

# IDENTIFICAÇÃO DE DEFICIÊNCIAS DE MICRONUTRIENTES EM CINCO SOLOS DE VÁRZEAS DA REGIÃO DE CERRADOS DE MINAS GERAIS<sup>1</sup>

CLEIDE APARECIDA DE ABREU<sup>2</sup>, ALFREDO SCHEID LOPES<sup>3</sup> e  
DIVA DE SOUZA ANDRADE<sup>4</sup>

**RESUMO** - Existem poucas informações referentes a possíveis problemas de deficiências de micronutrientes nos solos de várzeas do Brasil, fato que justificou este trabalho, com os seguintes objetivos: a) avaliar as deficiências de micronutrientes, determinando a importância relativa das mesmas; b) avaliar a diminuição da fertilidade natural em relação a micronutrientes, por meio de quatro cultivos sucessivos de milho (*Zea mays* L.). Foram utilizados os materiais de solo Gleí Húmico, Gleí Pouco Húmico e Orgânico de Uberaba (MG); Aluvial e Gleí Húmico de Careaçú (MG), coletados na camada de 0 cm - 20 cm de profundidade. Os tratamentos constituíram-se de: testemunha; completo, completo menos um micronutriente de cada vez, e completo menos micronutrientes mais FTE-BR15. A médio prazo, verificou-se efeito depressivo somente na ausência de Zn no GHC. A curto prazo observou-se queda de produção de matéria seca na ausência de Zn no GHC e na presença de FTE-BR 15 no AL e GHC. As deficiências observadas no primeiro cultivo foram atenuadas no quarto cultivo. Estes resultados justificam a necessidade de avaliações criteriosas da disponibilidade de micronutrientes, antes da adoção de medidas preventivas e/ou corretivas dos problemas.

Termos para indexação: *Zea mays* técnica do elemento faltante, milho.

## IDENTIFICATION OF MICRONUTRIENTS DEFICIENCIES IN FIVE LOWLAND SOILS FROM THE CERRADO REGION OF MINAS GERAIS

**ABSTRACT** - Few data concerning micronutrient problems are available in lowland soils of Brazil, fact that justified this work with the following objectives: a) evaluate deficiencies of micronutrients determining the relative importance of these deficiencies; b) evaluate the reduction of natural soil fertility in relation to micronutrients, through four successive corn (*Zea mays* L.) croppings. The soil materials were Humic Gley (GH), Low Humic Gley (GPH) and Organic (ORG) from Uberaba, Minas Gerais State, Brazil, and Aluvial (AL) and Humic Gley (GH) from Careaçú, Minas Gerais State, Brazil with the following treatments: natural soil, complete; complete minus one micronutrients each time, and complete minus micronutrients plus FTE-BR 15. Considering the accumulative top dry matter yields for the four consecutive crops, it was observed that only the omission of Zn led yield depression and only in the HGC. For the first cropping depressions in yield were observed by omission of Zn in the GH and by addition of FTE-BR 15 in the AL and GH. Deficiencies observed for the first cropping were attenuated in the fourth cropping. These data justify the necessity of adequate evaluation of micronutrient availability in these soils, before making generalizations in preventing and/or correcting micronutrients problems.

Index terms: *Zea mays*, missing element technique, corn.

## INTRODUÇÃO

Na região de cerrados existem cerca de doze milhões de hectares de várzeas, o que se constitui um imenso potencial para exploração agrícola e produção de alimentos (Rassini et al. 1984).

As áreas de várzeas possuem, em geral, uma somatória de características favoráveis, tais como: boas características físico-químicas, boa topogra-

fia, facilidade de mecanização em algumas situações e possibilidade de irrigação contínua. Este último aspecto é de suma importância considerando a seca e/ou veranicos como fatores altamente limitantes da produção de certas regiões onde se encontram inseridas estas várzeas. Por outro lado, nestas áreas são encontrados desde solos eutróficos até distróficos e textura bastante variada indo de arenosa a argilosa, pois, estes solos são formados a partir de sedimentos carreados de diversas fontes, que podem ou não ter o mesmo caráter litológico. Esse aspecto faz com que a correção e/ou a manutenção da fertilidade torne um assunto bastante complexo.

Conforme Abreu (1985), o uso de adubações contendo macronutrientes, nos solos de várzeas, é

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 23 de abril de 1987.  
Pesquisa Financiada pelo PROVÁRZEAS.

<sup>2</sup> Enga.-Agra., M.Sc., Bolsista do CNPq, EPAMIG, Caixa Postal 295, CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

<sup>3</sup> Eng. - Agr., Ph.D., ESAL, Caixa Postal 37, CEP 37200 Lavras, MG.

<sup>4</sup> Enga.-Agra. Bolsista do CNPq.

de considerável importância para a maximização da produção. Entretanto, no que se refere aos micronutrientes, as informações são bastante incipientes. Dentre os micronutrientes, o boro parece ser o mais limitante da produção de batatinha, soja e trigo nos diversos tipos de solos de várzeas, seguindo-se o cobre e/ou o zinco em algumas situações (Galvão et al. 1984, Coqueiro & Andrade 1974, Hiroce et al. 1971, Gargantini et al. 1970, Nóbrega & Gargantini 1965, e Souza citado por Galvão et al. 1984).

