta característica confere à cultivar maior tolerância ao alumínio tóxico e vem confirmar dados obtidos por LORENZI (42), os quais mostram que existem diferenças entre as cultivares de mandioca, quanto à habilidade de absorver e translocar fósforo para a parte aérea.

4.3.2. Cálcio

O resumo da análise de variância para a acumulação de cálcio, na parte aérea, encontra-se no Quadro 11. Observa-se que os níveis de fósforo, de calcário e as interações níveis de fósforo x níveis de calcário, níveis de fósforo x cultivares apresentaram significância. O desdobramento das interações P x C e P x V mostrou significância para níveis de fósforo dentro de níveis de calcário e de cultivares (Quadro 2A).

No Quadro 13, observa-se que os níveis de fósforo proporcionaram aumentos significativos na acumulação de cálcio, na parte aérea, para todos os níveis de calcário. Resultado semelhante foi obtido em algodão por FOY & BROWN (26), os quais afirmam que a adição de fósforo incrementa a absorção de cálcio.

As curvas de regressão que melhor descreveram a acumulação de cálcio, na parte aérea, foram de 29 grau, para as duas cul

QUADRO 13 - Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de cálcio, magnésio e zinco na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de calcário, para as cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981

Níveis de fósforo (kg P ₂ O ₅ /ha)	Níveis de calcário (t/ha)								
	0,00			2,04			4,08		
	Ca	Mg	Zn	Ca	Mg	Zn	Ca	Mg	Zn
	mg/planta			mg/planta			mg/planta		
0	22,56 d	7,66 c	0,29 d	25,43 d	10,32 d	0,19 d	31,91 d	13,21 d	0,18 c
200	42,08 c	11,62 c	0,57 c	41,06 c	15,20 c	0,34 c	53,05 c	19,67 c	0,28 c
600	80,56 b	17,65 b	0,83 b	91,05 b	30,50 b	0,69 b	93,53 b	32,81 b	0,49 b
1800	135,81a	30,81a	1,13a	123,38a	45,94a	0,86a	132,63a	50,42a	0,62a

Dentro das colunas, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

tivares. O ponto de máxima acumulação para a cultivar "Sonora" ocorreu a 1573,9 kg de P_2O_5 /ha, enquanto que, para a "Mantiqueira", este ponto encontra-se fora dos limites estudados (Figura 9).

O Quadro 14 mostra que os níveis de fósforo incrementaram significativamente o acúmulo de cálcio, na parte aérea, para as cultivares, sendo que a cultivar "Sonora" apresentou uma tendência para transportar maior quantidade deste nutriente, para a parte aérea, em relação à "Mantiqueira". Essa propensão da mandioca em apresentar maior acumulação de cálcio, na parte aérea, com doses maiores de fósforo, foi encontrada também pela EMBRAPA/CNPMP (19), que verificou que o teor de cálcio, na parte aérea, está relacionado positivamente com a adubação fosfatada.

Com relação à calagem, nota-se (Quadro 12) que os níveis de calcário incrementaram a quantidade de cálcio transportado para a parte aérea. O nível de 4,08 t de calcário/ha apresentou acúmulo de cálcio, na parte aérea, superior aos demais níveis. Estes resultados confirmam aqueles obtidos por CADAVID, CALVO & HOWELER (5) e HOWELER, CADAVID & CALVO (37). Possivelmente, os resultados obtidos podem ser atribuídos ao baixo teor de cálcio do solo (Quadro 1), aliado ao maior crescimento da parte aérea, pela aplicação de calcário, conforme Quadro 9.

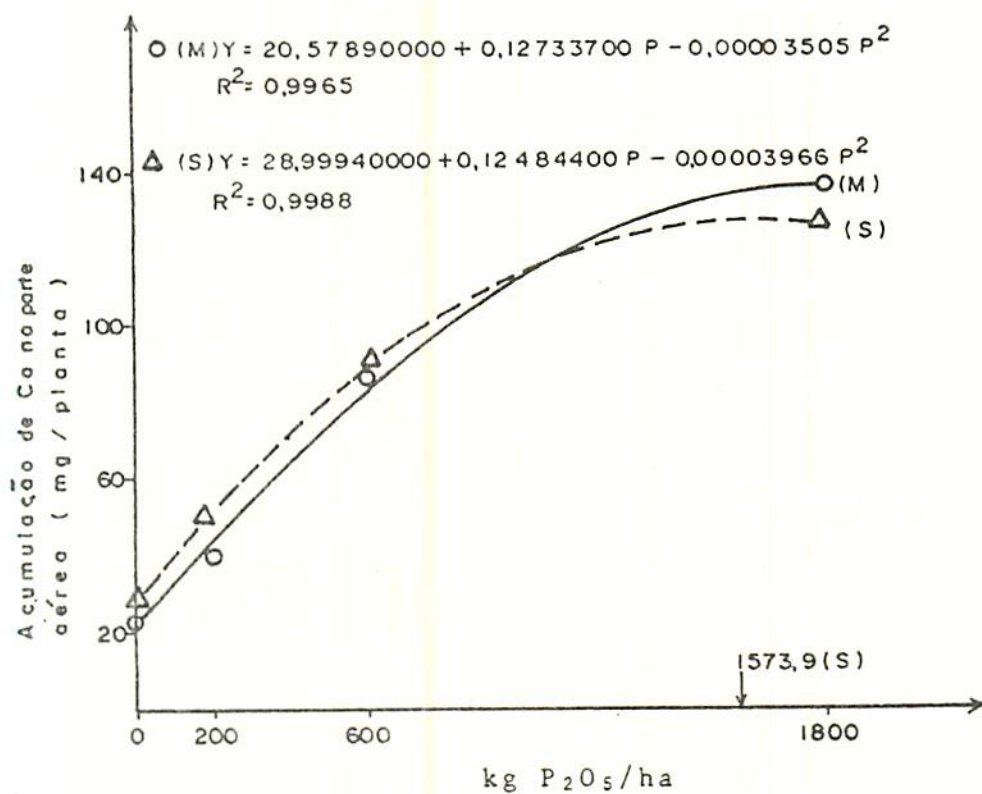


FIGURA 9 - Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de cálcio na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) - ESAL, Lavras - MG, 1981

QUADRO 14 - Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de cálcio, magnésio e zinco na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981

Níveis de fósforo (kg P ₂ O ₅ /ha)	Cultivares					
	"Mantiqueira"			"Sonora"		
	Ca	Mg	Zn	Ca	Mg	Zn
	mg/planta			mg/planta		
0	23,06 d	9,77 d	0,15 d	30,21 d	11,02 d	0,29 d
200	40,46 c	15,37 c	0,31 c	50,34 c	15,63 c	0,48 c
600	86,22 b	26,87 b	0,58 b	90,54 b	27,10 b	0,76 b
1800	136,06a	44,56a	0,88a	125,15a	40,22a	0,86a

Dentro das colunas, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.3.3. Magnésio

O resultado da análise de variância para a acumulação de magnésio, na parte aérea, encontra-se no Quadro 11. Nota-se que ocorreu significância para os níveis de fósforo, de calcário e para as interações níveis de fósforo x níveis de calcário e níveis de fósforo x cultivares.

No Quadro 3A, é apresentado o desdobramento das interações; observa-se que ocorreu significância para níveis de fósforo dentro de níveis de calcário e de cultivares.

De acordo com os dados contidos no Quadro 13, observa-se que os níveis de fósforo incrementaram, de modo significativo, a quantidade de magnésio na parte aérea da planta de mandioca; e que o maior acúmulo desse nutriente ocorreu ao nível de 1800 kg de P_2O_5 /ha, para todos os níveis de calcário estudados.

SILVA (64), trabalhando neste mesmo tipo de solo, com o limoeiro "Cravo", verificou que a adubação fosfatada incrementava a absorção de magnésio pelas plantas. Presume-se, portanto, que este aumento na quantidade de magnésio, na parte aérea, seja devido ao maior crescimento das plantas, pela aplicação de adubo fosfatado, aliada ao efeito sinérgico entre o fósforo e o magnésio, conforme menciona MALAVOLTA (46).

A análise de regressão para a acumulação de magnésio, na parte aérea, apresentou efeito quadrático para as cultivares "So

nora" e "Mantiqueira". As equações de regressão com seus coeficientes de determinação encontram-se na Figura 10.

