

1

CLEIDE APARECIDA DE ABREU

IDENTIFICAÇÃO DE DEFICIÊNCIAS DE MACRONU-  
TRIENTES EM TRÊS SOLOS DE VÁRZEAS  
DE MINAS GERAIS

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do grau de MESTRE.

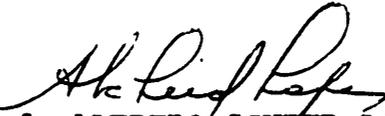
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

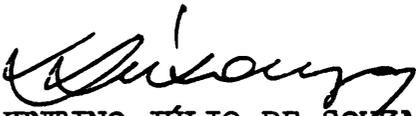
1 9 8 5

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

APROVADA:

  
Prof. ALFREDO SCHEID LOPES  
Orientador

  
Prof. JOÃO BATISTA SOARES DA SILVA

  
Prof. JUVENTINO JÚLIO DE SOUZA

  
Pesq. ANTONIO ÁLVARO CORCETE PURCINO

ao meu pai, "in memoriam"  
à minha mãe e  
aos meus irmãos, pelo carinho  
e apoio.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, especialmente ao Departamento de Ciência do Solo pelos ensinamentos e oportunidade concedida para realização deste curso.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais-EPAMIG, pelo financiamento do projeto.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Alfredo Scheid Lopes pelos ensinamentos, orientação, confiança, dedicação incentivo e amizade durante as diversas fases deste trabalho.

Aos professores João Batista Soares da Silva, Juventino Júlio de Souza, Nilton Curi, Geraldo Aparecido de Aquino Guedes, Janice Guedes de Carvalho, Ruben Delly Veiga e ao Dr. Antônio Álvaro Corcetti Purcino da EPAMIG pelas sugestões oportunas durante a realização deste trabalho.

Aos colegas de curso e funcionários do Departamento de Ciência do Solo pelo carinho e gratificante amizade.

À Deus por ter-me dado forças nas horas difíceis.

## BIOGRAFIA

CLEIDE APARECIDA DE ABREU filha de José Paulino de Abreu e Lizeta Gorgulho de Abreu, nasceu em Ribeirão Vermelho, Estado de Minas Gerais, em 1º de setembro de 1958.

Concluiu o primeiro e segundo graus na Escola Estadual Dr. João Batista Hermeto, Lavras-MG. Em 1977 ingressou na Escola Superior de Agricultura de Lavras-ESAL, graduando-se Engenheiro Agrônomo em dezembro de 1981.

Em março de 1982, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia na área de concentração Solos e Nutrição de Plantas na Escola Superior de Agricultura de Lavras-ESAL.

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	04
2.1. Potencial agrícola das áreas de várzeas no Brasil.	04
2.2. Principais solos e sistemas de culturas utilizados nas várzeas.....	07
2.3. Avaliação da fertilidade em solos de várzeas - resultados experimentais .....	10
2.4. Balanço de nutrientes.....	16
2.5. Técnica do elemento faltante .....	20
2.6. Considerações gerais .....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	23
3.1. Materiais de solo utilizados - coleta e preparo...	23
3.2. Análises de caracterização .....	24
3.2.1. Físicas .....	24
3.2.2. Químicas .....	24
3.3. Delineamento experimental e tratamentos.....	26
3.4. Condução do experimento .....	28
3.5. Análises químicas da matéria seca da parte aérea do milho .....	29

	Página
3.6. Análises químicas do solo .....	30
3.7. Análises estatísticas .....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
4.1. Produção cumulativa de matéria seca da parte aérea do milho referentes aos três materiais de solo (4 cultivos).....	32
4.2. Produções de matéria seca da parte aérea do milho relativas ao 1º e 4º cultivos.....	35
4.2.1. Solo Glei Húmico de Careçu.....	35
4.2.2. Solo Glei Húmico de Uberaba.....	43
4.2.3. Solo Orgânico de Uberaba.....	50
5. CONCLUSÕES .....	58
6. RESUMO .....	60
7. SUMMARY .....	63
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	66
APÊNDICE .....	79

## LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Respostas de diversas culturas à aplicação de <u>macro</u> nutrientes em solos de várzeas do Estado de São Paulo e Minas Gerais. Resumo dos experimentos relatados no Quadro 1 do apêndice.....	12
2	Resultados das análises químicas e físicas de três materiais de solos ao natural, coletados na camada de 0-20 cm de profundidade (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.....	25
3	Fontes e doses de nutrientes usados nos três materiais de solo. Lavras-MG. 1985.....	27
4	Resultados das análises químicas do material de <u>so</u> lo Glei Húmico de Careaçu após o 1º cultivo (médias de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.....	38
5	Concentração de macronutrientes na parte aérea do milho (mg/vaso) relativa ao 1º cultivo no solo Glei Húmico de Careaçu (médias de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.....	39

Quadro	Página	
6	Concentração de macronutrientes na parte aérea do milho (mg/vaso) relativa ao 4º cultivo no solo Glei Húmico de Careaçu (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.....	41
7	Resultados das análises químicas do material de solo Glei Húmico de Careaçu, após o 4º cultivo (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.....	42
8	Concentração de macronutrientes na parte aérea do milho (mg/vaso) relativa ao 1º cultivo no solo Glei Húmico de Uberaba (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.....	45
9	Resultados das análises químicas do material de solo Glei Húmico de Uberaba após o 1º cultivo (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1984.....	47
10	Concentração de macronutrientes na parte aérea do milho (mg/vaso) relativa ao 4º cultivo no solo Glei Húmico de Uberaba (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.....	48
11	Resultados das análises químicas do material de solo Glei Húmico de Uberaba após o 4º cultivo (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.....	50
12	Concentração de macronutrientes na parte aérea do milho (mg/vaso) relativa ao 1º cultivo no solo Orgânico de Uberaba (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.....	53

Quadro		Página
13	Resultados das análises químicas do material de solo Orgânico após o 1º cultivo (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.....	54
14	Concentração de macronutrientes na parte aérea do milho (mg/vaso) relativa ao 4º cultivo no solo Orgânico de Uberaba (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.....	55
15	Resultados das análises químicas do material de solo Orgânico após o 4º cultivo (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.....	56

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Potencialidade de várzeas irrigáveis em todo território nacional - resultados parciais obtidos até 1979. (Dados em milhões de hectares).....	5
2	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 (média de 3 repetições, comparadas em relação ao tratamento completo pelo teste de Dunnett). Lavras-MG. 1985.....	33
3	Produção relativa da parte aérea do milho, referente ao 1º e 4º cultivos do material de solo Glei Húmico de Careaçú (médias de 3 repetições, comparadas em relação ao tratamento completo pelo teste Dunnett). Lavras-MG. 1985.....	36
4	Produção relativa da parte aérea do milho, referentes ao 1º e 4º cultivos do material de solo Glei Húmico de Uberaba (médias de 3 repetições, comparadas em relação ao tratamento completo pelo teste Dunnett). Lavras-MG. 1985.....	44

Figura

Página

5	Produção relativa da parte aérea do milho, referen <u>tes</u> ao 1º e 4º cultivos do material do solo Orgâ <u>ni</u> co de Uberaba (médias de 3 repetições, comparadas em relação ao tratamento completo pelo teste Dun - nett). Lavras-MG. 1985.....	52
---	---	----

## LISTA DO APÊNDICE

Quadro		Página
1	Resumo de características físicas e químicas de solos de várzeas e graus de respostas a macronutrientes primários e secundários.....	80
2	Produção cumulativa de matéria seca da parte aérea do milho (g/vaso) e resumo da análise de variância do solo Glei Húmico de Careaçu. Lavras-MG. 1985...	82
3	Produção cumulativa de matéria seca da parte aérea do milho (g/vaso) e resumo da análise de variância do solo Glei Húmico de Uberaba. Lavras-MG. 1985...	83
4	Produção cumulativa de matéria seca da parte aérea do milho (g/vaso) e resumo da análise de variância do solo Orgânico de Uberaba. Lavras-MG. 1985.....	84
5	Produção de matéria seca da parte aérea do milho (g/vaso) e resumo da análise de variância relativos ao 1º cultivo do solo Glei Húmico de Careaçu. Lavras-MG. 1985.....	85

Quadro		Página
6	Produção de matéria seca da parte aérea do milho (g/vaso) e resumo da análise de variância relativos ao 4º cultivo do solo Glei Húmico de Careaç <u>u</u> . Lavras-MG. 1985.....	86
7	Relações entre nutrientes com base na absorção to <u>t</u> al (mg/vaso) na parte aérea do milho referentes ao 1º e 4º cultivos do solo Glei Húmico de Careaç <u>u</u> (média de repetições). Lavras-MG. 1985.....	87
8	Produção de matéria seca da parte aérea do milho (g/vaso) e resumo da análise de variância relativos ao 1º cultivo do solo Glei Húmico de Uberaba. Lavras-MG. 1985.....	88
9	Produção de matéria seca da parte aérea do milho (g/vaso) e resumo da análise de variância relativos ao 4º cultivo do solo Glei Húmico de Uberaba. Lavras-MG. 1985.....	89
10	Relações entre nutrientes com base na absorção total (mg/vaso) na parte aérea do milho referentes ao 1º e 4º cultivos do solo Glei Húmico de Uberaba (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.....	90
11	Produção de matéria seca da parte aérea do milho (g/vaso) e resumo da análise de variância relativos ao 1º cultivo do solo Orgânico de Uberaba. Lavras-MG. 1985.....	91

## Quadro

## Página

- 12 Produção de matéria seca da parte aérea do milho (g/vaso) e resumo da análise de variância relativos ao 4º cultivo do solo Orgânico de Uberaba. Lavras-MG. 1985..... 92
- 13 Relações entre nutrientes com base na absorção total (mg/vaso) na parte aérea do milho referentes ao 1º e 4º cultivos do solo Orgânico de Uberaba (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985..... 93

## 1. INTRODUÇÃO

Com o aumento acentuado da demanda mundial de alimentos, torna-se necessário o aproveitamento de áreas com potencial para produção agrícola e que ainda não se encontram exploradas. Como uma alternativa para expansão da fronteira agrícola brasileira, surgiu o Programa Nacional de Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis-PROVÁRZEAS que foi implantado em Minas Gerais, em 1975.

Levantamentos recentes indicam a existência de 30 milhões de hectares de várzeas irrigáveis no Brasil sem aproveitamento definido, constituindo um gigantesco potencial para exploração agrícola e produção de alimentos, LAMSTER (44). Somente no Estado de Minas Gerais existem, aproximadamente, 1,5 milhões de hectares de várzeas irrigáveis, das quais 30% são, periodicamente, inundadas, EMATER (26).

Sob a denominação de solos de várzeas encontram-se diversas unidades de solos, que podem, principalmente, ser agrupadas nas seguintes classes: Aluvial, Glei Húmico, Glei Pouco Húmico e Orgânicos. Estes apresentam uma somatória de características favoráveis, tais como: topografia adequada, facilidade de mecanização em algu

situações e possibilidades de irrigação contínua. Este último aspecto é de grande 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, estes solos apresentam uma grande amplitude de variação no que diz respeito as características físicas e químicas por exemplo, textura variando de arenosa a argilosa, índice de saturação de bases que vai desde distrófico a eutrófico, apresentando ainda considerável variação nos teores e composição da matéria orgânica.

É necessário, entretanto não apenas expandir a exploração do potencial dos solos de várzeas através da sistematização de novas áreas. Torna-se importante conhecer as variáveis que estão envolvidas na produção desses solos de forma que, por um controle efetivo das mesmas, possam ser atingidos níveis adequados de produtividade.

Apesar da importância dos solos de várzeas, existem poucas informações em termos de avaliação da fertilidade atual e potencial. Este fato sugere uma necessidade de estudos para quantificação destes parâmetros, tendo como meta maior eficiência no uso agrícola destas áreas.

Levando-se em consideração os pontos comentados, levantou-se as seguintes hipóteses básicas para realização deste trabalho: a) existe variabilidade no potencial de produção dos solos de várzeas, relacionadas com variações nas condições naturais de fertilidade do solo; b) a identificação dos fatores nutricionais que limitam a

produtividade agrícola nas várzeas vai permitir uma utilização mais eficiente de suas potencialidades.

Neste trabalho avaliou-se, sob condições de vasa de vegetação em quatro cultivos sucessivos da cultura do milho, os seguintes aspectos:

- as deficiências nutricionais de macronutrientes primários e secundários determinando a importância relativa das mesmas.

- a diminuição da fertilidade natural em relação aos macronutrientes primários e secundários através de cultivos sucessivos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Potencial agrícola das áreas de várzeas no Brasil

É fato sobejamente conhecido nos dias atuais que o problema da alimentação humana transcende quadros geopolíticos para se transformar em preocupação universal. No Brasil, cada vez mais se acentua a atuação das ações governamentais no sentido de dinamizar o setor primário, pela modernização da agricultura, visando atender ao crescimento interno e oferecer o excedente de produção aos mercados internacionais.

É inegável que a organização planejada das propriedades rurais pode ser apontada como um dos fatores primordiais à melhoria da produtividade em terras já cultivadas e/ou à integração de áreas inexploradas, através da aplicação de técnicas capazes de assegurar a conquista de áreas altamente produtivas. Neste contexto e como opção para expansão da fronteira agrícola brasileira, surge a necessidade do aproveitamento dos solos de várzeas. Segundo LAMSTER (44), até o fim de 1979 foram levantados no Brasil 24.155.103ha de várzeas irrigáveis sem aproveitamento definido, Figura 1. Tudo indica que, após a conclusão do levantamento em questão, estime-se

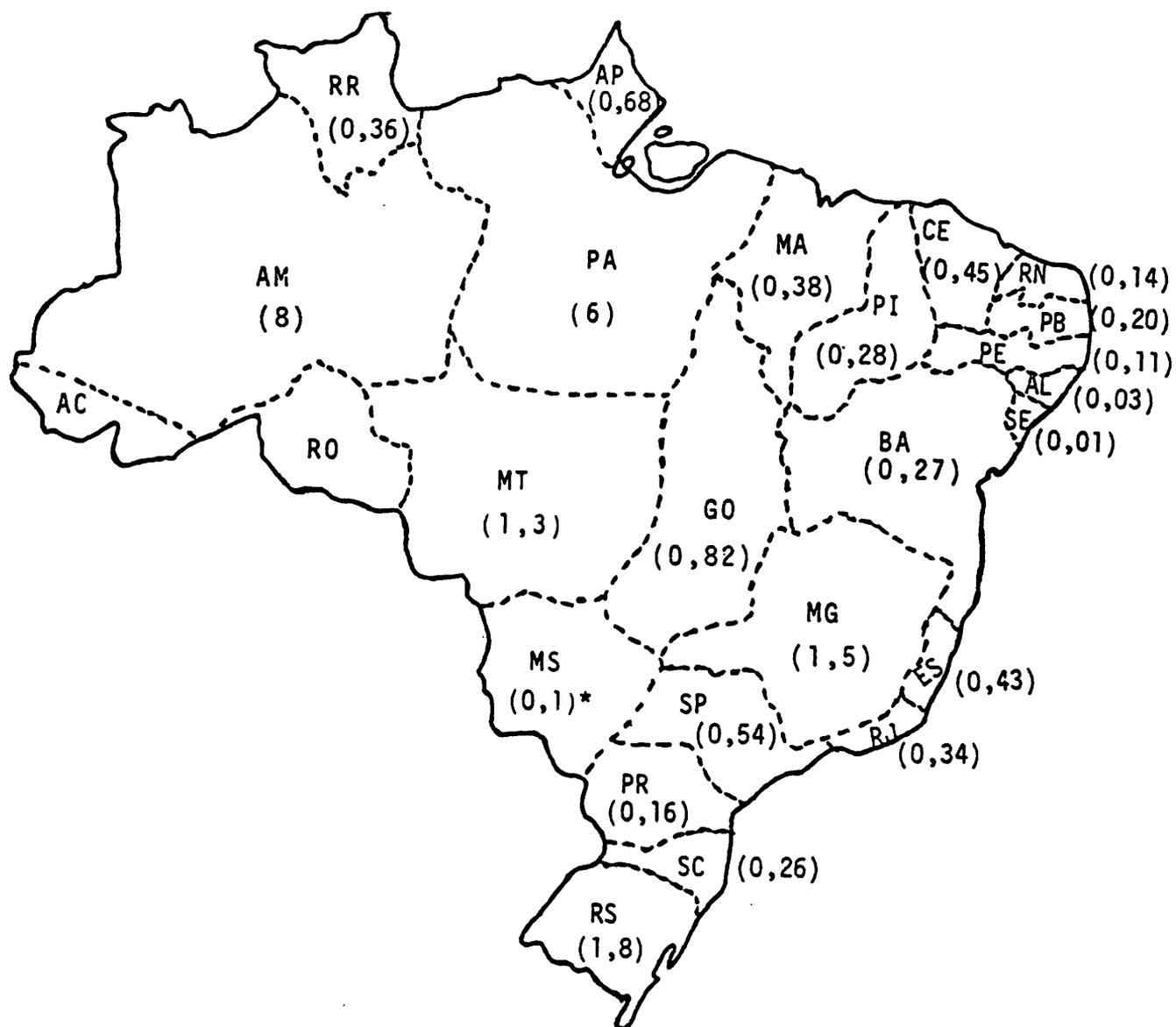


FIGURA 1. Potencialidade de várzeas irrigáveis em todo território nacional - resultados parciais obtidos até 1979. (Dados em milhões de hectares). \*Área sub-estimada.

FONTE: LAMSTER (44)

em cerca de 30 milhões de hectares de várzeas irrigáveis.

Em função do imenso potencial das áreas de várzeas, no Brasil, foi lançado o Programa de Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis-PROVÁRZEAS, que iniciou em Minas Gerais, sendo implantado a nível de Estado em 1975, LAMSTER (44). Tendo em vista a excelente aceitação deste programa pelos agropecuaristas mineiros, os resultados obtidos com significativa influência sócio-econômica e o grande interesse pelos diversos Estados da Federação, o programa foi estendido a nível nacional: PROVÁRZEAS NACIONAL. Em 1981 o PROVÁRZEAS já estava incorporado em 18 Estados e, hoje, abrange todos os estados, à exceção do Acre. Este programa visa a oferecer aos agropecuaristas interessados condições que permitam o uso racional do solo e da água, através da implantação de projetos de irrigação e/ou drenagem a nível de propriedade rural além de: promover o desenvolvimento integrado dos recursos naturais e humanos, incorporar áreas não aproveitadas economicamente, racionalizar a cultura do arroz, implantar rotação anual, permitir 3 plantios/ano, regularizar a oferta de produtos agrícolas, dinamizar o comércio exportador, fixar o homem no campo e sensibilizar técnicos e produtores para o uso racional da água e solo.