Apesar da importância dessas áreas para o processo produtivo brasileiro, estas em sua maioria ainda não são utilizadas, em decorrência, dentre outros fatores, da baixa disponibilidade de informação em termos da avaliação da fertilidade atual e potencial.

Em face do exposto, o presente trabalho teve por objetivos avaliar as deficiências nutricionais de micronutrientes determinando a importância relativa das mesmas e verificar a diminuição da fertilidade natural em relação aos micronutrientes por meio de cultivos sucessivos.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob condições de casa de vegetação, utilizando a técnica do elemento faltante ou diagnóstico por subtração.

Foram utilizadas amostras superficiais (0 cm - 20 cm) de cinco materiais de solos classificados como: 1) Glei Húmico (GH), 2) Glei Pouco Húmico (GPH), 3) Orgânico (ORG), localizados em Uberaba, MG, situados na área de influência do rio Uberaba, circundados principalmente por Latossolo Vermelho-Escuro sob vegetação de cerrados; 4) Aluvial (AL), e 5) Glei Húmico (GH), coletados na área de influência do rio Sapucaí no município de Careagu, MG, circundados por solos com horizonte B incipiente e B textural. Algumas características químicas e físicas dos solos testados são mostradas na Tabela 1.

Utilizaram-se vasos de 3.370 cm<sup>3</sup> de material de solo secado ao ar e passado em peneira com abertura de 5 mm. Para cada solo, foi feito um experimento, com os tratamentos distribuídos no delineamento em blocos ao acaso, em três repetições. Os tratamentos constituíram-se de: testemunha (solo natural); completo (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn); completo menos um micronutriente e completo menos micronutrientes mais FTE-BR 15. As doses dos nutrientes (kg/ha) e as respectivas fontes foram: 200 N (CO (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>); 200 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O); 100 K<sub>2</sub>O (KCl); 100 SO<sub>4</sub> (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); 100 Mg (MgCl<sub>2</sub> 6H<sub>2</sub>O); 2,0 B (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> 10H<sub>2</sub>O); 0,5 Co (CoCl<sub>2</sub> 6H<sub>2</sub>O); 4,0 Cu (CuCl<sub>2</sub>); 0,5 Mo (Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>

6H<sub>2</sub>O); 6 Zn (ZnO); 6,0 Fe (FeCl<sub>3</sub> 6H<sub>2</sub>O); 6,0 Mn (MnCl<sub>2</sub> 4H<sub>2</sub>O) e; 50 de FTE-BR 15. Considerou-se, para efeito de cálculo, 1 ha = 2.000 m<sup>3</sup>. Nos tratamentos que receberam calagem, esta foi calculada, tomando como base o método de incubação segundo Muzilli (1974), para elevação do pH a 5,5, utilizando CaO P.A.. Após a aplicação das quantidades de corretivo e homogeneização, os materiais de solo foram incubados por quinze dias à umidade de 70% do espaço poroso. Os sais de P, K, Mg e o CaO e FTE-BR 15. foram misturados ao material de solo em forma sólida, enquanto que os micronutrientes foram aplicados em solução. O N foi parcelado em quatro aplicações após a emergência do milho, aplicado na água de irrigação em intervalos de sete dias.

Foram realizados quatro cultivos sucessivos, utilizando como planta-teste o milho híbrido Agrocere AG 162, sendo distribuídas sete sementes/vaso desbastando-se para cinco plantas uma semana após a emergência. A irrigação foi controlada diariamente de forma a preencher 50% do volume total de poros (VTP) ocupados por água no Orgânico e Glei Húmico de Uberaba e 70% do VTP ocupados por água nos demais materiais de solo.

No terceiro e quarto cultivos foram feitas novas adubações seguindo-se as doses aplicadas no primeiro cultivo exceto para CaO. As quantidades de CaO aplicadas nesses cultivos, foram baseadas no pH em H<sub>2</sub>O, teores de Ca, Mg e Al determinados em subamostras dos tratamentos completo e testemunha após o segundo e terceiro cultivos.

Decorridos 45 dias após a semeadura, a parte aérea foi colhida e retiradas as raízes por peneiragem. Em seguida, a parte aérea foi secada a 60°C - 65°C até atingir peso constante, pesada, moída para posteriores análises de micronutrientes.

Foram feitas determinações de Cu, Fe, Mn, Zn e B na parte aérea do milho no primeiro e quarto cultivo. O extrato dos quatro primeiros micronutrientes foi obtido pela digestão em metanol ácido, conforme Hunter (1975) e a determinação foi feita por espectrometria de absorção atômica. O B foi determinado de acordo com o método da curcumina de Dible et al., conforme Jackson (1970). No solo, foram feitas análises químicas após o primeiro e quarto cultivo de: Cu, Fe, Mn e Zn, extraídos pelo HCl 0,05N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025N, pH-H<sub>2</sub>O, segundo Vettori (1969) e; B pelo método da água quente, conforme Jackson (1970).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Produção cumulativa de matéria seca da parte aérea do milho referente aos cinco materiais de solo (quatro cultivos)

Para facilidade de discussão, adotou-se a apresentação dos dados de produção de matéria seca, em forma relativa, tendo como base o tratamento completo com produção igual a 100%. As médias foram comparadas em relação ao tratamento com-

TABELA 1. Resultados das análises químicas e granulométricas dos cinco materiais de solo ao natural, coletados na camada de 0 cm - 20 cm de profundidade (média de três repetições).

