

- GUIMARÃES, R. F. & GOMES, F. P. - Comportamento de espécies de *Eucalyptus* em solo arenito pobre. São Paulo, Cia Paulista de Estradas de Ferro, Serviço Florestal, 1957. 38p. (Bol. 10)
- GURGEL FILHO, O. A. - Silvicultura no cerrado. In: Simpósio sobre o cerrado. São Paulo, Editora da USP, 1963. pp.383-408.
- HAAG, H. P.; ROCHA FILHO, J. V. de C. & OLIVEIRA, G. D. - Ciclagem de nutrientes em florestas implantadas de *Eucalyptus* e *Pinus*. II. Contribuição das espécies de nutrientes na mata. O Solo, Piracicaba, 70:28-31, 1978.
- KARSCHON, R. - Soil evolution as affected by *Eucalyptus*. In: Segunda Conferência Mundial do Eucalipto, FAO, Relatórios e Documentos. São Paulo, 2:897-904, 1961.
- PACÍFICO HOMEM, V. - A cultura do eucalipto no melhoramento do solo. In: Segunda Conferência Mundial do Eucalipto, FAO, Relatórios e Documentos. São Paulo, 2:911-925, 1961.
- ROCHA FILHO, J.V. de C.; HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D. & PITELLI, R. A. - Ciclagem de nutrientes em florestas implantadas de *Eucalyptus* e *Pinus*. I. Distribuição no solo e na mata. Anais da E.S.A. «Luiz de Queiroz» 35: 1978 (No prelo).
- SETZER, J. - Os solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Geografia, IBGE, 1949. 387p. (Publ. 6)

EFEITO DA CALAGEM E DE NUTRIENTES NO RENDIMENTO DA MANDIOCA (*MANIHOT ESCULENTA* CRANTZ) EM SOLO SOB VEGETAÇÃO DE CERRADO ⁽¹⁾

S. PERIM ⁽²⁾; E. LOBATO ⁽²⁾ & E. Z. GALRÃO ⁽²⁾

RESUMO

Visando avaliar o efeito da calagem e de nutrientes no rendimento de raízes, amido e parte aérea (folhas e ramas) da mandioca, conduziu-se um experimento de campo em um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura argilosa, originalmente sob vegetação de cerrado. Foram utilizados, além da testemunha (solo virgem), um tratamento denominado «completo», que continha calcário, N, P, K, S, B, Cu, Mn, Mo e Zn, e outros dez tratamentos, formados a partir desse completo, pela omissão do calcário ou de um nutriente de cada vez.

Apenas a testemunha e os tratamentos onde se omitiu, ou o fósforo, ou o potássio, ou o zinco, apresentaram rendimento da mandioca significativamente inferior (raízes, amido e parte aérea), em relação ao tratamento completo.

SUMMARY: EFFECT OF LIMING AND NUTRIENTS ON YIELD OF CASSAVA (*MANIHOT ESCULENTA* CRANTZ) GROWN IN CERRADO SOIL

To evaluate the effect of liming and nutrients on yields of the cassava roots, starch content and aerial parts (leaves and stems), a field experiment was conducted on a Dark Red Latosol of clay texture, originally under «cerrado» vegetation. The experiment consisted of an unfertilized control (virgin soil); a complete fertilizer treatment consisting of limestone and nutrients (N, P, K, S, B, Cu, Mn, Mo, and Zn) and ten other treatments, each omitting limestone or one of the nutrients.

Only the control and those treatments lacking either phosphorus, or potassium or zinc showed a significant reduction in yield (roots, starch content and aerial part), when compared to the complete fertilizer treatment.

INTRODUÇÃO

Os solos sob vegetação de cerrado ocupam uma região de aproximadamente 180 milhões de hectares e caracterizam-se pela baixa fertilidade natural. A calagem e a adubação são práticas necessárias para uma exploração racional dos solos desta região (CPAC, 1976). Os estudos sobre calagem e adubação para a cultura da mandioca são praticamente inexistentes nesses

tipos de solos. Por outro lado, trabalhos realizados em outros locais, citam o fósforo e o potássio como os nutrientes mais limitantes (Gomes *et alii*, 1973; CIAT, 1976 e 1977, e Gomes, 1977). Lorenzi & Pereira (1975), estudando a influência do calcário em solos ácidos e com baixos teores de cálcio e magnésio, não obtiveram aumentos de produção de mandioca pela aplicação de calcário.

