

IDENTIFICAÇÃO DE DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES EM TRÊS SOLOS DE VÁRZEAS DE MINAS GERAIS¹

CLEIDE APARECIDA DE ABREU² e ALFREDO SCHEID LOPES³

RESUMO - Utilizou-se a técnica do elemento faltante para avaliar, sob condições de casa de vegetação, as deficiências nutricionais de macronutrientes, determinando: a) a importância relativa delas e b) a diminuição da fertilidade natural em decorrência de cultivos sucessivos. Foram utilizados três materiais de solo, e, como planta-teste, o milho, sendo feitos quatro cultivos sucessivos. Em cada parcela foram avaliadas a produção de matéria seca da parte aérea e análise de macronutrientes no solo após o primeiro e quarto cultivos. Considerando-se a produção cumulativa de matéria seca para os quatro cultivos, observaram-se deficiências moderadas pela omissão de K, N e P no Gleí Húmico de Careaçú; S, P e N no Gleí Húmico de Uberaba; e S, N e K no Orgânico. A curto prazo, verificou-se efeito depressivo na produção de matéria seca pela omissão de P, K e Ca no Gleí Húmico de Careaçú, P e S no Gleí Húmico de Uberaba e P no Orgânico. Além destas, observou-se, com a sucessão dos cultivos, o aparecimento de novas deficiências em todos os casos. Conclui-se que: a) generalizada deficiência de P, Ca, S e K em algumas situações, já no primeiro cultivo, justifica a necessidade de avaliações mais criteriosas antes da adoção de medidas preventivas ou corretivas; b) as quedas acentuadas de produção de matéria seca observadas no quarto cultivo, pela omissão de macronutrientes, exceto Ca e/ou Mg, evidenciam a impossibilidade da manutenção de altas produtividades sem adubação balanceada e contínua destes nutrientes.

Termos para indexação: várzea, técnica do elemento faltante, milho.

IDENTIFICATION OF MACRONUTRIENTS DEFICIENCIES IN THREE LOWLAND SOILS FROM MINAS GERAIS, BRAZIL

ABSTRACT - This work was developed, using the missing element technique under greenhouse conditions, aiming to evaluate: a) the deficiencies of macronutrients in three lowland soils, as well as the relative importance of these deficiencies; b) the reduction of natural soil fertility in relation to macronutrients through four successive croppings. Corn was used as test plant and the following parameters were evaluated: dry matter production of aerial part, total absorption of macronutrients for the 1st and 4th cropping, and soil macronutrient analyses after 1st and 4th cropping. Considering the accumulative dry matter of aerial part for the four consecutive croppings, a significant decrease was observed by absence of K, N and P in the Humic Gley soil material from Careaçú; S, P and N in the Humic Gley soil material from Uberaba, and S, N, K in the Organic soil. For the 1st cropping, a depressive effect was observed on dry matter of aerial part by absence of P, K and Ca in the Humic Gley from Careaçú; of P and S in the Humic Gley from Uberaba, and of P in the Organic soil. New deficiencies were observed in all soil materials with successive cropping. It was concluded that: a) there is a generalized and immediate P deficiency and Ca, S and K deficiencies in some situations. This justifies the necessity of criterious quantitative evaluations of availability of macronutrients in these soils; b) the decline in dry matter production with successive cropping, except in absence of Ca and Mg, indicates the impossibility of maintainance of high productivity in these soils without an equilibrated continuous fertilization.

Index terms: lowland soils, missing element technique, corn.

INTRODUÇÃO

Levantamentos recentes indicam a existência, no Brasil, de 30 milhões de hectares de várzeas irrigáveis sem aproveitamento definido, o que constitui um gigantesco potencial para exploração agrícola e produção de alimentos (Lamster 1981). Somente no estado de Minas Gerais, há aproximadamente, 1,5 milhão de hectares de várzeas irrigá-

¹ Aceito para publicação em 6 de fevereiro de 1987. Parte do trabalho de tese do primeiro autor para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Lavras (MG), Financiado pelo PROVÁRZEAS.

² Eng. - Agr., M.Sc., Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Caixa Postal 295, CEP 35700 Sete Lagoas, MG. Bolsista do CNPq.

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

veis, das quais 30% são periodicamente inundadas (Lamster 1981). Os solos de várzeas apresentam uma somatória de características favoráveis, tais como: topografia plana, facilidade de mecanização agrícola em algumas situações, e possibilidade de irrigação contínua. Este último aspecto é de grande importância, considerando a seca e/ou veranicos como fatores altamente limitantes da produção nas

regiões onde se encontram estas várzeas. Por outro lado, existem poucas informações em termos da capacidade desses solos em suprir nutrientes para as culturas e permitir altas produtividades.

Um resumo dos experimentos conduzidos em solos de várzeas, principalmente no Vale do Paraíba (São Paulo) e em Minas Gerais, é apresentado na Tabela 1.

TABELA 1. Respostas de diversas culturas à aplicação de macronutrientes em solos de várzeas do Estado de São Paulo e Minas Gerais. Adaptação dos autores.