Características	GHC	AL	GHU	ORG	GPH
pH H <sub>2</sub> O <sup>1</sup>	4,6	4,8	5,2	5,2	4,9
Al (meq/100 g) <sup>1</sup>	3,0	3,0	1,7	0,8	0,1
Ca (meq/100 g) <sup>1</sup>	1,9	0,6	0,8	6,6	4,5
Mg (meq/100 g) <sup>1</sup>	0,7	0,4	0,4	0,9	1,4
K (meq/100 g) <sup>1</sup>	0,17	0,10	0,19	0,26	0,11
P (ppm) <sup>1</sup>	18	5	20	19	4
N Total (%) <sup>1</sup>	0,27	0,13	0,54	0,64	0,70
Cu (ppm) <sup>1</sup>	5,3	5,0	1,6	0,5	25,4
Zn (ppm) <sup>1</sup>	4,5	2,0	2,2	3,0	3,9
Mn (ppm) <sup>1</sup>	13,3	18,7	15,5	22,1	437,7
B (ppm) <sup>1</sup>	0,4	0,2	0,3	0,1	1,4
Fe (ppm) <sup>1</sup>	279	657	134	115	652
C (%) <sup>2</sup>	7,09	2,20	10,90	18,50	2,14
Argila (%) <sup>3</sup>	45,5	42,0	27,0	34,5	13,5
Limo <sup>3</sup>	13,5	28,0	12,5	16,0	35,5
Areia (%) <sup>3</sup>	41,0	30,0	60,5	49,5	51,0

<sup>1</sup> Vettori (1969)<sup>2</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1979) C = Carbono orgânico<sup>3</sup> Day (1965)

GHC = Glei Húmico de Careaçú

AL = Aluvial

GHU = Glei Húmico de Uberaba

ORG = Orgânico

GPH = Glei Pouco Húmico

pleto, usando o teste Dunnett ao nível de 5% de probabilidade conforme Steel & Torrie (1960).

Verifica-se, que somente na ausência de Zn no GH de Careaçú houve queda significativa de produção de matéria seca, sendo esta, de 16,5% em relação ao completo (Fig. 1). A queda de produção na ausência de Zn foi, até certo ponto, inesperada, pois, Lopes (1983) sugere um nível crítico de 1,0 ppm para solos de cerrado, quando se emprega, na extração, o Mehlich 1. Apesar de não existir um nível crítico de Zn para solos de várzeas, observa-se (Tabela 1) que o solo GH de Careaçú apresentou um teor de Zn muito acima do nível crítico indicado para solos de cerrados. Estes resultados sugerem a necessidade de um conhecimento integrado dos fatores que afetam a disponibilidade de Zn, métodos de análise bem como interpretação dos resultados de análise do solo.

Outra observação que merece destaque é a comparação dos dados de produção de matéria seca (g/vaso) para o tratamento testemunha: GH de

Uberaba (8,85), ORG (23,06), GPH (12,39), AL (3,90) e GH de Careaçú (11,16). Estes dados permitem inferir que o solo Aluvial possui menor fertilidade natural seguindo-se os solos Gleis e Orgânico. Entretanto, deve-se ressaltar, que no solo Orgânico, mesmo apresentando maior fertilidade, para se obter produtividades elevadas, uma vez, que no tratamento completo, a produção de matéria seca atingiu 45,02 g/vaso. Além deste fato, estes resultados demonstram, claramente, a variabilidade do potencial de fertilidade dos solos de várzeas, possivelmente, em função do material constitutivo e/ou pela natureza dos materiais transportados pelos respectivos rios ou tributários.

#### Efeito do Boro

A omissão de boro não afetou a produção de matéria seca da parte aérea tanto no primeiro como no quarto cultivo em nenhum dos solos estudados (Tabela 2).

