

# AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DE UM SOLO DE VÁRZEA (GLEI HÚMICO) PARA A CULTURA DO ARROZ<sup>1</sup>

MIRALDA BUENO DE PAULA<sup>2</sup>, JANICE GUEDES DE CARVALHO<sup>3</sup>,  
ANTÔNIO A. SOARES<sup>2</sup> e FRANCISCO DIAS NOGUEIRA<sup>4</sup>

**RESUMO** - As deficiências nutricionais de um solo Gleí Húmico, para a cultura do arroz (*Oryza sativa* L.), cultivar MG 1 foram identificadas, em casa de vegetação. Os tratamentos constituíram de testemunha (solo natural), completo (N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn), e completo menos um nutriente de cada vez. Na ausência de N a absorção de nutrientes foi menor em relação ao tratamento completo. A omissão de N e P reduziu a produção de matéria seca em 60 e 20%, respectivamente. A omissão de K, Cu e Zn tendeu a reduzir a produção de matéria seca total, e a omissão de Ca e Mg tendeu a limitar a produção de matéria seca das raízes. O teor de matéria orgânica não mostrou ser um bom indicador da disponibilidade de N nesse solo, e os níveis críticos adotados não foram efetivos na indicação da disponibilidade de P, Cu e Zn nas condições do ensaio.

Termos para indexação: deficiências nutricionais, *Oryza sativa*.

## EVALUATION OF SOIL FERTILITY STATUS OF A LOWLAND (HUMIC GLEY) SOIL TO RICE CROP

**ABSTRACT** - In order to find out nutrient deficiencies and their relative importance for plant growth, a greenhouse experiment was conducted using rice plants growing in pots with a Humic Gley soil, at the water saturation level, using the missing element technique. The treatments were: control (no fertilizer added); complete fertilizer treatment (N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn and Zn) and complete minus one nutrient each of the time. It was verified a marked reduction in dry matter production in absence of N and P. The omission of K, Cu, Zn also reduced the dry matter yields but such reductions were not significant. It seems that the omission of Ca and Mg reduced root dry matter yield. The data indicate that soil organic matter levels was not related to N availability in this soil. They also indicated that critical levels adopted were not adequate to measure the available P, Cu and Zn in this soil to rice plants.

Index terms: nutrient deficiencies, *Oryza sativa*.

## INTRODUÇÃO

O aproveitamento racional das várzeas constitui a melhor opção para expansão da fronteira agrícola e intensificação da agricultura. Levantamentos recentes indicam a existên-

cia de 30 milhões de hectares de várzeas irrigáveis no Brasil (Lamster, s.d.), sendo que o estado de Minas Gerais possui cerca de 1,5 milhão de hectares de várzeas aptas para uma exploração econômica com altos rendimentos agrícolas (Ruralminas 1980).

A área de plantio com arroz vem crescendo nas várzeas, em substituição ao plantio de sequeiro, por apresentar maior estabilidade de produção, e de acordo com Moraes (1980), por ser o arroz uma planta hidrófila, é a que mais se adapta às condições encontradas nas várzeas no período das chuvas. Culturas como

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 25 de maio de 1989.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., M.Sc., Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Caixa Postal 176, CEP 37200 Lavras, MG.

<sup>3</sup> Enga.-Agra., Dra., Dep. Ciência do Solo/ESAL, Caixa Postal 37, CEP 37200 Lavras, MG.

<sup>4</sup> Eng.-Agr., Dr., EMBRAPA/EPAMIG, Lavras, MG.

trigo, feijão, hortaliças e forrageiras são viáveis em solos de várzeas e poderão ser incorporadas no aproveitamento agrícola destas áreas, no inverno.

Além da variabilidade das características químicas e físicas que interferem na obtenção de maiores produtividade nas várzeas, a complexidade destes solos exige estudos multidisciplinares que viabilizem sua utilização.

Giúdice et al. (1979) consideram que o melhoramento de plantas, controle de pragas e doenças, irrigação e drenagem são importantes no aumento da produtividade, porém os autores citam que a nutrição mineral adequada das plantas é responsável por 50% do aumento da produtividade.