Características	Respostas positivas		Sem resposta	
	Número	(%)	Número	(%)
		Nitrogênio (70 experimentos)		
N total solo (%)	52	74,3	18	25,7
Amplitude		0,05 a 1,2		0,09 a 1,86
Média		0,58		0,57
Matéria orgânica (%)				
Amplitude		0,9 a 37,9		2,0 a 56,3
Média		0,3		14,9
		Fósforo (67 experimentos)		
P (ppm)	48	71,6	19	28,4
Amplitude		2,0 a 508,7		4,0 a 149,9
Média		68,4		70,6
		Potássio (48 experimentos)		
K (ppm)	20	41,7	28	58,3
Amplitude		19,0 a 421,2		34,0 a 234,0
Média		162,8		117,5
		Calcio + Magnésio (19 experimentos)		
Ca + Mg (meg/100 g)	6	31,6	13	68,4
Amplitude		0,5 a 7,4		2,5 a 7,0
Média		3,00		3,88
Al (meg/100 g)				
Amplitude		2,3 a 3,3		2,2 a 4,5
Média		2,6		3,2
pH - H ₂ O				
Amplitude		4,0 a 5,6		4,0 a 5,0
Média		4,82		4,56

Fonte: Adaptado de Baumgartner et al. (1974), Bianco et al. (1964), Camargo & Leite (1976), Camargo & Rocha (1972 e 1974), Coqueiro & Andrade (1974), Coqueiro et al. (1972), Ferreira et al. (1981), Freire & Novais (1981), Gargantini et al. (1965), Gomes & Freire (1962a, b), Gomes et al. (1962, 1963), Leite et al. (1970 a, b), Miyasaka et al. (1966), Novais et al. (1972), Schmidt & Gargantini (1963, 1970), Soares & Moraes (1963), Tanaka et al. (1970) e Camargo & Alves (1972).

Quanto à aplicação de N, apesar do teor médio de matéria orgânica nos solos que não responderam à aplicação de N estar acima dos que responderam à aplicação deste nutriente, os dados sugerem que nem o teor de matéria orgânica nem o de nitrogênio pelos métodos usados nos experimentos estão indicando a disponibilidade real deste nutriente para as culturas sob estas condições. As culturas que mais responderam à aplicação de N foram: trigo (100% de resposta), arroz inundado (80% de resposta) e batatinha (75% de resposta).

Nas adubações fosfatadas, as respostas observadas foram semelhantes às respostas dadas ao nitrogênio. Os dados da Tabela 1 sugerem que o extrator usado, na sua maioria H_2SO_4 0,05N, não é um bom extrator de P para solos de várzeas, podendo subestimar ou até superestimar o valor de P para as culturas, visto que o teor de P dos locais com e sem resposta foram muito semelhantes. Das diversas culturas, as que mais responderam à aplicação de P foram: batatinha (75% de resposta), arroz inundado (70% de resposta) e trigo (60% de resposta).

Os efeitos positivos na produção de diversas culturas pela aplicação de N e P indicam que o uso da adubação nitrogenada e fosfatada para essas culturas desponta como uma prática importante para o uso agrícola destes solos.

Nas adubações potássicas, as respostas observadas foram muito menos consistentes do que as obtidas com N e P. Somente 41,7% dos experimentos instalados apresentaram aumentos na produção pela aplicação deste nutriente. Este fato sugere uma possível maior disponibilidade de K nestes solos quando comparados com N e P. Apesar de a média do teor de K nos solos onde não houve resposta à aplicação deste nutriente se encontrar abaixo dos que não responderam a K, em ambos os casos o teor de K foi muito acima do sugerido pela Comissão de Fertilidade de Solos do Estado de Minas Gerais (1976), indicando que o H_2SO_4 0,05N não se correlacionou com o real K "disponível" para as plantas nestes tipos de solos de várzeas.

Quanto ao uso de calcário, respostas das culturas a sua aplicação têm mostrado certo grau de controvérsia. Ressalta-se, ainda, que o arroz inundado não tem respondido à aplicação de calcário, desde que o teor de Ca e Mg estejam em níveis adequados. Este

fato é confirmado pelos dados da Tabela 1, onde se verificou que, nas culturas que não responderam à aplicação de Ca e Mg à planta-teste, era o arroz inundado e os teores de Ca e Mg estavam em níveis adequados.

Respostas à aplicação de enxofre têm sido pouco estudadas, conquanto a adição deste nutriente proporcionou aumentos na produção de trigo, segundo Camargo & Rocha (1972), Camargo & Alves (1972), e efeitos nulos, segundo Camargo & Leite (1976) e Miyasaka et al. (1966), na produção de trigo e do feijoeiro, respectivamente.

Conforme observado, o uso de fertilizantes nos solos de várzea é de considerável importância para maximização da produção. Conquanto, trabalhos de pesquisas utilizando adubações com macronutrientes nas diversas culturas e nos diversos solos de várzea têm mostrado efeitos positivos, ainda não se definiu sob que condições de solo e cultura essas adubações deverão ser feitas. Recomendar o uso de fertilizantes sem definir claramente, com argumentação técnica e econômica, situações que justifiquem a aplicação destes insumos é medida temerária, quando se almeja a maximização da eficiência do manejo integrado para produção das diversas culturas nos solos de várzeas.

Com base nesta premissa, o presente trabalho teve como objetivos: avaliar as deficiências nutricionais de macronutrientes, determinando sua importância relativa, e avaliar a diminuição da fertilidade natural em relação aos macronutrientes por meio de cultivos sucessivos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas amostras superficiais (0 cm - 20 cm) de três materiais de solos classificados como: 1) Glei Húmico Álico Tb, A turfoso, textura média/argilosa, relevo plano; 2) Orgânico Distrófico A turfoso, relevo plano, localizados em Uberaba, MG. Estes solos encontram-se na área de influência do rio Uberaba, circundados principalmente por Latossolo Vermelho-Escuro, sob vegetação de cerrado; 3) Glei Húmico Álico Tb, textura argilosa na camada de 0 cm - 20 cm de profundidade, relevo plano, coletado na área sob influência do rio Sapucaí, no município de Careçu, MG. Este acha-se circundado por solos com horizontes B incipiente e B textural. Algumas características químicas e físicas dos solos testados estão na Tabela 2.