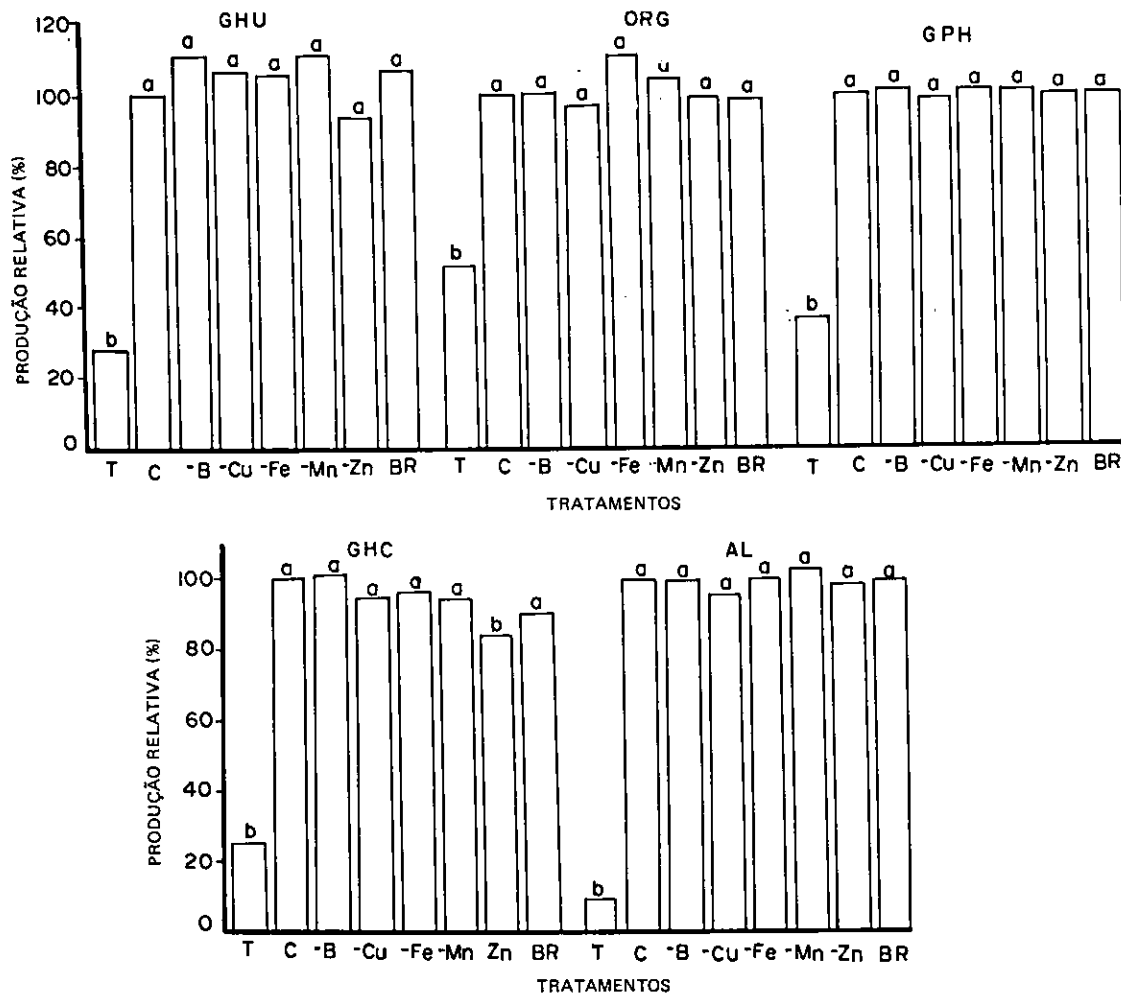


FIG. 1. Produção relativa de matéria seca da parte aérea do milho - dados cumulativos (4 cultivos) nos materiais de solos Glei Húmico, Orgânico, Glei Pouco Húmico de Uberaba e Glei Húmico e Aluvial de Careaçú.

\* médias seguidas pela mesma letra em relação ao tratamento completo não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Dunnett.

Ainda não foi determinado um nível crítico de boro extraível para solos de várzeas. Sanchez (1976) sugere uma amplitude de 0,1 ppm a 0,7 ppm como crítica quando se emprega, na extração de B do solo, o método da água quente. Entretanto, esse autor ressalta a importância de se levar em consideração o pH e a textura do solo para interpretação desse parâmetro. Adotando-se o valor de 0,1 ppm como crítico, os dados da Tabela 1 indicam que apenas no solo orgânico, esperar-se-ia deficiência de B. Contudo, nota-se que o teor de B nesse solo após o quarto cultivo (Tabela 3) permaneceu igual ao solo natural (Tabela 1) sugerindo uma liberação de B de uma forma não disponível no

decorrer deste período. Como esse solo possui elevado teor de matéria orgânica (32%), possivelmente, a liberação de B foi via mineralização desta, fato este que pode ser inferido pelo acentuado decréscimo no volume de material de solo observado nos vasos. Conforme, Malavolta (1980), apesar de a turmalina ser o mineral primário mais significativo em termos de fornecimento deste nutriente, considera-se, entretanto, que a matéria orgânica é a fonte de B mais importante para a planta a qual, pela mineralização, libera-o para a solução do solo.

Com base nestes resultados e em decorrência da falta de dados para B solúvel ou extraível dos solos

TABELA 2. Produção de matéria seca da parte aérea do milho referentes ao primeiro e quarto cultivo nos cinco materiais de solo (média de três repetições).