As deficiências nutricionais podem ser avaliadas através do cultivo das plantas em vasos, utilizando-se a técnica do elemento faltante. Segundo Malavolta & Muraoka (1985), o ensaio em vasos indica o elemento ou elementos limitantes do crescimento e a composição mineral, e permite uma determinação qualitativa da resposta esperada. Na literatura existem poucas informações que caracterizam as deficiências nutricionais das várzeas, e a técnica do elemento faltante constitui o primeiro estágio de avaliação da fertilidade do solo.

O presente experimento, conduzido em casa de vegetação, teve por objetivo verificar as deficiências nutricionais de macro e micronutrientes para a cultura do arroz, permitindo, assim, a avaliação da fertilidade de um solo Gleic Húmico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação, em vasos com capacidade para 5 kg de solo, utilizando a técnica da diagnose por subtração (Sanchez 1976).

Foi utilizado um solo Gleic Húmico (HGH) de Lambari, MG, sendo as amostras coletadas na profundidade de 0 a 20 cm. As características, determinadas segundo Vettori (1969), são: pH H<sub>2</sub>O (5,3); Ca (0,8 emg/100 g); Mg (0,3 emg/100 g); Al (1,5 emg/100 g); Sat Al (55%); P (14 mg k<sup>-1</sup>); K (47 mg kg<sup>-1</sup>); Cu (2,4 mg kg<sup>-1</sup>); Fe (185 mg k<sup>-1</sup>) Mn

(15,7 mg kg<sup>-1</sup>); Zn (1,1 mg kg<sup>-1</sup>); M.O. (10,1%); argila (38%); limo (34%); areia (28%). O solo coletado foi secado ao ar e tamizado em peneira com malha de 2 mm.

Os tratamentos consistiram de: Testemunha (solo natural), completo (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn) e completo menos um nutriente de cada vez, à exceção de S. O delineamento foi inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos, fontes e doses são apresentados na Tabela 1. Os nutrientes foram aplicados na forma sólida, e o solo foi homogeneizado após a aplicação. A umidade do solo foi mantida a 100% do volume total de poros, sendo controlada através da pesagem diária dos vasos e utilizando-se água desmineralizada. A planta-teste foi o arroz, var. MG-1, sendo plantadas dez sementes por vaso. Após o desbaste foram conduzidas cinco plantas até a fase de emborrachamento. Na colheita, as plantas foram cortadas rente ao solo, e as raízes, retiradas por peneiragem. A parte aérea e as raízes foram lavadas em água desmineralizada e secadas em estufa a 60°C até peso constante.

Foram feitas análises de variância para as características: peso da matéria seca da parte aérea e raízes, e quantidades de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn na parte aérea. As médias dos tratamentos foram comparadas utilizando-se o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, conforme Pimentel-Gomes (1984). As concentrações de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica; o K, por fotometria de chama; o P, por colorimetria; o N, pelo método micro Kjeldahl, conforme Sarruge & Haag (1974).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos resultados de produção de matéria seca da parte aérea e raízes, tem-se uma indicação do fornecimento de nutrientes pelo solo, quais os elementos deficientes, e a importância relativa dessa deficiência. Pelos dados apresentados na Tabela 2, verifica-se que os maiores decréscimos de produção de matéria seca da parte aérea se deram na ausência de N (60%), seguida do P (22%) e Zn (8%). Pesquisadores do IRAT, citados por Sanchez (1976), consideram deficiência séria o fato de a produção de matéria seca cair em 60% ou mais, comparada à obtida no tratamento com-