Quanto aos micronutrientes, apenas a aplicação de zinco tem proporcionado aumento

⁽¹⁾ Trabalho apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 8 a 13 de julho de 1979, Manaus (AM). Recebido para publicação em outubro de 1979 e aprovado em abril de 1980.

⁽²⁾ Pesquisadores do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina (DF).

significativo de rendimento (Lorenzi & Pereira, 1975, e Howeler, Cadavid e Calvo, 1977).

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da calagem e de nutrientes no rendimento da mandioca em solo de cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de novembro de 1976 a maio de 1978 em um Latossolo Vermelho-Escuro, distrófico, de textura argilosa, fase cerrado (Brasil, 1966), localizado no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Planaltina (DF). Os resultados da análise química do solo são apresentados no quadro 1.

Aplicaram-se 2,0t/ha de calcário dolomítico, sendo que metade da dose foi distribuída antes da aração (30 dias antes do plantio) e, a outra, incorporada através da gradagem (15 dias antes do plantio). Usou-se um calcário com 75,9% de PRNT, 30,1% CaO e 18,9% MgO. Em seguida, aplicou-se no sulco, a mistura dos nutrientes conforme os tratamentos, nas seguintes quantidades por hectare: 100kg de P_2O_5 (superfosfato triplo, 45% P_2O_5), 60kg de K_2O (cloreto de potássio, 60% K_2O), 60kg de S (enxofre elementar, 100% S), 4kg de Zn (óxido de zinco, 81% Zn), 1kg de B (bórx, 11,3% B), 0,3kg de Mo (molibdato de sódio, 40% Mo), 4kg de Cu (quelato de cobre, 13% de Cu) e 3kg de Mn (óxido de manganês, 87,5% Mn). O nitrogênio foi aplicado em cobertura, na dose de 60kg/ha de N (uréia 43,5% N), dividido em três vezes, respectivamente aos 30, 60 e 90 dias após o plantio, empregando-se em cada vez 20kg de N/ha.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com doze tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se, além da testemunha (solo virgem), de um denominado «completo», contendo calcário, N, P, K, S, B, Cu, Mn, Mo e Zn. Outros dez tratamentos foram formados a partir do «completo», pela omissão do calcário ou de um nutriente de cada vez.

O cultivar de mandioca usado foi o 'Branca-de-Santa-Catarina'. As manivas, com 20cm de comprimento, foram plantadas a 10cm de profundidade, no sentido horizontal, e separadas do adubo através de uma camada de solo de 5cm de espessura. Cada parcela foi constituída de cinco linhas, com 9m de comprimento, espaçadas de 1,0m, com espaçamento entre plantas de 0,6m.

Aos 19 meses após o plantio, foram colhidas as três fileiras centrais de cada parcela, deixando-se 1,20m nas extremidades como bordadura. A área útil de cada parcela 3 x 6,6 = 19,8m² continha 33 plantas. Logo após a colheita, foi feita a pesagem das raízes e da parte aérea, determinando-se o teor de amido pelo método da balança hidrostática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que, nas parcelas testemunha (solo virgem), ocorreu o maior decréscimo no rendimento de raízes, amido e parte aérea (Figuras 1, 2 e 3). Tal decréscimo foi de 71, 71 e 60%

respectivamente, para raízes, amido e parte aérea, em relação ao tratamento «completo».

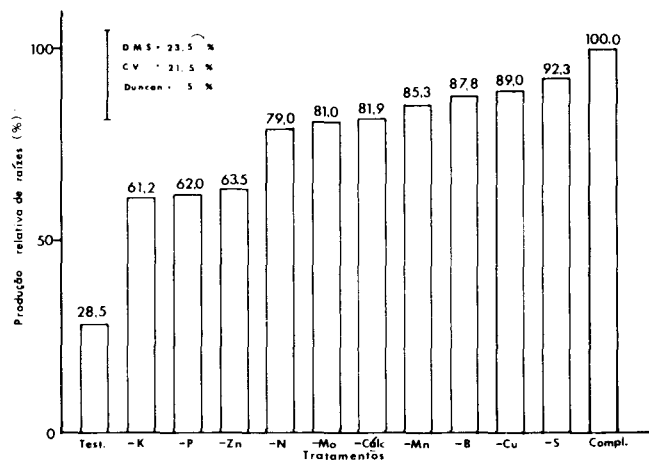


Figura 1. Efeito da calagem e nutrientes na produção relativa de raízes de mandioca (produção relativa 100% = 19,6t/ha de raízes)

