

1977/010

MAT

1977

TS-1977/010

-----

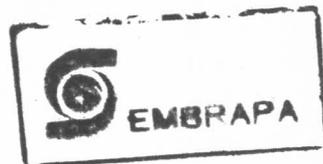
**OLIVEIRA MATOS**

**Avaliação da Fertilidade de Três Solos de Altamira  
(Pará), pela Técnica do Elemento Faltante**

**VIÇOSA — MINAS GERAIS**

**1977**

AREOLINO DE OLIVEIRA MATOS



AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DE TRÊS SOLOS DE  
ALTAMIRA (PARÁ), PELA TÉCNICA DO  
ELEMENTO FALTANTE

Tese Apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como Parte das  
Exigências do Curso de Fitotecnia,  
para Obtenção do Grau de "Magister  
Scientiae".

VIÇOSA - MINAS GERAIS

1977

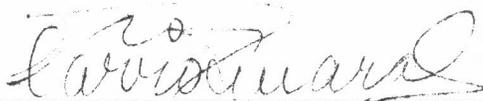
10/77  
MAT

AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DE TRÊS SOLOS DE  
ALTAMIRA (PARÁ), PELA TÉCNICA DO  
ELEMENTO FALTANTE

por

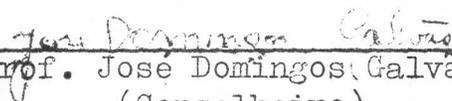
AREOLINO DE OLIVEIRA MATOS

APROVADA:



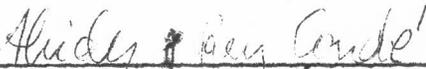
---

Prof. Flávio de Araújo Lopes do Amaral  
(Orientador)



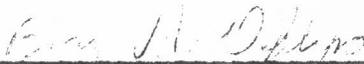
---

Prof. José Domingos Galvão  
(Conselheiro)



---

Prof. Alcides Reis Condé  
(Conselheiro)



---

Prof. Braz Vitor Defelipo



---

Prof. Victor Hugo Alvarez V,

A meus pais e irmãos

A minha esposa e filho.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado em Fitotecnia.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pela oportunidade oferecida para realização do curso.

Ao Professor Flávio de Araújo Lopes do Amaral, pela orientação e amizade dispensadas.

Ao colega Ítalo Cláudio Falesi, pelo estímulo e colaboração desde o início de nossa formação profissional.

Aos colegas José Furlan Júnior e Antonio Carlos P. N. Rocha, pela colaboração no transporte de amostras de solo para a condução deste trabalho.

Ao agronomando Reinaldo Bertola Cantarutti, pela ajuda espontânea na condução do experimento.

Aos funcionários do Setor de Solos, Antônio Dimas S. Rosado, Bernardino dos Santos, Irio Fernandes Freitas e Pedro F. Coelho, pela colaboração na condução e análise do experimento.

Aos colegas do curso, pela amizade e troca de idéias.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

AREOLINO DE OLIVEIRA MATOS, filho de Tito de Souza Mattos e Celina de Oliveira Matos, natural de Fordlândia, município de Aveiro, Estado do Pará, nasceu aos 6 dias do mês de maio de 1944.

Diplomou-se em Agronomia em 1971, pela Escola de Agronomia da Amazônia, atual Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

Em 1972, iniciou suas atividades profissionais no Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte, permanecendo nessa instituição até 1973.

Em janeiro de 1974 ingressou na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Em 1975 iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia, pela Universidade Federal de Viçosa.

## CONTEÚDO

Página

LISTA DE QUADROS .....	
EXTRATO .....	
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
3. MATERIAL DE MÉTODOS .....	8
3.1. Solos Estudados e Localização .....	8
3.2. Tratamentos e Delineamento Experimental ..	9
3.3. Soluções Nutritivas .....	9
3.4. Instalação e Condução do Ensaio .....	10
3.5. Colheita e Diagnose Foliar .....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
4.1. Características Agronômicas Estudadas ....	14
4.1.1. Produção de Matéria Seca da Parte Aé rea .....	14
4.1.2. Produção de Matéria Seca das Raízes	17
4.1.3. Produção de Matéria Seca total das Plantas .....	19
4.2. Composição Química das Plantas .....	21
4.2.1. Teores de Nitrogênio .....	21
4.2.2. Teores de Fósforo .....	24
4.2.3. Teores de Potássio .....	25
4.2.4. Teores de Cálcio .....	27
4.2.5. Teores de Magnésio .....	28