Tratamento <sup>1</sup>	GHC		AL		GHU		ORG		GPH	
	1.º	4.º	1.º	4.º	1.º	4.º	1.º	4.º	1.º	4.º
	-----g/vaso-----									
T	4,18 b	1,39 b	1,32 b	0,74 b	3,97 b	0,99 b	13,94 b	1,41 b	6,89 b	1,26 b
C	21,28 a	11,48 a	18,56 a	13,41 a	12,78 a	0,62 a	23,83 a	6,79 a	17,57 a	7,52 a
- B	21,37 a	11,62 a	17,46 a	12,60 a	15,77 a	7,44 a	22,70 a	7,88 a	15,22 a	9,21 a
- Cu	21,04 a	10,33 a	16,75 a	12,28 a	14,95 a	6,56 a	21,10 a	7,55 a	15,99 a	8,83 a
- Fe	20,91 a	10,05 a	16,63 a	13,17 a	15,14 a	6,81 a	24,80 a	8,36 b	17,69 a	8,92 a
- Mn	20,13 a	11,25 a	18,49 a	13,18 a	15,97 a	6,90 a	23,15 a	8,14 a	17,31 a	7,94 a
- Zn	18,11 b	9,04 b	16,46 a	13,54 a	13,48 a	5,99 a	20,54 a	7,91 a	15,90 a	8,57 a
BR 15	17,88 b	10,92 a	16,06 b	13,49 a	14,77 a	6,22 a	20,47 a	7,07 a	17,37 a	7,83 a
CV%	6,62	9,70	5,67	5,42	16,88	7,98	11,49	8,36	10,69	12,37

<sup>1</sup> Em cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra em relação ao tratamento completo não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

GHC = Glei Húmico de Careaçu; AL = Aluvial; GHU = Glei Húmico de Uperaba; ORG = Orgânico e GPH = Glei Pouco Húmico.

de várzeas, há necessidade de estudos que permitam correlacionar graus de respostas à aplicação de fertilizantes contendo B e análise do solo para este micronutriente.

Outro aspecto que merece ser destacado, e que justifica a ausência de queda de produção de matéria seca na ausência de B é a concentração deste micronutriente na parte aérea (Tabela 4). O teor de B tanto no primeiro como no quarto cultivo indicam suficiência deste nutriente, segundo Lockman citado por Jones & Eck (1973). Esses autores, admitem como adequado um teor de 7 ppm - 25 ppm de B para o milho aos 30 a 45 dias após a emergência.

#### Efeito do Cobre

A semelhança do que aconteceu com o boro, nenhum dos solos estudados mostrou efeito depressivo na produção de matéria seca pela omissão de cobre (Tabela 2).

Como não foi, ainda, satisfatoriamente determinado um nível crítico de Cu para estes solos, tomou-se como base o teor de 1,0 ppm sugerido por Lopes & Cox (1977) para solos de cerrados e pelo Programa Internacional de Avaliação e Melhoramento da Fertilidade do Solo (Hunter 1973). Considerando-se este nível crítico válido para solos

de várzeas; quatro dos cinco solos seriam suficientes neste micronutriente. Entretanto, a omissão de Cu do tratamento completo não mostrou qualquer efeito detrimental na produção de matéria seca no solo Orgânico, embora este apresentasse um teor de Cu abaixo do nível crítico, além, de possuir 32% de matéria orgânica. Segundo Allison (1973), Stevenson (1982) e Malavolta (1980), solos com alto teor de matéria orgânica possuem grandes chances de resposta a Cu, uma vez, que este micronutriente forma complexos pouco solúveis com a matéria orgânica, reduzindo sua disponibilidade para as plantas.

A falta de consistência sobre a validade ou não do nível crítico de 1,0 ppm quando se emprega, na extração de Cu o método Mehlich 1, sugere a necessidade de um conhecimento integrado dos fatores que afetam sua disponibilidade, de métodos de análise bem como a interpretação dos resultados de análise do solo.

Outra informação interessante pode ser obtida pela observação da concentração de Cu na parte aérea (Tabela 4). Estes dados de concentração indicam, que mesmo com um teor de 4,7 ppm de Cu na parte aérea do milho, não houve aparecimento de sintomas de deficiência deste micronutriente. Esta concentração está de acordo com a obtida

TABELA 3. Teores de micronutrientes e pH do solo, após o primeiro e quarto cultivo referentes aos cinco materiais de solos (média de três repetições).

Tratamento <sup>1</sup>	GHC		AL		GHU		ORG		GPH	
	1.º	4.º	1.º	4.º	1.º	4.º	1.º	4.º	1.º	4.º
----- pH H <sub>2</sub> O -----										
T	4,5 b	4,6 b	4,3 b	4,2 b	5,0 b	4,5 b	4,9 a	5,0 a	5,0 b	4,9 b
C	5,0 a	4,9 a	4,7 a	4,9 a	4,7 a	4,9 a	5,0 a	4,9 a	5,6 a	5,3 a
----- B (ppm) -----										
C	1,0 a	3,3 a	0,3 a	3,4 a	0,3 a	0,8 a	0,9 a	1,0 a	0,32 a	0,6 a
- B	0,1 b	0,2 b	0,1 b	0,1 b	0,0 b	0,1 b	0,1 b	0,1 b	0,0 b	0,1 b
----- Cu (ppm) -----										
C	3,7 a	4,7 a	5,1 a	8,3 a	1,2 a	1,4 a	0,6 a	0,9 a	26,0 a	26,1 a
- Cu	3,5 a	3,2 b	4,5 a	4,1 b	0,9 b	0,6 b	0,3 b	0,3 b	24,6 b	24,2 b
----- Fe (ppm) -----										
C	214 a	195 a	695 a	590 a	97 a	91 a	116 a	95 a	675 a	505 a
- Fe	215 a	188 a	685 a	570 a	98 a	88 a	113 a	76 b	600 a	418 a
----- Mn (ppm) -----										
C	14,5 a	17,4 a	18,9 a	22,7 a	17,4 a	24,9 a	19,2 a	28,2 a	400,0 a	390,7 a
- Mn	10,2 b	8,0 b	14,8 b	14,7 b	12,1 b	25,5 a	21,9 a	15,0 b	418,7 a	393,7 a
----- Zn (ppm) -----										
C	2,2 a	6,4 a	2,9 a	6,4 a	4,1 a	9,5 a	7,0 a	16,2 a	4,9 a	10,5 a
- Zn	0,5 b	0,8 b	1,8 b	1,7 b	1,3 b	1,5 b	1,8 b	3,5 b	5,6 b	5,3 b

