

DEFICIÊNCIA DE MANGANÊS EM MANDIOCA NO ESTADO DE SERGIPE¹

ZORILDA GOMES DOS SANTOS e EVANDRO ALMEIDA TUPINAMBÁ²

RESUMO - Com o objetivo de verificar a relação entre o aparecimento da clorose internerval de folhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), o estado nutricional das plantas e as condições de solo, foram colhidas e analisadas amostras de folhas de plantas cloróticas e não-cloróticas e amostras de solo em torno das plantas amostradas. O Mn foi identificado como causa da clorose, quando este nutriente chegava abaixo do nível de 20 ppm nas folhas de mandioca. Baixos teores de Mn nas folhas e a exteriorização dos sintomas de deficiência do nutriente ocorreram quando os valores de pH do solo eram superiores a 5,8 e quantidades de Ca⁺⁺ e Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺ no solo acima de 3,8 e.mg/100 g e 5,2 e.mg/100 g, respectivamente.

Termos para indexação: nutrição, clorose, folhas de mandioca.

MANGANESE DEFICIENCY IN CASSAVA IN SERGIPE STATE, BRAZIL

ABSTRACT - This work was carried out in the field to study the relationship among the appearance of intervein chlorosis of the cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaves, the nutritive state of the plants, and the soil conditions. Samples of leaves taken from chlorotic and non-chlorotic plants, as well as, samples from the soil around them, were collected and analyzed. The manganese was the chemical element identified as the cause of cassava's leaf chlorosis. The symptoms of manganese deficiency appeared on the cassava leaves, when this nutrient reached levels below 20 ppm in the leaves. Low contents of Mn in the leaves and appearance of symptoms of its deficiency occurred in cassava when pH values were superior to 5.8 and the quantities of Ca⁺⁺ and Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺ in soil were above 3.8 e.mg/100 g and 5.2 e.mg/100 g respectively.

Index terms: nutrition, chlorosis, cassava leaves.

INTRODUÇÃO

O surgimento de plantas cloróticas distribuídas em manchas de tamanho irregular nos mandiocais de Sergipe vem despertando os cuidados de técnicos e produtores, em função da frequência com que ocorre nas microrregiões homogêneas 125, 128 e 129, como também dos prejuízos causados à produção.

As plantas são atingidas pela clorose no estágio inicial de desenvolvimento. Os sintomas aparecem nas folhas mais velhas, evoluindo rapidamente para as outras. As folhas afetadas mostram clorose entre as nervuras, sendo que estas permanecem em cor verde-escura, passando gradativamente para o verde-pálido à medida que a deficiência se agrava.

De modo geral, as plantas definham e morrem nessa fase; aquelas que sobrevivem desenvolvem-se

de forma precária, produzindo pouca ou nenhuma raiz.

O problema tem surgido em solos de fertilidade natural muito baixa, e que apresentam pH na faixa de 5,5 a 6,5 e ocorre nas plantações instaladas com ou sem correção da fertilidade do solo.

Foram efetuados testes preliminares aplicando-se micronutrientes em pulverização nas plantas atingidas pela clorose, verificando-se uma visível recuperação daquelas que receberam o manganês.

Horowitz & Dantas (1966) e Dantas (1971) referem-se aos teores surpreendentemente baixos de Mn disponível para as plantas na maioria dos solos da zona da Mata do Estado de Pernambuco, atribuindo como causas dessa baixa disponibilidade o clima úmido e quente, elevada precipitação e relativa acidez do solo, que favorecem à lixiviação do Mn e outros elementos.

Brasil. SUDENE (1969) incluiu o estudo do manganês nos seus trabalhos de adubação da mandioca nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Rio Grande do Norte e Paraíba, tendo em vista a resposta dessa cultura a esse nutriente, aplicado em

1 Aceito para publicação em 5 de abril de 1982

¹ Apresentado no 19 Congresso Brasileiro de Mandioca, realizado em Salvador, BA, no período de 25 a 30 de novembro de 1979.

² Eng^o Agr^o, M.Sc., Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE-Aracaju) - EMBRAPA, Caixa Postal 44 - CEP 49000 - Aracaju, SE.

pulverização, no município de Goiânia em Pernambuco.