**TABELA 1. Fontes e doses de nutrientes aplicados em solo HGH contido em vasos com capacidade para 5 kg.**

Nutrientes	Fonte mg/vaso	Tratamentos										
		Completo	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-B	-Cu	-Fe	-Mn	-Zn
N	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	856		656	530	539	530	856	856	856	856	856
N e P	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>				536	536	536					
K e P	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	556	556					556	556	556	556	556
K e S	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	204	204	556	366	556	556	204	204	204	204	204
Ca	CaCL <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	366	366				366	366	366	366	366	366
Ca e N	Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O			590								
Mg e S	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	512	512		512			512	512	512	512	512
Mg	MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O			422		422						
B	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40
Cu e S	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	100	100	100	100	100	100	100		100	100	100
Fe e S	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	48	48	48	48	48	48	48	48		48	48
Mn e S	MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	46	46	46	46	46	46	46	46	46		46
Zn e S	ZnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	154	154	154	154	154	154	154	154	154		154

pleto. Segundo Black (1968), o crescimento das plantas é mais freqüentemente limitado pela deficiência de N do que de outros nutrientes. Pelos dados de análise química do solo, observa-se que o teor de matéria orgânica era alto, segundo os padrões estabelecidos pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1978). Peterson (1965), em experimentos com NPK para a cultura do arroz, obteve altas respostas para N, pequenos aumentos para P e falta de resposta a K. Experimentos conduzidos no Vale do Paraíba com adubação NP por Leite et al. (1970) apresentaram maiores respostas à adubação nitrogenada seguida da fosfatada.

Na omissão do P houve uma redução significativa na produção de matéria seca da parte aérea, tendo o solo um teor de P (14 ppm). Goedert et al. (1971) obtiveram uma produção máxima de arroz num planossolo com 20 a 30 ppm de P disponível, determinado pelo método Carolina do Norte. Machado et al. (1985) não observaram efeito da adubação fosfatada na produção de cinco safras de arroz em um Alfissolo cujo teor de P disponível (extrator Mehlich) era de 7,4 ppm, e concluíram que o extrator utilizado não se mostrou

**TABELA 2. Produção de matéria seca da parte aérea e raízes de arroz, var. MG-1, cultivado em solo HGH, em vasos com 5 kg de solo. Lavras.**

Tratamentos	Matéria seca g/5 plantas		
	Parte aérea	Raízes	Total
Completo	28.15 a	16.51 a	44.65 a
Testemunha	10.02 c	6.74 c	16.76 c
- N	10.76 c	7.11 c	17.87 c
- P	22.60 b	13.42 ab	36.07 b
- K	28.00 a	12.12 ab	40.50 ab
- Ca	30.16 a	13.56 ab	43.72 a
- Mg	29.57 a	15.00 ab	44.56 a
- B	30.59 a	16.31 ab	46.90 a
- Cu	29.30 a	13.01 b	42.31 ab
- Fe	28.70 a	16.04 ab	45.69 a
- Mn	28.10 a	16.73 a	44.83 a
- Zn	25.99 ab	15.42 ab	41.44 ab
DMS 5%	4.81	3.46	6.92
C.V. %	6.5	7.81	5.26

Valores seguidos pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si ao nível de 5% pelo teste Tukey.

adequado para indicar a disponibilidade de P nesse solo para o arroz irrigado. Segundo Sanchez (1976), em solos inundados a redução de  $Fe^{+++}$  a  $Fe^{++}$  proporciona maior liberação do P, que é readsorvido em novas formas de maior disponibilidade. Novais et al. (1972) concluem que a eficiência de um extrator para determinar o P "disponível" real irá depender das formas de adsorção deste elemento predominantes no solo.

A omissão de Zn reduziu a produção de matéria seca da parte aérea, mas esta não foi significativamente diferente da produção obtida no tratamento completo. Esta redução na produção de matéria seca não era esperada, pois o teor de Zn (1,1 ppm) estava dentro do nível crítico estabelecido por Ritchey et al. (1976) para cerrado (1 ppm - Carolina do Norte). Este fato indica que é possível que o nível crítico de Zn para arroz em solo de várzea deva ser superior a 1 ppm, para este extrator.

Em relação à matéria seca de raízes, a menor produção foi obtida pela omissão do N, sendo de 60%, comparada ao tratamento completo. Segundo Fageria (1984), são escassas as informações sobre o efeito de N no desenvolvimento do sistema radicular do arroz.