O trabalho foi conduzido sob condições de casa-de-vegetação, usando-se vasos com 3,37 l de material de solo seco ao ar e passado em peneira com malhas de 5 mm.

TABELA 2. Resultados das análises químicas e físicas dos três materiais de solos ao natural, coletados na camada de 0 cm - 20 cm de profundidade.

	Glei Húmico de Careagu	Glei Húmico de Uberaba	Orgânico de Uberaba
pH H ₂ O ¹	4,6	5,1	5,2
pH CaCl ₂ 0,01 M ²	4,0	4,3	4,3
Al (meq/100 g) ¹	3,0	1,7	0,8
Ca (meq/100 g) ¹	1,9	0,8	6,6
Mg (meq/100 g) ¹	0,7	0,4	0,9
Al + H (meq/100 g) ¹	22,4	25,5	33,3
K (meq/100 g) ¹	0,17	0,19	0,26
Al (CuCl ₂ - meq/100 g) ³	21,4	36,4	38,8
P (ppm) ¹	18	20	19
S - SO ₄ ²⁻ (ppm) ⁴	40	4	25
N total (%) ¹	0,27	0,54	0,64
Dp (g/cm ³) ⁵	2,25	1,95	1,54
C % ⁶	7,1	10,9	18,5
Argila (%) ⁷	45,5	27,0	34,5
Limo (%) ⁷	13,5	12,5	16,0
Areia (%) ⁷	41,0	60,5	49,5

¹ Vettori (1969)

² Peech (1965)

³ Juo & Kamprath (1979)

⁴ Bardsley & Lancaster (1965)

⁵ Blake (1965)

⁶ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1979)

⁷ Day (1965)

Para cada solo foi feito um experimento utilizando-se a técnica de diagnose por subtração, com os tratamentos distribuídos no delineamento em blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos consistiram de: testemunha (solo natural), completo (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Co, Cu, Mo, Mn, Fe e Zn) e completo menos um macronutriente de cada vez. As doses dos nutrientes (kg/ha) e respectivas fontes foram: 200N (CO(NH₂)₂); 200 P₂O₅ (NaH₂PO₄ · H₂O); 100 K₂O (KCl); 100 SO₄²⁻ (Na₂SO₄); 100 Mg (MgCl₂ · 6 H₂O); 2,0 B (Na₂B₄O₇ · 10H₂O); 0,5 Co (CoCl₂ · 6 H₂O); 4 Cu (CuCl₂); 0,5 Mo (Na₂MoO₄ · 6 H₂O); 6,0 Zn (ZnO); 6,0 Fe (FeCl₃ · 6 H₂O) e 8,0 Mn (MnCl₂ · 4 H₂O). Nos tratamentos que receberam calagem, esta foi calculada pelo método da incubação. Determinou-se a dose de corretivo necessária para elevar o pH a 5,5, utilizando-se CaO P.A.. O Glei Húmico de Careagu recebeu 2,6 t/ha, sendo que o Orgânico e Glei Húmico de Uberaba receberam somente 0,5 t/ha, pelo fato de o seu pH estar próximo ao desejado.

Após a aplicação das quantidades de corretivo correspondente, foi feita uma cuidadosa homogeneização com o material de solo no vaso, permanecendo em incubação por 15 dias e em umidade correspondente a 70% do espaço poroso. Os sais de P, K, Mg e o CaO foram misturados ao material de solo em forma sólida, ao passo que os de

micronutrientes foram aplicados em solução. Após as adubações, o material de solo foi misturado para homogeneização. O nitrogênio foi parcelado em quatro aplicações, na água de irrigação, após a emergência do milho.

Foram realizados quatro cultivos sucessivos, utilizando como planta teste o milho híbrido Agrocerec 'AG 162' com 7 sementes/vaso, desbastando-se para 5 plantas, que constituíram a parcela.

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 H₂O, teores de Ca, Mg e Al determinados em sub-amostras do tratamento completo, testemunha, e completo menos Ca após o segundo e terceiro cultivos.

Decorridos 45 dias a partir da sementeira, período em que a umidade dos solos Glei Húmico e Orgânico de Uberaba foi mantida a 50% do espaço poroso e a do solo Glei Húmico de Careagu a 70% do espaço poroso, a parte área foi colhida, secada e pesada, e as raízes foram retiradas por peneiragem. Em cada parcela foram avaliadas a produção de matéria seca da parte aérea, absorção total de macronutrientes no primeiro e quarto cultivos e a análise de macronutrientes no solo após o primeiro e quarto cultivos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

Pela produção cumulativa de matéria seca da parte aérea do milho, tem-se uma indicação da capacidade do solo em suprir nutrientes para as culturas a médio prazo. Para facilidade de discussão, adotou-se a apresentação dos dados em forma relativa, tendo como base o tratamento completo com produção igual a 100%. As médias foram comparadas em relação ao tratamento completo, usando o teste Dunnett ao nível de 5% de probabilidade. Para delimitar classes de deficiência, considerou-se produção relativa igual a 40% como limite de separação entre deficiência severa de um nutriente (queda > 60%) e deficiência moderada (queda < 60%) (Sanchez 1976).