<sup>1</sup> Para pH H<sub>2</sub>O e cada micronutriente, as médias seguidas pelas mesmas letras, em cada cultivo, em relação ao tratamento completo não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dummett.

GHC = Glei Húmico de Careaçú; AL = Aluvial; GHU = Glei Húmico de Uberaba; ORG = Orgânico e GPH = Glei Pouco Húmico.

por Morrison citado por Malavolta et al. (1973) que encontrou cerca de 4,6 ppm de Cu na planta de milho, excluindo a espiga.

### Efeito do Manganês

De modo semelhante ao discutido para boro e cobre, a omissão de manganês, não afetou a produção de matéria seca da parte aérea do milho (Tabela 2). Não têm sido observados resultados positivos da aplicação de fertilizantes contendo manganês nos solos de várzeas, principalmente, naqueles circundados por solos sob vegetação de cerrados (observação pessoal).

Para interpretação dos resultados para Mn extraível, tem sido usado o nível crítico de 5,0 ppm, a um valor de pH 6,0, quando se utiliza na extração o HCl 0,05N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025N (Cox & Kamprath 1973). Entretanto, conforme Lopes

(1983), quando os solos apresentam valores de pH abaixo de 6,0, este nível deverá, na realidade, ser mais baixo. Usando-se o nível de 5,0 ppm, verifica-se (Tabela 1) que todos os solos apresentavam teores bem acima do crítico, suficientes para suprir o milho.

À medida que foram feitos novos cultivos, houve um decréscimo no teor de Mn no tratamento menos Mn em relação ao teor do solo natural, à exceção do quarto cultivo do GH de Uberaba. Entretanto mesmo havendo uma diminuição no teor de Mn, este permaneceu acima do nível crítico, como mostram as análises do solo, após o quarto cultivo (Tabela 3). Corroborando com dados de análise do solo observa-se (Tabela 4) que a concentração de Mn no tratamento menos Mn tanto no primeiro como no quarto cultivo foi considerada como adequada conforme Andrade et al. (1975). Estes re-

TABELA 4. Teores de micronutrientes na parte aérea do milho referentes ao primeiro e quarto cultivo nos cinco materiais de solo (média de três repetições).

Tratamento <sup>1</sup>	GHC		AL		GHU		ORG		GPH	
	1 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>
----- B (ppm) -----										
C	28,2 a	45,6 a	15,4 a	33,6 a	26,9 a	45,6 a	23,6 a	47,4 a	18,3 a	27,4 a
- B	17,4 b	19,2 b	11,6 b	14,6 b	12,2 b	14,4 b	13,7 b	16,2 b	15,6 a	17,8 b
----- Cu (ppm) -----										
C	9,5 a	6,8 a	8,7 a	8,6 a	25,5 a	9,3 a	8,7 a	5,9 a	9,5 a	9,9 a
- Cu	9,7 a	6,7 a	6,3 a	8,4 a	12,8 b	13,1 b	6,4 b	4,7 a	8,9 a	9,0 a
----- Fe (ppm) -----										
C	95,7 a	144,5 a	65,5 a	59,9 a	92,9 a	103,8 a	100,5 a	70,8 a	74,6 a	109,1 a
- Fe	84,4 a	94,8 a	73,7 a	59,8 a	105,8 a	118,0 a	109,0 a	72,5 a	69,5 a	118,3 a
----- Mn (ppm) -----										
C	163,5 a	169,4 a	162,8 a	192,5 a	232,1 a	166,8 a	269,5 a	154,0 a	143,7 a	168,7 a
- Mn	125,4 a	68,2 b	79,2 b	60,5 b	86,2 b	84,9 b	150,3 b	101,2 a	124,7 a	125,4 a
----- Zn (ppm) -----										
C	20,1 a	26,4 a	72,5 a	35,6 a	21,4 a	22,1 a	24,1 a	53,4 a	44,4 a	66,9 a
- Zn	32,8 b	26,9 a	27,9 b	52,9 b	13,3 b	11,9 b	15,6 b	31,3 b	54,2 a	49,6 b

<sup>1</sup> Para cada micronutriente, as médias seguidas pelas mesmas letras, em cada cultivo, em relação ao tratamento completo não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

GHC = Glei Húmico de Careaçú; AL = Aluvial; GHU = Glei Húmico de Uberaba; ORG = Orgânico e; GPH = Glei Pouco Húmico.

sultados justificam a ausência de queda de produção de matéria seca pela omissão de Mn em todos os solos estudados.