Observa-se, no Quadro 14, que os níveis de fósforo proporcionaram aumentos significativos na quantidade de magnésio acumulado, na parte aérea, para as duas cultivares. Pesquisa realizada na EMBRAPA/CNPMF (19) mostrou que a absorção de magnésio pela mandioca está, positivamente, relacionada com as doses de fósforo aplicado no solo.

Nota-se (Quadro 12) que maior acúmulo de magnésio ocorreu com aplicação de 4,08 t de calcário/ha. HOWELER, CADAVID & CALVO (37), estudando a influência da calagem sobre a produção de 134 cultivares de mandioca, verificaram que a calagem incrementou a absorção de magnésio. De acordo com o Quadro 8A, observa-se que o teor de magnésio aumentou e o de alumínio decresceu nas parcelas em que foi aplicado calcário. Possivelmente, este fato possa explicar a elevação da quantidade de magnésio na parte aérea de plantas que cresceram na presença de calcário, pois, segundo OLIVEIRA (55), a absorção de magnésio pela mandioca decresce com o aumento do teor de alumínio na solução nutritiva.

No Quadro 12, nota-se que as cultivares apresentaram semelhança quanto à acumulação de magnésio, na parte aérea. Resultado semelhante foi obtido, com outras cultivares, por LORENZI (42).

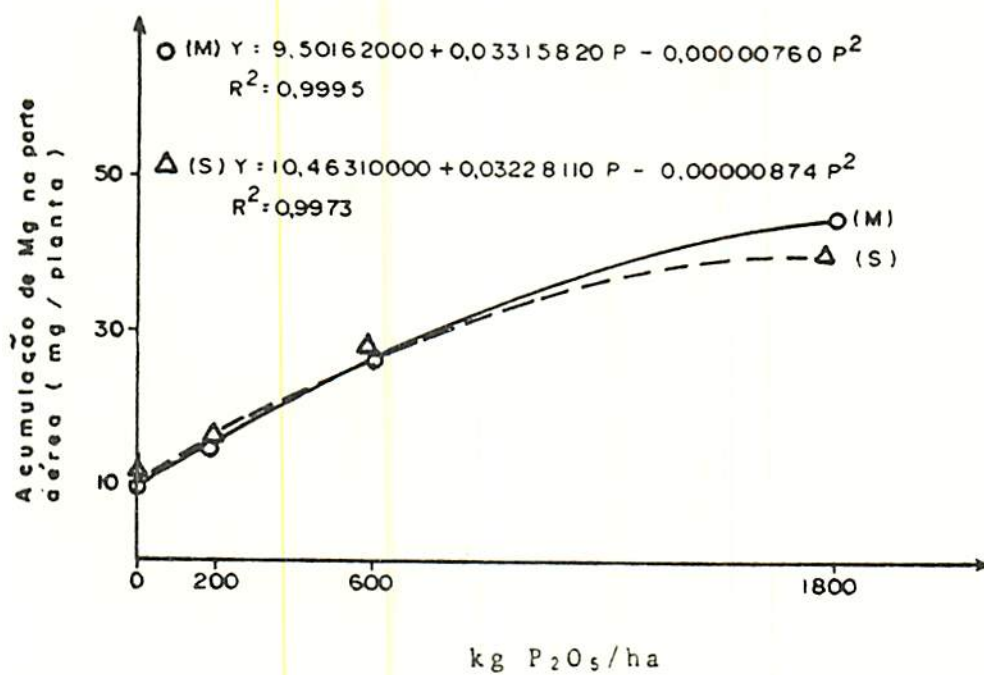


FIGURA 10 - Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de magnésio na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) ESAL, Lavras - MG, 1981

4.3.4. Zinco

Pelo Quadro 11, verifica-se que a análise de variância, referente ao acúmulo de zinco, na parte aérea, mostrou significância para os três fatores e suas interações de primeira ordem.

O desdobramento das interações é apresentado no Quadro 4A; observa-se que houve significância para os desdobramentos fósforo dentro de calcário, fósforo dentro de cultivar e calcário dentro de cultivar.

Pelas médias apresentadas no Quadro 13, verifica-se que, para os três níveis de calcário, a adubação fosfatada proporcionou aumentos significativos, na quantidade de zinco transportada para a parte aérea; e que o maior acúmulo deste micronutriente foi observado nas parcelas que receberam 1800 kg de P_2O_5 /ha. Nota-se que a quantidade de zinco acumulado na parte aérea foi menor à medida em que se aumentou a dose de calcário, o que pode ser melhor visualizado no Quadro 15.

Em termos percentuais, verificou-se uma redução no teor de zinco, na parte aérea, no nível mais elevado de fósforo; e esta redução foi ainda mais acentuada com o aumento das doses de calcário, o que está em consonância com os dados da literatura, os quais mostram que a absorção de zinco decresce com dose excessiva de fósforo; e que é mais acentuada quando na presença da calagem, conforme relata MALAVOLTA (46).

QUADRO 15 - Efeitos de níveis de calcário sobre a acumulação de zinco na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981

Níveis de calcário (t/ha)	Zinco (mg/planta)	
	"Mantiqueira"	"Sonora"
0,00	0,62a	0,79a
2,04	0,46 b	0,58 b
4,08	0,36 c	0,42 c

Dentro das colunas, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Na Figura 11, verifica-se que a curva de regressão ajustada para a acumulação de zinco, na parte aérea, foi representada por equações de 2º grau, para as cultivares estudadas. Os pontos de máximo ocorreram com 1329,1 e 1652,7 kg de P_2O_5 /ha, para as cultivares "Sonora" e "Mantiqueira", respectivamente. Esta tendência de alta dose de fósforo para inibir a absorção de zinco pela mandioca tem sido relatada por ASHER, EDWARDS & HOWELER (1) e CIAT (9). Segundo MALAVOLTA (46), o mecanismo de inibição ainda não é conhecido. Possivelmente, esta inibição esteja, em parte, relacionada com a elevação do teor de cálcio e de fósforo do solo, conforme pode ser observado no Quadro 8A.

Pelo Quadro 14, observa-se que os níveis de fósforo incre

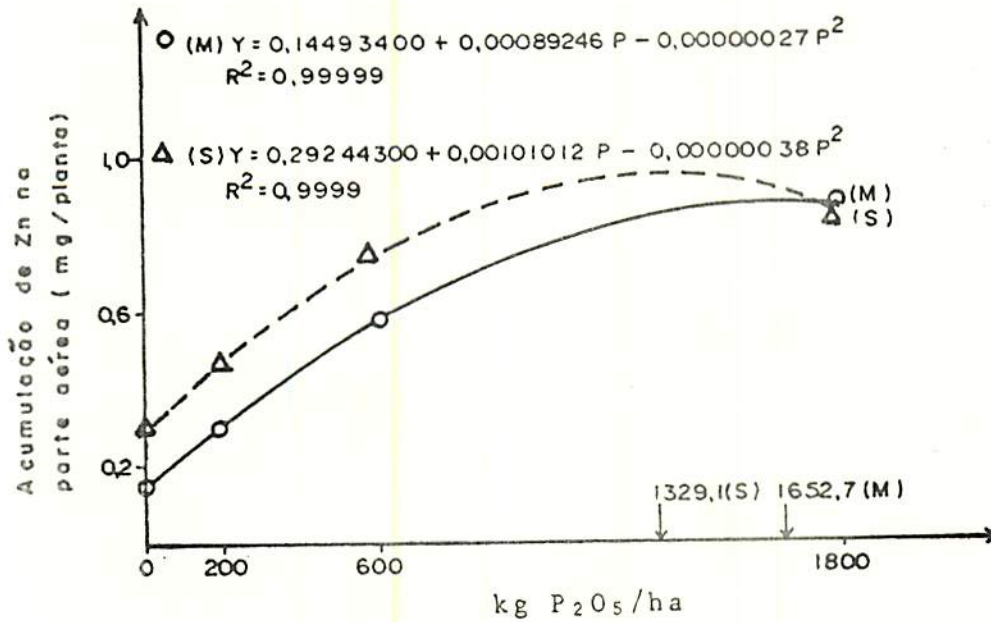


FIGURA 11 - Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de zinco na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) - ESAL, Lavras - MG, 1981

mentaram a acumulação de zinco, na parte aérea, para as duas cultivares. Este resultado indica que os níveis de fósforo aplicado no solo interferiram, favoravelmente, na habilidade da cultivar em transportar zinco para a parte aérea.