Fernandes (1972) descreve sintomas semelhantes aos observados em Sergipe, verificados em campos de cultura da mandioca, localizados em solos alcalinos, dos tabuleiros costeiros do Nordeste, desde Alagoas até o Rio Grande do Norte, tendo obtido resposta ao manganês em testes de infiltração foliar de micronutrientes.

O manganês ocorre no solo em três estados: divalente Mn^{+2} , trivalente Mn^{+3} e tetravalente Mn^{+4} . A forma divalente é reconhecida como a forma em que é assimilável pelas plantas. Portanto, condições que favorecem a oxidação do Mn^{+2} e a sua consequente passagem às formas tri e tetravalentes, determinam deficiência do nutriente para as culturas. Assim, Lucas & Knezek (1972) referem-se aos solos bem arejados tendo pH acima de 6,3 como favoráveis à oxidação do Mn^{+2} . Por outro lado, são frequentes os problemas de crescimento de algumas plantas em solos ácidos devido à toxidez de manganês, em razão de a acidez ser condição favorável à sua redução a Mn^{+2} . O Mn pode se tornar não assimilável em solos com muita matéria orgânica e alto pH, devido, provavelmente, à formação de complexos insolúveis entre aquela e esse micronutriente (Malayolta 1970).

A importância do manganês para as plantas está evidenciada em vários trabalhos, destacando-se o papel que deve desempenhar na fotossíntese, porquanto a intensidade desta diminui quando há deficiência deste nutriente. Price et al. (1972) referem-se a específica inativação da "reação de Hill" e à queda brusca do seu teor nos cloroplastos, quando o Mn é deficiente.

A finalidade do presente trabalho é verificar a relação entre a clorose internerval de folhas de mandioca, o estado nutricional das plantas e as condições de solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Arauá, SE, localizada na microrregião homogênea 128, no ano agrícola de 1977/78.

Amostras de folha e de solo foram retiradas de um experimento de adubação da mandioca, instalado em solo classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo, segundo Brasil. SUDENE (1975), que apresentava, aos seis

meses de idade, manchas contendo plantas cloróticas distribuídas em diversas parcelas. Neste experimento, empregou-se o esquema fatorial 3^3 em três blocos incompletos, segundo o grupamento W de Yates, citado por Gomes (1973). Incluíram-se, ainda, seis tratamentos extras, repetidos em cada bloco para estudo dos efeitos da calagem, enxofre e mistura de micronutrientes (Cu, Zn + B + Mo), por presença e ausência. Como fontes de N, P e K utilizou-se, respectivamente, uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, em doses de 0, 60 e 120 kg/ha de cada nutriente (níveis 0, 1 e 2). O calcário (C) foi aplicado na base de 1.000 kg/ha, enquanto que o enxofre (S) e os micronutrientes (M) foram aplicados nas seguintes doses e fontes: 60, 0 kg/ha de S como sulfato de cálcio; 4, 0 kg/ha de Cu como sulfato de cobre comercial; 4, 0 kg/ha de Zn como sulfato de zinco comercial; 1, 0 kg/ha de B como bórax comercial; e 0, 2 kg/ha de Mo como molibdato de sódio.

O calcário foi aplicado a lanças incorporado à profundidade de 20 cm, 30 dias antes do plantio.

Os fertilizantes foram aplicados em dose única no sulco de plantio, à exceção do nitrogênio que foi fracionado em duas doses iguais e aplicado em cobertura, aos 40 e 90 dias após o plantio.

Utilizou-se a cultivar Caravela, por ser a mais difundida na região.

Adotou-se o critério de selecionar parcelas atingidas pela clorose e, nessas parcelas, colher amostras de folhas das plantas cloróticas e não-cloróticas. Para cada amostra de folhas colheu-se a respectiva amostra de solo, que foi retirada à profundidade de 0 - 20 cm, em torno das plantas amostradas.