A viabilidade do PROVÁRZEAS é inegável porém, para que seus objetivos sejam alcançados com uma exploração racional dessas áreas, há necessidade de estudos integrados e multidisciplinares. Neste contexto, a ciência do solo ocupa um lugar de destaque devido à fertilidade desses solos ser um assunto complexo, visto as grandes va

riações em termos físicos, químicos, biológicos e mineralógicos.

## 2.2. Principais solos e sistemas de culturas utilizados nas várzeas.

As várzeas são constituídas de solos originários de deposição de materiais transportados por cursos d'água ou mesmo trazidos das encostas pelo efeito erosivo das chuvas. Assim, estas constituem-se em áreas de baixada, podendo estar encharcadas em consequência da elevação do lençol freático. sujeitas ou não a inundações periódicas, FREIRE & NOVAIS (29). Possui, em geral, uma somatória de características favoráveis, tais como: bom potencial físico e químico, boa topografia, 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.

De acordo com CURI & ANDRADE (19), nas várzeas pode-se encontrar as seguintes classes de solos: Glei Húmico, Glei Pouco Húmico, Orgânicos, Aluviais, Laterita Hidromórfica, Plintossolo, Areia Quartzosa Hidromórfica, Vertissolo, Podzol Hidromórfico, Planossolo, Hidromórfico Cinzento, Solos Salinos (Solonetz, Solodi e Solonetz-Solodizado). Em Minas Gerais, conforme levantamentos realizados por EMBRAPA (24) e FREIRE & NOVAIS (29), são encontrados, principalmente, as classes Glei Húmico, Glei Pouco Húmico, Orgânico e Aluviais, cujas características serão descritas a seguir conforme

os pesquisadores (13, 19, 24 e 61).

A classe Glei Húmico compreende solos minerais hidromórficos, mal a muito mal drenados, cujas características refletem as condições de redução sob as quais foram formados. Ocorrem nas várzeas, onde o lençol freático se apresenta elevado ou mesmo à superfície do solo durante todo o ano ou em grande parte dele. São desenvolvidos a partir de sedimentos do Quaternário, ocupando normalmente as superfícies planas e suave onduladas. Podem apresentar um horizonte A turfoso, chernozêmico ou proeminente, compreendendo um  $A_1$  e, às vezes, um AC, com altos teores de matéria orgânica e uma espessura maior do que 25 cm. Sob este horizonte A geralmente ocorre um horizonte C, de cores acinzentadas (gleizadas) devido à redução do ferro em condições anaeróbicas.

A classe Glei Pouco Húmico é bastante semelhante à anterior, diferindo desta, principalmente, por apresentar uma melhor drenagem e uma menor acumulação de matéria orgânica superficialmente, o que provoca o desenvolvimento de um horizonte A menos espesso ( $< 25$  cm), e, às vezes, mais claro.

A classe dos solos orgânicos diz respeito a solos hidromórficos, pouco desenvolvidos, muito mal drenados e essencialmente orgânicos. Difere das classes anteriores por apresentar um horizonte orgânico, isto é, teor de carbono  $> [9 + 0,1 (\% \text{ argila})]$ , ocupando mais do que 50% dos primeiros 80 cm. Esses solos são desenvolvidos a partir de acumulação recente de resíduos vegetais em áreas alagadiças, onde é lenta a mineralização da matéria orgânica devi

do às condições anaeróbicas presentes no meio. Sob estas condições desenvolve-se um solo cujo perfil é constituído por sucessivas ca ma da s de resíduos orgânicos semi-decompostos e no topo do qual po de de se ou não desenvolver um horizonte A típico. Ocorrem nas par tes mais úmidas das várzeas em relevo plano e suave ondulado.

A classe Aluvial compreende solos predominantemente mine rais, relativamente recentes, pouco desenvolvidos, provenientes de formações fluviais e depósitos de baixada. Apresentam diferenciação do horizonte A, seguido por camadas usualmente estratificadas, sendo encontrados em áreas de relevo praticamente plano. Ocorre normalmente associada aos solos hidromórficos. Apenas o horizonte A, por já ter sofrido modificações resultantes da ação dos agentes formadores, se constitui em um horizonte pedogenético com características morfológicas definidas, sendo seguido por camadas descontínuas, provenientes de deposições fluviais, que constituem o mate rial matriz do solo. Há perfis, provavelmente, os mais evoluídos, que já apresentam um horizonte B incipiente, no qual se nota iní cio de desenvolvimento de características próprias deste horizonte.

As análises mineralógicas dos solos que integram estas clas ses, mostram pela natureza de seus componentes a diversidade de ma ter iais que lhes deram origem, pois são formados a partir de sedimentos carreados de diversas fontes, que podem ou não ter o mesmo carácter litológico. Essa diversidade de materiais faz com que se jam encontrados desde solos eutróficos até distróficos e textura bastante variada indo de arenosa a argilosa.

Para exploração racional dessas áreas, tornam-se necessárias: a sistematização dos solos; a correção de cursos d'água; a proteção e controle de enchentes. Esses aspectos referem-se apenas à sistematização dessas áreas. Entretanto, a diagnose e correção de aspectos ligados à fertilidade não tem recebido a atenção necessária. O assunto é ainda mais complexo, em função da grande variação de tipos de solos em uma pequena área o que afeta, indubitavelmente, o potencial de fertilidade dos mesmos. Seria utópico e irreal assumir que todos os solos de várzeas são de alta fertilidade.

Outro fator que contribui para aumentar a complexidade dessas áreas é a diversidade de culturas a serem exploradas, pois o PROVÁRZEAS busca sua utilização durante todo o ano. Embora certas dúvidas tenham sido levantadas em anos recentes, admite-se que a vocação natural das várzeas é para a cultura do arroz, em decorrência da sua grande exigência em água, CARVALHO et alii (14). Esses autores entretanto, sugerem outras opções de ocupação, em rotação com a cultura do arroz, tais como: arroz x feijão x feijão; arroz x trigo; arroz x forrageira de inverno; arroz x milho; arroz x oleícolas; arroz x soca de arroz x feijão ou trigo.

### 2.3. Avaliação da fertilidade em solos de várzeas - resultados experimentais.

Apesar da importância dessas áreas para o processo produtivo brasileiro, de um modo geral, existem poucas informações em termos da capacidade desses solos em suprir nutrientes para as cultu

ras, permitindo obter altas produtividades.

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

Dentre os macronutrientes o nitrogênio e fósforo são os que mais têm limitado a produção das diversas culturas tais como : arroz, trigo, milho, feijão, batatinha e soja, nestes tipos de solos. Dos 70 experimentos instalados para verificar o efeito da adubação nitrogenada, na produção das diversas culturas 52 mostraram respostas positivas, correspondendo a 74,3% do total. Nos locais dos experimentos que apresentaram respostas positivas, os teores de matéria orgânica e nitrogênio variaram, respectivamente, de 0,9 a 37,9% e 0,05 a 1,20% sendo as médias de 9,3 e 0,58%. Nos experimentos, onde não houve resposta à aplicação de N, os teores de matéria orgânica e nitrogênio atingiram amplitudes de 2,0 a 56,32% e 0,09 a 1,86%, respectivamente, sendo as médias de 14,9% matéria orgânica e 0,57% (N). Apesar do teor médio de matéria orgânica nos solos, que não responderam à aplicação de N, estar acima daqueles que responderam à aplicação deste nutriente, os dados sugerem que tanto o teor de matéria orgânica como o de nitrogênio determinado pelos métodos usados nos experimentos não estão indicando a disponibilidade real de N para as culturas sob estas condições. As culturas que mais responderam à aplicação de N foram: trigo com 100% de resposta sendo que o teor médio de matéria orgânica no solo foi de 3,1%; arroz inundado com 80% de resposta e teor médio de matéria orgânica no solo de 4,0%; batatinha com 75,0% de resposta e mé

QUADRO 1. Respostas de diversas culturas à aplicação de macronutrientes em solos de várzeas do Estado de São Paulo e Minas Gerais. Resumo dos experimentos relatados no Quadro 1 do apêndice.

Características	Respostas positivas		Sem resposta	
	Nº	%	Nº	%
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 56,32	
Média	9,3		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	
Cálcio + magnésio (19 experimentos)				
Ca + Mg (meq/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 (meq/100 g)				
Amplitude	2,3 a 3,3		2,2 a 4,5	
Média	2,6		3,2	
pH H <sub>2</sub> O				
Amplitude	4,0 a 5,6		4,0 a 5,0	
Média	4,82		4,56	

dia de matéria orgânica de 25,3%. Aplicação de N causou maiores ou menores aumentos dependendo do tipo de solo e cultura. No arroz inundado, esses aumentos chegaram de 66,9% na produção de grãos em relação ao tratamento que não recebeu N de acordo com SCHMIDT & GARGANTINI (64). Para as culturas da batatinha e trigo esses aumentos foram menos acentuados 44 e 40%, respectivamente, conforme GOMES & FREIRE (34) e CAMARGO & ALVES (9).

Nas adubações fosfatadas as respostas observadas foram semelhantes ao nitrogênio. De um total de 67 experimentos, 48 mostrararam efeitos positivos à adição de adubos fosfatados, correspondentes a 71,6% de resposta. Nestes solos, o teor de P em ppm, extraído pelo  $H_2SO_4$  0,05N na sua maioria, variou de 2,0 a 508,7 sendo a média de 68,4. Nos solos, onde as culturas não responderam à aplicação de P, seu teor variou de 4 a 149,9 sendo a média de 70,6 ppm. Esses dados sugerem que o  $H_2SO_4$  0,05N não é um bom extrator de P para solos de várzea podendo sub ou até superestimar o valor de P para as culturas, visto que o teor médio de P dos locais com e sem resposta foram muito semelhantes. Das diversas culturas, as que mais responderam à aplicação de P foram: batatinha com 75% de resposta, arroz inundado com 70% e trigo com 60% de resposta. Nestes solos, onde foram instaladas as culturas da batatinha, arroz e trigo, os teores de P em ppm variaram, respectivamente, 30,0 a 310,2; 2 a 86,9 e 4,1 a 36,2. Apesar do número de experimentados com as culturas do milho, feijão, alho, cebola e soja serem insuficientes para uma afirmação da necessidade real de aplicação de fósforo nestes solos para estas culturas, a grande maioria mostrou

resposta altamente significativa.

Os efeitos positivos na produção de arroz, batatinha e trigo 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. Chama a atenção o fato do arroz inundado apresentar resposta positiva ao uso de adubos fosfatados em 80% dos experimentos, com tão ampla variação nos níveis de fósforo solúvel pelo  $H_2SO_4$  0,05N.

Nas adubações potássicas, as respostas observadas foram muito menos consistentes do que as obtidas com N e P. Somente 41,7% dos experimentos instalados mostraram respostas à adição deste nutriente. Das diversas culturas como trigo, milho, feijão, soja, arroz inundado e batatinha apenas as duas últimas responderam à aplicação de K. Este fato sugere uma possível maior disponibilidade de K nestes solos quando comparado com N e P. Nos solos onde houve resposta à aplicação de K pelas culturas do arroz inundado e batatinha, a amplitude do teor de K foi de 19 a 421,2 ppm sendo a matéria de 162,8 ppm. Nas demais culturas, que não responderam à aplicação de K, a amplitude do teor de K no solo variou de 34 a 234 ppm sendo a média de 117,5 ppm. Apesar da média do teor de K nos solos onde houve resposta a aplicação deste nutriente se encontrar abaixo daqueles que não responderam a K, em ambos os casos o teor de K foi muito acima do sugerido pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (16), indicando que o  $H_2SO_4$  0,05N não correlacionou com o K realmente "disponível" para as culturas.

Quanto aos macronutrientes secundários (cálcio, magnésio e enxofre) os poucos trabalhos existentes nos solos de várzea têm mostrado certo grau de controvérsia. Respostas positivas à aplicação de calcário foram obtidas pelos autores (5, 28 e 71), utilizando como planta teste a soja, alho, cebola, enquanto que GOMES et alii (37) verificaram efeitos nulos na produção de milho com aplicação de calcário. Nas culturas que tiveram resposta à aplicação de calcário os teores de Ca + Mg e Al em meq/100 g de solo variaram, respectivamente, em 0,5 a 7,4 e 2,3 a 3,3 e o valor de pH variou na faixa de 4,0 a 5,6. Para a cultura do milho que não respondeu à aplicação de calcário o teor de Ca + Mg em meq/100 g de solo foi de 4,6 e o valor de pH de 4,8.

Sob condições de inundação o pH do solo tende a atingir valores próximos à neutralidade. Em solos com pH ácido, o aumento de pH é devido, principalmente, à redução de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  e  $\text{Mn}(\text{OH})_3$  liberando  $\text{OH}^-$ , SANCHEZ (62). Consequentemente, sob inundação, a cultura do arroz não tem respondido à aplicação de calcário, desde que os teores de Ca e Mg estejam em níveis adequados. Dados apresentados no Quadro 1 do apêndice vem confirmar este fato, mostrando efeitos nulos na produção de arroz, quando da aplicação de calcário. Nestes solos, o teor de Ca + Mg em meq/100 g de solo variou de 2,5 a 7,0, cujo teor é ideal para diversas culturas, inclusive o arroz como indicado pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (16). O valor de pH sob condições de sequeiro variou de 4,0 a 5,0 e o teor de Al em meq/100 g de solo variou de 2,2 a 4,5.

Respostas à aplicação de enxofre têm sido pouco estudadas, embora a adição deste nutriente, tenha proporcionado aumentos na produção de trigo, segundo CAMARGO & ROCHA (11) e CAMARGO & ALVES (9), e efeitos nulos segundo CAMARGO & LEITE (10) e MIYASAKA et alii (53).

Conforme observado, o uso de fertilizantes nos solos de várzeas é de considerável importância para maximização da produção. Apesar de trabalhos de pesquisa, utilizando adubações com macronutrientes nas diversas culturas e nos diversos solos de várzeas, tem 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 a produção das diversas culturas nos solos de várzea. Um conhecimento integrado dos fatores que afetam a disponibilidade de nutrientes, métodos de análise bem como interpretação dos resultados de análise do solo trará, sem dúvida, contribuições importantes para uma utilização racional de fertilizantes nestes solos de várzea.

#### 2.4. Balanço de nutrientes

As interações iônicas e o efeito de proporções variáveis dos nutrientes na nutrição e produção das culturas, tem sido objeto de várias pesquisas e revisões de literatura (21, 38, 48 e 66).

Apesar da complexidade do problema, de modo geral, esses pesquisadores concordam que a quantidade absoluta de um nutriente presente no solo, é tão importante para a nutrição de plantas, quanto a proporção do mesmo em relação à quantidade e natureza dos outros íons no complexo.

A concentração de um nutriente na planta depende, praticamente, dos fatores que influenciam a absorção do mesmo pela cultura, que segundo ARNON (2), são: a cultura, tipo de fertilizantes, idade da planta, reação do solo, temperatura, regime de umidade e outros de natureza biológica.

Dada a necessidade de se encontrar métodos para estimar a necessidade de nutrientes pelas culturas, dois tipos de análises foram desenvolvidas, conforme FAGERIA & BARBOSA FILHO (27); a análise do solo e de plantas. De acordo com estes autores, a análise de solo, seja por meios químicos ou biológicos, estima a concentração de um dado nutriente disponível para o crescimento das plantas, indicando que a concentração de nutrientes do solo requer interpretação de acordo com a espécie cultivada, tipo de solo e clima da área. A análise da planta ou, mais especificamente, a análise química quantitativa feita de uma planta ou parte dela, fornece um valor integrado de todos os fatores que influenciam a composição da planta no momento da amostragem. Até que a função de cada elemento seja claramente conhecida, pode ser utilizada, mesmo que empiricamente, a análise de planta, comparando-se concentrações de um dado nutriente em plantas com crescimento limitado, com plantas cujo crescimento não seja limitado por este nutriente.

Os métodos mais comumente usados para interpretação de resultados de análise de planta, como processo de diagnose, são o nível crítico e o Sistema de Diagnose e Recomendação (DRIS). O princípio básico deste último método tem sido detalhadamente discutido e estudado por vários pesquisadores (54, 70 e 72). Dada a importância desta técnica para trabalhos de avaliação da fertilidade do solo um resumo da mesma é discutido a seguir.

Essa técnica foi desenvolvida por Beaufils, primeiramente, com o nome de diagnose foliar, através do estudo de aspectos nutricionais de seringueira, cultivadas no Vietnã e Camboja, ORLANDO FILHO & ZAMBELLO JUNIOR (57). Segundo esses autores, Beaufils propõe as relações N/P, N/K e K/P, bem como o diagrama para interpretação do balanço de N, P, K em seringueira, baseado em um conjunto de reações de equilíbrio dos constituintes das folhas, assim estabelecidas: a) toda variação no teor de um elemento mineral, num dado momento, correlaciona-se positiva ou negativamente com um ou vários outros elementos, seja qual for sua importância ponderal relativa; b) a relação de dois elementos antagônicos K e Ca pode ser considerada como reflexo, dentro de certos limites, do conjunto de equilíbrios químicos ao nível das folhas, pois variações de N, S, P, Fe e Cu são relacionadas àquelas do potássio e variações de Mg e Mn são relacionadas às do cálcio; c) as variações da relação K/Ca estão em correlação inversa altamente negativa com as variações da relação Mn/Cu. Essa constatação constitui um dos critérios sobre os quais se baseia o diagnóstico; d) os elementos do grupo potássio, que são relativamente mais importantes durante o estágio

de crescimento, têm, em seguida tendência a migrar, à medida que os elementos do grupo cálcio se acumulam até a hibernação das se ringueiras. O caso do magnésio que é constituinte da clorofila, requer atenção especial, pois ele ocorre geralmente nas folhas sob uma forma ionizada e susceptível de migrar. A hipótese é que essa parte ionizada é deslocada progressivamente pelo íon  $\text{Ca}^{2+}$  à medida que a assimilação desse último produz particularmente o oxalato de cálcio mais insolúvel que a do magnésio; e) os elementos N, P e K das folhas podem ser relacionados entre si por uma fórmula geral aplicada a todas as seringueiras sob a condição de que o solo, in dependente da sua origem, possa responder as suas necessidades; f) a relação geral que se tem é:  $N = aK = aP$  onde o coeficiente de assi milação "a" admite certa possibilidade de variação entre os limi tes que, de maneira geral, vão de 3,4 a 4,3 para as seringueiras.