No Quadro 15, mostra-se que a quantidade de zinco, acumulada na parte aérea das cultivares "Mantiqueira" e "Sonora", decresceu com o aumento da dose de calcário aplicado. Estes resultados estão de acordo com o obtido por CIAT (7, 8) e HOWELER, CADAVID & CALVO (37), os quais afirmam que a calagem reduz a absorção deste micronutriente pelas plantas de mandioca.

O Quadro 11 mostra que as cultivares comportaram-se diferentemente, em relação ao acúmulo de zinco, na parte aérea, tendo a cultivar "Sonora" apresentado maior quantidade deste micronutriente, na parte aérea (Quadro 12).

4.4. Acumulação de nutrientes nas raízes

As análises de variância referentes à acumulação de fósforo, cálcio, magnésio e zinco, nas raízes, encontram-se no Quadro 16.

4.4.1. Fósforo

No Quadro 16, o resultado da análise de variância para a acumulação de fósforo, nas raízes, indica significância para ní-

QUADRO 16 - Resumo da análise de variância referente à acumulação de fósforo, cálcio, magnésio e zinco nas raízes de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras - MG, 1981

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios			
		P	Ca	Mg	Zn
mg/planta					
Blocos	4	1,3553	46,0199**	5,8976	0,0209**
Níveis de fósforo (P)	3	207,1762**	679,8875**	956,7817**	0,3630**
Níveis de calcário (C)	2	1,0440	31,0517**	693,0458**	0,2985**
Cultivares (V)	1	12,5188**	289,0197**	146,7883**	0,0118*
P x C	6	0,4519	6,0838	56,8815**	0,0200**
P x V	3	0,4446	10,4084*	5,7630	0,0121**
C x V	2	0,2741	4,8820	18,1755**	0,0011
P x C x V	6	0,3644	0,6102	0,4220	0,0016
Resíduo	92	0,7419	2,8564	2,5095	0,0026
C.V. (%)	-	24,50	19,31	17,42	25,09

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

veis de fósforo e cultivares.

Na Figura 12, verifica-se que a curva de regressão ajustada para a acumulação de fósforo, nas raízes, foi representada por equação de 2º grau, com o ponto de máxima acumulação em 1741,7 kg de P_2O_5 /ha.

Pelo Quadro 17, observa-se que as médias para a acumulação de fósforo, nas raízes, diferem entre os níveis testados, e que o maior acúmulo observado deste macronutriente ocorreu com a aplicação de 1800 kg de P_2O_5 /ha. Este resultado pode ser melhor visualizado na Figura 12, e está de acordo, dentro de certos limites, com aqueles obtidos pelo CIAT (7), o qual mostrou que a absorção de fósforo, pela mandioca, aumentava com a adição de adubo fosfatado.

No Quadro 17, observa-se que a cultivar "Sonora" acumulou mais fósforo, nas raízes, do que a "Mantiqueira", indicando que as cultivares têm comportamento diferente com relação à absorção de fósforo.

4.4.2. Cálcio

Os resultados da análise de variância, referentes à acumulação de cálcio, nas raízes, estão contidos no Quadro 16; e indicam significância para os níveis de fósforo, de calcário, cultivares e a interação de níveis de fósforo x cultivares.

A interação níveis de fósforo e cultivares foi decomposta (Quadro 5A), mostrando que ocorreu efeito altamente significati-

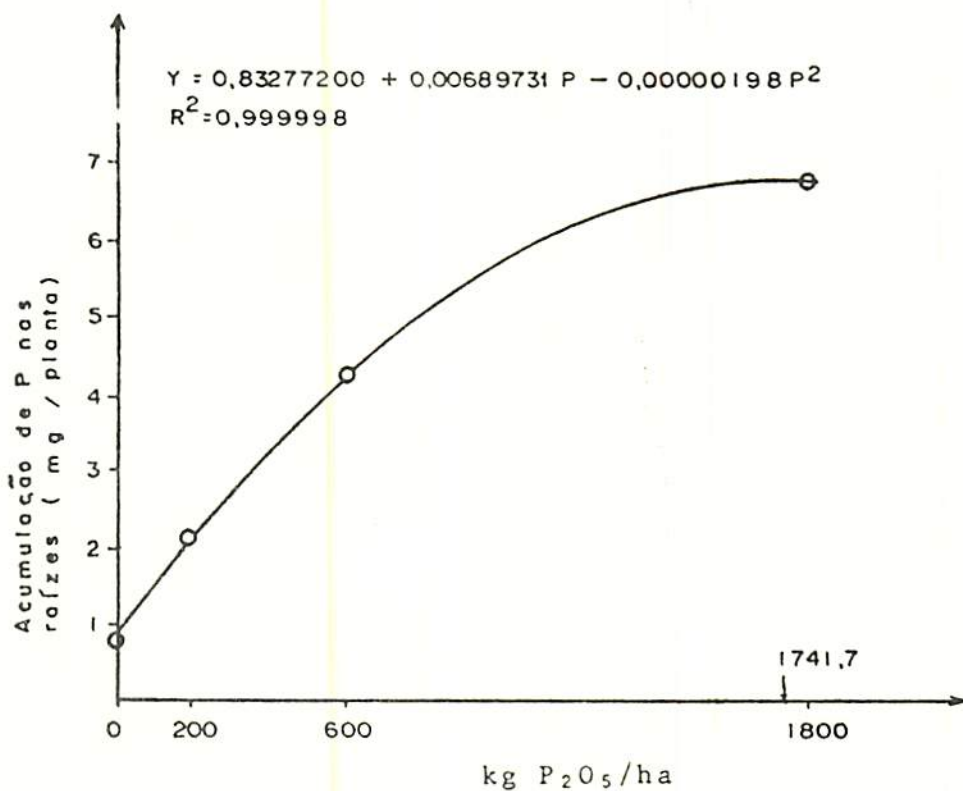


FIGURA 12 - Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de fósforo nas raízes de plantas de mandioca em vasos, para as cultivares "Mantiqueira" e "Sonora - ESAL, Lavras - MG, 1981

QUADRO 17 - Efeitos de níveis de fósforo e de calcário, sobre a acumulação de fósforo, cálcio, magnésio e zinco nas raízes de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981

Tratamentos		P	Ca	Mg	Zn
		mg/planta			
Níveis de fósforo (kg P ₂ O ₅ /ha)	0	0,83 d	2,93	2,72	0,07
	200	2,14 c	6,85	6,63	0,16
	600	4,26 b	12,04	11,30	0,26
	1800	6,84a	13,19	15,74	0,32
Níveis de calcário (t/ha)	0,00	3,36	8,08 b	4,47	0,30a
	2,04	3,50	8,43 b	10,27	0,18 b
	4,08	3,69	9,75a	12,54	0,14 c
Cultivares	"Mantiqueira"	3,19	7,20	8,00	0,19
	"Sonora"	3,84	10,31	10,20	0,21

Dentro das colunas, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

vo para os níveis de fósforo, dentro de cada cultivar.

A análise de regressão para a acumulação de cálcio nas raízes, apresentou efeito quadrático, com o ponto de máximo a 1205,4 e 1335,9 kg de P_2O_5 /ha, respectivamente, para as cultivares "Sonora" e "Mantiqueira" (Figura 13).

No Quadro 18, observa-se que os níveis de fósforo proporcionaram aumentos significativos na acumulação de cálcio, nas raízes, para as cultivares. Experimento realizado na EMBRAPA/CNPMP (19), com a cultura da mandioca, em condições de campo, mostrou que a adubação fosfatada incrementa a absorção de cálcio, e resultado semelhante também foi encontrado por SILVA (65), ao estudar a influência do superfosfato simples no crescimento do limoeiro "Cravo".