As amostras de folhas foram obtidas do terço médio da rama. Cada amostra foi constituída de quinze folhas, sem pecíolo. A secagem foi realizada a 70°C por doze horas, conforme Aiyer & Nijayan (1969). O nitrogênio foi determinado pelo método Kjeldahl, o fósforo, colorimetricamente, o potássio, por fotometria de chama e o cálcio, o magnésio e os micronutrientes, por absorção atômica.

As análises de solo foram efetuadas segundo a metodologia descrita por Vertori (1969).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de folhas de plantas cloróticas e não-cloróticas e de solo encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

Nota-se, na Tabela 1, que apenas as variações dos teores de K e Mn nas folhas indicaram relação com os sintomas de clorose das plantas. Os demais nutrientes apresentaram flutuações dentro do limite para plantas normais de mandioca, o que está de acordo com Howeler (1974), Centro Internacional de Agricultura Tropical (1976 e 1978).

TABELA 1. Resultados da análise de amostras de folhas de mandioca obtidas de plantas cloróticas e não cloróticas, aos seis meses após o plantio.

Experimento	Aparência das plantas	%							ppm					
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	B	Mn				
Tratamento	Bloco													
N ₁ P ₀ K ₁	A	4,90	0,214	2,70	0,736	0,247	10,0	45	116	7,5				
N ₂ P ₂ K ₂ C	A	5,55	0,204	1,80	0,576	0,285	5,0	35	133	30,0				
N ₂ P ₂ K ₂ C	A	4,86	0,214	2,40	0,960	0,285	7,5	30	116	7,5				
N ₂ P ₂ K ₁	B	5,18	0,190	1,80	0,736	0,323	7,5	35	100	22,5				
N ₂ P ₂ K ₂ C	B	5,02	0,204	3,00	0,800	0,437	5,0	27	116	12,5				
N ₀ P ₂ K ₀	C	5,98	0,214	3,30	0,672	0,228	5,0	37	133	5,0				
N ₀ P ₂ K ₀	C	5,50	0,190	1,90	0,896	0,266	5,0	37	116	20,0				
N ₁ P ₁ K ₂	C	4,69	0,204	1,70	0,736	0,361	7,5	40	116	40,0				
N ₂ P ₂ K ₂ C	C	6,67	0,180	3,70	0,416	0,380	10,0	42	133	10,0				
N ₂ P ₂ K ₂ C	C	5,48	0,193	2,00	0,800	0,361	7,5	40	133	25,0				
N ₂ P ₂ K ₂ CSM	C	5,52	0,204	3,30	0,768	0,285	7,5	47	133	7,5				
N ₂ P ₂ K ₂ CS	C	5,13	0,190	2,00	0,864	0,304	6,0	27	133	30,0				
N ₂ P ₂ K ₂ CS	C	4,66	0,180	4,00	0,576	0,418	7,5	45	133	10,0				
N ₀ P ₀ K ₀	C	4,67	0,156	2,10	0,928	0,228	7,5	45	100	30,0				
N ₀ P ₀ K ₀	C	4,98	0,193	2,90	1,120	0,304	10,0	52	116	10,0				

As plantas não-cloróticas apresentaram teor normal de K, enquanto as cloróticas evidenciaram um acentuado acréscimo na absorção desse nutriente.

Esta diferença pode ser explicada através dos dados constantes da Tabela 2 na qual se observam teores de Ca⁺⁺ sensivelmente mais altos nos solos das plantas cloróticas, influenciando no aumento da absorção do K, o que está em perfeito acordo com as observações de Epstein (1975), a respeito da influência de um íon na aceleração da absorção de outro íon.

As diferenças encontradas nos teores de Mn em plantas cloróticas e não-cloróticas permitem atribuir que os sintomas são causados por deficiência desse nutriente. Verifica-se, pelos dados da Tabela 1, que as plantas sem clorose apresentaram teor de Mn sempre acima de 20 ppm, resultado concordante com Labanuskas (1965) e Jones Junior (1972), que apontam este teor na matéria seca como o limite abaixo do qual grande número de plantas apresenta sintomas de deficiência de Mn nas folhas.

Observam-se, conforme as Fig. 1, 2 e 3, as variações nos teores de Mn das plantas em relação ao pH e às quantidades de Ca⁺⁺ e Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺ do solo.