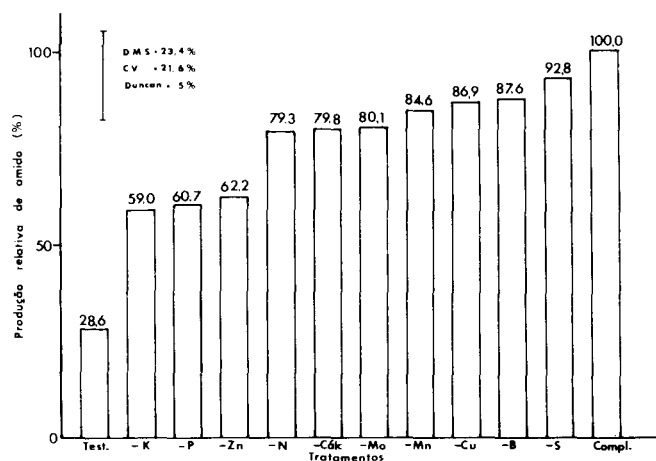


Figura 2. Efeito da calagem e nutrientes na produção relativa de amido de mandioca (produção relativa 100% = 6,1t/ha de amido)

Entre os nutrientes estudados, apenas a omissão do fósforo, ou de potássio, ou do zinco, apresentou decréscimo significativo no rendimento de raízes, amido e parte aérea, em rela-

Quadro 1. Análise química do solo utilizado, amostrado antes da instalação do experimento

Profundidade	pH em água (1 : 2,5)	Al ³⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	K ⁺	Sat.(1) em Al ³⁺	P
cm		meq/100ml			%	ppm
0-20	4,4	1,9	0,5	0,04	78	0,5
20-40	4,5	1,6	0,3	0,02	83	traços

(1) Saturação em alumínio = $[Al^{3+} / (Al^{3+} + Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+})] \cdot 100$.

ção ao tratamento «completo» (Figuras 1, 2 e 3). De acordo com Yost (1977), o nível crítico de fósforo para o milho, em Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa, é de 11 ppm, quando extraído pelo método de Carolina do Norte, mas, em trabalho realizado na Colômbia, Howeler (1977) mostrou ser de 9 ppm o nível crítico para a mandioca: com esse pressuposto, era de esperar resposta ao fósforo, visto que o teor médio desse elemento, nas parcelas que não o receberam, foi de 0,5 ppm (Quadro 1). Respostas da mandioca à adubação fosfatada, em solos deficientes nesse elemento, foram obtidas em vários trabalhos (Normanha & Peireira, 1950 e 1951; Gomes *et alii*, 1973, e CIAT, 1976 e 1977).

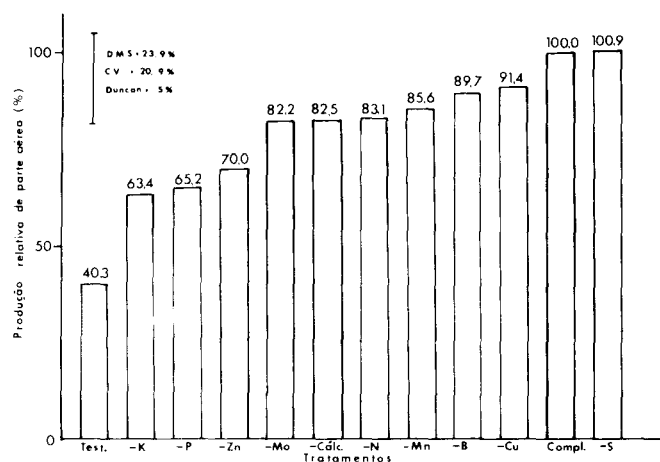


Figura 3. Efeito da calagem e nutrientes na produção relativa da parte aérea (folhas + ramas) de mandioca (produção relativa 100% = 8,1t/ha da parte aérea)

Lorenzi & Pereira (1975) determinaram que o potássio é o elemento extraído do solo em maior quantidade pela cultura da mandioca, estando sua importância relacionada com a translocação do amido para as raízes (Malavolta *et alii*, 1954). Howeler (1977) determinou o nível crítico de potássio no solo para a mandioca, como sendo de 0,15 meq/100ml. Conforme Souza *et alii* (1979), o nível crítico de potássio no solo do experimento, para o milho, é de 0,12 meq/100ml, quando extraído pelo método de Carolina do Norte. Isso explica, portanto, a resposta da cultura a esse macronutriente, visto que o teor médio desse elemento no solo virgem é de 0,03 meq/100ml (Quadro 1).