O sistema DRIS caracteriza todas as correlações a um dado tratamento do solo, desde sua aplicação até a colheita. Os componentes das reações, segundo SUMNER (69) são: a) propriedade do so lo → resposta da planta → produção; b) condições climáticas → resposta da planta → produção; c) práticas culturais → respos ta da planta → produção; d) tratamento do solo + propriedade do solo → resposta da planta → produção; e e) resposta do solo + condições climáticas + práticas culturais → resposta da planta → produção.

O sistema caracteriza os componentes acima em termos de índices, os quais são derivados em função da produção. Estes índi

ces não somente permitem classificar os fatores limitantes, na ordem de importância, mas fornecem uma indicação da intensidade com que o solo ou planta requer um determinado nutriente. Devido esses índices agruparem os fatores de produção pelo seu grau de limitação automaticamente, incorporam o conceito de balanceamento no sistema. Os índices para solo planta e parâmetros ambientais constituem uma forma de calibração para diagnose e recomendação da adubação.

Apesar das relações entre eles serem muito sensíveis à variação nas condições do meio ambiente MALAVOLTA & DANTAS (51), sugerem como orientação básica para interpretação dos dados com a cultura do milho, aos 60 dias após a semeadura, os seguintes valores em percentagem (%): N/P (14 a 10); N/S (17 a 9); K/Ca (8 a 5); K/Mg (11 a 10); e K/Ca + Mg (5 a 3).

## 2.5. Técnica do elemento faltante

Uma das maneiras mais eficientes e simples de se identificar deficiências nutricionais é através da técnica do "elemento faltante". Isto envolve o crescimento de uma planta indicadora sob condições de casa de vegetação ou de campo, em que é testado um tratamento "completo" (com todos os nutrientes necessários em doses adequadas) e uma série de tratamentos nos quais é feita a omissão de um nutriente de cada vez, SANCHEZ (62). A coleta dos dados é geralmente feita a um estágio de crescimento vegetativo da cultura.

Essa técnica tem sido usada em trabalhos de rotina por pesquisadores do Institut de Recherches Agronomiques Tropicales- IRAT nos países de língua francesa na África, segundo SANCHEZ (62). Os testes em vasos sob condições controladas de casa de vegetação usando cereais como plantas indicadoras constituem-se no primeiro estágio de avaliação da fertilidade do solo, Kiliane Velly (1964) e Charreau (1974) citados por SANCHEZ (62) e CHAMINADE (15). Este método tem sido usado na Costa Rica MARTINI (52) em Gambia, Webb citado por SANCHEZ (62) no Brasil EMBRAPA (23) em casa de vegetação ou com pequenos copos plásticos pelo International Soil Fertility Evaluation & Improvement Program-ISFEIP (41) nas "microparcelas" com 1 m<sup>2</sup> de área na Costa Rica e no Brasil, HARDY & BAZAN (39) e ALVIM et alii (1), ou parcelas convencionais no Brasil, GALRÃO et alii (32) e PERIM et alii (59).

De acordo com CHAMINADE (15) experimentos em vasos com a técnica do "elemento faltante" fornecem três tipos de informações: quais os elementos são deficientes; a importância relativa desta deficiência; a velocidade de diminuição da fertilidade do solo com cortes sucessivos, quando se usa uma pastagem como planta indicadora. De acordo com SANCHEZ (62), pesquisadores do IRAT consideram deficiência séria, quando a produção de matéria seca cai de 60% ou mais daquela obtida no tratamento completo.

## 2.6. Considerações gerais

Depreende-se da presente revisão de literatura que o potencial de fertilidade natural dos solos de várzeas é extremamente variável e complexo. Esta complexidade é ainda mais acentuada em função da dificuldade de se usar parâmetros de análises de rotina em fertilidade do solo para prever graus de resposta ao uso de corretivos e fertilizantes.

Justifica-se, portanto dada a importância das áreas de várzeas para o Estado de Minas e a falta de conhecimento do potencial de fertilidade destes solos estudos procurando quantificar seus fatores limitantes em relação a disponibilidade de macronutrientes primários e secundários.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras, no período de setembro de 1981 a julho de 1982, utilizando a técnica do completo menos um nutriente ou diagnose por subtração, SANCHEZ (62).

#### 3.1. Materiais de solo utilizados - coleta e preparo

Foram utilizados três materiais de solo 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 0-20 cm de profundidade relevo plano, coletado na área sobre influência do Rio Sapucaí no município de Careagu MG. Este acha-se circundado por solos com horizonte B incipiente e B textural.

\*CURI, N. Professor do Departamento de Ciência do Solo da ESAL.

De cada perfil, coletou-se cerca de 200 kg de material de solo da camada de 0-20 cm de profundidade, para o enchimento dos vasos. Após terem sido secos ao ar, foram passados em peneira com abertura de 5 mm e retiradas sub-amostras para caracterização física e química.

### 3.2. Análises de caracterização

Os resultados das análises de caracterização dos solos encontram-se no Quadro 2.

#### 3.2.1. Físicas

Densidade de partículas foi determinada através do método do picnômetro, conforme BLAKE (6). Na análise granulométrica foi feita a dispersão das amostras usando princípios químicos (NaOH 0,1N) e físicos (agitação com alta rotação). A fração areia (2 a 0,05mm), foi obtida através da tamizagem. As frações silte (0,053 a 0,002mm) e argila (< 0,002mm), foram determinadas segundo o método da pipeta, conforme DAY (20). O carbono orgânico foi determinado por oxidação com dicromato de potássio segundo EMBRAPA (25).

#### 3.2.2. Químicas

Foram determinados  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $TiO_2$  e  $P_2O_5$  do ataque sulfúrico ( $H_2SO_4$ ,  $d=1,47$ ) e acidez não trocável conforme VET-

QUADRO 2. Resultados das análises químicas e físicas de três materiais de solos ao natural, coletados na camada de 0-20 cm de profundidade (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.

	Glei Húmico Careagu	Glei Húmico Uberaba	Orgânico Uberaba
pH H <sub>2</sub> O	4,60	5,10	5,20
pH CaCl <sub>2</sub> 0,01M	4,00	4,30	4,30
Al (meq/100 g)	3,00	1,70	0,80
Ca (meq/100 g)	1,90	0,80	6,60
Mg (meq/100 g)	0,70	0,40	0,90
Al + H (meq/100 g)	22,40	25,50	33,30
K (meq/100 g)	0,17	0,19	0,26
CTC efetiva (meq/100 g)	5,77	3,09	8,56
Valor "m" (%)	52,00	55,00	9,30
Valor "S" (meq/100 g)	2,75	1,39	7,76
Valor "T" (meq/100 g)	25,20	26,90	40,60
Valor "V" (%)	10,90	5,00	19,10
P (ppm)	18,00	20,00	19,00
S-SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> (ppm)	40,30	4,10	24,70
N (%)	0,27	0,54	0,64
Cu (ppm)	5,30	1,60	0,50
Zn (ppm)	4,50	2,25	2,98
Mn (ppm)	13,27	15,53	22,10
B (ppm)	0,38	0,26	0,06
Fe (ppm)	279,17	134,17	115,00
Ca (HNO <sub>3</sub> - meq/100 g)	1,97	2,04	9,93
Mg (HNO <sub>3</sub> - meq/100 g)	0,63	0,70	1,64
K (HNO <sub>3</sub> - meq/100 g)	4,40	5,40	8,70
P (HNO <sub>3</sub> - ppm)	364,70	1045,40	1171,20
Al (CuCl <sub>2</sub> - meq/100 g)	21,40	36,40	38,78
SiO <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - %)	45,80	27,90	28,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - %)	29,40	12,10	12,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - %)	2,80	4,60	2,50
TiO <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - %)	0,70	2,20	0,70
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - %)	0,20	1,50	0,50
Dp (g/cm <sup>3</sup> )	2,25	1,95	1,54
C (%)	7,09	10,90	18,50
Argila (%)	45,50	27,00	34,50
Limo (%)	13,50	12,50	16,00
Areia (%)	41,00	60,50	49,50

TORI (73). Potássio dificilmente "disponível" foi determinado pelo  $\text{HNO}_3$  à quente, descrito por PRATT (60). Neste extrato, além da de terminação K dificilmente "disponível", foi feita a de P, Ca, Mg. Alumínio "trocável" determinado através do  $\text{CuCl}_2$  1N, conforme técnica descrita por JUO & KAMPRATH (43).

Completo sortivo (Ca, Mg, K e Al), P, N, micronutrientes (Cu, Zn, Fe e Mn) e pH  $\text{H}_2\text{O}$  foram determinados segundo VETTORI (73): Ca, Mg e Al extraídos com KCl 1N, P, K, Cu, Zn, Fe e Mn pelo  $\text{HCl}$  0,05N +  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,025N, N pelo método Kjeldahl. Boro foi determinado de acordo com o método simplificado da curcumina de Dible et alii, descrito por JACKSON (42), e  $\text{S-SO}_4^=$  determinado conforme BARDSLEY & LANCASTER (3), usando o acetato de amônio. Determinou-se ainda o pH  $\text{CaCl}_2$  0,01M, PEECH (57).

### 3.3. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com oito tratamentos e três repetições. Os tratamentos se constituíram de: testemunha (solo natural); "completo" (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn); completo menos um macronutriente de cada vez.

A adubação foi feita para vasos de  $3370 \text{ cm}^3$  de solo. As fontes e respectivas doses equivalentes em kg/ha são apresentadas no Quadro 3.

Nos tratamentos que receberam calagem, esta foi calculada, através do método de incubação preconizado por MALAVOLTA (50), e MUZILLI (55). Determinou-se a dose de corretivo necessário para elevação do pH a 5,5, utilizando-se CaO P.A. O Glei Húmico de Ca-reaçú recebeu dose de CaO equivalente a 2,6 t/ha, sendo que, o Or-gânico e Glei Húmico de Uberaba receberam somente 0,5 t/ha de CaO, devido seu pH original estar dentro da faixa desejada. Após aplica-ção das quantidades de corretivo correspondente, foi feita uma cui-dadosa homogeneização com o material de solo no vaso permanecendo em incubação por 15 dias e umidade correspondente a 70% do espaço poroso.

QUADRO 3. Fontes e doses de nutrientes usados nos três materiais de solo. Lavras-MG. 1985.

Nutriente	Fonte	Dose do nutriente (kg/ha) <sup>1/</sup>
N	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	200
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Na H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O	200
K <sub>2</sub> O	KCl	100
SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	100
Mg	Mg Cl <sub>2</sub> 6 H <sub>2</sub> O	100
B	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> 10 H <sub>2</sub> O	2,0
Co	Co Cl <sub>2</sub> 6 H <sub>2</sub> O	0,5
Cu	CuCl	4,0
Mo	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> 6 H <sub>2</sub> O	0,5
Zn	ZnO	6,0
Fe	FeCl <sub>3</sub> 6 H <sub>2</sub> O	6,0
Mn	Mn Cl <sub>2</sub> 4 H <sub>2</sub> O	8,0

<sup>1/</sup> Considerando-se para efeito de cálculo 1 ha = 2000 cm<sup>3</sup>

Os sais de P, K, Mg, S e o CaO foram misturados ao material de solo em forma sólida, enquanto que os de micronutrientes foram aplicados em solução (10 ml/vaso). Após as adubações, o material de enchimento dos vasos foi misturado para homogeneização.

O nitrogênio foi parcelado em quatro aplicações após a germinação do milho, aplicado na água de irrigação. O intervalo das aplicações foi de 7 dias.

#### 3.4. Condução do experimento

Foram realizados quatro cultivos sucessivos em cada material de solo, utilizando como planta indicadora o milho (Zea mays L.), híbrido Agroceres AG 162. Foram distribuídas 7 sementes por vaso com o auxílio de um gabarito de papelão, desbastando-se para 5 plantas por vaso, uma semana após a germinação.

A irrigação foi controlada diariamente, pesando-se os vasos e usando água desmineralizada, de forma a preencher 70% do espaço poroso total para o solo Glei Húmico de Careaçu e 50% do espaço poroso total para os solos Glei Húmico e Orgânico de Uberaba, conforme FREIRE et alii <sup>(1980)</sup> (31).

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 sub-amostras dos tratamentos completo e testemunha após o segundo e terceiro culti-

vos. No terceiro cultivo foram aplicadas 0,75 t CaO/ha no Gleí Húmico de Careagu, 1,1 t CaO/ha no Gleí Húmico de Uberaba e 1,7 t CaO/ha no Orgânico. No quarto cultivo, como os teores de Ca, Mg e Al e o valor de pH H<sub>2</sub>O do tratamento completo estavam em níveis adequados não foi feita calagem.

As colheitas foram realizadas aos 45 dias, após a semeadura, cortando as plantas rente ao solo com auxílio de uma tesoura e retirando as raízes por peneiragem. Em seguida, a parte aérea foi lavada com água desmineralizada.

Todo o material vegetal foi seco em estufa com circulação de ar, 60-65°C até peso constante, realizando-se em seguida a pesagem da matéria seca da parte aérea. Esta foi moída em moinho tipo Willey, provido de peneira de aço inoxidável com 20 malhas por polegada e acondicionadas em frascos de vidro para posteriores análises químicas.

### 3.5. Análises químicas da matéria seca da parte aérea do milho

No primeiro e quarto cultivos, foram feitas determinações dos macronutrientes. O extrato para determinação do P, K, Ca e Mg foi obtido pela digestão em metanol ácido, conforme HUNTER (40). O S-SO<sub>4</sub><sup>=</sup> foi obtido pela digestão nítrica-perclórica de acordo com BATAGLIA et alii (4).

A determinação do P foi por colorimetria e  $S-SO_4^{=}$  por turbidimetria, K por fotometria de chamas, Ca e Mg por espectrometria de absorção atômica e o N pelo método micro Kjeldahl conforme SAR RUGE (63).

### 3.6. Análises químicas do solo

Após o primeiro e quarto cultivos, em cada parcela foi coletada uma amostra de solo (100 g) para determinações do P, K e  $S-SO_4^{=}$  disponíveis, Ca, Mg e Al trocáveis e pH  $H_2O$ . O P e K foram obtidos através do extrator de Mehlich ( $HCl$  0,05N +  $H_2SO_4$  0,025N), Ca, Mg, Al extraídos com  $KCl$  1N, pH  $H_2O$  relação 1:2,5 de acordo com VETTORI (73) e  $S-SO_4^{=}$  solúvel em acetato de amônio, conforme BARDSLEY & LANCASTER (3).

### 3.7. Análises estatísticas

Foram feitas análises de variância para as seguintes características: produção de matéria seca da parte aérea e absorção total de N, P, K, Ca, Mg e  $S-SO_4^{=}$  contido na parte aérea para o primeiro e quarto cultivos; P, K, Ca, Mg e S disponíveis no solo, Al trocável e pH  $H_2O$  após o primeiro e quarto cultivos.

O modelo da análise de variância foi baseado no seguinte esquema:

Causas de variação	G.L.
Tratamentos	7
Blocos	2
Erro	14
Total	23

As médias dos tratamentos foram comparadas em relação a média do tratamento completo, utilizando-se o teste Dunnett ao nível de 5% de probabilidade conforme, STEEL & TORRIE (68).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1. Produção cumulativa de matéria seca da parte aérea do milho referentes aos três materiais de solo (4 cultivos).

Através da 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. Os dados médios de produção cumulativa (4 cultivos) de matéria seca da parte aérea do milho em (g/vaso) e o resumo da análise de variância encontram-se nos Quadros 2 a 4 do apêndice.

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.