As produções cumulativas (Fig. 1) sofreram influência dos tratamentos aplicados; estes variaram em função do tipo de material de solo. Além deste fato, observa-se que nenhum solo apresentou deficiência séria, e todas as deficiências foram consideradas como moderadas. Para o solo Glei Húmi-

co de Careaçú, a ausência de qualquer macronutriente causou quedas sensíveis na produção de matéria seca. As maiores quedas de produção de matéria seca foram verificadas na ausência de N (32,5%) e K (41,6%) no solo Glei Húmico de Careaçú; na omissão de P (31,2%) e S (44,5%) no Glei Húmico de Uberaba; e na ausência de S (31,6%) no Orgânico. Nestes dois últimos solos, na ausência de Ca e Mg não houve queda significativa de produção de matéria seca.

Estes resultados indicam que para manutenção desses solos no processo produtivo há necessidade de aplicação de fertilizantes contendo N, P, K, S, e, em algumas situações, Ca + Mg. Ressalta-se, ainda, a importância do conhecimento de fatores limitantes em termos de fertilidade natural, para maior eficiência do uso do potencial dos mesmos.

Outra observação que merece destaque é a comparação dos dados de produção de matéria seca (g/vaso) para a parcela-testemunha nos três materiais de solo. Estes dados permitem inferir que os solos Glei Húmico de Careaçú e Uberaba com 11,2 g e 8,9 g de matéria seca/vaso, respectivamente, apresentaram menor fertilidade natural que o solo Orgânico (23,1 g de matéria seca/vaso). Dados

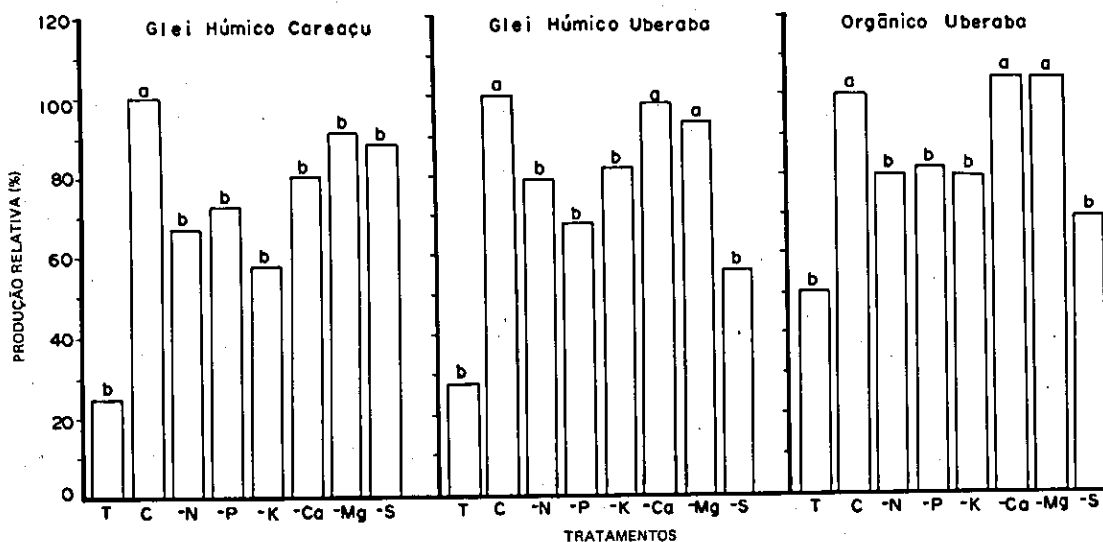


FIG. 1. Produção relativa da parte aérea do milho-dados cumulativos de quatro cultivos sucessivos nos materiais de solos Glei Húmico e Orgânico de Uberaba e Glei Húmico de Careaçú.

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

das análises químicas dos solos (Tabela 2) podem confirmar este comportamento. Deve-se ressaltar, entretanto, que no solo Orgânico, mesmo apresentando maior fertilidade natural, é imprescindível o uso de uma adubação racional para se obter produtividades elevadas, uma vez que no tratamento completo a produção de matéria seca atingiu 45,2 g/vaso. Além deste fato, os dados demonstram, claramente, a variabilidade do potencial de fertilidade natural dos solos de várzeas, possivelmente em função do material constitutivo e/ou pela natureza dos materiais transportados pelos respectivos rios e tributários.

Solo Glei Húmico de Careaçú

A produção de matéria seca da parte aérea do milho no solo Glei Húmico de Careaçú (Fig. 2) foi influenciada pelos tratamentos aplicados e pelo cultivo em questão. Já no primeiro cultivo, verifica-se que na ausência de Ca, P e K, as produções de matéria seca foram significativamente inferiores ao tratamento completo. As quedas de produção de matéria seca nestes tratamentos foram, respectivamente, de 49,3%, 29,5% e 15,9%,

que segundo Sanchez (1976), são consideradas deficiências moderadas.

Observando-se os dados da análise química do solo natural (Tabela 2), esperar-se-ia deficiência de cálcio, uma vez que o pH do solo era de 4.6 e possuía alto teor de alumínio (3,0 meq Al/100 g de solo), apesar de o teor de cálcio estar no limite das classes baixa e média sugerido pela Comissão de Fertilidade de Solos do Estado de Minas Gerais (1976). Em experimentos cujos resultados de análises químicas do solo eram semelhantes, os autores Baumgartner et al. (1974), Gomes et al. (1962) e Tanaka et al. (1970) verificaram respostas à aplicação de calcário nas culturas da soja, alho e cebola.