Dos micronutrientes estudados, o zinco foi o único cuja omissão provocou um decréscimo significativo no rendimento de raízes, amido e parte aérea, em relação ao tratamento «completo». Vários autores (Freitas, McLung & Lott, 1960; Igue & Gallo, 1960, e Galvão; Suhel & Souza, 1978) obtiveram respostas de diversas culturas à aplicação de zinco em vários tipos de solo sob cerrado. Lopes (1975), analisando 518 amostras de solos sob cerrado, verificou que 95% dessas amostras possuíam teores de zinco abai-

xo do nível crítico estabelecido pelo autor, ou seja, de 1 ppm quando extraído pelo método de Carolina do Norte. Isso explica, em grande parte, as respostas obtidas com a aplicação de zinco nos trabalhos anteriormente citados. No presente trabalho, não foi determinado o teor de zinco nas parcelas que não receberam esse elemento. Contudo, Galvão; Suhel & Souza (1978) encontraram no mesmo tipo de solo usado para este experimento, teores médios de zinco de 0,4 ppm, extraído pelo método de Carolina do Norte. Portanto, a resposta da mandioca à aplicação de zinco foi devida, provavelmente, ao baixo teor desse elemento no solo. Tal resultado confirma aqueles obtidos por Lorenzi & Pereira (1975) e Howeler *et alii* (1977), em que o zinco é, dos micronutrientes, o mais limitante no rendimento da mandioca.

O emprego do calcário não proporcionou resposta significativa, apesar de o solo possuir baixos teores de cálcio e magnésio e alta saturação de alumínio (Quadro 1). Essa ausência de resposta da mandioca à aplicação de calcário em solos ácidos foi encontrada também por outros pesquisadores, como Conceição; Tavares & Guimarães (1970) e Lorenzi & Pereira (1975). Em trabalhos realizados pelo CIAT (1977), no qual se avaliou a tolerância de diversas culturas à acidez do solo, a mandioca mostrou-se a mais tolerante, seguida por arroz, milho, sorgo e feijão: isso, portanto, pode explicar em parte a falta de resposta da mandioca à calagem.

Não foi observada resposta da cultura à aplicação de nitrogênio. Das 518 amostras de solos sob cerrado analisadas por Lopes (1975), 85% possuíam teores de matéria orgânica acima do nível crítico considerado pelo autor, ou seja, 1,5%, o que é uma indicação do potencial de suprimento de nitrogênio natural desses solos. Em trabalho realizado na mesma unidade de solo do experimento, com teor de matéria orgânica de 3,0%, para a cultura do milho, o suprimento natural de nitrogênio do solo foi capaz de manter produções médias de 3t/ha de milho, o que equivale a uma liberação anual de nitrogênio de cerca de 60kg/ha, durante seis cultivos (Grove; Ritchey & Naderman, no prelo). Presume-se, portanto, que a falta de resposta ao nitrogênio seja devida à liberação desse elemento para a planta, através da mineralização da matéria orgânica.

LITERATURA CITADA

- BRASIL. Escritório de Pesquisa e Experimentação, Equipe de Pedologia e Fertilidade do solo - Levantamento semidetalhado dos solos de áreas do Ministério da Agricultura do Distrito Federal, Rio de Janeiro, 1966. 135p. (Bol. 8).
- CIAT - Centro Internacional de Agricultura Tropical - Sistemas de Producción de yuca. Suelos y nutrición de la planta. Informe anual, 1976. B65-B74.
- CIAT - Centro Internacional de Agricultura Tropical - Sistemas de producción de yuca. Suelos y nutrición de la planta. Informe anual, 1977. C59-C69.
- CONCEIÇÃO, A. J.; TAVARES, F. D. & GUIMARÃES, C. D. - Calagem em solos para mandioca. Universidade Federal da Bahia, Série Pesquisa, 1(1):53-60, 1973.