Verifica-se, no Quadro 17, que a acumulação de cálcio, nas raízes, foi aumentada pela aplicação de calcário, mas, somente o maior nível foi superior. Aumentos no teor de cálcio, na matéria seca de plantas de mandioca, devido às aplicações de calcário, foram também observados por HOWELER, CADAVID & CALVO (37). Segundo OLIVEIRA (55), o alumínio reduz a absorção de cálcio pelas plantas de mandioca. Portanto, o aumento na quantidade de cálcio, acumulada, nas raízes, pela aplicação de calcário, pode ser devido aos teores de cálcio, no solo, terem sido maiores, e os de alumínio, menores (Quadro 8A), aliado ao maior crescimento das raízes, quando se aplicou calcário (Quadro 9).

Nota-se, no Quadro 17, que a cultivar "Sonora" apresentou acumulação de cálcio, nas raízes, estatisticamente superior à

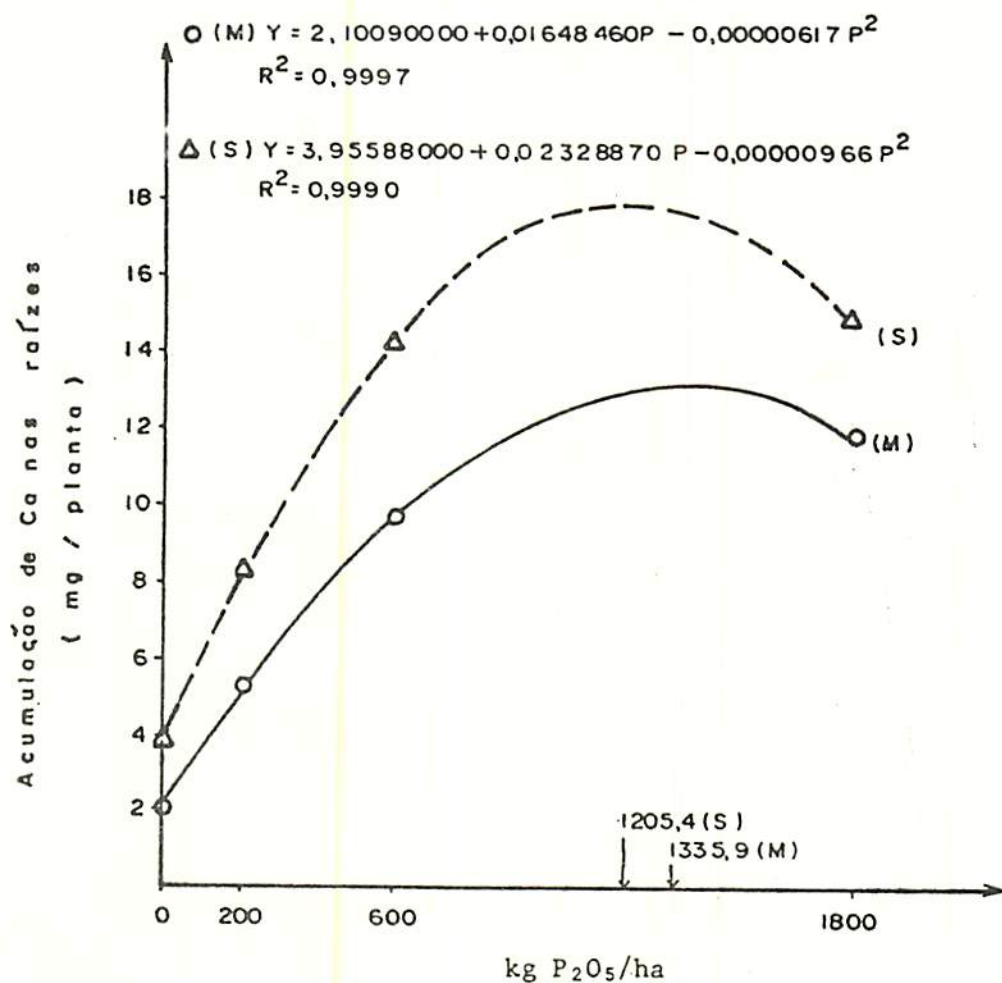


FIGURA 13 - Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de cálcio nas raízes de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) - ESAL, Lavras - MG, 1981

QUADRO 18 - Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de cálcio e zinco nas raízes de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981

Níveis de fósforo (kg P ₂ O ₅ /ha)	Cultivares			
	"Mantiqueira"		"Sonora"	
	Ca	Zn	Ca	Zn
	mg/planta		mg/planta	
0	2,04 d	0,05 d	3,82 c	0,10 c
200	5,25 c	0,14 c	8,45 b	0,18 b
600	9,72 b	0,24 b	14,35 a	0,28 a
1800	11,79 a	0,34 a	14,59 a	0,30 a

Dentro das colunas, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

"Mantiqueira". Esta diferença também foi encontrada em outras cultivares, por OLIVEIRA (55).

4.4.3. Magnésio

No Quadro 16, o resumo da análise de variância para a acumulação de magnésio, nas raízes, mostra significância para níveis de fósforo, de calcário, cultivares e interações níveis de fósforo x níveis de calcário e níveis de calcário x cultivares.

O desdobramento da interação níveis de fósforo x níveis de calcário, contido no Quadro 6A, indica significância para os níveis de fósforo dentro de níveis de calcário. Pelo Quadro 19, observa-se que os níveis de fósforo proporcionaram aumentos significativos na acumulação de magnésio, nas raízes, para todos os níveis de calcário.

O aumento da absorção de magnésio pelas plantas de mandioca, que cresceram em condições de campo, causado por aplicações de adubo fosfatado no solo, foi também observado pela EMBRAPA/CNPMF (19).

Os dados indicam que a adubação fosfatada aumentou a acumulação de magnésio, nas raízes, e que este aumento foi mais acentuado quando combinado com a calagem. Isto pode ser explicado devido à existência de efeito sinérgico entre o fósforo e o magnésio, segundo MALAVOLTA (46).

QUADRO 19 - Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de magnésio e zinco nas raízes de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de calcário, para as cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981

Níveis de fósforo (kg P ₂ O ₅ /ha)	Níveis de calcário (t/ha)					
	0,00		2,04		4,08	
	Mg	Zn	Mg	Zn	Mg	Zn
	mg/planta		mg/planta		mg/planta	
0	1,31 c	0,12 c	2,79 d	0,06 b	4,06 d	0,05 c
200	3,06 c	0,23 b	7,34 c	0,12 b	9,49 c	0,12 b
600	5,35 b	0,40a	13,19 b	0,23a	15,34 b	0,16ab
1800	8,16a	0,46a	17,77a	0,29a	21,28a	0,22a

Dentro das colunas, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O desdobramento da interação entre níveis de calcário e cultivares mostrou significância para níveis de calcário, dentro de cultivares, referente ao parâmetro em estudo (Quadro 6A). Observa-se, no Quadro 20, que as médias são diferentes e os maiores acúmulos de magnésio, nas raízes, ocorreram nas parcelas que receberam o maior nível de calcário, para ambas cultivares. Este fato pode ser explicado devido aos teores de magnésio, no solo, terem sido maiores (Quadro 8A), aliado ao maior crescimento das raízes, quando se aplicou calcário (Quadro 9).

QUADRO 20 - Efeitos de níveis de calcário sobre a acumulação de magnésio nas raízes de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" e "Sonora" - ESAL, Lavras - MG, 1981

Níveis de calcário (t/ha)	Magnésio (mg/planta)	
	"Mantiqueira"	"Sonora"
0,00	4,12 c	4,82 c
2,04	8,63 b	11,91 b
4,08	11,21a	13,87a

Dentro das colunas, médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se, no Quadro 17, que a cultivar "Sonora" foi a que mais acumulou magnésio nas raízes.

4.4.4. Zinco

O resultado da análise de variância para a acumulação de zinco nas raízes, (Quadro 16) revelou significância para os três fatores estudados e as interações níveis de fósforo x níveis de calcário e níveis de fósforo x cultivares.

No Quadro 7A, nota-se que o desdobramento da interação níveis de fósforo x níveis de calcário mostrou significância para níveis de fósforo dentro de níveis de calcário. Pelas médias contidas no Quadro 19, observa-se que a acumulação de zinco, nas raízes, aumentou com os níveis de fósforo, para todas as doses de calcário.

Desdobrando-se a interação níveis de fósforo e cultivares, constatou-se significância para níveis de fósforo dentro de cultivares (Quadro 7A).