Outro aspecto que merece ser destacado é que, apesar de o teor de K e P extraído pelo H_2SO_4 0,025N + HCl 0,05N estar em níveis adequados (Comissão de Fertilidade de Solos do Estado de Minas Gerais 1976), houve quedas de produção na ausência destes nutrientes. Resultados semelhantes foram encontrados por outros pesquisadores (Camargo & Leite 1976, Gargantini et al. 1965), que verificaram respostas das culturas de trigo e

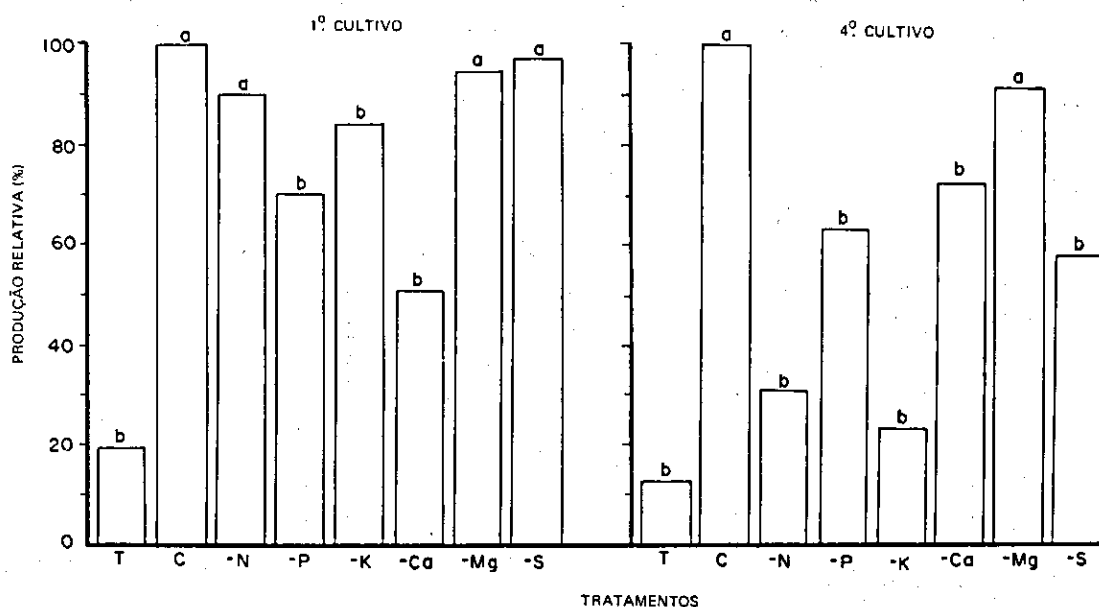


FIG. 2. Produção relativa da parte aérea do milho referentes ao primeiro e quarto cultivos do material de solo Glei Húmico de Careaçú.

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

batatinha à aplicação de adubos fosfatados e potássicos quando o solo possuía um teor de P e K acima do nível crítico.

Com a sucessão dos cultivos (Fig. 2), verifica-se que houve uma acentuada queda de produção de matéria seca nos tratamentos -P e -K, que mostraram deficiência no primeiro cultivo, além do aparecimento de novas deficiências, tais como de N e S. Esses dados vêm indicar um rápido esgotamento do potencial de fertilidade natural deste solo, sugerindo a necessidade de adoção de medidas preventivas para manutenção de produções adequadas. Ressalta-se que na ausência de Ca a queda de produção de matéria seca foi atenuada, mostrando a necessidade de um conhecimento integrado dos fatores que afetam sua disponibilidade.

Os tratamentos que mostraram maiores quedas de produção no quarto cultivo foram o -K e -N (deficiências sérias), seguindo-se -S, -P e -Ca (deficiências moderadas), sendo que as quedas de produção em relação ao completo foram de: 77,1%, 69,4%, 41,9%, 36,6% e 27,4%, respectivamente.

Solo Glei Húmico de Uberaba

Verifica-se que no primeiro cultivo somente na ausência de P e S houve quedas significativas de produção de matéria seca (Fig. 3), sendo, estas, respectivamente, de 34,7% e 38,7% em relação ao completo, consideradas deficiências moderadas. A queda de produção de matéria seca no tratamento -S é justificada pelo teor de S no solo natural (Tabela 2). De acordo com Freire et al. (1972), solos com menos de 10 ppm de S possuem alta probabilidade de resposta à aplicação de S.

Com referência ao tratamento -P, observou-se um aumento de 7 ppm de P no solo após o primeiro cultivo, neste tratamento, em relação ao solo natural. Este fato indica uma possível liberação de P de uma forma não disponível no decorrer deste período. Como esse solo possuía elevado teor de matéria orgânica (18,9%), possivelmente a liberação do P foi por meio de sua mineralização, fato este que pode ser inferido por acentuado decréscimo observado no volume do material de solo