- CPAC - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - Relatório técnico anual. Brasília, 1976. 150p.
- FREITAS, L. M. M.; McLUNG, A. & LOTT, W. L. - Fields studies on fertility problems of two brazilian campos cerrados soils. New York, IBEC Research Institute, 1960. 20p. (Bol. 21)
- GALRÃO, E. Z.; SUHET, A. R. & SOUZA, D. M. G. - Efeito de micronutrientes no rendimento e na composição química do arroz (*Oryza sativa* L.) em solo de cerrado. R. bras. Ci. do Solo, 2:129-132, 1978.
- GOMES, J. C. - Adubação da cultura da mandioca. In: CURSO INTENSIVO NACIONAL DE MANDIOCA, 2. Cruz das Almas, 1977 (Mimeografado)
- GOMES, J. C.; SOUZA, R. F.; REZENDE, J. O. & LEMOS, L. B. - Efeitos de N, P, K e S, micronutrientes e calagem na cultura da mandioca. Cruz das Almas, IPEAL, 1973. 85p. (Bol. Téc. 20)
- GROVE, T. L.; RITCHEY, K. D. & NADERMAN, JR. G. C. - Nitrogen fertilization of maize on an Oxisol of the Cerrado of Brazil. Agronomy Journal (No prelo)
- HOWELER, R. H. - La fertilización de la yuca. In: CURSO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LA YUCA. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1977. p.150-162.
- HOWELER, R.H.; 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 ROOTS CROPS, 4th., Cali, Colombia, 1976. Proceedings. Ottawa, Canada, International Development Research Center, 1977. p.113-117.
- IGUE, K. & GALLO, J. R. - Zinc deficiency on corn in São Paulo. New York IBEC Research Institute, 1960. (Bol. 20)
- LOPES, A. S. - A survey of the fertility status of soils under «cerrado» vegetation in Brazil. Tese MS - Soil Science. North Carolina State University, Raleigh, U.S.A., 1975, 138 f.
- LORENZI, J. O. & PEREIRA, A. S. - Inventário sobre pesquisa de adubação da mandioca no Estado de São Paulo. Instituto Agrônomo de Campinas, 1975. 58p. (Mimeografado)
- MALAVOLTA, E.; PACHECO, J. A. C.; GRANER, E. A.; COURRY, T. & BRASIL SOBRINHO, M. O.C. do. - Estudos sobre a alimentação mineral da mandioca (*Manihot utilissima* Pohl) - Anais da E.S.A. «Luiz de Queiroz», 11: 21-40, 1954.
- NORMANHA, E. S. & PEREIRA, A. S. - Aspectos agrônômicos da cultura da mandioca (*Manihot utilissima* Pohl). Bragantia 10:179-202, 1950.
- NORMANHA, E. S. & PEREIRA, A. S. - Adubação da mandioca no Estado de São Paulo. Bragantia, 11:181-94, 1951.
- SOUZA, D. M. G.; RITCHEY, K. D.; LOBATO, E. & GOEDERT, W. J. - Potássio em solo de cerrado. II. Balanço no solo. R. bras. Ci. do Solo, 3:33-36, 1979.
- YOST, R. S. - Effect of rate and placement on availability and residual value of phosphorus in an oxisol of Central Brazil. Tese PhD - Soil Science. North Carolina State University, Raleigh, U.S.A., 1977. 160 f.

COMISSÃO V - GÊNESE, MORFOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO DO SOLO

RELAÇÃO ENTRE DISTRIBUIÇÃO DE SOLOS E SEMELHANÇA GEOMÉTRICA DE BACIAS DE DRENAGEM NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU, SP ⁽¹⁾

W. A. CARVALHO ⁽²⁾; G. C. R. PIEDADE ⁽³⁾; A. M. DE CARVALHO ⁽²⁾
& I. M. DENADAI ⁽⁴⁾

RESUMO

Com a finalidade de comparar e caracterizar áreas pedologicamente diferentes, treze bacias hidrográficas de terceira ordem de ramificação, localizadas na região oeste do município de Botucatu, foram estudadas pelo método de semelhança geométrica e análise dimensional, utilizando os parâmetros: maior comprimento e maior largura das bacias; comprimento do rio principal; comprimento total da rede; perímetro e área das bacias.

Confeccionou-se o mapa da rede de drenagem da área, decalcando-se nele o traçado da distribuição de solos, de acordo com a carta de solos do Estado de São Paulo. Calcularam-se as percentagens de ocorrência dos solos em cada bacia hidrográfica. Não foi possível uma nítida separação geométrica entre as bacias hidrográficas de terceira ordem de ramificação devido à pequena variação entre os valores de diferenciação de razões quadráticas (0,008 a 1,768). A maior similaridade geométrica foi verificada para as bacias contidas integralmente em uma única unidade de solo.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em julho de 1979 e aprovado em maio de 1980.

⁽²⁾ Departamento de Ciências do Solo da Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu - UNESP.

⁽³⁾ Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu - UNESP.

⁽⁴⁾ Estagiária da primeira autora na disciplina de Fotopedologia e terceiranista da Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu - UNESP.