A Fig. 1 mostra a tendência de uma maior absorção do Mn quando o pH esteve abaixo de 5,8, o que é compreensível em razão de a acidez ser condição favorável à redução do Mn à forma em que é absorvido pelas plantas. A ocorrência de plantas com baixo teor de Mn na faixa de pH do solo entre 5,8 e 6,6 deve expressar o efeito de outras condições associadas à reação do solo, já que a literatura é unânime em atribuir que diminuição significativa da disponibilidade do nutriente ocorre na faixa de neutralidade e alcalinidade.

A influência do Ca do solo sobre os teores de Mn nas folhas é evidenciada na Fig. 2. Destaca-se o teor de Ca⁺⁺ no solo acima de 3,8 e.mg/100 g como favorável ao aparecimento dos sintomas de clorose na mandioca, pela menor absorção do Mn. Comportamento semelhante foi observado por Moore (1972) ao demonstrar que o Ca inibiu a absorção de Mn por células isoladas de folhas de fumo.

A Fig. 3 mostra inibição na absorção do Mn pelas plantas, em valores de Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺ no solo aci-

TABELA 2. Resultados da análise química de amostras de solo coletadas em torno de plantas de mandioca, cloróticas e não cloróticas aos seis meses após o plantio.

Experimento		Aparência das plantas	pH em água	ppm		e.mg/100 g		
Tratamento	Bloco			K ⁺	P	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺
N ₁ P ₀ K ₁	A	Com clorose	5,8	42	1	4,5	1,4	0,0
N ₂ P ₂ K ₂ C	A	Sem clorose	5,0	26	2	3,8	0,8	0,0
N ₂ P ₂ K ₂ C	A	Com clorose	5,9	33	4	5,0	0,9	0,0
N ₂ P ₂ K ₁	B	Sem clorose	5,2	23	3	3,0	0,7	0,0
N ₂ P ₂ K ₂ C	B	Com clorose	6,4	43	1	5,3	1,0	0,0
N ₀ P ₂ K ₀	C	Com clorose	6,1	43	7	3,8	1,4	0,0
N ₀ P ₂ K ₀	C	Sem clorose	5,4	35	3	2,7	0,9	0,0
N ₁ P ₁ K ₂	C	Sem clorose	5,5	40	3	2,6	1,0	0,0
N ₂ P ₂ K ₂ C	C	Com clorose	5,8	33	5	4,0	1,3	0,0
N ₂ P ₂ K ₂ C	C	Sem clorose	5,3	29	4	3,3	1,0	0,0
N ₂ P ₂ K ₂ CSM	C	Com clorose	6,6	130	14	5,0	1,9	0,0
N ₂ P ₂ K ₂ CS	C	Sem clorose	5,5	47	3	3,1	0,5	0,0
N ₂ P ₂ K ₂ CS	C	Com clorose	6,4	34	5	5,4	2,0	0,0
N ₀ P ₀ K ₀	C	Sem clorose	5,7	26	3	3,2	0,7	0,0
N ₀ P ₀ K ₀	C	Com clorose	6,0	40	12	5,7	2,0	0,0

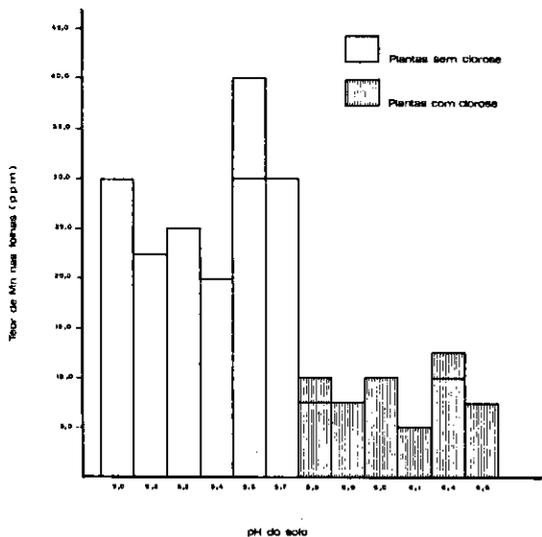


FIG. 1. Absorção de Mn pela mandioca, aos seis meses de idade, em relação ao pH do solo.