A análise de regressão, para o parâmetro em estudo, apresentou efeito quadrático, com os pontos de máximo em 1247,2 e 1528 kg de P_2O_5 /ha, para a cultivar "Sonora" e "Mantiqueira", respectivamente. As equações e os respectivos coeficientes de determinação encontram-se na Figura 14.

Observa-se, no Quadro 18, que os níveis de fósforo proporcionaram aumentos significativos na quantidade de zinco acumulado, nas raízes, para as duas cultivares. Para a cultivar "Sonora", o maior nível não difere do nível 600 kg de P_2O_5 /ha.

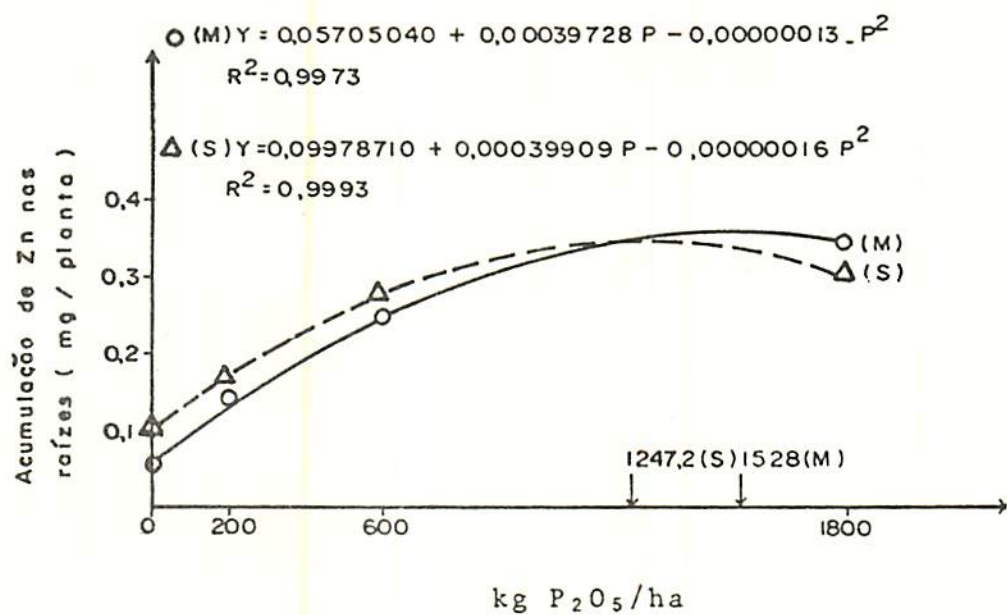


FIGURA 14 - Efeitos de níveis de fósforo sobre a acumulação de zinco nas raízes de plantas de mandioca em vasos, nas cultivares "Mantiqueira" (M) e "Sonora" (S) - ESAL, Lavras - MG, 1981

Com relação à calagem, verifica-se, no Quadro 17, que, ao se aumentar a dose de calcário, houve decréscimo na quantidade de zinco acumulada nas raízes. Possivelmente, este fato seja o responsável pela resposta negativa da mandioca à aplicação de altas doses de calcário, conforme relatam CADAVID, CALVO & HOWELER (5), HOWELER (35) e LOZANO et alii (44). Resultado semelhante foi também encontrado para a parte aérea.

No Quadro 16, observa-se que houve diferença significativa entre as cultivares para a acumulação de zinco, nas raízes, sendo que a cultivar "Sonora" foi a que apresentou maior quantidade deste micronutriente acumulado no sistema radicular (Quadro 17).

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram chegar às seguintes conclusões:

- O crescimento das plantas foi positivamente influenciado pelos níveis de fósforo e de calcário, tendo sido muito mais acentuados os efeitos da adubação fosfatada, embora não tenha ocorrido a interação entre os fatores fósforo e calcário.
- Os pontos de máximo, para a produção de matéria seca total, foram, respectivamente, atingidos em 1598,5 e 1712 kg de P_2O_5 /ha, para as cultivares "Sonora" e "Mantiqueira", evidenciando a necessidade das altas doses de fósforo requeridas pela mandioca.
- A produção de matéria seca total foi incrementada em 8,6%, com aplicação de 4,08 t de calcário/ha, em relação à ausência de calagem, indicando que, apesar da cultura ser considerada tolerante à acidez do solo e à alta saturação de alumínio, a calagem afetou positivamente o crescimento da planta.
- A quantidade de P, Ca, Mg e Zn, acumulada nas diferentes partes da planta, aumentou com os níveis de fósforo, mostrando que

altas doses de fósforo proporcionaram maior extração de nutrientes do solo.

- A calagem incrementou a acumulação de P, Ca e Mg, na parte aérea e de Ca e Mg, nas raízes; mas reduziu drasticamente a quantidade de Zn, nas diferentes partes da planta.
- O nível de 4,08 t de calcário/ha reduziu o teor de Zn, na parte aérea, em 42,9 e 55,6% das cultivares "Sonora" e "Mantiqueira", respectivamente; e 58,3%, nas raízes, em relação à ausência de calagem.
- A cultivar "Sonora" destacou-se, na maioria dos parâmetros avaliados, sendo somente suplantada pela "Mantiqueira", na altura média da planta; mas não diferiram quanto à acumulação de Ca e Mg, na parte aérea.

6. RESUMO

O experimento foi conduzido, em casa de vegetação, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, no município de Lavras - Minas Gerais, em amostra de um Latossolo Roxo Distrófico, textura argilosa, no período de outubro a dezembro de 1981. Utilizou-se o delineamento experimental, em blocos casualizados, em um esquema fatorial (4 x 3 x 2), com cinco repetições.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de 4 níveis de fósforo (0, 200, 600 e 1800 kg de P_2O_5 /ha) e 3 níveis de calcário (0; 2,04 e 4,08 t de calcário/ha, PRNT = 100%) no crescimento e na acumulação de P, Ca, Mg e Zn, na parte aérea e raízes de duas cultivares de mandioca ("Mantiqueira" e "Sonora"), em casa de vegetação.

Os resultados evidenciaram que o crescimento das plantas foi positivamente influenciado pelos níveis de fósforo e de calcário, tendo sido muito mais acentuados os efeitos da adubação fosfatada, embora não tenha ocorrido interação entre os fatores fósforo e calcário.

As máximas produções de matéria seca total foram atingidas em 1598,5 e 1712 kg de P_2O_5 /ha, para as cultivares "Sonora" e "Mantiqueira", respectivamente, evidenciando a necessidade das altas doses de fósforo requeridas pela mandioca.

A produção de matéria seca total foi incrementada em 8,6%, com a aplicação de 4,08 t de calcário/ha, em relação à ausência de calagem, indicando que, apesar da cultura ser considerada tolerante à acidez do solo e à alta saturação de alumínio, a calagem afetou positivamente o crescimento da planta.

A acumulação de P, Ca, Mg e Zn, nas diferentes partes da planta, aumentou com os níveis de fósforo, mostrando que altas doses de fósforo proporcionaram maior extração de nutrientes do solo.

A calagem incrementou a acumulação de P, Ca e Mg, na parte aérea, e de Ca e Mg, nas raízes; mas reduziu drasticamente a quantidade de Zn, nas diferentes partes da planta. A dose de 4,08 t de calcário/ha reduziu o teor de Zn, na parte aérea, em 42,9 e 55,6% das cultivares "Sonora" e "Mantiqueira", respectivamente; e 58,3%, nas raízes, em relação à ausência de calagem.

A cultivar "Sonora" destacou-se, na maioria dos parâmetros avaliados, sendo somente suplantada pela "Mantiqueira", na altura média da planta; mas não diferiram quanto à acumulação de Ca e Mg, na parte aérea.

7. SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the effects of four (4) rates of phosphorus (0, 200, 600 and 1800 kg P₂O₅/ha) and three (3) levels of lime (0, 2 and 4 tons/ha, 100% reactive) on growth and accumulation of P, Ca, Mg and Zn on tops and roots of two cassava cultivars ("Mantiqueira e Sonora"), under greenhouse conditions.

The experiment was conducted at Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil, by using topsoil samples of a Dusk Red Latosol, clayey texture, from october to december 1981. The experimental design was a randomized block, in a factorial scheme (4 x 3 x 2) with five replics.

The results indicated a positive efect of rates of phosphorus and lime on cassava growth, being the effect of phosphorus much more prominent. There was no phosphorus x lime interaction.