Outro ponto importante de se notar é o teor de Mn do solo GPH (Tabela 1). Este solo apresentava um teor 87,5 vezes maior que o nível crítico, sugerindo possíveis problemas de toxidez causado por este micronutriente. Contudo, isto não ocorreu sugerindo que o milho foi tolerante a altos níveis de Mn e/ou o extrator usado está superestimando a real disponibilidade de Mn para a planta teste usada.

#### Efeito do Ferro

Deficiência de Fe, nos solos de várzeas inseridas na região de cerrados, não vem sendo observada, sugerindo que a sua disponibilidade é adequada (observação pessoal). Dados de produção de matéria seca confirmam este fato, uma vez, que não houve queda de produção pela sua omissão (Tabela 2).

Os níveis críticos até aqui utilizados foram baseados naqueles obtidos em solos de cerrados. Entretanto, apesar de não se ter informações a respeito do nível crítico para Fe extraível nestes solos (Lopes 1983) e nos solos de várzeas, verifica-se (Tabela 1) que todos os solos apresentaram um alto teor de Fe, justificando a ausência de queda de produção quando de sua omissão. Além deste fato, observa-se na Tabela 4, que a concentração de Fe no tratamento menos Fe estava adequada, conforme Andrade et al. (1975), que indicam uma acumulação de 55 ppm a 73 ppm de Fe aos 40 dias após o plantio e de acordo com Lockman citado por Jones & Eck (1973), que sugerem um teor de 50 ppm a 300 ppm aos 30 a 45 dias após a emergência, como adequado.

Entretanto, a produção de matéria seca do quarto cultivo no tratamento menos Fe do solo Orgânico, atingiu 23% a mais em relação à produção obtida no tratamento completo (Tabela 2). Esta situação é até certo ponto, contrastante, uma vez, que

dos cinco solos estudados este apresentou o menor teor de Fe. Além deste fato, soma-se que a concentração de Fe na parte aérea do milho neste cultivo, no tratamento completo, estava em nível adequado e igual ao tratamento menos Fe, descartando a hipótese de toxicidade de Fe no tratamento completo. Apesar de não terem sido mostrados os dados de absorção de Cu, Mn, Zn e B tanto em ppm como em Mg/vaso nos tratamentos completo e menos Fe, observou-se que não houve desequilíbrio causado por estes micronutrientes, nos respectivos tratamentos.

#### Efeito de Zinco

Lopes (1983) admite o nível de 1,0 ppm de Zn pelo extrator Mehlich 1 como crítico para uma cultura sensível como o milho. Com base neste valor, observa-se que todos os solos foram considerados suficientes neste micronutriente (Tabela 1). Entretanto, o solo GH de Careaçú, cujo teor era o mais alto (4,5 ppm de Zn), apresentou efeito depressivo na produção de matéria seca pela ausência deste micronutriente, tanto no primeiro como no quarto cultivo (Tabela 2). A queda de produção no quarto cultivo é explicada pelo teor de Zn do solo no tratamento onde se omitiu este nutriente, cujo teor se apresentava abaixo do nível crítico sugerido por Lopes (1983). Além deste fato, verifica-se (Tabela 4) que a concentração de Zn estava abaixo de 49 ppm - 62 ppm, sugerida por Andrade et al. (1975) como adequada para o milho aos 40 dias após o plantio.

Considerando-se os cinco micronutrientes analisados, o Zn parece ser o mais limitante nos solos de várzeas, tendo em vista o desenvolvimento do milho nos solos estudados (Fig. 1). Segundo Rassini et al. (1984), solos de várzeas, principalmente o Aluvial, sofrem na sua formação grande influência dos materiais trazidos pelos rios e/ou tributários. Possivelmente, os solos estudados no presente trabalho tiveram grande influência dos materiais de solo sob vegetação de cerrado, que são reconhecidamente deficientes em Zn (Lopes 1983). Estes resultados têm suporte nos dados apresentados por Souza, citado por Galvão et al. (1984), que verificaram resposta significativa na produção de soja pela adição de Zn num solo Orgânico de várzea. Entretanto, Galvão et al.

(1984), trabalhando com dez solos de várzeas da região dos cerrados, não encontraram aumento na produção de matéria seca da soja pela aplicação de Zn, mesmo naqueles solos supostamente deficientes neste micronutriente. Esses autores comentaram que a deficiência de Zn em experimentos conduzidos sob condições de casa de vegetação é pouco evidenciada pelo fato de as plantas não completarem seu ciclo fazendo com que, neste período, a quantidade deste nutriente no solo seja suficiente para atender às suas necessidades.

#### Efeito do FTE-BR15

Não foram observados efeitos positivos do uso do FTE-BR15 na produção cumulativa (quatro cultivos) de matéria seca da parte aérea do milho nos cinco materiais de solo (Fig. 1). Considerando-se as produções referentes ao primeiro e quarto cultivo, também não foram observados efeitos positivos deste produto, havendo inclusive, um ligeiro decréscimo na produção de matéria seca do milho no primeiro cultivo nos solos Aluvial e Glei Húmico de Careaçú (Tabela 2).

#### CONCLUSÕES

1. O potencial de fertilidade natural dos solos de várzeas varia em função do tipo de solo, acentuando-se quedas sensíveis neste potencial com o decorrer dos cultivos.