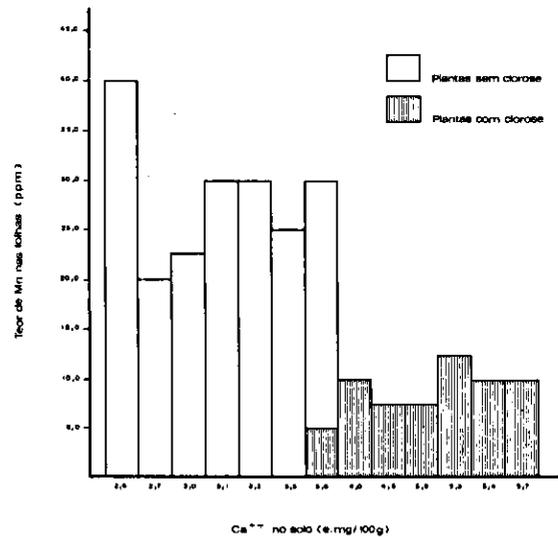


FIG. 2. Absorção de Mn pela mandioca, aos seis meses de idade, em relação aos teores de Ca⁺⁺ no solo.

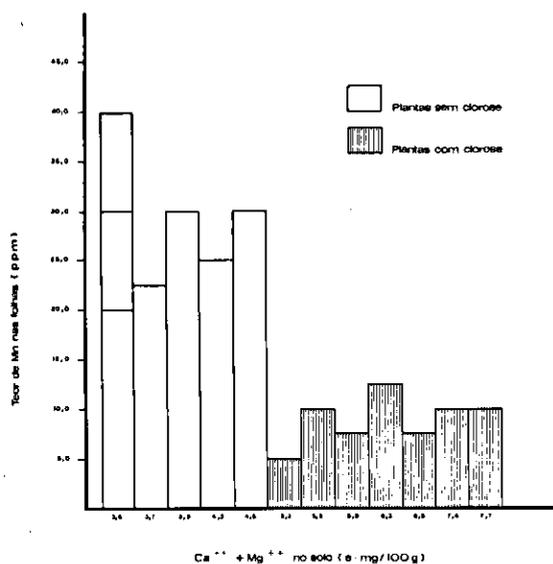


FIG 3. Absorção de Mn pela mandioca, aos seis meses de idade, em relação aos teores de Ca^{++} + Mg^{++} no solo.

ma de 5,2 e.mg/100 g. Estes resultados estão de conformidade com aqueles obtidos por Moore (1972) que, utilizando raízes destacadas de cevada, observaram redução na absorção de Mn em presença de Ca + Mg.

CONCLUSÕES

1. A clorose internerval de mandioca verificada na microrregião homogênea 128, em Sergipe, foi provocada por deficiência de Mn.
2. Identificou-se o teor de 20 ppm de Mn nas folhas de mandioca, como o limite abaixo do qual os sintomas de deficiência do nutriente foram evidentes.
3. As condições de pH, Ca^{++} e Ca^{++} + Mg^{++} do solo apresentaram relação com a queda dos teores de Mn nas folhas e a clorose das plantas; o pH, em valores maiores que 5,8; o Ca^{++} e o Ca^{++} + Mg^{++} , em quantidades acima de 3,8 e.mg/100 g e 5,2 e.mg/100 g, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Técnico Agrícola

Francisco Antônio Oliveira Dantas e ao Senhor Manoel Pereira dos Santos pelo auxílio nos trabalhos de campo; ao PLANALSUCAR/AL - Centro de Análises pela colaboração nas análises de folhas e à Eng^a Agr^a Joana Maria Santos Ferreira pela sua colaboração.