Verifica-se na Figura 2, que as produções cumulativas sofreram influência dos tratamentos aplicados, sendo que estes variaram em função do tipo de material de solo. No Glei Húmico de Careaçu, na ausência de qualquer macronutriente, houve queda de produção de matéria seca, sendo que as maiores quedas foram verificadas

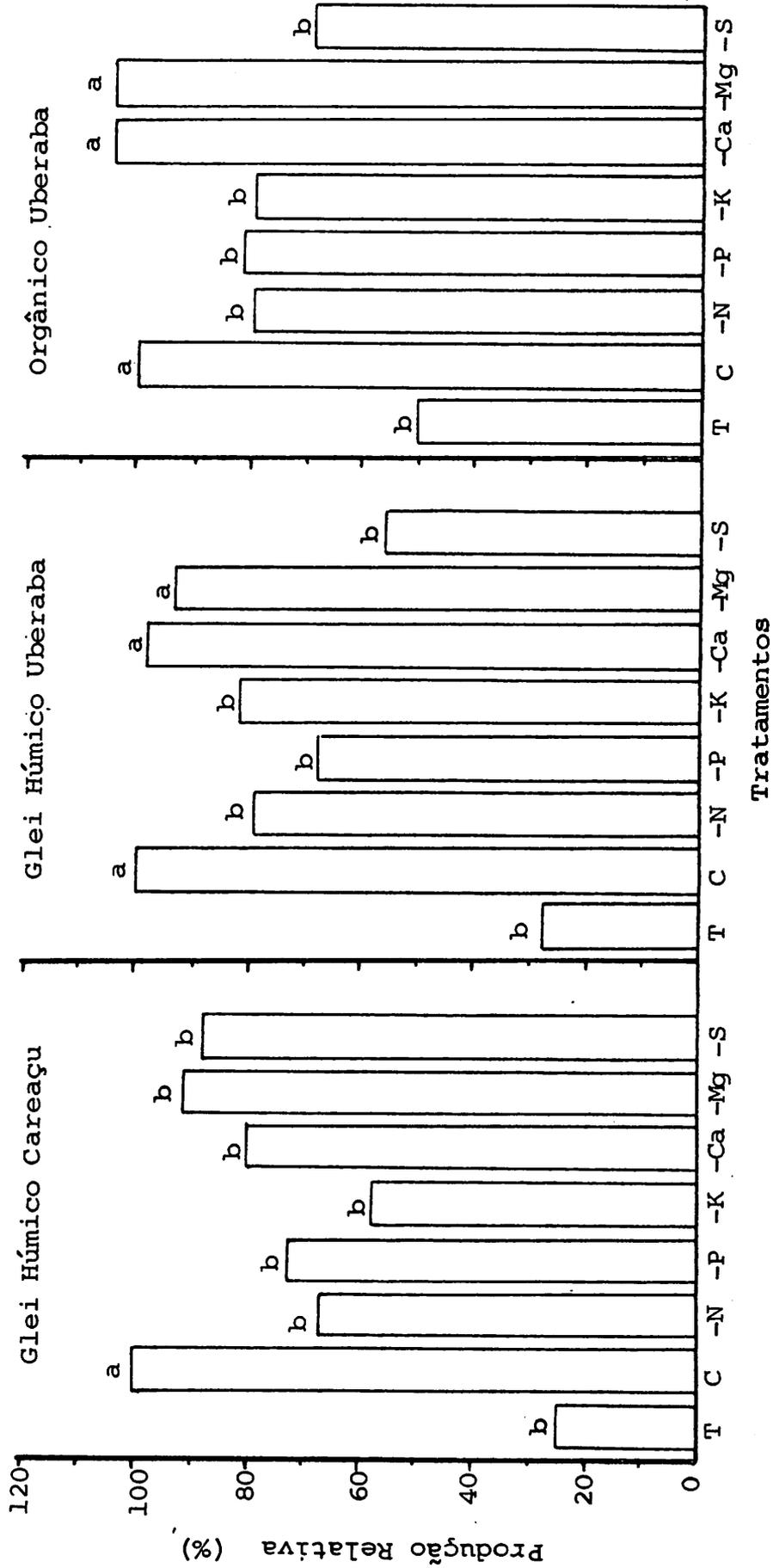


FIGURA 2. Produção relativa da parte aérea do milho - dados cumulativos de quatro cultivos sucessivos nos materiais de solos Glei Húmico e Orgânico de Uberaba e Glei Húmico de Careaçu (média de 3 repetições, comparadas em relação ao tratamento completo pelo teste Dunnnett ). Lavras-MG. 1985.

na omissão de N (32,5%) e K (41,6%). Para o Gleí Húmico e Orgânico de Uberaba, somente na ausência de Ca e Mg não houve queda de produção de matéria seca. As maiores quedas foram observadas na omissão de S (44,5%) e P (31,2%) no Gleí Húmico de ~~Careaçu~~<sup>UBERABA</sup> e na omissão de S (31,6%) no Orgânico. Estes resultados indicam que, para a manutenção desses solos no processo produtivo, há necessidade da aplicação de fertilizantes contendo N, P, K, Ca, Mg e S. Ressalta, ainda, a importância do conhecimento dos fatores limitantes em termos de fertilidade natural, para maior eficiência de 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 solos, Quadros 2, 3 e 4 do apêndice. Estes dados permitem inferir que os solos Gleí Húmico de Careaçu e Uberaba com 11,2 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 das análises químicas dos solos apresentados no Quadro 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, 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.

#### 4.2. Produções de matéria seca da parte aérea do milho relativas ao 1º e 4º cultivos.

Como na maioria dos cultivos, foi obtida uma maior produção de matéria seca no tratamento completo, em comparação com os demais, Quadros 5, 6, 8, 9, 11 e 12 do apêndice, o que evidencia um equilíbrio nutricional, este tratamento foi tomado como base para as comparações dos dados de produção de matéria seca, teor de nutrientes no solo, absorção e balanço de nutrientes.

A queda de produção de matéria seca do 4º cultivo no tratamento completo nos solos estudados, prende-se, possivelmente, à época de cultivo (junho), que apresentou limitações sensíveis em luminosidade e temperatura para a planta teste utilizada, além de outros fatores não controlados.

##### 4.2.1. Solo Gleí Húmico de Careagu

Os dados médios de produção de matéria seca da parte aérea do milho em (g/vaso) e o resumo da análise de variância referentes ao 1º e 4º cultivos encontram-se nos Quadros 5 e 6 do apêndice.

Para discussão, a semelhança do item 4.1 adotou-se a apresentação dos dados em forma relativa.

Observa-se, na Figura 3, que a produção de matéria seca da parte aérea do milho no solo Gleí Húmico de Careagu foi influenciada pelos tratamentos aplicados e pelo cultivo em questão.

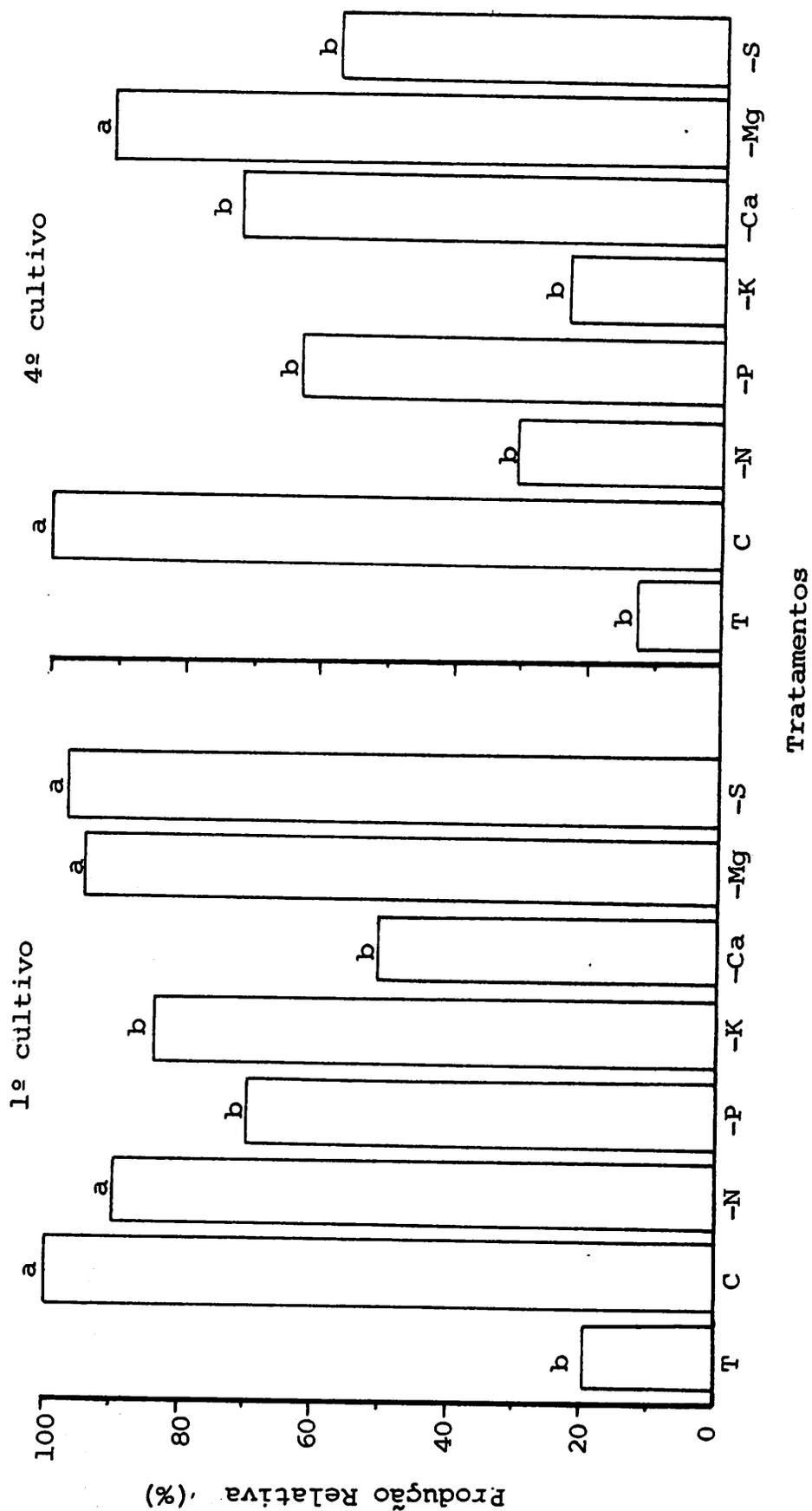


FIGURA 3. Produção relativa da parte aérea do milho referentes ao 1º e 4º cultivos do material de solo Glei Húmico de Careaçu (médias de 3 repetições, com paradas em relação ao tratamento completo pelo teste Dunnett). Lavras-MG. 1985.

Já no 1º cultivo, verifica-se, na Figura 3, 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%.

Observando-se os dados da análise química do solo natural, Quadro 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 do teor de cálcio estar no limite das classes baixa e média sugerido pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (16). Em experimentos cujos resultados de análise química do solo eram semelhantes os autores (5, 36 e 71), verificaram respostas à aplicação de calcário nas culturas de soja, alho e cebola.

Outro aspecto que merece ser destacado é que, apesar do teor de K e P extraído pelo  $H_2SO_4$  0,025N + HCl 0,05N estar em níveis adequados, COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (16), tanto no solo natural, Quadro 2, como após o 1º cultivo, Quadro 4, houve queda de produção na ausência destes nutrientes. Resultados semelhantes foram encontrados por outros pesquisadores (10, 33, 34 e 56), que verificaram respostas das culturas de trigo, batatinha, arroz à aplicação de adubos fosfatados e potássicos quando o solo possuía um teor de P e K em ppm acima do nível crítico.

QUADRO 4. Resultados das análises químicas do material de solo Glei Húmico de Careaçú após o 1º cultivo (médias de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.

Tratamento	pH H <sub>2</sub> O	Ca	Mg	Al	K	P	S
		----- meq/100g-----			----- ppm -----		
T	4,46	1,14	0,35	3,53	0,17	19,3	15,9
C	4,93	4,12	0,57	1,07	0,12	26,7	23,3
-N	5,00	4,11	0,65	1,07	0,12	29,3	27,8
-P	4,87	4,45	0,65	1,07	0,13	19,0	24,6
-K	5,03	4,52	0,60	1,07	0,12	24,7	24,7
-Ca	4,43	1,26	0,83	3,23	0,19	26,0	17,0
-Mg	5,10	4,45	0,29	1,07	0,12	25,7	31,6
-S	5,00	4,29	0,57	1,17	0,11	26,7	14,9
CV%	0,80	3,20	5,58	6,08	9,65	5,8	15,2
DMS	0,10	0,29	0,08	0,26	0,03	9,4	8,6

Na ausência de K, P e Ca a absorção total desses nutrientes não diferiu, estatisticamente, em relação ao tratamento completo, Quadro 5.

Na omissão de P, observa-se, no Quadro 5, que houve uma maior absorção total de K em relação ao completo, causando um estreitamento da relação P/K. Nos tratamentos completo e - P esta relação foi respectivamente de 0,28 e 0,19. Segundo ARNON (2), existe um antagonismo específico de fósforo no conteúdo de K, que, possivelmente, tenha sido a causa da queda de produção na omissão de P. A causa da menor relação P/K na planta no tratamento - P é con

sequência de uma menor relação P/K no solo. De acordo com os pesquisadores (21, 38 e 48), o balanço iônico no solo é tão importante quanto o valor absoluto dos nutrientes.

QUADRO 5. Concentração de macronutrientes na parte aérea do milho (mg/vaso) relativa ao 1º cultivo no solo Glei Húmico de Careaçu (médias de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
T	103,74	9,84	52,27	36,50	17,23	1,42
C	409,52	38,28	139,01	96,00	78,06	7,37
-N	219,52	25,10	189,19	74,08	74,52	6,74
-P	388,03	40,38	214,45	112,17	81,94	5,69
-K	397,61	50,21	98,47	123,93	102,91	6,32
-Ca	308,82	38,02	152,22	60,84	56,29	4,15
-Mg	367,57	30,59	213,64	95,49	66,15	7,12
-S	439,99	67,70	203,72	133,49	92,67	7,04
CV%	7,79	30,78	12,09	22,60	22,29	12,81
DMS	64,83	29,22	48,30	52,38	40,19	1,86

Na omissão de Ca, verifica-se que a absorção deste nutriente foi menor, porém não estatisticamente significativa em relação ao completo, Quadro 5. No Quadro 7 do apêndice observa-se que a relação K/Ca na omissão de Ca foi quase o dobro em relação ao completo.

to (2,5 e 1,4) e que no tratamento - Ca houve uma diminuição na saturação deste nutriente na planta em relação aos teores de Ca, Mg e K (30,7% e 22,6%). Segundo LEHMANN (45), a inibição competitiva entre os cátions e suas respectivas quantidades nas plantas estão relacionadas com desbalanço iônico, tendo como consequência um decréscimo na produção de matéria seca.

Na ausência de K vê-se no Quadro 5, que a absorção deste nutriente foi menor, porém não estatisticamente significativa. As relações K/Mg e K/Ca neste tratamento foram a metade em relação ao completo; a saturação de K caiu de 44,4% (completo) para 30,3% (-K) e a relação Ca + Mg/K no tratamento onde se omitiu K dobrou em relação ao completo, Quadro 7 do apêndice. No tratamento - K as relações K/Mg e K/Ca no solo estavam menores do que no completo o que, possivelmente, causou o desbalanço na planta. Conforme, BOWER & PIERRE (8), a absorção de potássio por várias culturas, inclusive o milho é severamente deprimida pelo aumento das concentrações de cálcio e/ou magnésio na solução do solo. A menor participação de potássio no tratamento - K, evidencia uma maior competição do cálcio e/ou magnésio com o potássio, que aliada a uma menor disponibilidade de potássio, provavelmente, contribuíram para uma menor produção de matéria seca.

Com a sucessão dos cultivos, Figura 3, verifica-se que houve uma acentuada queda de produção de matéria seca nos tratamentos que já mostraram deficiência no primeiro cultivo, (P, K e Ca) além do aparecimento de novas deficiências tais como N e S. Tal fato é confirmado pela menor absorção, estatisticamente significativa, des

tes nutrientes nos respectivos tratamentos em relação ao completo, Quadro 6.

QUADRO 6. Concentração de macronutrientes na parte aérea do milho (mg/vaso) relativa ao 4º cultivo no solo Gleic Húmico de Careaçú (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
T	22,94	1,75	5,02	14,32	5,32	0,48
C	161,20	23,52	55,18	75,69	62,60	4,32
-N	31,85	8,53	62,88	19,66	16,57	1,27
-P	160,95	10,73	60,93	49,83	47,76	2,80
-K	104,37	14,35	7,68	26,57	19,44	0,96
-Ca	123,17	15,77	42,92	28,38	46,77	2,91
-Mg	155,63	18,08	50,08	55,71	14,48	3,95
-S	160,40	18,41	51,36	41,26	36,29	2,45
CV%	11,73	12,04	15,51	19,58	19,10	17,71
DMS	34,15	4,23	16,49	19,30	15,06	1,07

Além deste fato, observa-se pelos resultados da análise química do solo após o 4º cultivo, que houve uma diminuição sensível no teor de P, K, Ca e S nos respectivos tratamentos, Quadro 7 em comparação aos teores do solo natural, Quadro 2. Esses dados vêm indicar um rápido esgotamento do potencial de fertilidade natural deste solo, sugerindo a necessidade de adoção de medidas preventi-

vas para manutenção de produções adequadas.

QUADRO 7. Resultados das análises químicas do material de solo Glei Húmico de Careaçu, após o 4º cultivo (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.

Tratamentos	pH H <sub>2</sub> O	Ca	Mg	Al	K	P	S
		-----meq/100g-----				-----ppm -----	
T	4,53	1,07	0,22	3,80	0,12	24,0	11,4
C	4,90	4,99	0,74	1,00	0,11	43,7	23,7
-N	4,83	5,32	1,07	1,07	0,13	50,7	26,5
-P	4,80	5,00	0,82	0,97	0,13	16,7	14,9
-K	4,63	5,20	0,94	1,70	0,11	50,3	22,3
-Ca	4,30	0,99	0,84	3,50	0,15	47,0	10,1
-Mg	5,13	4,91	0,10	1,00	0,14	44,3	19,2
-S	4,80	4,67	0,79	0,97	0,14	44,7	4,2
CV%	0,86	2,10	5,21	9,26	6,31	8,9	9,9
DMS	0,10	0,21	0,09	0,41	0,02	9,0	4,2

O tratamento que mostrou maior queda de produção no 4º cultivo, Figura 3, foi o - K seguindo-se o - N, - S, - P e - Ca sendo que as respectivas quedas de produção em relação ao completo foram de: 77,1%, 69,4%, 41,9%, 36,6% e 27,4%.

#### 4.2.2. Solo Gleí Húmico de Uberaba

Os dados médios de produção de matéria seca da parte aérea do milho em (g/vaso) e o resumo da análise de variância referentes ao 1º e 4º cultivos para este solo encontram-se nos Quadros 8 e 9 do apêndice.

Para discussão, à semelhança do item 4.1, adotou-se a apresentação dos dados em forma relativa.

Pelos dados apresentados na Figura 4, verifica-se que no 1º cultivo, somente na ausência de P e S, houve queda significativa de produção de matéria seca sendo estas, respectivamente, de 34,7% e 38,7% em relação ao completo. As quedas de produção de matéria seca nos tratamentos onde se omitiu fósforo e enxofre são justificadas pela diminuição significativa das absorções destes nutrientes nos respectivos tratamentos, Quadro 8.

Além das menores absorções destes nutrientes verifica-se, também, um desbalanço aniônico mostrado pelas relações N/P/S, N/P e P/S que, possivelmente, tiveram efeitos depressivos nas produções, Quadro 10 do apêndice.