Maxima dry matter yields were achieved with 1598 and 1712 kg P₂O₅/ha, for cultivars "Sonora" and "Mantiqueira", respectively,

showing the high rates that are necessary for cassava plants.

Total dry matter yield increased 8,6% due to application of 4 tons lime/ha, in relation to no lime treatment, thus indicating that, in spite of be considered tolerant to low pH and high Al saturation, liming had a positive effect on cassava plants growth.

Accumulation of P, Ca, Mg and Zn on different parts of the plants increased with rates of phosphorus, showing that these treatments may provide higher level of nutrientes to be extrated from soil.

Liming increased P, Ca and Mg accumulation on tops, and Ca and Mg on roots; but drastically reduced Zn accumulation, on different plant parts. Rates of 4 tons lime/ha reduced levels of Zn on aerial part by 42,9 and 55,6% for "Sonora" and "Mantiqueira" cultivars, respectively; and 58,3% on roots, when compared with no lime treatment.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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. 48 p.
2. BAHIA, V.G. Gênese e classificação de um solo do município de Lavras - MG. Piracicaba, ESALQ, 1975. 67 p. (Tese Doutorado).
3. BOLAÑOS M., F. J. Respuesta de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) a la aplicación de fertilizantes, en la región de Santâgueda. Tesis Ing. Agr. Manizales, Universidade de Caldas, 1972. 109p. In: RESUMENES ANALÍTICOS SOBRE YUCA, Cali, CIAT, 1978. v. 4, p. 23 (Resumen 0049-2581).
4. BRINHOLI, O. Efeitos de calcário, nitrogênio e fósforo na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivar IAC x 352/6. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1., Salvador, 1979. Resumos... Salvador, Poligral, 1979. p. 47.

5. CADAVID, L.F.; CALVO, F.A. & HOWELER, R.H. La interacción de calcon fosforo y elementos menores en la producción de yuca (*Manihot esculenta*) en oxisoles de los llanos orientales de Colombia. s.n.t. 13p. (Datilografado).
6. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Programa de yuca. In: INFORME CIAT 1981. Cali, 1981. p. 21-42.
7. _____. Sistema de producción de yuca. In: INFORME anual 1974. Cali, 1974. p. 57-118.
8. _____. Sistema de producción de yuca. In: INFORME anual 1975. Cali, 1975. p. B1-B85.
9. _____. Sistema de producción de yuca. In: INFORME anual 1976. Cali, 1976. p. B1-B63.
10. _____. Suelos y nutrición de la planta. In: INFORME anual del programa de yuca 1978. Cali, 1978. p. 83-93.
11. _____. Suelos y nutrición de la planta. In: INFORME anual del programa de yuca 1979. Cali, 1980. p. 73-86.
12. _____. Suelos y nutrición de la planta. In: PROGRAMA de yuca. Cali, 1977. p. 59-69.
13. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 3a. aproximação. Belo Horizonte, EPAMIG, 1978. 80p.

14. CORRÊA, H. Possibilidade de aproveitamento do cerrado para a cultura da mandioca. In: _____. REUNIÃO DA COMISSÃO NACIONAL DA MANDIOCA, 5., Sete Lagoas, 1971. Anais... Sete Lagoas, IPEACO, 1971. p. 18-32.
15. _____; ROCHA, B.V.; TANAKA, R.T.; ANDRADE, A.M.S. & GUEDES, G.A.A. Estudo dos diferentes níveis de nitrogênio, fósforo e potássio na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em latossolo vermelho escuro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1., Salvador, 1979. Anais... Salvador, EMBRAPA-DID/SBM, 1981. v. 1, p. 325-30.
16. _____; TANAKA, R.T.; GUEDES, G.A.A.; ANDRADE, A.M.S. & ROCHA, B.V. Níveis de fósforo e épocas de aplicação de nitrogênio e potássio na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em latossolo vermelho escuro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1., Salvador, 1979. Anais... Salvador, EMBRAPA-DID/SBM, 1981. v. 1, p. 317-23.
17. _____; TANAKA, R.T.; GUEDES, G.A.A.; ANDRADE, A.M.S. & ROCHA, B.V. Efeito de doses de fósforo e épocas de aplicação de nitrogênio e de potássio na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em latossolo vermelho escuro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1., Salvador, 1979. Anais... Salvador, EMBRAPA-DID/SBM, 1981. v. 1, p. 339-47.

18. EDWARDS, D.G.; ASHER, C.J. & WILSON, G.L. Mineral nutrition of cassava and adaptation to low fertility conditions. In: SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR TROPICAL ROOT CROPS, 4., Cali, 1976. Proceedings... Cali, The International Society for Tropical Root Crops, 1976. p.124-30.
19. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa da Mandioca e Fruticultura. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura 1978. Cruz das Almas, 1980. 183p.
20. _____. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Relatório Técnico Anual. Brasília, 1976. 150 p.
21. _____. Relatório Técnico Anual 1976/77. Brasília, 1978. 183p.
22. _____. Relatório Técnico Anual 1977/78. Brasília, 1979. 192p.
23. _____. Relatório Técnico Anual 1978/79. Brasília, 1980. 170p.
24. ENCICLOPÉDIA DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS. Rio de Janeiro, IBGE, 1959. v. 25, p. 443-50.

25. FILGUEIRA, M.A. Comportamento de três cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em relação ao comprimento do tolete e profundidade de plantio. Lavras, ESAL, 1980. 57p. (Tese MS).
26. FOY, C.D. & BROWN, J.C. Toxic factors in acid soils: I characterization da toxidez de Al en cotton. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 24(4):403-7, July/Aug. 1963.
27. _____ & _____. Toxic factors in acid soils: II Differential aluminum tolerance of plant species. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 28(1):27-32, Jan./Feb. 1964.
28. FREIRE, J.C.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S. & AQUINO, L.H. de. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras - (MG). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 4(1):5-8, Jan./Abr. 1980.
29. GOMES, J. de C. & HOWELER, R.H. Cassava production in low fertility soils. In: CASSAVA CULTURAL PRACTICES, Salvador, 1980. Proceedings... Ottawa, International Development Research Centre, 1980. p. 93-102.

30. GOMES, J. de C.; MAGALHÃES, A.F. de J. & MATTOS, P.L.P. de. Influência da adubação mineral sobre a produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no Estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1., Salvador, 1979. Anais... Salvador, EMBRAPA-DID/SBM, 1981. v. 1, p. 263-77.
31. _____; SOUZA, R.F.; REZENDE, J. de O. & LEMOS, L.B. Efeitos de N, P, K, S, micronutrientes e calagem na cultura da mandioca. In: INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO LESTE. Solos. Cruz das Almas, 1973. p. 49-67. (IPEAL; Boletim Técnico, 20).
32. GRANER, E.A. Contribuição para o estudo da adubação da mandioca. Revista de Agricultura, Piracicaba, 33(4):205-12, dez. 1958.
33. GROHMANN, F. Porosidade. In: MONIZ, A.C. Elementos de pedologia. São Paulo, Polígono, 1972. cap. 6, p. 77-84.
34. HOWELER, R.H. The effect of mycorrhizal inoculation on the phosphorus nutrition of cassava. In: CASSAVA CULTURAL PRACTICES, Salvador, 1980. Proceedings... Ottawa, International Development Research Centre, 1980. p. 131-7.
35. _____. Nutrición mineral y fertilización de la yuca. In: CURSO de producción de yuca. Cali, CIAT, 1978. t. 1, p. 274-321.

36. HOWELER, R.H. Soil-related cultural practices for cassava. In: CASSAVA CULTURAL PRACTICES, Salvador, 1980. Proceedings... Ottawa, International Development Research Centre, 1980. p. 59-69.
37. _____; CADAVID, L.F. & CALVO, F.A. The interaction of lime with minor elements and phosphorus in cassava production. In: SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR TROPICAL ROOT CROPS, 4., Cali, 1976. Proceedings... Cali, The International Society for Tropical Root Crops, 1976. p. 113-7.
38. JUNQUEIRA NETTO, A. Ensaio exploratório sobre efeitos da calagem em espécies e variedades em solos sob vegetação de cerrado. In: RELATÓRIO anual 1979/80. Belo Horizonte, EPAMIG. (No prelo).
39. KANAPATHY, K. Fertiliser requirement on peat soils. Malaysian Agricultural Journal, Kuala Lumpur, 50(3):292 - 313. 1976. In: RESUMENES ANALÍTICOS SOBRE YUCA, Cali, CIAT, 1978. v. 4, p. 28 (Resumen 0062-8720).
40. KUMAR, C.R.M; MANDAL, R.G.; NAIR, G.M. & HRISHI, N. Effect of farm yard manure and NPK on cassava. In: SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR TROPICAL ROOT CROPS, 4., Cali, 1976. Proceedings... Cali, The International Society for Tropical Root Crops, 1976. p. 122-4.