REFERÊNCIAS

- AIYER, R.S. & VIJAYAN, M.R. A sampling technique for foliar diagnosis of the nitrogen and phosphorus status of cassava (*Manihot esculenta* Pohl.) plants. *Sci. Cult.*, 35(5):214-6, 1969.
- ANDERSON, J.M. & PYLIOTIS, N.A. Studies with manganese-deficient Spinache chloroplasts. *Biochim. Biophys. Acta.* 189:280-93, 1969.
- BRASIL. SUDENE. Ação de macronutrientes e manganês na cultura da mandioca em solos de tabuleiros costeiros do Nordeste. Recife, 1969. 29p.
- BRASIL. SUDENE. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado de Sergipe. Recife, SUDENE/EMBRAPA/DRN/MA/CONTAP/USAID/ETA, 1975. 506p. (EMBRAPA. Boletim Técnico, 36. SUDENE. Série Recursos de Solos, 6).
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, Cali, Colômbia. Níveis de nutrientes em folhas superiores de Yuca. Cali, 1978. Quadro apresentado em apostila do Curso sobre mandioca, promovido pelo CIAT.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, Cali, Colômbia. Problemas no cultivo da mandioca. Cali, 1976. 127p.
- DANTAS, H. da S. Manganês e cátions permutáveis na unidade Utinga. *Pesq. agropec. bras. Sér. Agron.*, 6:27-30, 1971.
- EPSTEIN, E. *Nutrição mineral das plantas; princípios e perspectivas.* São Paulo, Ed. Universidade de São Paulo, 1975. 341p.
- FERNANDES, C.S. Clorose por deficiência manganês em mandioca. In: REUNIÃO DA COMISSÃO NACIONAL DA MANDIOCA, 6, Recife, 1972. Recife, s.ed., 1972. p.53.
- GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental.* 5.ed. Piracicaba, Nobel, 1973. 448p.
- HOROWITZ, A. & DANTAS, H. da S. Geoquímica dos elementos menores nos solos de Pernambuco. I. Manganês na zona da Mata e no Sertão. *Pesq. agropec. bras.*, 1:383-90, 1966.
- HOWELER, R.H. *Análisis foliar de algunos cultivos tropicales.* Cali, 1974. 22p.
- JONES JUNIOR, J.B. Plant tissue analysis for micronutrients. In: SYMPOSIUM HELD AT MUSCLE CHOALS OF MICRONUTRIENTS IN AGRICULTURE. Alabama, 1972. *Proceedings . . .* Madison, Soil Science Society of America, 1972. p.319-46.

- KANNAN, S. Factors related to iron absorption by enzymically isolated leaf cells. *Plant Physiol.*, 44: 1457-60, 1969.
- LABANUSKAS, C.K. Manganese. In: CHAPMAN, H.D., ed. *Diagnostic criteria for plants and soils*. Riverside, 1965. Cap. 19. p.264-85.
- LUCAS, R.E. & KNEZEK, B.D. Climatic and soil conditions promoting micronutrient deficiencies in plants. In: SYMPOSIUM HELD AT MUSCLE CHOALS OF MICRONUTRIENTS IN AGRICULTURE. Alabama, 1971. *Proceedings...* Madison, Soil Science Society of America, 1972. Cap. 12. p.265-88.
- MOORE, D.P. Mechanisms of micronutrient uptake by plants. In: SYMPOSIUM HELD AT MUSCLE CHOALS OF MICRONUTRIENTS IN AGRICULTURE, Alabama, 1971. *Proceedings...* Madison, Soil Science Society of America, 1972. Cap. 10. p.231-42.
- MALAVOLTA, E. Funções dos micronutrientes. In: _____ . *Curso pós-graduado de solos e nutrição de plantas; nutrição mineral de plantas*. Piracicaba, 1970. p.49-82. Mimeografado.
- PRICE, C.A.; CLARK, H.E. & FUNKHOUSER, E.A. Functions of micronutrients in plants. In: SYMPOSIUM HELD AT MUSCLE CHOALS OF MICRONUTRIENTS IN AGRICULTURE, Alabama, 1971. *Proceedings...* Madison, Soil Science Society of America, 1972. Cap. 10. p.231-42.
- VETTORI, L. *Métodos de análises de solo*. Rio de Janeiro, Equipe Pedol. Fert. Solo, 1969. 24p. (Bol. Téc., 7).