A relação N/P/S nos tratamentos completo, - P e - S foi respectivamente, de 59,8/7,2/1,0, 73,1/6,9/1,0 e 93,2/7,6/1,0. As relações N/P e P/S nos tratamentos completo, - P e - S foram respectivamente de: 8,3 e 7,2; 10,7 e 6,9; 12,2 e 7,6, Quadro 10 do apêndice. Essas relações estão sendo estudadas por vários pesquisa

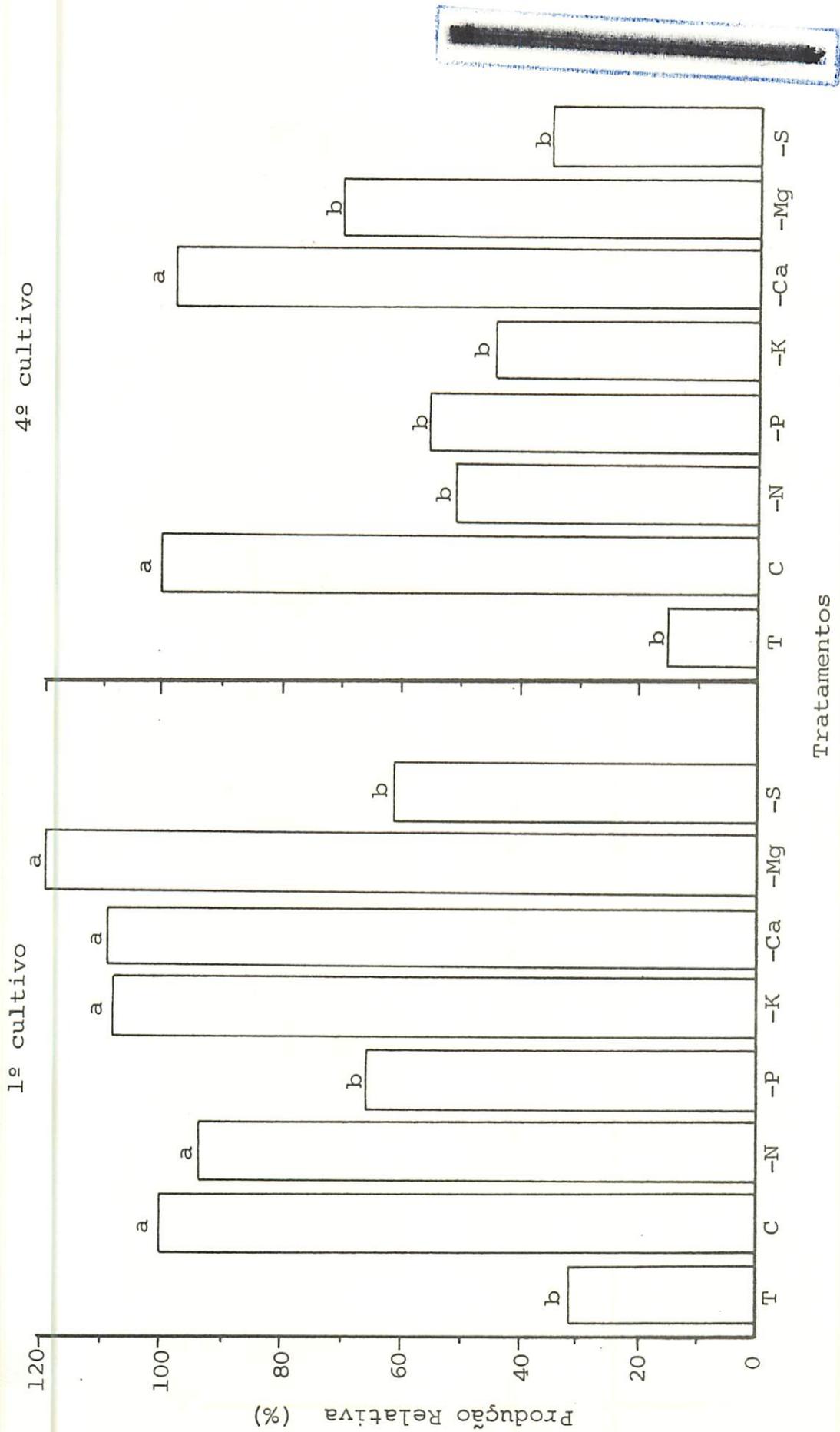


FIGURA 4. Produção relativa da parte aérea do milho, referentes ao 1º e 4º cultivos do material de solo Gleia Húmico de Uberaba (médias de 3 repetições, compactadas em relação ao tratamento completo pelo teste Dunnett). Lavras-MG. 1985.

dores segundo ARNON (2), porém, ainda não estão bem definidas como critérios de diagnose de problemas nutricionais. A causa dos possíveis desbalanços aniônicos no tecido vegetal da planta teste pode ser reflexo de um possível desbalanço aniônico no solo, provocado pela omissão de P e S nos respectivos tratamentos.

QUADRO 8. Concentração de macronutrientes na parte aérea do milho (mg/vaso) relativa ao 1º cultivo no solo Glei Húmico de Uberaba (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
T	107,51	12,61	81,13	21,86	17,16	1,70
C	328,09	39,71	190,19	47,23	78,00	5,49
-N	128,49	19,80	183,72	32,22	55,62	5,03
-P	242,08	22,68	188,70	37,67	46,79	3,31
-K	323,52	34,52	120,82	57,13	89,44	5,46
-Ca	258,51	35,63	184,74	34,50	70,28	5,57
-Mg	295,40	33,53	178,48	52,80	38,51	6,02
-S	282,49	23,13	131,82	23,67	37,39	3,03
CV%	19,39	16,02	9,17	14,80	30,82	12,12
DMS	120,62	11,23	36,55	14,37	42,24	1,37

Um outro aspecto que justifica a menor absorção de S e a consequente queda de produção é o teor de S no solo natural (4,1 ppm), Quadro 2. De acordo com FREIRE et alii (30), solos com menos de 10 ppm de S possuem uma alta probabilidade de resposta à aplicação de S.

Com referência ao tratamento - P deve-se ainda notar que mesmo havendo uma absorção de P (22,68 mg de P/vaso), observou-se um aumento de 6,7 ppm de P no solo após o 1º cultivo neste tratamento, em relação ao solo natural, Quadro 9. Este fato indica uma possível liberação de P de uma forma não disponível no decorrer deste período. Como esse solo possui elevado teor de matéria orgânica (18,9%) possivelmente a liberação de P foi através da mineralização desta, fato este que pode ser inferido por acentuado decréscimo no volume do material de solo dos vasos, (observação pessoal). Entretanto, mesmo havendo uma 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 (7, 33, 34, 37, 46 e 53)), 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 4º cultivo no solo Glei Húmico de Careaçú, observa-se que o solo Glei Húmico de Uberaba também possui uma baixa capacidade de suprimento de nutrientes a médio prazo com exceção do cálcio, Figura 4. Os tratamentos - P e - S que apresentaram deficiência, já no 1º cultivo, tiveram

estas deficiências mais acentuadas à medida em que novos cultivos foram efetuados, e, além destes problemas, quedas de produção acentuadas ocorreram por omissão de N, K e Mg. Os tratamentos que apresentaram maiores quedas de produção foram - S, - K, - N, e - P sendo estas, respectivamente, de 65,4%, 55,7%, 48,6% e 44,3%.

QUADRO 9. Resultados das análises químicas do material de solo Glei Húmico de Uberaba após o 1º cultivo (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.

Tratamentos	pH H <sub>2</sub> O	Ca	Mg	Al	K	P	S
		-----meq/100 g-----				-----ppm-----	
T	4,97	0,61	0,23	1,77	0,16	29,3	5,8
C	4,67	1,02	0,54	1,57	0,14	36,7	3,4
-N	4,87	1,02	0,62	1,40	0,13	37,3	5,8
-P	4,33	1,07	0,65	1,63	0,15	26,7	3,5
-K	4,73	1,06	0,50	1,60	0,12	33,3	4,6
-Ca	4,77	0,55	0,49	1,70	0,14	34,0	6,2
-Mg	5,03	1,02	0,18	1,57	0,13	35,3	5,7
-S	4,57	1,03	0,67	1,50	0,17	42,3	3,3
CV%	2,13	5,93	6,81	4,62	9,10	8,0	12,8
DMS	0,26	0,14	0,08	0,19	0,03	6,9	1,5

Observando o Quadro 10, verifica-se que essas quedas de produção são justificadas pelas menores absorções destes nutrientes nos respectivos tratamentos com conseqüente desbalanço iônico.

QUADRO 10. Concentração de macronutrientes na parte aérea do milho (mg/vaso) relativa ao 4º cultivo no solo Glei Húmico de Uberaba (média de 3 repetições). Lavras-MG., 1985.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
T	28,20	1,24	3,68	8,22	4,38	0,39
C	201,04	11,54	33,80	35,18	47,12	2,64
-N	63,47	4,59	46,13	14,90	18,72	1,36
-P	86,73	4,78	49,25	26,24	31,33	1,46
-K	94,50	9,19	6,46	27,43	42,73	1,18
-Ca	117,75	12,27	30,64	16,12	61,97	2,47
-Mg	132,94	8,71	52,30	31,65	7,88	1,71
-S	106,53	7,89	55,53	12,59	16,80	0,87
CV%	14,80	13,74	10,60	6,97	9,56	11,08
DMS	38,93	2,62	9,31	3,80	6,99	0,42

No tratamento - S observa-se no Quadro 10 do apêndice que as relações N/S e P/S foram de 122,4 e 8,9 e no tratamento completo de 76,2 e 4,4, respectivamente, o que representa um alargamento marcante nestas relações, quando da omissão de enxofre. Como o tratamento - S recebeu a mesma dose de N que o completo a relação N/S no solo quando se omitiu S estava mais larga do que no completo. Segundo ARNON (2), com o aumento da aplicação de fertilizantes nitro

genados, há possibilidade de que a limitação do enxofre possa ser aumentada.

Para o potássio verifica-se que as relações K/Mg, K/Ca e Ca + Mg/K foram de 0,72; 0,96 e 2,4 no completo e 0,15; 0,24 e 10,9 no tratamento - K, respectivamente, e que a saturação de K na planta em relação a absorção total de Ca, Mg e K caiu de 29,1% para 8,4% no menos - K, Quadro 10 do apêndice. Estes resultados foram semelhantes ao solo Glei Húmico de Careaçú, já discutidos no item 4.2.1.

Quanto ao tratamento - Mg, que teve uma queda de produção de matéria seca menos acentuada que os tratamentos - P, - K, - S e - N observa-se nas relações entre nutrientes, Quadro 10 do apêndice, que houve um desequilíbrio iônico. Este desequilíbrio, aliado a uma menor absorção de magnésio no respectivo tratamento, foi, possivelmente, a causa da menor produção de matéria seca. Na ausência de Mg, a relação K/Mg foi de 6,6 sendo no tratamento completo de 0,72; a saturação de Mg na planta em relação à absorção total de Ca, Mg e K caiu de 40,6% para 8,6% no - Mg, Quadro 10 do apêndice. Segundo MALAVOLTA (49), quando o Mg apresenta-se com níveis menores que 10% do total das bases trocáveis, as condições são favoráveis ao aparecimento de deficiência induzida por K.

Um outro aspecto que é interessante notar e que talvez seja um complemento das causas de quedas de produções de matéria seca é a análise do solo após o 4º cultivo, Quadro 11. Observa-se que

houve uma redução sensível nos teores dos nutrientes do solo e que nos tratamentos - P, - K, - Mg e - S os teores no solo dos respectivos nutrientes foram iguais ao tratamento testemunha.

QUADRO 11. Resultados das análises químicas do material de solo Glei Húmico de Uberaba após o 4º cultivo (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.

Tratamentos	pH H <sub>2</sub> O	Ca	Mg	Al	K	P	S
		----- meq/100 g-----				-----ppm-----	
T	4,63	0,56	0,17	2,03	0,13	22,0	2,8
C	4,90	3,19	0,68	0,93	0,14	43,3	9,9
-N	4,90	3,47	1,10	0,70	0,14	44,0	20,0
-P	4,57	3,19	0,88	1,13	0,15	21,0	8,9
-K	4,60	3,21	0,78	1,10	0,09	40,7	11,6
-Ca	4,47	0,43	0,54	2,00	0,16	42,7	6,9
-Mg	5,13	3,20	0,11	0,83	0,14	40,3	12,8
-S	4,70	3,65	1,21	0,77	0,16	38,7	2,2
CV%	1,99	2,92	5,50	8,88	7,86	5,6	5,7
DMS	0,24	0,19	0,10	0,27	0,03	5,2	1,4

#### 4.2.3. Solo Orgânico de Uberaba

Os dados médios de produção de matéria seca da parte aérea do milho (g/vaso) e o resumo da análise de variância referentes ao 1º e 4º cultivos para este solo encontram-se nos Quadros 11 e 12

do apêndice.

Para discussão, a semelhança do item 4.1 adotou-se a apresentação dos dados em forma relativa.

A evidência de um maior potencial de fertilidade no solo Orgânico em comparação com os outros dois foi o fato de, no primeiro cultivo, somente quando se omitiu P, é que houve uma diminuição significativamente estatística na produção de matéria seca, Figura 5.

Na ausência de P, observa-se, no Quadro 12, que a absorção deste nutriente foi menor em relação ao completo, porém, não estatisticamente significativa. Contudo, nota-se que a relação N/P no tratamento - P (15,4) alargou-se em relação ao completo (8,4) e a relação P/S estreitou de 5,9 (completo) para 3,7 (- P), sugerindo um certo grau de desbalanço aniônico, Quadro 13 do apêndice. Entretanto, apesar de ter existido uma queda de 33,5% na produção de matéria seca neste tratamento em relação ao completo, observa-se que o teor de P no solo após o 1º cultivo, Quadro 13, foi muito mais alto do que no solo natural. Estes 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 alii (22) que mostraram que o fósforo mineralizado atingiu valores acima de 50 kg P/ha a curto prazo. Apesar da possível contribuição de P da fração orgânica esta não foi suficiente para a exigência da planta teste e/ou o extrator de fósforo utilizado superestimou a

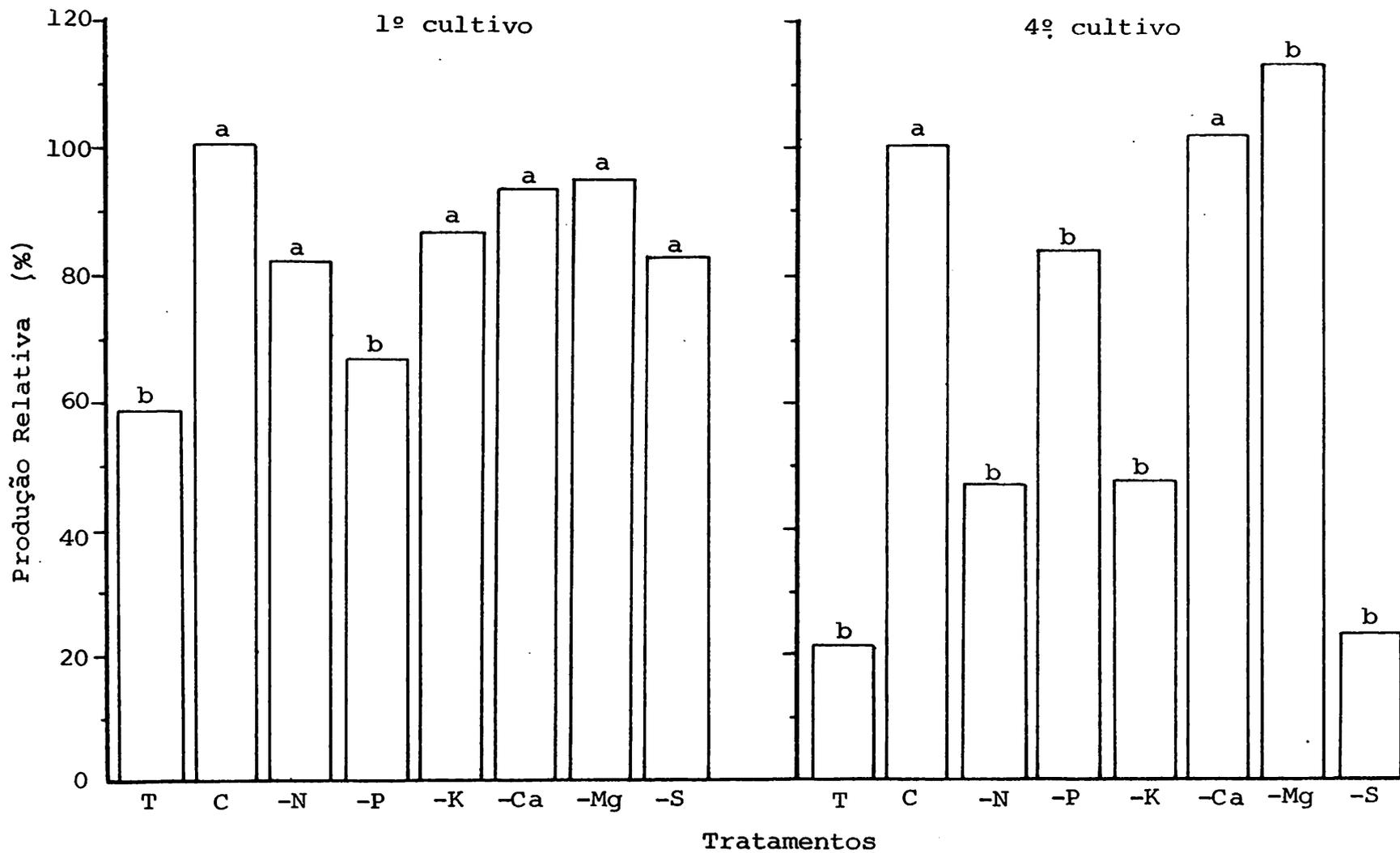


FIGURA 5. Produção relativa da parte aérea do milho, referentes ao 1º e 4º cultivos do material do solo Orgânico de Uberaba (médias de 3 repetições, comparadas em relação ao tratamento completo pelo teste Dunnett). Lavras-MG. 1985.

disponibilidade real deste nutriente conforme discutido no item 4.2.2.

QUADRO 12. Concentração de macronutrientes na parte aérea do milho (mg/vaso) relativa ao 1º cultivo no solo Orgânico de Uberaba (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
T	322,88	34,71	125,99	109,59	88,19	4,60
C	572,50	55,24	221,14	141,26	154,52	9,43
-N	370,71	43,41	225,80	104,27	120,51	7,18
-P	530,54	43,33	242,76	104,15	106,76	11,59
-K	496,45	59,18	159,01	129,82	131,74	13,74
-Ca	575,70	55,48	227,66	122,44	148,69	8,19
-Mg	559,36	69,60	250,89	125,57	110,23	11,54
-S	525,58	49,64	223,43	127,21	128,49	7,27
CV%	9,77	13,48	9,86	12,92	12,79	21,13
DMS	122,20	17,52	52,31	39,42	40,02	4,92

QUADRO 13. Resultados das análises químicas do material de solo Orgânico após o 1º cultivo (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.