Na ausência de P, a queda de produção de matéria seca de raízes foi de 20%. Esta redução é confirmada em trabalho conduzido por Fageria (1984), que obteve maior produção de raízes com aplicação de P.

Nos tratamentos em que houve omissão de K, Ca, Mg, a produção de matéria seca de raízes foi reduzida em 27%, 18% e 10%, respectivamente, embora não diferindo significativamente do tratamento completo. Os dados são concordantes com os obtidos por Fageria (1984). O autor cita que para o desenvolvimento do sistema radicular da planta do arroz é necessário maior concentração de K, seguida do Ca e Mg.

Considerando a ausência de micronutrientes, a maior redução de matéria seca de raízes foi causada pela omissão de Cu. Hunter, citado por Lopes (1983), considera como crítica

para solos sob cerrado 1 ppm de Cu. Segundo Galvão et al. (1984), não existe um nível crítico de Cu para várzeas. No solo do presente experimento, o Cu disponível (2,4 ppm) pode ter sido, em parte, complexado pelo alto teor de matéria orgânica (10,1%) diminuindo sua disponibilidade.

A omissão do B, Fe e Mn não causou redução da produção de matéria seca de raízes e parte aérea. Como o solo utilizado apresentou alto teor de matéria orgânica, supõe-se que, segundo Gupta (1979), o B liberado pela mineralização da matéria orgânica tenha sido suficiente para suprir as necessidades da planta. Galvão et al. (1978) também verificaram que não houve efeito na omissão de B sobre o rendimento do arroz. Quanto ao Fe, o problema para a cultura de arroz tem sido mais relacionado à toxidez em plantios irrigados, do que a deficiência. Os níveis considerados tóxicos vão de 300 a 500 ppm (Ponnamperuma et al. 1955). No solo em questão, o teor de Fe de 185 ppm parece ter sido adequado. Cox & Kamprath, citados por Galvão et al. (1978), consideraram como nível crítico de Mn 5 ppm em solo com pH igual a 6,0. No presente trabalho, o teor de Mn no solo foi de 15,7 ppm a um pH mais baixo (5,3), o que explica a falta de resposta a este micronutriente.

Considerando a produção de matéria seca total, observa-se que a omissão de N e P mostraram maiores efeitos prejudiciais. A omissão de K, Cu, Zn, embora eles tenham provocado redução na produção de matéria seca total, esta não diferiu estatisticamente do tratamento completo.

Na Tabela 3 são apresentadas as quantidades de nutrientes observadas na parte aérea das plantas. Na ausência de N, verifica-se que foi significativamente menor a absorção dos nutrientes analisados, em relação ao tratamento completo, o que justifica a redução drástica na produção de matéria seca da parte aérea e raízes. Conforme Simpson (1961), a manutenção de um teor adequado de N disponível no solo é essencial para uma eficiente absorção de P pela planta.

TABELA 3. Quantidade de nutrientes na parte aérea do arroz, cv. MG-1, em solo HGII, Lavras.