2. A não ocorrência de quedas de produção de matéria seca pela omissão de B, Fe, Cu e Mn nos cinco materiais de solo, sugere que a disponibilidade destes micronutrientes é adequada a médio prazo.

3. A limitação de produção de matéria seca pela omissão de Zn no primeiro cultivo em um dos cinco solos, atenuada no quarto cultivo, justifica a necessidade de avaliações criteriosas da disponibilidade deste micronutriente, antes da adoção de medidas preventivas e/ou corretivas.

4. A falta de consistência na extrapolação de níveis críticos de micronutrientes adotados em solos sob cerrado para solos de várzeas sugere, além da necessidade de um conhecimento integrado dos fatores que afetam a disponibilidade destes, estudos detalhados sobre métodos de extração, correlação e calibração para esta situação específica de solos.



## REFERÊNCIAS

- ABREU, C.A. de. Identificação de deficiências de macronutrientes em três solos de várzeas de Minas Gerais. Lavras, ESAL, 1985. 93p. Tese Mestrado.
- ALISSON, F.E. Soil organic matter and its role in crop production. Amsterdam, Elsevier Scientific, 1973. 637p.
- ANDRADE, A.G. de; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. de; SARRUGE, J.R. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays*, L.). II. Acumulação de micronutrientes. An. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz, 32:151-71, 1975.
- COQUEIRO, E.P. & ANDRADE, J.M.V. Efeito da adubação com zinco, cobre, manganês, boro e magnésio sobre a produção de grãos de trigo em solo aluvião em Sete Lagoas. Sete Lagoas, IPEACO, 1974. 4p. (Boletim técnico, 24)
- COX, F.R. & KAMPRATH, E.J. Micronutrient soil tests. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L., ed. Micronutrients in agriculture. Madison, Soil Science Society of America, 1973. p.289-317.
- DAY, P.R. Particle fractionation and particle size analysis. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis. I. Physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sapling. Madison, American Society of Agronomy, 1965. parte 1, p.545-66. (Agronomy, 9)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS, 1979. n.p.
- GALRÃO, E.Z.; SOUZA, D.M.G. de; PERES, J.R.R. Caracterização de deficiências nutricionais em solos de várzeas da região dos cerrados. Pesq. agropec. bras., 19(9):1091-101, 1984.
- GARGANTINI, H.; LEITE, N.; HUNGRIA, L.S.; VENTURINI, W.R. Efeito de micronutrientes na produção e no tipo de tubérculos de batata em cultura efetuada em solos de várzea do Vale do Paraíba. Bragantia, 29(1):1-10, 1970.
- HIROCE, R.; GALLO, J.R.; NÓBREGA, S. de A. Deficiência de boro em batatinha cultivada em solo orgânico do Vale do Paraíba. Bragantia, 30:5-7, 1971.
- HUNTER, H.A. Laboratory analysis of vegetal tissues samples. Raleigh, International Soil Fertility Evaluation Improvement Program, 1975. 5p.
- HUNTER, H.A. Laboratory and greenhouse technique for nutrient studies to determine the soil amendments requerid for optimum plant growth. Raleigh, International Soil Fertility Evaluation Improvement Program, 1975. 5p.
- JACKSON, M.L. Análise química de suelos. 2.ed. Barcelona, Omega, 1970. 662p.
- JONES, J.B. & ECK, H. Plant analysis as an aid in fertilizing corn and grain sorghum. In: WASH, L.M. & BEATON, J.B., ed. Soil testing and plant analysis. Madison, Soil Science Society of America, 1973. p.349-64.
- LOPES, A.S. Solos sob "cerrado"; características, propriedades e manejo. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. 162p.
- LOPES, A.S. & COX, F.R. A survey of the fertility status of surface under "cerrado" vegetation in Brazil. Soil Sci. Soc. Am. J., 41(4):742-7, 1977.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. 250p.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Nutrição mineral e adubação de cereais diversos. In: \_\_\_\_\_, Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, 1973. p.371-419.
- MUZILLI, O. Desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Goiano Precoce e absorção de nutrientes em função da acidez do solo Latossolo Roxo Distrófico. Piracicaba, ESALQ, 1974. 76p. Tese Mestrado.
- NÓBREGA, S.S. & GARGANTINI, H. Efeito da adição de micronutrientes à adubação da batatinha em solos do Vale do Paraíba. Bragantia, 24:32-5, 1965.
- RASSINI, J.B.; REIS, A.E.G. dos; MACÊDO, J.; LEITE, J.C. Caracterização de várzeas na região dos cerrados. Brasília, EMBRAPA, 1984. 16p. (Boletim de pesquisa, 22)
- SANCHEZ, P.A. Properties and management of soils in the tropics. New York, J. Wiley, 1976. 608p.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statics; with special reference to the biological science. New York, McGraw-Hill, 1960. 481p.
- STEVENSON, F.J. Organic matter reactions involving metal ions in soil. In: \_\_\_\_\_, Humus chemistry. New York, J. Wiley, 1982. p.337-52.
- VETTORI, L. Métodos de análises do solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura - Equipe Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24p. (Boletim técnico, 7)