Tratamentos	pH H <sub>2</sub> O	Ca	Mg	Al	K	P	S
		-----meq/100g-----				-----ppm-----	
T	4,83	7,45	1,21	1,00	0,18	39,0	12,2
C	4,90	7,72	1,46	0,93	0,18	49,3	19,6
-N	4,80	7,77	1,67	0,77	0,18	55,3	26,3
-P	4,53	8,06	1,94	1,03	0,19	40,7	19,4
-K	4,73	7,72	1,49	0,87	0,17	58,0	17,8
-Ca	4,73	7,17	1,50	1,03	0,19	53,3	16,8
-Mg	4,87	7,75	0,98	0,93	0,18	53,0	17,0
-S	4,77	7,81	1,50	0,97	0,18	49,3	6,2
CV%	1,83	2,76	4,20	9,97	5,16	8,7	15,6
DMS	0,22	0,54	0,16	0,24	0,02	10,9	6,7

A medida que novos cultivos foram realizados neste solo observa-se, na Figura 5, que, à exceção dos tratamentos - Ca e - Mg, omissão de todos os demais macronutrientes causou quedas sensíveis na produção de matéria seca.

No tratamento - N a absorção total deste nutriente foi menor, estatisticamente significativa, Quadro 14, sendo a queda de produção de matéria seca de 53,2%, Figura 5. Uma das possíveis causas dessa redução na matéria seca produzida, além da menor absorção de N pode ser observada nas relações N/P/S, N/P e N/S, Quadro 13 do apêndice. No tratamento onde se omitiu N essas relações foram de: 50,4/12,2/1,0; 4,1; 50,4 e no completo foram de 81,9/9,7 / 1,0; 8,5; 81,9. Observa-se, através dessas relações, que houve um desequilíbrio aniônico na planta que, possivelmente, tenha sido consequência de um desequilíbrio aniônico no solo.

QUADRO 14. Concentração de macronutrientes na parte aérea do milho (mg/vaso) relativa ao 4º cultivo no solo Orgânico de Uberaba (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
T	28,81	2,57	4,42	14,27	8,40	0,01
C	91,71	10,83	21,24	39,63	40,74	1,12
-N	27,24	6,58	28,75	21,22	19,48	0,54
-P	97,02	6,34	26,16	41,77	38,27	1,53
-K	110,60	13,38	7,91	28,42	41,07	2,48
-Ca	92,01	14,97	28,65	188,12	44,71	1,61
-Mg	100,42	16,41	28,31	170,51	33,95	1,79
-S	67,49	3,01	35,02	33,42	10,84	0,16
CV%	5,75	30,18	14,09	38,21	26,84	33,07
DMS	11,19	7,07	8,05	64,97	20,17	0,97

Para o tratamento - P, verifica-se que a absorção de N foi igual ao completo, porém, a relação N/P foi quase o dobro 8,5 (completo) e 15,3 (- P) devido à menor absorção de P. Um outro aspecto que justifica a menor absorção deste nutriente pela planta teste, é o teor de P do solo após o 4º cultivo, Quadro 15. Apesar do teor deste nutriente no solo estar acima do teor no solo natural (que possivelmente foi resultado da liberação de P da forma orgânica), observa-se que houve uma diminuição marcante em relação à análise, após o primeiro cultivo, Quadro 13.

QUADRO 15. Resultados das análises químicas do material de solo Orgânico após o 4º cultivo (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.

Tratamentos	pH H <sub>2</sub> O	Ca	Mg	Al	K	P	S
		----- meq/100g-----				-----ppm-----	
T	4,97	7,04	0,65	1,07	0,13	35,7	3,6
C	4,97	8,12	1,40	0,63	0,16	59,3	15,1
-N	4,83	8,31	2,08	0,53	0,17	69,3	28,5
-P	4,80	8,17	1,31	0,77	0,16	25,3	18,0
-K	4,73	8,40	1,49	0,77	0,09	56,7	29,0
-Ca	4,83	6,29	1,18	1,13	0,14	56,7	18,0
-Mg	5,40	8,03	0,33	0,73	0,13	62,0	16,4
-S	4,80	8,35	2,08	0,77	0,19	78,7	10,4
CV%	1,44	1,92	4,90	10,74	6,81	10,5	6,9
DMS	0,18'	0,38	0,16	0,22	0,02	14,8	3,0

A queda de produção de matéria seca de 52,3% no tratamento - K foi decorrente, além da diminuição marcante no teor de K disponível no solo, Quadro 15, do alargamento da relação  $Ca + Mg/K$ . Apesar de não ter existido maiores absorções significativas de Ca e Mg no tratamento - K, observa-se, no Quadro 13 do apêndice, que a relação  $Ca + Mg/K$  foi, praticamente, o dobro no tratamento - K (8,8) em relação ao completo (3,8).

O tratamento que causou maior queda de produção de matéria seca foi o - S (76,9%), Figura 5. Observa-se, no Quadro 14, que neste tratamento, além da menor absorção significativa de S, houve também menor absorção de N e P. Apesar de ter sido observado menores absorções de N e P verifica-se que as relações N/S e N/P no tratamento - S (403,1 e 21,4) aumentaram em relação ao completo (81,9 e 8,5). Esse desequilíbrio aniônico com consequente alargamento das relações N/S e N/P no tratamento - S, possivelmente foi causado pela menor disponibilidade de S neste tratamento, uma vez que o seu teor no solo após o 4º cultivo, Quadro 15, estava a meta de do teor no solo natural, Quadro 2.

## 5. 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 1º cultivo, justificam a necessidade de avaliações mais criteriosas antes da adoção de medidas preventivas e/ou corretivas dos problemas.

4. As quedas acentuadas de produção de matéria seca observadas no 4º cultivo, pela omissão de macronutrientes, exceto cálcio e/ou magnésio, evidenciam a impossibilidade da 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.

## 6. RESUMO

Levantamentos recentes indicam a existência no Brasil de 3 milhões de hectares de várzeas sem aproveitamento definido. Sob a denominação de solos de várzeas encontram-se, principalmente, as classes Glei Húmico, Glei Pouco Húmico, Aluviais e Orgânicos, que possuem topografia plana, possibilidade de irrigação contínua e em geral facilidade de mecanização. Por outro lado, estes solos apresentam uma grande amplitude de variação no que diz respeito às características físicas e químicas. Apesar da importância que estas áreas representam para a agricultura brasileira, existem poucas informações em termos da avaliação de sua fertilidade natural e potencial.

Com base nesta premissa, avaliou-se, sob condição de casa de vegetação, os seguintes aspectos: a) as deficiências nutricionais de macronutrientes em três solos de várzeas determinando a importância relativa das mesmas; b) a diminuição da fertilidade natural em relação aos macronutrientes através de cultivos sucessivos.

Foram utilizados os materiais de solo Glei Húmico de Careaçu Glei Húmico e Orgânico de Uberaba, coletados na camada de 0-20cm de profundidade. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 8 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos constituíram de: testemunha (solo natural); completo (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn) e; completo menos um macronutriente de cada vez. A planta teste utilizada foi o milho, semeando-se 7 sementes por vaso de aproximadamente 3 litros, desbastando-se para 5 plantas que constituíram a parcela. Os cortes das plantas foram feitos aos 45 dias, após a semeadura. Em cada parcela foram avaliadas a produção de matéria seca da parte aérea, absorção total de macronutrientes no 1º e 4º cultivos e análise de macronutrientes após o 1º e 4º cultivos.

Considerando-se a produção cumulativa de matéria seca para os quatro cultivos observou-se quedas acentuadas pela omissão de qualquer macronutriente no Glei Húmico de Careaçu; para os solos Glei Húmico e Orgânico de Uberaba, somente na ausência de Ca e Mg não houve queda de produção de matéria seca. A curto prazo (1º culttivo), verificou-se efeito depressivo na produção de matéria seca pela omissão de P, K e Ca no Glei Húmico de Careaçu; P e S no Glei Húmico de Uberaba e; P no solo Orgânico. Além destas, observou-se com a sucessão de cultivos, o aparecimento de novas deficiências em todos os casos.

As principais conclusões do presente trabalho são as seguintes: a) generalizada deficiência de fósforo a curto prazo, e de

cálcio enxofre e potássio em algumas situações, o que justifica a necessidade de avaliações quantitativas criteriosas da disponibilidade destes nutrientes; b) quedas acentuadas de produção observadas com cultivos sucessivos pela omissão de macronutrientes exceto cálcio e/ou magnésio, evidenciam a impossibilidade da manutenção de altas produtividades nestes solos sem adubação balanceada e contínua; c) a dificuldade de interpretação de métodos tradicionais de análise do solo para P e K como indicativos de graus de possíveis respostas à aplicação destes nutrientes enfatizados na literatura confirmou-se neste trabalho. De modo semelhante, o teor de matéria orgânica confirmou-se como parâmetro inadequado de previsão de resposta à adubação nitrogenada nesses solos.

## 7. SUMMARY

### IDENTIFICATION OF MACRONUTRIENTS DEFICIENCIES IN THREE LOWLAND SOILS FROM MINAS GERAIS STATE

Recent surveys indicated a total of 30 million hectares of lowland soils in Brazil with no defined use. These soils that comprise mainly the classes Humic Gley, Low-Humic Gley, Alluvial and Organic, present plain topography with possibility of continuous irrigation and mechanization programmes. On the other hand, they present a considerable variation in physical and chemical properties and characteristics. Besides the potential importance of these areas to brazilian agriculture, research information on the evaluation of their natural and potential soil fertility is scarce.

Based upon these facts, this work was developed, using the missing element technique under greenhouse condition 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 successive cropping.

Materials from a Humic Gley soil located at Careaçu, and from a Humic Gley and Organic located Uberaba were collected at 0-20 cm depth and brought to Lavras for greenhouse studies. The experimental design was in randomized blocks, with 8 treatments and 3 replications. The treatments were: control (natural soil material); complete (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo and Zn) and; complete minus one macronutrient each time. The test plant was corn sowing 7 seeds per pot of 3 litres, leaving 5 plants for a growth period of 45 days and 4 consecutive cropping. The parameters evaluated were: top dry matter production, total absorption of macronutrients for the 1st and 2nd cropping, and soil macronutrient analyses after 1st and 4th cropping.

Considering the accumulative top dry matter for the 4 consecutive cropping, it was observed a significant decrease by omission of any macronutrient in the Humic Gley soil material from Careaçu; for both soils from Uberaba only omission of Ca and Mg did not reduce dry matter production. For the 1st cropping it was observed a depressive effect on top dry matter by omission of P, K and Ca in the soil material from Careaçu; P and S in the Humic Gley from Uberaba and P in the Organic soil. New deficiencies were observed in all soil materials with successive cropping.

It is concluded that: a) there is a generalized and immediate P deficiency and Ca, S and K deficiencies in some situations. This justify the necessity of criterious quantitative evaluations of availability of macronutrients in these soils; b) there was a

decline in dry matter production with successive cropping except for omission of Ca and Mg. This indicates the impossibility of maintenance of high productivity in these soils without an equilibrated continuous fertilization; c) the difficulty in interpreting traditional soil tests for P and K as predicting variables to possible responses to these nutrients in lowland soils was confirmed. Similarly, percentage of organic matter is inadequate to predict nitrogen fertilizers response in these soils.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVIM, P.T. de; SANTANA, C.J.L. & MIRANDA, E.R. de. Avaliação de fertilidade dos solos de cerrado por testes de microparcelas. Ciência e Cultura, São Paulo, 20:613-9, 1968.
2. ARNON, I. Mineral nutrition of maize. Bern-Worblanfle/Switzerland, International Potash Institute, 1975. 452p.
3. 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. pt.2, Cap. 79, p.1102-16.
4. BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P. R. & GALLO, J.R. Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).
5. BAUMGARTNER, J.G.; LOPES, E.S.; DEMATTÊ, J.D.; MIYASAKA, S.; IGUE, T. & GUIMARÃES, G. Calagem e adubação mineral da soja (Glycine max (L.) Merrill) variedade santa maria, em solo de várzea. Bragantia, Campinas, 33(1):1-9, jan. 1974.

6. 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. pt. 1, cap. 29, p.371-3.
7. 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, Campinas, 23(6):55-63, fev. 1964.
8. BOWER, C.A. & PIERRE, W.H. Potassium responses of various crops on a high-lime soil in relation to their contents of potassium, calcium, magnesium and sodium. Agronomy Journal, Madison, 36:608-14, 1944.
9. CAMARGO, C.E. de O. & ALVES, S. Adubação do trigo. III. Experiências com N, P, K e S, em solos de baixada, tipo Massapê, de Monte Alegre do Sul. Bragantia, Campinas, 31(28):337-47, nov. 1972.
10. \_\_\_\_\_ & LEITE, N. Adubação do trigo. VIII. Experiências com N, P, K e S em solos de várzea do Vale do Paraíba. Bragantia, Campinas, 35(18):87-94, mar. 1976.
11. \_\_\_\_\_ & ROCHA, T.R. Adubação do trigo. IV. Experiências com N, P, K e S em solos de várzea do estado de São Paulo. Bragantia, Campinas, 31(29):351-61, dez. 1972.

12. CAMARGO, C.E. & ROCHA, T.R. Adubação do trigo. VI. Experiências de modo de aplicação de nitrogênio em solo de várzea. Bragantia, Campinas, 33(12):123-7, nov. 1974.
13. CARDOSO, A. Caracterização e classificação de solos orgânicos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SOLOS ORGÂNICOS. Curitiba, MA/PROVÁRZEAS/EMBRATER, 1984. (mimeografado).
14. CARVALHO, E.M.; PIRES, E.T.; SANTOS, M.M.; FELIPE, M.P. & LAMSTER, E.C. Aproveitamento atual de várzeas sistematizadas. In: BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Produção Agropecuária. PROVÁRZEAS NACIONAL; 1 hectare vale por 10. Brasília, s.d. p.19-25. (Informação Técnica, 1).
15. CHAMINADE, R. Recherches sur la fertilité et la fertilisation des sols em régions tropicales. L' Agronomie Tropicale, France, 27(9):891-904, sept. 1972.
16. COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 3ª aproximação. Belo Horizonte, EPAMIG, 1976. 80p.
17. 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. Boletim Técnico do Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária Centro Oeste, Sete Lagoas, (24):1-4, 1974.

18. COQUEIRO, E.P.; SANTOS, H.L. dos & ANDRADE, J.M.V. de. Aduba -  
ção NPK e microelementos em trigo em solo de várzea, em Se  
te Lagoas. Pesquisa Agropecuária Brasileira; Série Agrono -  
mia, Brasília, 7:111-4, 1972.
19. CURI, N. & ANDRADE, H. Solos de várzeas. Lavras, s.ed., 1983.  
12p. (mimeografado).
20. 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 measure-  
ment and sampling. Madison, American Society of Agronomy ,  
1965. pt. 1, cap. 43. p.545-66.
21. DONALD, L.; STANGEL, H.J. & PESEK, J.T. Advances in knowledge  
of nitrogen fertilization in the USA since 1950. In: Mc.VIC  
KAR, M.H.; BRIDGER, G.L. & NELSON, L.B. eds. Fertilizer te-  
chnology and use. Madison, Soil Science Society of America,  
1963. p.112-6.
22. EID, M.T.; BLACK, C.A. & KEMPTORNE, O. Importance of soil orga  
nic and inorganic phosphorus to plant growth, at low and hi  
gh soil temperatures. Soil Science, Baltimore, 71(5):361-70,  
Jan./Jun. 1951.

23. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Relatório Técnico Anual, 1976/77. Brasília, 1978. p.76-7.
24. \_\_\_\_\_. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do triângulo mineiro. Rio de Janeiro, 1982. 526p. (Boletim de Pesquisa, 1).
25. \_\_\_\_\_. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979. n.p.
26. EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. RURALMINAS. Programa Estadual de Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis. [Belo Horizonte], s.d. 2p.
27. FAGÉRIA, N.K. & BARBOSA FILHO, M.P. Análise de plantas como guia para fertilização de culturas. 19p. (mimeografado).
28. 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 baixada no Sul de Minas Gerais. Projeto Olericultura; Relatório 78/80. Belo Horizonte, 1981. p.19-22.

29. FREIRE, F.M. & NOVAIS, R.F. Solos de várzeas caracterítísticas e problemas relativos à fertilidade. In: BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Produção Agropecuária. PROVÁRZEAS NACIONAL; 1 hectare vale por 10. Brasília, s.d. p.29-38. (Informação Técnica, 1).
30. FREIRE, J.C.; LOPES, A.S.; AQUINO, L.H. de & CARVALHO, J.G. de. Influência do enxofre na produção de matéria seca do milho . AGROS, Lavras, 2(1):35-46, 1972.
31. \_\_\_\_\_; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S. & AQUINO, L. H. de. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras-MG. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 4(1):5-8, jan./abr. 1980.
32. GALRÃO, E.Z.; SUHET, A.R. & SOUZA, D.M.G. de. Efeito de micronutrientes no rendimento e na composição química do arroz (Oryza sativa L.) em solo de cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 2(2):129-32, maio/ago. 1978.
33. 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, Campinas, 24(3):29-40, jan. 1965.

34. GOMES, A.G. & FREIRE, E.S. Adubação da batatinha no Vale do Paraíba, experiências com adubos nitrogenados. Bragantia, Campinas, 21(14):241-55, fev. 1962.
35. \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Adubação da batatinha no Vale do Paraíba, experiências com doses crescentes de N, P e K. Bragantia, Campinas, 21(10):123-41, fev. 1962.
36. \_\_\_\_\_; GARGANTINI, H.; GUIMARÃES, G. & WUTKE, A.C.P. Competição entre materiais corretivos (escórias de siderúrgica x calcário) em solos de várzeas do Vale do Paraíba. Bragantia, Campinas, 21(44):777-93, ago. 1962.
37. \_\_\_\_\_; 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, Campinas, 22(14):149-57, mar. 1963.
38. GRAHAM, E.R. An explanation of theory and methods of soil testing. Missouri, Agricultural Experimental Station, 1959. (Bulletin, 734).
39. HARDY, F. & BAZAN, R. The maize microplot method of soil testing. Turrialba, Costa Rica, 16(3):267-70, july/sept. 1966.
40. HUNTER, H.A. Laboratory analysis of vegetal tissues samples. Raleigh, International Soil Fertility Evaluation and Improvement Program, N.C.S.U., 1975. 5p. (mimeografado).