Tratamentos	Nutrientes								
	g/5 plantas					mg/5 plantas			
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
Completo	0.14 ab	0.047 ab	0.269 ab	0.06 a	0.067 a-c	0.191 ab	3.59 ab	25.60 ab	0.95 a-c
Testemunha	0.05 c	0.012 e	0.084 d	0.015 c	0.019 d	0.048 c	2.50 ab	7.99 d	0.33 d
- N	0.05 c	0.022 b-e	0.193 c	0.021 bc	0.016 d	0.039 c	0.36 b	12.75 cd	0.29 d
- P	0.14 ab	0.037 b-d	0.213 bc	0.042 a-c	0.054c	0.131 b	1.18 b	18.24 bc	1.14 a
- K	0.17 a	0.033 cd	0.065 d	0.068 a	0.085 a	0.203 ab	2.35 b	24.75 ab	1.06 a-c
- Ca	0.22 a	0.054 ab	0.279 a-c	0.062 a	0.068 a-c	0.153 ab	1.48 b	27.07 ab	1.21 ab
- Mg	0.15 a	0.045 a-c	0.244 a-c	0.078 a	0.052 a-c	0.168 ab	2.11 b	31.88 a	1.24 a
- B	0.20 a	0.058 a	0.321 a	0.068 a	0.076 ab	0.235 a	4.26 ab	29.78 a	1.21 ab
- Cu	0.18 a	0.054 ab	0.303 ab	0.066 a	0.070 a-c	0.174 ab	7.29 a	25.18 ab	1.10 a-c
- Fe	0.18 a	0.046 a-c	0.269 a-c	0.064 a	0.077 ab	0.178 ab	4.64 ab	25.30 ab	1.09 a-c
- Mn	0.16 a	0.49 a-c	0.275 a-c	0.072 a	0.079 a-c	0.176 ab	5.40 ab	25.52 ab	0.98 a-c
- Zn	0.14 ab	0.042 a-d	0.285 a-c	0.051 ab	0.062 bc	0.190 ab	4.87 ab	26.55 ab	0.81 c
DMS 5%	0.088	0.20	0.10	0.03	0.021	0.090	4.84	9.5	0.359
CV %	9.4	6.73	14.2	8.4	11.3	9.56	17.86	13.7	11.3

Valores seguidos pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si ao nível de 5% pelo teste Tukey.

Na omissão do P, houve maior absorção de Zn, e ainda as relações Zn/P foram mais amplas, quando comparadas ao tratamento completo. Bingham & Garber (1960) sugerem que o  $H_2PO_4^-$  reduz a absorção de Zn por processos externos à planta. Contudo, Burleson et al. (1961) indicam a possibilidade de antagonismo P-Zn dentro da raiz.

No tratamento em que se omitiu o K, a absorção deste nutriente foi significativamente menor quando comparada ao tratamento completo, e as relações K/Ca e K/Mg foram quatro vezes menores quando comparadas ao tratamento completo.

A absorção de Fe foi maior na ausência de Zn, Cu e Mn, mas não significativamente diferente do tratamento completo. As relações Fe/Zn (4,2), Fe/Cu (18,7) e Fe/Mn (0,14) no tratamento completo foram mais estreitas do que as relações Fe/Zn (6,7), Fe/Cu (41,8) e Fe/Mn (0,21) nos tratamentos em que se omitiu Zn, Cu e Mn, o que confirma a citação de Buckman & Brady (1967). Segundo estes autores, existe uma relação antagônica entre os elementos. A presença de Zn, Cu e Mn diminui a absorção de Fe.

## CONCLUSÕES

1. As omissões de N, principalmente seguidas de P, K, Zn e Cu, provocaram reduções na produção de matéria seca.
2. A omissão de Ca e Mg também limitou a produção de matéria seca de raízes.
3. O teor de matéria orgânica não se mostrou bom indicador da disponibilidade de N nesse solo, e os níveis críticos estabelecidos não foram efetivos para indicação da disponibilidade de P, Cu e Zn, o que sugere novos estudos sobre determinações de níveis críticos para esse solo de várzea.

## REFERÊNCIAS

- BINGHAM, F.T. & GARBER, M.J. Solubility and availability of micronutrients in relation to phosphorus fertilization. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 24:209-13, 1960.
- BLACK, C.A. *Soil-plant relationships*. 2.ed. New York, John Wiley, 1968. 792p.