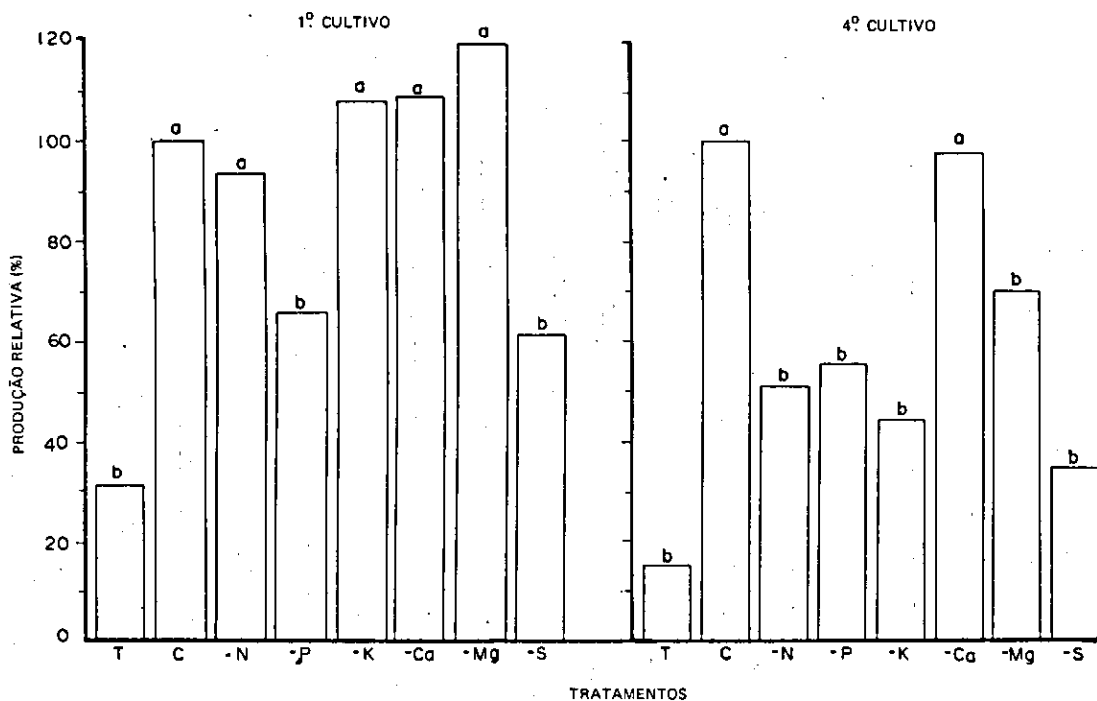


FIG. 3. Produção relativa da parte aérea do milho, referentes ao primeiro e quarto cultivos do material de solo Glei Húmico de Uberaba.

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

dos vasos. Entretanto, mesmo havendo liberação de P, observou-se queda de produção de matéria seca no tratamento -P, sugerindo que o extrator usado está superestimando a real disponibilidade de P neste solo. Estes dados têm suporte na literatura, onde vários pesquisadores (Blanco et al. 1964, Gargantini et al. 1965, Gomes & Freire 1962b, Gomes et al. 1962, Miyasaka et al. 1966) encontraram respostas à aplicação de P nas diversas culturas quando a análise do solo detectava altos teores deste nutriente em forma solúvel no extrator usado.

A semelhança do que foi observado no quarto cultivo no solo Glei Húmico de Careaçu, observa-se que o solo Glei Húmico de Uberaba também possui baixa capacidade de suprimento de nutrientes a médio prazo, com exceção do cálcio (Fig. 3). Os tratamentos -P e -S, que apresentaram deficiência já no primeiro cultivo, tiveram estas deficiências mais acentuadas à medida que novos cultivos foram efetuados, e, além destes problemas, quedas de produção ocorreram por omissão de N, K e Mg.

Somente a deficiência do tratamento -S foi considerada séria; as demais foram enquadradas na classe moderada.

Solo Orgânico de Uberaba

A evidência de um maior potencial de fertilidade natural no solo Orgânico em comparação com os outros dois foi o fato de que no primeiro cultivo, somente quando se omitiu P é que houve uma diminuição significativa na produção de matéria seca (Fig. 4). Entretanto, apesar de ter existido uma queda de 33,5% na produção de matéria seca neste tratamento, em relação ao completo (deficiência moderada), observa-se que o teor de P no solo após o primeiro cultivo (41 ppm) foi mais alto do que no solo natural (19 ppm). Esses resultados sugerem que houve uma liberação de P, possivelmente da forma orgânica, uma vez que este solo possui 32% de matéria orgânica. Essa possível mineralização do P orgânico encontra suporte nos dados apresentados por Eid et al. (1951), que mostraram que o fósforo mineralizado atingiu va-