41. INTERNATIONAL SOIL FERTILITY EVALUATION AND IMPROVEMENT PROGRAM  
Annual Reports, 1973/1974. Raleigh, North Carolina State University, Soil Science Department, 144p.
42. JACKSON, M.L. Análise química de suelos. 2.ed. Barcelona, Omega, 1970. 662p.
43. JUO, A.S.R. & KAMPRATH, E.J. Copper chloride as an extractant for estimating the potentially reactive aluminum pool in acid soils. Soil Science Society of American Journal, Madison, 43(1):35-8, Jan./Feb. 1979.
44. 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).
45. LEHMANN, K. Interaction of potassium, magnesium and calcium concentrations and forms of nitrogen in the medium, on cation contents of plants. In: CONGRESS ON POTASSIUM RESEARCH AND AGRICULTURAL PRODUCTION, 10., Budapest, 1974. Proceedings... Switzerland, International Potash Institute, 1975. p.117-29.

46. LEITE, N.; GARGANTINI, H. & HUNGRIA, L.S. Efeitos das adubações nitrogenada e fosfatada em cultura de arroz, em condições de várzea irrigada. Bragantia, Campinas, 29(11):115 - 125, abr. 1970.
47. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & IGUE, T. Efeitos do nitrogênio, fósforo, cálcio e micronutrientes em cultura de arroz irrigada no Vale do Paraíba. Bragantia, Campinas, 29(25):273-285, ago. 1970.
48. LOUE, A. Contribuição para o estudo da nutrição catiônica do milho, principalmente a do potássio. Fertilité, Paris, (20): 33-50, 1963.
49. MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo. Agronômica Ceres, 1980. 251p.
50. \_\_\_\_\_. Manual de química agrícola; adubos e adubação. São Paulo. Agronômica Ceres, 1981. 596p.
51. \_\_\_\_\_ & DANTAS, J.P. Nutrição e adubação do milho. In: PATERNIANI, E. ed. Melhoramento e produção do milho. Piracicaba, Fundação Cargill, 1980. p.429-79.
52. MARTINI, J.A. La microparcela de campo como um método biológico rápido para evaluar la fertilidad del suelo. Turrialba, Costa Rica, 19(2):161-266, abr./jun. 1969.

53. 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 micronutrientes, em dois solos do Vale do Paraíba. Bragantia, Campinas, 25(28):307-16, nov. 1966.
54. MONSON, R.D. & NELSON, W.L. Principles and practices in plant analysis. In: MOGH, L.M. & BEHTON, J.D. Soil testing & plant analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1973. p.223-48.
55. 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 de mestrado).
56. 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. Revista Ceres, Viçosa, 19(101):63-77, jan./fev. 1972.
57. ORLANDO FILHO, J. & ZAMBELLO JUNIOR, E. Diagnose Foliar. In: ORLANDO FILHO, J. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil. Piracicaba, PLANALSUCAR, 1983. p.125-52.
58. PEECH, M. Hidrogen-íon activity. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis; chemical and microbiological properties. Madison, American Society of Agronomy, 1965. pt. 2, cap.60, p.914-26.

59. PERIM, S.; LOBATO, E. & GALRÃO, E.Z. Efeito da calagem e de nutrientes no rendimento da mandioca (Manihot esculenta Crantz) em solos sob vegetação de cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 4(2):107-10, maio/ago. 1980.
60. PRATT, P.F. Potassium. In: BLACK, C.A. ed. Methods of soil analysis; chemical and microbiological properties. Madison, American Society of Agronomy. 1965. pt.2, cap. 71, p.1022-30.
61. RESENDE, M. Pedologia. Viçosa, Imprensa Universitária, 1983, 100p.
62. SANCHEZ, P.A. Properties and management of soils in the tropics. New York, J. Willey, 1976. 618p.
63. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.
64. SCHMIDT, N.C. & GARGANTINI, H. Adubação nitrogenada para arroz em solos argilosos de várzeas. Bragantia, Campinas, 22(28):367-72, maio 1963.
65. \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Efeito da aplicação de calcário, matéria orgânica e adubos minerais em culturas de arroz, em solo de várzea irrigada. Bragantia, Campinas, 29(27):293-9, set. 1970.

66. SHEAR, C.B.; CRANE, H.L. & MYRES, A.T. Nutrient element balance. A fundamental concept in plant nutrition. Proceedings American Society for Horticultural Science, Saint Joseph , 47:239-48, 1946.
67. SOARES, P.C. & MORAES, O.P. de. Efeitos de diferentes níveis de nitrogênio sobre variedades tradicional e melhoradas de arroz irrigado na Zona da Mata de Minas Gerais. In: EPAMIG. Projeto Arroz; Relatório 78/80. Belo Horizonte, 1983. p. 243-51.
68. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and Procedures of statistics; with special reference to the biological sciences. New York, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1960. 481p.
69. SUMNER, M.E. Application of Beaufil's diagnostic indices to maize data published in the literature irrespective of age and conditions. Plant and Soil, Hague, 46(2):359-69, 1977.
70. \_\_\_\_\_. Preliminary N, P, K and K foliar diagnostic norms for soybeans. Agronomy Journal, Madison, 69(2):226-30, 1977.
71. TANAKA, T.; NISHIKAWA, T. & KAWASAKI, S. Experimentos de adubação e calagem em cultura de cebola por meio de bulbinho . Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 5(3):61-6, 1970.

72. ULRICH, A. & HILS, F.J. Plant analysis as an aid in fertilizing sugar crops. I. Sugarbeet. In: WALSH, L.M. & BEATON, L.D. Soil testing and plant analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1973. p.271-88.
73. VETTORI, L. Métodos de análises do solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).

APÉNDICE

QUADRO 1. Resumo de características físicas e químicas de solos de várzeas e graus de respostas a macronutrientes primários e secundários. <sup>1/</sup>

Tipo de solo	Série	Local	Cultura	Características físicas e químicas											Graus de resposta <sup>2/</sup>					FONTE
				Textura	pH	Al	N	Ca	Mg	K	P	S	MO	N	P	K	Ca	Mg	S	
Latossolo podzólico	Tumirim	São José dos Campos	Milho	Argilosa	4,8	-	-	1,78	0,8	120,9	68,2	0,17	3,6	Não	**	Não	Não	Não	-	GOMES et alii (37)
Latossolo podzólico	Tumirim	São José dos Campos	Milho	Argilosa	4,8	-	-	1,78	0,8	120,9	68,2	0,17	3,6	Não	S.N.	Não	Não	Não	-	GOMES et alii (37)
Latossolo podzólico	Tumirim	São José dos Campos	Milho	Argilosa	4,8	-	-	1,70	0,8	120,9	68,2	0,17	3,6	S.N.	**	Não	Não	Não	-	GOMES et alii (37)
Orgânico	-	Pindamonhangaba	Felijão	-	5,2	9,9	38,6	2,88	0,45	234,0	432,2	0,69	25,5	Não	**	S.N.	-	-	Não	MIYASAKA et alii (53)
Orgânico	-	Pindamonhangaba	Felijão	-	5,5	3,7	70,0	6,06	1,47	191,0	508,7	0,70	30,4	Não	**	Não	-	-	Não	MIYASAKA et alii (53)
-	-	Pindamonhangaba	Felijão	Argilo-arenoso	5,3	3,7	8,9	1,25	0,15	50,7	12,4	0,12	2,2	Não	**	Não	-	-	-	MIYASAKA et alii (53)
-	-	Pindamonhangaba	Felijão	Argilo-arenoso	5,6	tr.	17,1	3,17	0,31	70,2	11,4	0,12	2,3	Não	Não	Não	-	-	-	MIYASAKA et alii (53)
Aluvião	-	Sete Lagoas	Trigo	-	6,5	tr.	-	6,6	0,00	82,0	37,0	0,09	1,4	**	Não	Não	-	-	-	COQUEIRO et alii (18)
Aluvião	-	Sete Lagoas	Trigo	-	6,2	tr.	-	4,0	0,00	74,0	17,0	0,07	0,9	**	Não	Não	-	-	-	COQUEIRO et alii (18)
Aluvião	-	Sete Lagoas	Trigo	-	6,3	tr.	-	6,1	0,00	97,0	13,0	0,05	1,0	**	Não	Não	-	-	-	COQUEIRO et alii (18)
Massapê	-	Monte Alegre do Sul	Trigo	-	5,6	tr.	-	2,2	0,00	50,7	10,3	-	1,7	**	*	Não	-	-	-	CAMARGO & ALVES (9)
Massapê	-	Monte Alegre do Sul	Trigo	-	5,0	tr.	-	1,7	0,00	70,0	5,2	-	2,4	**	*	Não	-	-	-	CAMARGO & ALVES (9)
Massapê	-	Monte Alegre do Sul	Trigo	-	5,6	tr.	-	2,1	0,00	39,0	4,1	-	1,7	**	*	Não	-	-	-	CAMARGO & ALVES (9)
-	-	Mococa	Trigo	-	5,1	1,0	-	2,0	0,00	70,2	10,3	-	2,6	**	*	Não	-	-	Não	CAMARGO & BOCHA (11)
-	-	Gustaparé	Trigo	-	5,4	0,7	-	2,6	0,00	136,5	8,3	-	5,3	*	**	Não	-	-	**	CAMARGO & BOCHA (11)
-	-	Mococa	Trigo	-	5,1	1,0	-	4,2	0,00	70,2	9,3	-	2,6	**	*	-	-	-	-	CAMARGO & BOCHA (12)
-	-	Mococa	Trigo	-	5,3	1,3	-	4,5	0,00	117,0	7,2	-	2,1	**	*	-	-	-	-	CAMARGO & BOCHA (12)
Aluvião	-	Sete Lagoas	Trigo	-	6,6	tr.	-	5,7	0,00	70,0	44,0	0,09	1,3	-	-	-	-	Não	-	COQUEIRO & ANDRADE (17)
Aluvião	-	Sete Lagoas	Trigo	-	6,1	tr.	-	5,5	0,00	117,0	37,0	0,10	1,1	-	-	-	-	Não	-	COQUEIRO & ANDRADE (17)
Aluvião	-	Sete Lagoas	Trigo	-	6,2	tr.	-	6,3	0,00	99,0	4,0	0,06	1,2	-	-	-	-	Não	-	COQUEIRO & ANDRADE (17)
Aluvião	-	Sete Lagoas	Trigo	-	6,0	tr.	-	10,5	0,00	73,0	19,0	0,07	1,4	-	-	-	-	Não	-	COQUEIRO & ANDRADE (17)
-	Paraíba	Pindamonhangaba	Trigo	-	5,5	0,7	-	4,6	0,00	117,0	36,2	-	10,7	**	**	Não	-	-	Não	CAMARGO & LEITE (10)
-	Paraíba	Pindamonhangaba	Trigo	-	5,6	tr.	-	6,2	0,00	54,6	38,3	-	12,4	**	Não	Não	-	-	Não	CAMARGO & LEITE (10)
Aluvião-bog	Coruputuba	Pindamonhangaba	Soja	-	5,3	2,6	-	2,9	0,00	35,1	6,2	-	13,1	-	*	Não	-	-	-	BAUMGARTNER et alii (5)
Aluvião	Barro de Talha	Pindamonhangaba	Tomate	-	4,7	-	9,0	2,14	1,03	105,3	78,6	0,20	5,3	-	-	-	-	-	-	GOMES et alii (36)
Aluvião-bog	Coruputuba	Pindamonhangaba	Tomate	-	4,8	-	32,2	2,22	0,58	204,7	21,7	0,69	16,0	-	-	-	-	-	-	GOMES et alii (36)
-	-	Lambari	Alho	-	4,0	3,3	-	0,5	0,00	30,0	4,0	-	6,1	-	-	**	**	-	-	FERREIRA et alii (28)
Hidromórfico	-	Gustaparé	Cebola	-	5,6	-	-	6,02	1,42	120,9	7,2	-	-	-	-	-	-	-	-	TANAKA et alii (71)
Hidromórfico	-	Mogi das Cruzes	Cebola	-	4,9	2,4	-	1,20	0,00	50,7	3,1	-	-	-	-	-	-	-	-	TANAKA et alii (71)
Aluvião	Água Preta	Pindamonhangaba	Batatinha	Argilosa	5,2	-	14,64	4,59	0,90	117,0	68,2	0,42	17,1	**	*	Não	-	-	-	GOMES & FREIRE (35)
Aluvião	Paraíba	Pindamonhangaba	Batatinha	Argilosa	5,1	-	12,00	3,17	0,94	206,7	111,7	0,31	9,7	Não	Não	Não	-	-	-	GOMES & FREIRE (35)
Orgânico	Drejão	São José dos Campos	Batatinha	-	4,9	-	32,40	3,98	0,80	234,0	40,3	1,15	42,2	Não	**	*	-	-	-	GOMES & FREIRE (35)
Orgânico	Drejão	São José dos Campos	Batatinha	-	4,5	-	-	8,50	-	234,0	57,9	1,20	-	*	Não	Não	-	-	-	GOMES & FREIRE (35)
Orgânico	Avaí	São José dos Campos	Batatinha	-	4,9	-	28,40	5,51	1,12	351,0	30,0	1,05	37,9	**	**	**	-	-	-	GOMES & FREIRE (34)
Orgânico	Drejão	São José dos Campos	Batatinha	-	4,9	-	31,28	4,59	0,90	230,1	41,4	1,20	33,6	**	*	-	-	-	-	GOMES & FREIRE (34)
Aluvião	Água Preta	Pindamonhangaba	Batatinha	Argilosa	5,0	-	17,92	4,49	0,40	113,1	81,7	0,51	19,1	**	*	-	-	-	-	GOMES & FREIRE (34)
-	Paraíba-Cor	Pindamonhangaba	Batatinha	-	4,7	-	26,50	2,94	0,68	234,0	102,0	0,67	25,5	*	**	Não	-	-	-	GARGANTINI et alii (33)
Aluvião	Barro de Talha	São José dos Campos	Batatinha	-	5,0	-	25,10	4,48	0,73	421,2	182,0	0,61	18,1	*	*	-	-	-	-	GARGANTINI et alii (33)
Orgânico	Avaí	São José dos Campos	Batatinha	-	5,1	-	30,30	5,95	0,70	183,3	148,9	1,02	34,5	**	Não	*	-	-	-	GARGANTINI et alii (33)
-	Leitosa	Pindamonhangaba	Batatinha	-	4,9	-	28,30	5,42	0,87	152,0	182,0	0,60	37,2	Não	*	S.N.	-	-	-	GARGANTINI et alii (33)