- BUCKMAN, H.D. & BRADY N.C. **Natureza e propriedade dos solos**. New York, USAID, 1967. p.504-21.
- BURLESON, C.A.; DACUS, A.D.; GERARD, C.J. The effect of phosphorus fertilization in the zinc nutrition of several irrigated crops. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 25:365-368, 1961.
- 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.
- FAGERIA, N.K. **Adubação e nutrição mineral da cultura do arroz**. Goiânia, Ed. Campus, 1984. 341p.
- GALRÃO, E.Z.; SOUZA, D.M.G.; PERES, J.R.R. Caracterização de deficiências nutricionais em solos de várzeas da região de cerrados. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 19(9):1091-1101, 1984.
- GALRÃO, E.Z.; SUHET, A.R.; SOUZA, D.M.G. de. Efeito de micronutrientes no rendimento e na composição química do arroz em solo de cerrado. *Rev. bras. Ci. Solo*, 2:129-132, 1978.
- GIÚDICE, R.M. del.; FREIRE, F.M.; TANAKA, R.T. Nutrição mineral e adubação do arroz. *Inf. Agropec.*, 5(55):40-50, 1979.
- GOEDERT, W.J.; PATELLA, J.F.; MORAIS, J.F.V. Formas de fósforo num planossolo do Rio Grande do Sul e sua disponibilidade para a cultura do arroz irrigado. *Pesq. agropec. bras.*, série Agron., 6:39-43, 1971.
- GUPTA, U.C. Boron nutrition of crops. *Adv. Agron.*, 31:273-307, 1979.
- LAMSTER, E.C. Programa Nacional de Aproveitamento Racional de Várzeas - Provárzeas Nacional. In: BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Produção Agropecuária. **Provárzeas Nacional, 1 hectare vale por 10**. Brasília, s.d. p.7-11. (Informação Técnica, 1).
- LEITE, N.; GARGANTINI, H.; HUNGRIA, L.S. Efeito da adubação nitrogenada e fosfatada em cultura de arroz em condições de várzea irrigada. *Bragantia*, Campinas, 29(11):115-25, 1970.
- LOPES, A.S. **Solos sob cerrado: características, propriedades e manejo**. s.l., Instituto Internacional da Potassa, 1983. 162p.
- MACHADO, M.O.; DIAS, A.D.; GOMES, A. da S.; PAULETTO, E.A. Efeito do fósforo e de calcário em cinco safras de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 14. Pelotas, 1985. *Anais*. . . Pelotas, EMBRAPA/CPATB, 1985. p.219-225.
- MALAVOLTA, E. & MURAOKA, T. **Avaliação do estado nutricional e da fertilidade do solo**. Métodos de vegetação diagnose por subtração em vasos. Piracicaba, CENA-USP, 1985. 7p. (Mimeografado).
- MORAIS, O.P. Algumas opções para várzeas - Arroz. *Inf. Agropec.*, 6(65):47-48, 1980.
- NOVAIS, R.F.; BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V.; FAJARDO, C.M.; AMARAL, F.A.L. Níveis ótimos de NPK na adubação de arroz irrigado em solos de várzea da Mata, Minas Gerais. *Ceres*, 19(101):63-77, 1972.
- PETERSON, F.J. Rice fertilization. **Annual Progress Report Louisiana Agricultural Experiment Station**, Crowley, 57:68-91m 1965.
- PIMENTEL-GOMES, F. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Piracicaba, POTAFOS, 1984. 160p.
- PONNAMPERUMA, F.N.; BRADFIELD, R.; PEECH, M. Physiological disease of rice attributable to iron toxicity. *Nature*, 175: 265-269, 1955.
- RITCHEY, K.D.; COX, F.R.; YOST, R.S. Residual effects of zinc applications. In: NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY. Soil Science Department Joint NCSU. **Cornell Research at Cerrado Center of Brazil**; Annual Report, 1975. Raleigh, N.C., 1976. p.34-39.
- RURALMINAS. Coordenadoria de Irrigação e Drenagem. Programa de aproveitamento de várzeas do Estado de Minas Gerais PROVÁRZEAS, MG. *Inf. Agropec.*, 6(65):8-13, 1980.
- SANCHEZ, P.A. **Properties and management of soils in the tropics**. New York, J. Wiley, 1976. 618p.

SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.

SIMPSON, K. Factors influencing uptake of phos-

phorus by crops in southeast Scotland. **Soil Sci.**, 92(1):1-14, 1961.

VETTORI, L. **Métodos de análise de solo**. s.l., s.ed., 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).