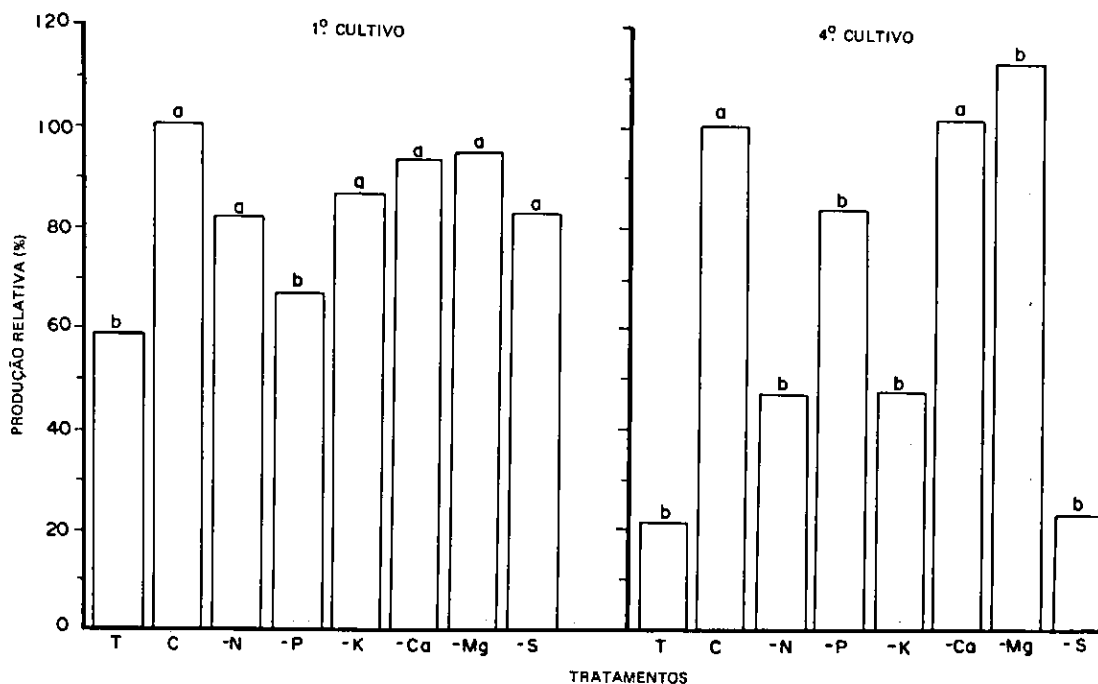


FIG. 4. Produção relativa da parte aérea do milho, referentes ao primeiro e quarto cultivos do material do solo Orgânico de Uberaba.

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

lores de kg P/ha a curto prazo. Entretanto, apesar da possível contribuição de P da fração orgânica, esta não foi suficiente para a exigência da planta-teste, ou o extrator de fósforo utilizado superestimou a disponibilidade real deste nutriente, conforme discutido para o solo Glei Húmico de Uberaba.

À medida que novos cultivos foram realizados neste solo, observa-se (Fig. 4) que, à exceção dos tratamentos -Ca e -Mg, a omissão de todos os demais macronutrientes causou quedas sensíveis na produção de matéria seca, sendo estas de: N (53,2%), P (16,8%), K (52,3%) e S (76,9%).

Observa-se, ainda, que os teores de K (0,09 meq/100 g) e S (10 ppm) no solo após o quarto cultivo, nos respectivos tratamentos, mostraram uma queda sensível em relação ao solo natural (Tabela 2).

CONCLUSÕES

1. O potencial da 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 generalizada deficiência de fósforo nos solos de várzeas já se manifesta a curto prazo, indicando que o uso de fertilizantes fosfatados ocupa lugar de destaque para o aproveitamento desses solos.

3. As limitações de produção de matéria seca causadas pela omissão de Ca, S e K em algumas situações, já no primeiro cultivo, justificam a necessidade de avaliações mais criteriosas antes da adoção de medidas preventivas ou corretivas dos problemas.

4. As quedas acentuadas de produção de matéria seca observadas no quarto cultivo, pela omissão de macronutrientes, exceto cálcio e/ou magnésio, evidenciam a impossibilidade de manutenção de altas produtividades sem adubação balanceada e contínua destes nutrientes.

5. A dificuldade de interpretação de métodos tradicionais de análise de solo para P e K, como indicativos de graus de possíveis respostas à aplicação destes nutrientes enfatizados na literatura, confirmou-se no presente trabalho. De modo semelhante, o teor de matéria orgânica confirmou-se como parâmetro inadequado de previsão de resposta à adubação nitrogenada nesses solos.

6. A generalizada afirmativa da "alta fertilidade natural" e "alta produtividade" dos solos de várzea merece reexame com base em critérios quantificáveis que permitam um aproveitamento mais racional e contínuo desses solos.

REFERÊNCIAS

- BARDSLEY, C.E. & LANCASTER, J.O. Sulfur. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis; chemical and microbiological properties*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. parte 2, cap. 79, p.1102-16.
- BAUMGARTNER, J.G.; LOPES, E.S.; DEMATTÊ, J.D.; MIYASAKA, S.; IGUE, T.; GUIMARÃES, G. Calagem e adubação mineral de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) variedade Santa Maria, em solo de várzea. *Bragantia*, 33(1):1-9, 1974.
- BLAKE, G.R. Particle density. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis; physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. parte 1, cap. 29, p.371-3.
- BLANCO, H.G.; WUTKE, C.P.; AMARAL, A.Z. do; IGUE, K.; VERDADE, F.C. Fertilidade de alguns solos de várzea do Vale do Paraíba. *Bragantia*, 23(6): 55-63, 1964.
- CAMARGO, C.E. de O. & ALVES, S. Adubação do trigo. III. Experiências com N, P, K e S, em solos de baixa- da, tipo Massapê, de Monte Alegre do Sul. *Bragantia*, 31(28):337-47, 1972.
- CAMARGO, C.E. de O. & LEITE, N. Adubação do trigo. VIII. Experiências com N, P, K e S em solos de várzea do Vale do Paraíba. *Bragantia*, 35(18):87-94, 1976.
- CAMARGO, C.E. de O. & ROCHA, T.R. Adubação do trigo. IV. Experiências com N, P, K e S em solos de várzea do Estado de São Paulo. *Bragantia*, 31(29): 351-61, 1972.
- CAMARGO, C.E. de O. & ROCHA, T.R. Adubação do trigo. VI. Experiências de modo de aplicação de nitrogênio em solo de várzea. *Bragantia*, 33(12): 123-7, 1974.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, Lavras, MG. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 3ª aproximação. Belo Horizonte, EPAMIG, 1976. 80p.
- COQUEIRO, E.P. & ANDRADE, J.M.V. de. Efeito da adubação com zinco, cobre, manganês, boro e magnésio sobre a produção de grãos de trigo em solo de aluvião em Sete Lagoas. Sete Lagoas, IPEACO, 1974. 4p. (Boletim técnico, 24)
- COQUEIRO, E.P.; SANTOS, H.L. dos; ANDRADE, J.M. V. de. Adubação NPK e microelementos em trigo em solo de várzea, em Sete Lagoas. *Pesq. agropec. bras. Sér. Agron.*, 7:111-4, 1972.