Orgânico	Avaí	Pindamonhangaba	Batatinha	-	5,2	21,70	7,94	1,27	132,6	206,8	0,57	20,5	**	*	*	-	-	-	GARGANTINI et alii (33)
Aluvião-bog	Paraíba	Tremembé	Batatinha	-	5,0	14,40	3,99	0,92	172,0	310,2	0,51	11,0	*	*	Não	-	-	-	GARGANTINI et alii (33)
Aluvião	Coruputuba	Tremembé	Batatinha	-	5,6	17,00	9,52	1,83	198,9	310,2	0,45	19,8	**	Não	Não	-	-	-	GARGANTINI et alii (33)
-	Leitosa	Tremembé	Batatinha	-	4,8	32,90	3,30	0,37	191,1	268,0	1,10	41,7	Não	*	*	-	-	-	GARGANTINI et alii (33)
Orgânico	Avaí	Lorena	Batatinha	-	4,8	31,90	3,30	0,81	144,3	66,2	1,01	-	*	**	*	-	-	-	GARGANTINI et alii (33)
-	-	Leopoldina	Arros	Argilosa	5,0	0,0	-	0,70	0,65	89,5	5,2	-	3,3	Não	-	-	-	-	SOARES & NOVAIS (67)
Aluvião	Dourada	Pindamonhangaba	Arros	-	4,9	9,5	3,45	1,70	120,9	2,1	0,00	1,7	*	*	*	Não	Não	-	SCHMIDT & GARGANTINI (65)
Aluvião	Dourada	Pindamonhangaba	Arros	-	5,4	4,6	-	2,03	1,34	62,4	35,2	0,10	1,6	**	-	-	-	-	SCHMIDT & GARGANTINI (64)
-	-	Leopoldina	Arros	-	-	-	-	-	3,6	60,0	4,0	-	-	**	*	**	-	-	NOVAIS et alii (56)
-	-	Leopoldina	Arros	-	-	-	-	-	2,5	200,0	27,0	-	-	*	**	*	-	-	NOVAIS et alii (50)
-	-	Volta Grande	Arros	-	-	-	-	-	3,8	64,0	4,0	-	-	*	**	**	-	-	NOVAIS et alii (84)
-	-	Além Paraíba	Arros	-	-	-	-	-	4,4	100,0	8,0	-	-	*	**	*	-	-	NOVAIS et alii (88)
-	-	Além Paraíba	Arros	-	-	-	-	-	1,5	34,0	11,0	-	-	*	**	Não	-	-	NOVAIS et alii (56)
-	-	Recreio	Arros	-	-	-	-	-	1,5	60,0	6,0	-	-	**	**	*	-	-	NOVAIS et alii (56)
-	-	Palma	Arros	-	-	-	-	-	4,4	64,0	6,0	-	-	**	**	Não	-	-	NOVAIS et alii (56)
-	-	Palma	Arros	-	-	-	-	-	2,4	42,0	2,0	-	-	*	**	*	-	-	NOVAIS et alii (56)
-	-	Murié	Arros	-	-	-	-	-	2,3	19,0	4,0	-	-	*	Não	**	-	-	NOVAIS et alii (56)
-	-	Eugenópolis	Arros	-	-	-	-	-	5,3	144,0	55,0	-	-	**	**	**	-	-	NOVAIS et alii (56)
Aluvião	Corruça	-	Arros	Argilosa	4,5	19,02	1,16	0,69	234,0	57,9	0,42	7,5	**	*	*	-	-	-	BLANCO et alii (7)
Orgânico	Drejão	-	Arros	-	4,7	32,98	4,42	0,64	144,3	91,0	1,02	30,6	**	Não	Não	-	-	-	BLANCO et alii (7)
Orgânico	Avaí	-	Arros	-	4,8	40,80	2,27	0,69	195,0	29,0	1,88	56,3	**	**	**	-	-	-	BLANCO et alii (7)
Aluvião	Barro de Talha	Pindamonhangaba	Arros	Argilosa	4,7	2,3	-	3,5	01,9	26,9	-	2,2	**	**	-	Não	Não	-	LEITE et alii (47)
-	Drejão	Pindamonhangaba	Arros	-	4,0	4,2	-	3,0	27,3	35,2	-	1,2	Não	**	-	Não	Não	-	LEITE et alii (47)
Aluvião	Capitua	Taubaté	Arros	Argilosa	4,4	3,2	-	2,5	78,0	5,2	-	1,8	**	**	-	Não	Não	-	LEITE et alii (47)
-	Drejão	Caçapava	Arros	-	4,0	4,5	-	7,0	117,0	40,3	-	1,6	Não	Não	-	Não	Não	-	LEITE et alii (47)
Aluvião	Barro de Talha	Pindamonhangaba	Arros	-	4,4	4,0	-	5,3	195,0	86,9	-	2,2	Não	**	-	Não	Não	-	LEITE et alii (47)
-	Avaí	Jacareí	Arros	-	4,4	2,5	-	4,0	54,6	67,2	-	1,8	*	Não	-	Não	Não	-	LEITE et alii (47)
Aluvião	Barro de Talha	Caçapava	Arros	-	4,4	3,2	-	3,0	39,0	4,2	-	2,3	**	**	-	Não	Não	-	LEITE et alii (47)
Aluvião-bog	Barro de Talha	Taubaté	Arros	-	5,0	2,7	-	5,0	78,0	99,3	-	3,2	Não	Não	-	Não	Não	-	LEITE et alii (47)
Aluvião	Paraíba	Taubaté	Arros	-	4,5	2,3	-	5,3	156,0	17,6	-	3,0	**	Não	-	-	-	-	LEITE et alii (47)
-	Avaí	Taubaté	Arros	-	4,6	2,5	-	4,5	85,8	23,8	-	0,9	**	Não	-	-	-	-	LEITE et alii (47)
-	Drejão	Taubaté	Arros	-	4,7	2,5	-	5,0	140,2	149,9	-	1,0	*	Não	-	-	-	-	LEITE et alii (47)
Aluvião sobre bog	Paraíba	Pindamonhangaba	Arros	-	4,7	2,2	-	4,0	74,1	11,4	-	3,2	**	*	-	Não	Não	-	LEITE et alii (47)
Aluvião	Dourada	Lorena	Arros	Argilosa	4,5	3,0	-	8,0	120,9	30,0	-	3,6	*	**	-	-	-	-	LEITE et alii (47)
Aluvião	Dourada	Lorena	Arros	Argilosa	4,4	3,2	-	2,5	78,0	5,2	-	1,8	*	-	-	-	-	-	LEITE et alii (46)
Aluvião	Barro de Talha	Aparecida	Arros	Argilosa	4,1	3,3	-	2,0	42,9	3,1	-	1,2	S.N.	-	-	-	-	-	LEITE et alii (46)
-	Drejão	Pindamonhangaba	Arros	-	4,0	4,2	-	3,0	27,3	35,2	-	3,3	-	Não	-	-	-	-	LEITE et alii (46)
Aluvião	Dourada	Pindamonhangaba	Arros	Argilosa	4,0	3,3	-	1,9	42,9	11,4	-	1,3	**	-	-	-	-	-	LEITE et alii (46)
Aluvião	Barro de Talha	Pindamonhangaba	Arros	Argilosa	4,7	2,3	-	3,5	78,0	26,9	-	1,7	*	-	-	-	-	-	LEITE et alii (46)
Aluvião	Dourada	Pindamonhangaba	Arros	-	5,0	1,2	-	3,9	61,9	29,0	-	1,5	*	-	-	-	-	-	LEITE et alii (46)
Aluvião	Barro de Talha	Taubaté	Arros	Argilosa	4,5	2,2	-	8,0	120,9	30,0	-	1,6	**	-	-	-	-	-	LEITE et alii (46)
-	Drejão	Caçapava	Arros	-	4,6	2,5	-	4,5	85,8	23,8	-	3,6	-	*	-	-	-	-	LEITE et alii (46)
-	Avaí	Jacareí	Arros	-	4,5	2,0	-	6,0	85,8	35,2	-	3,8	-	*	-	-	-	-	LEITE et alii (46)

1/ Adaptado das várias fontes citadas.

2/ \*\* (Altamente significativa); \* (Significativa); Não (sem resposta); S.N. (Sginificativa ne gativa).

QUADRO 2. Produção cumulativa de matéria seca da parte aérea do milho (g/vaso) e resumo da análise de variância do solo Glei Húmico de Careaçú. Lavras-MG. 1985.

Tratamento	Repetição			$\bar{X}$
	I	II	III	
T	12,04	10,69	10,75	11,16
C	44,18	43,26	46,66	44,70
-N	28,61	29,83	32,05	30,16
-P	33,84	32,24	31,75	32,61
-K	26,55	25,27	26,50	26,11
-Ca	37,33	35,34	35,51	36,06
-Mg	40,68	39,97	41,70	40,78
-S	39,99	38,25	39,84	39,36

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	N.S.
Tratamento	7	2336,454102	333,7791443	0,0000%
Blocos	2	7,109849453	3,554924726	7,1858%
Erro	14	15,56894398	1,11206746	
Total	23	2359,132812		
CV%	3,23			
DMS	2,67			

QUADRO 3. Produção cumulativa de matéria seca da parte aérea do milho (g/vaso) e resumo da análise de variância do solo Glei Húmico de Uberaba, Lavras-MG. 1985.

Tratamento	Repetição			$\bar{X}$
	I	II	III	
T	9,40	8,15	9,00	8,85
C	31,06	30,23	33,14	31,45
-N	24,42	26,80	24,25	25,16
-P	21,16	21,31	22,48	21,65
-K	25,80	26,57	25,30	25,89
-Ca	33,17	30,14	29,34	30,88
-Mg	28,82	28,40	30,95	29,39
-S	18,09	17,78	16,50	17,46

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	N.S.
Tratamento	7	1244,72656	177,8180847	0,0000%
Blocos	2	0,4112456143	0,2056228071	88,8518%
Erro	14	24,14942551	1,724959016	
Total	23	1269,287231		
CV	5,51%			
DMS	3,32			

QUADRO 4. Produção cumulativa de matéria seca da parte aérea do milho (g/vaso) e resumo da análise de variância do solo orgânico de Uberaba, Lavras-MG. 1985.

Tratamento	Repetição			$\bar{X}$
	I	II	III	
T	22,54	25,41	21,24	23,06
C	44,32	45,42	47,33	45,69
-N	37,62	35,64	34,98	36,08
-P	38,36	37,60	34,83	36,93
-K	36,47	36,64	35,51	36,21
-Ca	45,18	47,45	48,11	46,91
-Mg	44,35	49,14	47,59	47,03
-S	32,15	28,86	32,76	31,26

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	N.S.
Tratamento	7	1489,804321	212,8291931	0,000%
Blocos	2	1,795613766	0,8978068829	77,6691%
Erro	14	48,84513855	3,48893857	
Total	23	1540,445068		
CV%	4,93			
DMS	4,73			

QUADRO 5. Produção de matéria seca da parte aérea do milho (g/vaso) e resumo da análise de variância relativos ao 1º cultivo do solo Glei Húmico de Careaçú. Lavras-MG. 1985.

Tratamento	Repetição			$\bar{X}$
	I	II	III	
T	3,97	3,83	4,73	4,18
C	20,80	20,54	22,50	21,28
-N	18,32	18,87	20,14	19,11
-P	14,81	14,45	15,73	15,00
-K	17,65	17,83	18,23	17,90
-Ca	13,26	8,94	10,16	10,79
-Mg	19,08	20,87	20,35	20,10
-S	21,42	19,28	21,27	20,66

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	N.S.
Tratamento	7	742,5509644	106,078725	0,0000%
Blocos	2	4,532501221	2,266250610	16,5405%
Erro	14	15,46343803	1,104531288	
Total	23	762,546936		
CV%	6,52			
DMS	2,67			

QUADRO 6. Produção de matéria seca da parte aérea do milho (g/vaso) e resumo da análise de variância relativos ao 4º cultivo do solo Glei Húmico de Careaçu. Lavras-MG. 1985.

Tratamentos	Repetições			$\bar{X}$
	I	II	III	
T	1,65	1,39	1,14	1,39
C	10,33	12,74	11,37	11,48
-N	3,17	3,86	3,49	3,51
-P	7,03	8,17	6,64	7,28
-K	2,98	2,21	2,69	2,63
-Ca	9,23	7,99	7,79	8,34
-Mg	10,93	10,30	10,34	10,52
-S	6,41	7,55	6,05	6,67

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	N.S.
Tratamentos	7	285,1045837	40,72922516	0,0000%
Blocos	2	1,382034540	0,6910172701	24,2852%
Erro	14	6,167700768	0,4405500591	
Total	23	292,6543274		
CV%	10,25			
DMS	1,68			

QUADRO 7. Relações entre nutrientes com base na absorção total (mg/vaso) na parte aérea do milho referentes ao 1º e 4º cultivos do solo Glei Húmico de Careagu (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.

Tratamentos	Relações					
	N/P/S	N/P	K/Mg	K/Ca	Ca + Mg	Ca + Mg + K
-----1º cultivo -----						
T	73,1/6,9/1,0	10,0	3,0	1,4	1,0	106,0
C	55,6/5,2/1,0	10,7	1,8	1,4	1,3	313,1
-N	32,6/3,7/1,0	8,8	2,6	2,6	0,8	337,8
-P	68,2/7,1/1,0	9,6	2,6	1,9	0,9	408,6
-K	62,9/7,9/1,0	7,9	1,0	0,8	2,3	325,3
-Ca	74,4/9,3/1,0	8,1	2,7	2,5	0,8	269,3
-Mg	51,6/4,3/1,0	12,0	3,2	2,2	0,8	375,3
-S	61,8/9,6/1,0	6,4	2,2	1,5	1,1	430,3
----- 4º cultivo -----						
T	47,8/3,6/1,0	13,0	0,9	0,4	3,9	24,7
C	37,3/5,4/1,0	6,9	0,9	0,7	2,5	193,5
-N	25,1/6,8/1,0	3,7	3,8	3,2	0,6	99,1
-P	57,5/3,8/1,0	15,0	1,2	1,2	1,6	158,5
-K	108,7/14,9/1,0	7,3	0,4	0,3	6,0	53,7
-Ca	42,3/5,4/1,0	7,8	0,9	1,5	1,8	118,1
-Mg	39,5/4,6/1,0	8,6	3,5	0,9	1,4	120,3
-S	65,5/7,5/1,0	8,7	1,4	1,2	1,5	128,9

QUADRO 8. Produção de matéria seca da parte aérea do milho (g/vaso) e resumo da análise de variância relativos ao 1º cultivo do solo Glei Húmico de Uberaba, Lavras-MG, 1985.

Tratamento	Repetição			$\bar{X}$
	I	II	III	
T	4,27	3,85	3,80	3,97
C	11,33	12,81	14,24	12,79
-N	10,52	13,66	11,53	11,90
-P	6,62	8,79	9,63	8,35
-K	13,92	14,00	13,35	13,76
-Ca	16,46	13,67	11,68	13,94
-Mg	15,80	16,10	13,98	15,29
-S	7,65	8,22	7,66	7,84

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	N.S.
Tratamento	7	315,1914673	45,02735138	0,0001%
Blocos	2	2,015145063	1,007572532	60,357%
Erro	14	26,94336728	1,924540520	
Total	23	344,150177		
CV%	12,63			
DMS	3,51			

QUADRO 9. Produção de matéria seca da parte aérea do milho (g/vaso) e resumo da análise de variância relativos ao 4º cultivo do solo Glei Húmico de Uberaba. Lavras-MG. 1985.

Tratamento	Repetição			$\bar{X}$
	I	II	III	
T	1,07	0,74	1,15	0,99
C	7,01	6,41	6,42	6,61
-N	3,30	3,70	3,21	3,40
-P	4,22	3,32	3,51	3,68
-K	2,88	3,18	2,74	2,93
-Ca	6,61	6,18	6,68	6,49
-Mg	4,22	4,37	5,35	4,65
-S	2,59	2,39	1,89	2,29

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	N.S.
Tratamento	7	80,79759216	11,54251289	0,0000%
Blocos	2	0,1637584418	0,0818792209	57,8536%
Erro	14	2,013841629	0,1438458264	
Total	23	82,97518921		
CV%	9,77			
DMS	0,96			

QUADRO 10. Relações entre nutrientes com base na absorção total (mg/va so) na parte aérea do milho referentes ao 1º e 4º cultivos do solo Glei Húmico de Uberaba (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.

Tratamentos	Relações					
	N/P/S	N/P	K/Mg	K/Ca	Ca + Mg/K	Ca + Mg + K
-----1º cultivo-----						
T	62,2/7,4/1,0	8,5	4,7	3,7	0,5	120,1
C	59,8/7,2/1,0	8,3	2,4	4,0	0,7	315,4
-N	25,5/3,9/1,0	6,5	3,3	5,7	0,5	271,6
-P	73,1/6,9/1,0	10,7	4,0	5,0	0,5	273,2
-K	59,2/6,3/1,0	9,4	2,1	2,1	1,2	267,4
-Ca	46,4/6,4/1,0	7,3	2,6	2,5	0,6	289,5
-Mg	49,1/5,6/1,0	8,8	4,6	3,4	0,5	269,8
-S	93,2/7,6/1,0	12,2	3,5	5,6	0,5	192,9
-----4º cultivo-----						
T	72,3/3,2/1,0	22,7	0,84	0,5	3,4	16,3
C	76,2/4,4/1,0	17,5	0,72	1,0	2,4	116,1
-N	46,7/3,4/1,0	13,8	2,5	3,1	0,7	79,7
-P	59,4/3,3/1,0	18,1	1,6	1,9	1,2	106,8
-K	80,1/7,8/1,0	10,3	0,15	0,2	10,9	76,6
-Ca	47,7/5,0/1,0	9,6	0,49	1,9	2,5	108,7
-Mg	77,7/5,1/1,0	15,3	6,6	1,7	0,8	91,8
-S	122,4/8,9/1,0	13,5	3,3	4,4	0,6	84,7

QUADRO 11. Produção de matéria seca da parte aérea do milho (g/va so) e resumo da análise de variância relativos ao 1º cultivo do solo Orgânico de Uberaba. Lavras-MG. 1985.

Tratamentos	Repetição			$\bar{X}$
	I	II	III	
T	13,82	15,50	12,50	13,94
C	22,20	23,13	26,17	23,83
-N	19,66	18,74	20,36	19,59
-P	16,84	15,83	14,88	15,85
-K	20,38	21,64	19,89	20,64
-Ca	19,94	21,18	25,32	22,15
-Mg	18,73	24,09	25,15	22,66
-S	19,95	17,82	21,73	19,83

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	N.S.
Tratamento	7	241,8690796	34,55272675	0,0244%
Blocos	2	13,16179085	6,580895424	20,6558%
Erro	14	52,08219910	3,720157147	
Total	23	307,1130676		
CV%	9,74			
DMS	4,88			

QUADRO 12. Produção de matéria seca da parte aérea do milho (g/vaso) e resumo da análise de variância relativos ao 4º cultivo do solo Orgânico de Uberaba. Lavras-MG. 1985.

Tratamentos	Repetição			$\bar{X}$
	I	II	III	
T	1,51	1,31	1,41	1,41
C	7,11	6,51	6,75	6,79
-N	3,59	3,00	2,95	3,18
-P	5,42	5,88	5,83	5,71
-K	3,09	3,37	3,24	3,23
-Ca	6,75	7,22	6,80	6,92
-Mg	7,60	8,23	7,25	7,69
-S	1,73	1,38	1,60	1,57

	G.L.	Q.M.	N.S.	
Tratamento	7	132,6763763	18,95376778	0,00%
Blocos	2	0,08732488006	0,04366244	61,74%
Erro	14	1,224274397	0,08744817	
Total	23	133,9879761		
CV%	6,48			
DMS	0,75			

QUADRO 13. Relações entre nutrientes com base na absorção total (mg/va so) na parte aérea do milho referentes ao 1º e 4º cultivos do solo Orgânico de Uberaba (média de 3 repetições). Lavras-MG. 1985.

Tratamentos	Relações					
	N/P/S	N/P	K/Mg	K/Ca	Ca + Mg/K	Ca + Mg + K
----- 1º cultivo -----						
T	70,2/7,5/1,0	9,3	1,4	1,1	1,6	323,8
C	60,7/5,9/1,0	10,4	1,4	1,6	1,4	516,9
-N	51,5/6,0/1,0	8,5	1,9	2,2	1,0	450,6
-P	45,8/3,7/1,0	12,2	2,3	2,3	0,9	453,7
-K	36,1/4,3/1,0	8,4	1,2	1,2	1,6	420,6
-Ca	70,3/6,8/1,0	10,4	1,5	1,9	1,2	498,8
-Mg	48,5/6,0/1,0	8,0	2,3	2,0	0,9	486,7
-S	72,3/6,8/1,0	10,6	1,8	1,8	1,1	479,6
----- 4º cultivo -----						
T	2881,0/2,6/1,0	11,2	0,5	0,3	5,1	27,1
C	81,9/9,7/1,0	8,5	0,5	0,5	3,8	101,6
-N	50,4/12,2/1,0	4,1	1,5	1,3	1,4	69,4
-P	63,4/4,1/1,0	15,3	0,7	0,6	3,1	106,2
-K	44,6/5,4/1,0	8,3	0,2	0,3	8,8	77,4
-Ca	57,1/9,3/1,0	6,1	0,6	0,1	8,1	261,5
-Mg	56,1/9,2/1,0	6,1	0,8	0,2	7,2	232,8
-S	403,1/18,8/1,0	21,4	3,2	1,0	1,3	79,3