41. LEITE, J.P. Tabelas de conversão de fertilizantes. 4. ed. São Paulo, Nobel, 1980. 184p.
42. LORENZI, J.O. Absorção de macronutrientes e acumulação de matéria seca para duas cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Piracicaba, ESALQ, 1978. 92p. (Tese MS).
43. _____ & PEREIRA, A.S. Inventário sobre pesquisa de adubação da mandioca no Estado de São Paulo. s.l., s. ed., 1975. 58p. (Datilografado).
44. LOZANO, J.C.; BELLOTTI, A.; SCHOONHOVEN, A.; HOWELER, R.; DOLL, J.; HOWELER, R.H. & BATES, T. Problemas en cultivos de la yuca. Cali, CIAT, 1976. 127p. (Série GS-16).
45. _____; TORO, J.C.; CASTRO, A. & BELLOTTI, A. Problemas relacionados com a "semente" da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Fitopatologia Brasileira, Brasília, 3(1):1-11, fev. 1978.
46. MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Ceres, 1980. 251p.
47. _____. Manual de química agrícola; adubos e adubação. São Paulo, Ceres, 1967. 606p.

48. MALAVOLTA, E.; PACHECO, J.A. de C.; GRANER, E.A.; COURY, T. & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. do. Estudos sobre a alimentação mineral da mandioca (*Manihot utilissima* Pohl). Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Piracicaba, 11:21-40, 1954.
49. _____; SARRUGE, J.R. & BITTENCOURT, V.C. Toxidez de alumínio e de manganês. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4., Brasília, 1976. Anais... Belo Horizonte, Itatiaias, 1977. p. 275-302.
50. MIRANDA, L.; MIELNICZUK, J. & LOBATO, E. Calagem e adubação corretiva. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 5., Brasília, 1978. Anais... Brasília, Editerra, 1980. p. 521 - 78.
51. MORAES, O. de; MONDARDO, E.; VIZZOTTO, V.J. & MACHADO, M.O. Adubação química e calagem da mandioca. Florianópolis, EMPASC, 1981. 20p. (EMPASC; Boletim Técnico, 8).
52. NORMANHA, E.S. Adubação da mandioca no Estado de São Paulo. Bragantia, Campinas, 11(7/9):181-94, Jul./Set. 1951.
53. _____ & PEREIRA, A.S. Cultura da mandioca. O Agrônomo, Campinas, 15(9/10):9-35, Set./Out. 1963.

54. NUNES, W. de O.; BRITTO, D.P. de S.; MENEGUELLI, C.A.; ARRUDA, N.B. & OLIVEIRA, A.B. de. Resposta da mandioca à adu-
bação mineral e métodos de aplicação do potássio em solos
de baixa fertilidade. Pesquisa Agropecuária Brasileira:
Série Agronomia, Rio de Janeiro, 9(9):1-9, 1974.
55. OLIVEIRA, L.E.M. Crescimento e comportamento nutricional de
cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) submeti-
dos a níveis de alumínio. Viçosa, UFV, 1979. 40p. (Te-
se MS).
56. PEREIRA, A.S. Cultivares de mandioca. Campinas, IAC, 1978.
25p. (Circular, 91).
57. PERIM, S.; LOBATO, E. & GALRÃO, E.Z. Efeito da calagem e de
nutrientes no rendimento da mandioca (*Manihot esculenta*
Crantz) em solos sob vegetação de cerrado. Revista Brasi-
leira de Ciência do Solo, Campinas, 4(2):107-10, Maio/Ago.
1980.
58. _____; _____ & GOEDERT, W.J. Efeito de níveis e méto-
dos de aplicação de fósforo no rendimento de mandioca em
solo sob cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO
SOLO, 17., Manaus, 1979. Resumos... Manaus, 1979. p.
30.

59. PERIM, S. & TAKATSU, A. Seleção de variedade de mandioca resistente à bacteriose para a região dos cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1., Salvador, 1979. Anais ... Salvador, EMBRAPA-DID/SBM, 1981. v. 1, p. 513-22.
60. PIMENTEL COMES, F. Curso de estatística experimental. 4.ed. São Paulo, Nobel, 1976. 430p.
61. PUSHPADAS, M.V. & AIYER, R.S. Nutritional studies on cassava (*Manihot esculenta* Crantz). II. Effect of potassium and calcium on yield and quality of tubers. Journal of Root Crops, 2:42-71, 1976. In: RESUMENES ANALÍTICOS SOBRE YUCA, Cali, CIAT, 1979. v. 5, p. 32 (Resumen 0079-9974).
62. RIBEIRO, J.V. Estudo de algumas características da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em relação a produção inicial de raízes. Lavras, ESAL, 1977. 56p. (Tese MS).
63. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.
64. SILVA, J.R. da; LORENZI, J.O.; MONTEIRO, D.A.; NORMANHA, E.S. & CAMPOS, H. de. Efeito do calcário e de micronutrientes na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1., Salvador, 1979. Anais... Salvador, EMBRAPA-DID/SBM, 1981. v. 1, p. 355-61.

65. SILVA, J.U.B. Efeitos do superfosfato simples e de seus nutrientes principais no crescimento do limoeiro "Cravo" (*Citrus limonia* Osbeck) em vasos até a repicagem. Lavras, ESAL, 1981. 100p. (Tese MS).
66. SOBRAL, L.F.; BARRETO, A.C.; SIQUEIRA, L.A.; SANTOS, Z.G.; SOUZA, R.F.; REZENDE, J. de O. & RIBEIRO, J.V. Efeitos de macro e micronutrientes na produção da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Quissamã, EMBRAPA/UEPAE - Quissamã, 1976. 13p. (Comunicado Técnico, n. 1).
67. SOUZA, A.B. de. Efeitos de fontes e níveis de fertilizantes fosfatados na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1979. 36p. (Tese MS).
68. STEEL, R.G.D. & TORRIE, H.J. Principles and procedures of statistics. New York, MacGraw-Hill, 1960. 481p.
69. TANAKA, R.T.; CORRÊA, H.; ROCHA, B.V. da; GUEDES, G.A.A. & ANDRADE, A.M.S. Estudo sobre a aplicação de diferentes níveis de fósforo, potássio e calagem na produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em solo sob vegetação de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1., Salvador, 1979. Anais... Salvador, EMBRAPA-DID/SBM, 1981. v. 1, p. 307-15.
70. _____; LOPES, A.S. & PONTE, A.M. da. Calagem e adubação da cultura da mandioca. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 5(59/60):54-62, Nov./Dez. 1979.

71. TORO, J.C.; CASTRO, A. & CELIS, E. Seleccion y preparacion de material para siembra da yuca. In: CURSO de produccion de yuca. Cali, CIAT, 1978. t. 1, p. 110-4.
72. VETTORI, L. Métodos de análise do solo. Brasília, Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim, 7).
73. VOLKWEISS, S.J. & VAN RAIJ, B. Retenção e disponibilidade de fósforo em solos. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4., Brasília, 1976. Anais... Belo Horizonte, Itatiaia, 1977. p. 317-32.