- DAY, P.R. Particle fractionation and particle-size analysis. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis; physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. parte 1, cap. 43, p.545-66.
- EID, M.T.; BLACK, C.A.; KEMPTORNE, O. Importance of soil organic and inorganic phosphorus to plant growth, at low and high soil temperatures. *Soil Sci.*, 71(5):361-70, 1951.
- 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, 1979. n.p.
- FERREIRA, F.A.; CARDOSO, M.R. de O.; AGUIAR, J. L.; FARIA, J.F. Adubação fosfatada e calagem na cultura do alho (*Allium sativum* L.) em solos de baixa- da no Sul de Minas Gerais. In: EMPRESA DE PES- QUIZA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte, MG. *Projeto Olericultura; relatório 77/78*, Belo Horizonte, 1981. p.19-22.
- FREIRE, F.M. & NOVAIS, R.F. Solos de várzeas caracte- rísticas e problemas relativos à fertilidade. *Inf. téc. PROVÁRZEAS Nac.*, 1:29-38, 1981.
- FREIRE, J.C.; LOPES, A.S.; AQUINO, L.H. de; CAR- VALHO, J.G. de. Influência do enxofre na produ- ção de matéria seca do milho Agros, Lavras, 2(1): 35-46, 1972.
- GARGANTINI, H.; NÓBREGA, S. de A.; HUNGRIA, L. S.; WUTKE, A.C.P.; SCIVITTARO, A.; FREIRE, E.S. Adubação mineral da batatinha. II. Vale do Paraíba. *Bragantia*, 24(3):29-40, 1965.
- GOMES, A.G. & FREIRE, E.S. Adubação da batatinha no Vale do Paraíba; experiências com adubos nitrogena- dos. *Bragantia*, 21(14):241-55, 1962a.
- GOMES, A.G. & FREIRE, E.S. Adubação da batatinha no Vale do Paraíba; experiências com doses crescentes de N, P e K. *Bragantia*, 21(10):123-41, 1962b.
- GOMES, A.G.; GARGANTINI, H.; GUIMARÃES, G.; WUTKE, A.C.P. Competição entre materiais correti- vos (escórias de siderúrgica x calcário) em solos de várzea do Vale do Paraíba. *Bragantia*, 21(44):777-93, 1962.
- GOMES, A.G.; VIEGAS, G.P.; FREIRE, E.S. Adubação do milho no Vale do Paraíba; experiências com N, P, K e Ca em solo da série Tumirim. *Bragantia*, 22(14):149-57, 1963.
- JUO, A.S.R. & KAMPRATH, E.J. Copper chloride as an extractant for estimating the potentially reactive aluminum pool in acid soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 43:35-8, 1979.
- LAMSTER, E.C. Programa Nacional de Aproveitamento Racional de Várzeas-PROVÁRZEAS NACIONAL. *Inf. téc. PROVÁRZEAS Nac.*, 1:7-11, 1981.
- LEITE, N.; GARGANTINI, H.; HUNGRIA, L.S. Efeitos das adubações nitrogenada e fosfatada em cultura de arroz, em condições de várzea irrigada. *Bragantia*, 29(11):115-25, 1970a.
- LEITE, N.; GARGANTINI, H.; HUNGRIA, L.S.; IGUE, T. Efeitos do nitrogênio, fósforo, calcário e micro- nutrientes em cultura de arroz irrigada no Vale do Paraíba. *Bragantia*, 29(25):273-85, 1970b.
- MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S.; IGUE, T.; SCHMIDT, N.C.; LEITE, N. Adubação mineral do feijoeiro. V. Efeitos de N, P, K, S e uma mistura de micro- nutrientes, em dois solos do Vale do Paraíba. *Bra- gantia*, 25(28):307-16, 1966.
- NOVAIS, R.F. de; 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 Zona da Mata, Minas. *R. Ceres*, 19(101): 63-77, 1972.
- PEECH, M. Hydrogen-ion activity. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis; chemical and microbiologi- cal properties*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. parte 2, cap. 60, p.914-26.
- SANCHEZ, P.A. *Properties and management of soils in the tropics*. New York, J. Wiley, 1976. 618p.
- SCHMIDT, N.C. & GARGANTINI, H. Adubação nitro- genada para arroz em solos argilosos de várzeas. *Bragantia*, 22(28):367-72, 1963.
- SCHMIDT, N.C. & GARGANTINI, H. Efeito da aplica- ção de calcário, matéria orgânica e adubos minerais em culturas de arroz, em solo de várzea irrigada. *Bragantia*, 29(27):293-9, 1970.
- SOARES, P.C. & MORAES, O.P. de. Efeitos de diferen- tes níveis de nitrogênio sobre variedades tradicional e melhoradas de arroz irrigado na Zona da Mata de Minas Gerais. In: EMPRESA DE PESQUISA AGRO- PECUÁRIA DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte, MG. *Projeto Arroz; relatório 78/80*. Belo Horizonte, 1983. p.243-51.
- TANAKA, T.; NISHIKAWA, T.; KAWASAKI, S. Experi- mentos de adubação e calagem em cultura de cebola por meio de bulbinho. *Pesq. agropec. bras.*, 5(3): 61-6, 1970.
- VETTORI, L. *Métodos de análises do solo*. Rio de Janci- ro, Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim técnico, 7)