APÉNDICE

QUADRO IA - Desdobramento da interação P x V, referente a altura média da planta, diâmetro médio da maior haste, produção de matéria seca da parte aérea e matéria seca total de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras - MG, 1981

Quadrados médios				Causas de variação	
G.L.	Alt. média da planta (cm)	Diâmetro médio da maior haste (cm)	m.s. da parte aérea (g/planta)	m.s. total (g/planta)	
4	330,1398**	0,0054*	4,1119*	5,7010*	Blocos
2	80,6161	0,0033	4,4408*	9,6994**	Níveis de calcário (C)
1	3588,8670**	0,0085*	10,2667**	40,4260**	Cultivares (V)
6	52,2891	0,0012	0,8432	1,1431	P x C
2	35,6078	0,0047	0,4058	0,6581	C x V
3	10152,3200**	0,3725**	439,0300**	670,1143**	Pd. M
3	8049,0040**	0,1787**	275,4878**	459,4773**	Pd. S
6	39,1891	0,0025	2,5267	2,9624	P x C x V
92	41,4170	0,0017	1,4020	1,8902	Resíduo

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 2A - Desdobramento das interações P x C e P x V, referente a acumulação de cálcio na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAI, Lavras - MG, 1981

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios
Blocos	4	461,2923**
Níveis de calcário (C)	2	757,5650**
Cultivares (V)	1	204,0992
C x V	2	16,0538
Pd. Co	3	24908,3200**
Pd. C 2,04	3	20387,5200**
Pd. C 4,08	3	19906,1600**
Pd. M	3	38476,2800**
Pd. S	3	26836,8800**
P x C x V	6	84,7632
Resíduo	92	101,2154

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 3A - Desdobramento das interações P x C e P x V, referente a acumulação magnésio na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAJ, Lavras - MG, 1981

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios
Blocos	4	54,7616**
Níveis de calcário (C)	2	1546,4900**
Cultivares (V)	1	12,6160
C x V	2	1,9357
Pd. Co	3	1024,1420**
Pd. C 2,04	3	2596,8720**
Pd. C 4,08	3	2698,7180**
Pd. M	3	3537,9530**
Pd. S	3	2551,1670**
P x C x V	6	19,6067
Resíduo	92	12,7672

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 4A - Desdobramento das interações P x C, P x V e C x V referente a acumulação zinco na parte aérea de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras - MG, 1981

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios
Blocos	4	0,0943**
Cultivares (V)	1	0,4116**
Pd. Co	3	1,2978**
Pd. C 2,04	3	0,9685**
Pd. C 4,08	3	0,4088**
Pd. M	3	1,5738**
Pd. S	3	1,0210**
Cd. M	2	0,3344**
Cd. S	2	0,6923**
P x C x V	6	0,0044
Resíduo	92	0,0089

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 5A - Desdobramento da interação P x V, referente a acumulação de cálcio nas raízes de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras - MG, 1981

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios
Blocos	4	46,0199**
Níveis de calcário (C)	2	31,0517**
Cultivares (V)	1	289,0197**
P x C	6	6,0838
C x V	2	4,8820
Pd. M	3	289,1507**
Pd. S	3	401,1452**
P x C x V	6	0,6102
Resíduo	92	2,8564

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 6A - Desdobramento das interações P x C e C x V, referente a acumulação de magnésio nas raízes de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Lavras - MG, 1981

Causas de variação	G.L.	Quadrado médio
Blocos	4	5,8976
Cultivares	1	146,7883**
P x V	3	5,7630
Pd. Co	3	87,9238**
Pd. C 2,04	3	431,1472**
Pd. C 4,08	3	551,4734**
Cd. M	2	257,5217**
Cd. S	2	453,6993**
P x C x V	6	0,4220
Resíduo	92	2,5095

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 7A - Desdobramento das interações P x C e P x V, referente a acumulação de zinco nas raízes de plantas de mandioca em vasos, com diferentes níveis de fósforo e de calcário - ESAL, Iavras - MG, 1981

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios
Blocos	4	0,0209**
Níveis de calcário (C)	2	0,2985**
Cultivares (V)	1	0,0118*
C x V	2	0,0011
Pd. Co	3	0,2416**
Pd. C 2,04	3	0,1117**
Pd. C 4,08	3	0,0495**
Pd. M	3	0,2389**
Pd. S	3	0,1361**
P x C x V	6	0,0016
Resíduo	92	0,0026

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 8A - Efeitos de níveis de fósforo e de calcário no pH, nos teores de Al, Ca, Mg, P, K, Zn e na saturação de alumínio das amostras do solo coletadas na época da colheita - ESAL, Lavras - MG, 1981

Níveis de calcário (t/ha)	Determinações	Cultivares								Média
		"Mantiqueira"				"Sonora"				
		P ₂ O ₅ (kg/ha)								
		0	200	600	1800	0	200	600	1800	
0,00	pH em água (1:2,5)	5,3	5,2	5,2	5,0	5,3	5,3	5,2	5,0	5,2
	Al troc. (mE/100cm ³)	0,86	0,90	0,90	0,68	0,80	0,84	0,92	0,82	0,84
	Ca (mE/100cm ³)	2,06	2,48	3,02	5,62	1,90	2,24	2,84	4,78	3,12
	Mg (mE/100cm ³)	0,18	0,20	0,20	0,22	0,18	0,18	0,20	0,22	0,20
	P (ppm)	1,6	3,8	17,2	50,6	2,2	5,0	14,4	53,4	18,52
	K (ppm)	91,2	93,6	79,2	52,0	87,2	83,4	71,8	61,2	77,45
	Zn (ppm)	4,03	3,65	3,91	4,41	4,39	3,58	3,48	3,67	3,89
	Sat. alumínio (%) ^{2/}	25,80	23,56	20,82	10,22	25,78	24,18	22,20	13,72	20,78
	2,04	pH em água (1:2,5)	5,1	4,9	5,1	5,3	5,0	5,0	5,2	5,3
Al troc. (mE/100cm ³)		0,38	0,52	0,40	0,30	0,52	0,48	0,46	0,30	0,42
Ca (mE/100cm ³)		4,90	5,27	5,75	9,93	4,40	4,83	5,30	9,45	6,23
Mg (mE/100cm ³)		0,65	0,62	0,64	0,66	0,62	0,65	0,62	0,59	0,63
P (ppm)		2,0	3,6	19,8	43,6	2,0	3,0	17,8	48,8	17,57
K (ppm)		90,4	76,6	64,0	50,2	80,0	77,2	61,8	50,2	68,8
Zn (ppm)		3,82	3,71	4,48	4,09	5,20	3,78	4,82	3,89	4,22
Sat. alumínio (%) ^{2/}		6,17	7,87	5,75	2,72	9,05	7,79	7,03	2,86	6,15
4,08		pH em água (1:2,5)	5,1	5,1	5,2	5,3	5,0	5,1	5,2	5,4
	Al troc. (mE/100cm ³)	0,20	0,20	0,20	0,16	0,30	0,30	0,20	0,20	0,22
	Ca (mE/100cm ³)	9,17	9,57	9,75	13,25	10,21	10,90	12,47	17,23	11,57
	Mg (mE/100cm ³)	1,02	1,12	0,99	0,86	0,90	0,93	1,02	1,14	1,00
	P (ppm)	1,8	4,6	14,0	59,0	2,0	4,6	18,0	56,4	20,0
	K (ppm)	88,2	80,8	63,4	46,2	75,4	71,4	54,4	47,0	65,8
	Zn (ppm)	4,28	4,21	3,79	4,30	4,32	3,89	3,77	3,84	4,05
	Sat. alumínio (%) ^{2/}	1,88	1,80	1,80	1,11	2,58	2,44	1,45	1,07	1,77
	Média	pH em água (1:2,5)	5,2	5,1	5,2	5,2	5,1	5,1	5,2	5,2
Al troc. (mE/100cm ³)		0,48	0,54	0,50	0,38	0,54	0,54	0,53	0,44	-
Ca (mE/100cm ³)		5,38	5,77	6,17	9,60	5,50	5,99	6,87	10,49	-
Mg (mE/100cm ³)		0,62	0,65	0,61	0,58	0,57	0,59	0,61	0,65	-
P (ppm)		1,8	4,0	17,0	51,1	2,1	4,2	16,7	52,9	-
K (ppm)		89,9	83,7	68,9	49,5	80,9	77,3	62,7	52,8	-
Zn (ppm)		4,04	3,86	4,06	4,27	4,64	3,75	4,02	3,80	-
Sat. alumínio (%) ^{2/}		11,28	11,08	9,46	4,68	12,47	11,47	10,23	5,88	-

^{1/} Análises realizadas no laboratório de Química "John Wheelock" do Departamento de Ciência do Solo da ESAL.

^{2/} Saturação de alumínio - $[Al / (Al + Ca + Mg + K)] \times 100$