## Página

4.2.6. Teores de Enxofre .....	30
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	32
6. LITERATURA CITADA .....	34

## LISTA DE QUADROS

Quadros		Página
1	Classificação e localização dos solos estudados .....	9
2	Caracterização química e classificação textural dos três solos estudados .....	10
3	Símbolo e descrição dos tratamentos .....	11
4	Fonte e dose dos nutrientes utilizados por vaso .....	12
5	Resumo da análise de variância da produção de matéria seca com desdobramento da interação T x S para parte aérea, raízes e total .....	15
6	Produção média da matéria seca da parte aérea em g/vaso, nos diferentes tratamentos e solos .....	16
7	Produção média da matéria seca das raízes em g/vaso, nos diferentes tratamentos e solos .....	18
8	Produção média de matéria seca total, em g/vaso nos diferentes tratamentos e solos.	20
9	Resumo das análises de variância com desdobramento da interação T x S dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca da parte aérea .....	22

## Quadros

## Página

10	Teores de nitrogênio na matéria seca da parte aérea nos diferentes tratamentos e solos .....	23
11	Teores de fósforo na matéria seca da parte aérea nos diferentes tratamentos e solos ..	25
12	Teores de potássio na matéria seca da parte aérea nos diferentes tratamentos e solos ..	26
13	Teores de cálcio na matéria seca da parte aérea nos diferentes tratamentos e solos ..	28
14	Teores de magnésio na matéria seca da parte aérea nos diferentes tratamentos e solos ..	29
15	Teores de enxofre na matéria seca da parte aérea nos diferentes tratamentos e solos ..	31

## EXTRATO

MATOS, Areolino de Oliveira, M.S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 1977. Caracterização da fertilidade de três solos de Altamira (Pará) pela técnica do elemento faltante. Professor Orientador: Flavio de Araújo Lopes do Amaral. Professores Conselheiros: José Domingos Galvão e Alcides Reis Condé.

Em um ensaio, em vasos em casa-de-vegetação, no qual foram empregadas amostras superficiais de três solos de Altamira (Latosolo Vermelho Amarelo, LV; Podzólico Vermelho Amarelo, PV; Terra Roxa Estruturada, TE), utilizando o arroz (Oriza sativa, L.) variedade 'IAC-1246' como planta indicadora, procurou-se detectar seus nutrientes limitantes, mediante a técnica do elemento faltante. Utilizou-se uma testemunha (sem adubação), um tratamento completo, um tratamento completo sem calagem, e os demais, onde se omitiam um a um os seguintes nutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e mistura de micronutrientes. Todos os tratamentos receberam calagem, com exceção da testemunha do completo sem calagem e do menos cálcio. Determinou-se o efeito dos diferentes tratamentos através da produção de matéria seca e teores de nutrientes da parte aérea. Para o LV foram limitantes em ordem decrescente: fósforo, nitro-

gênio, potássio e enxofre. Para o PV foram limitantes em ordem decrescente: fósforo, potássio, nitrogênio e cálcio. No TE, foram limitantes o fósforo em maior intensidade, e o potássio em menor escala. Não foi observado efeito de magné -  
sio em nenhum dos solos estudados.

## 1. INTRODUÇÃO

A Amazônia Brasileira, para efeito de planejamento econômico, abrange os estados do Pará, Amazonas e Acre; os territórios do Amapá, Roraima, Rondônia e ainda parte de Mato Grosso, Goiás e Maranhão; abrangendo assim dois terços do território nacional, possuindo, portanto, uma superfície de aproximadamente cinco milhões de quilômetros quadrados (11).

O município de Altamira compreende uma superfície de 153.862 km<sup>2</sup>, localizado no centro-oeste do Estado do Pará, à margem esquerda do Rio Xingu, sendo o maior município do Brasil e o principal polo de desenvolvimento da rodovia Transamazônica (34).

Pela sua importância, essa região está sendo, paulatinamente, incorporada ao resto do país com a política de abertura de rodovias, para que haja uma integração pela colonização, como também para escoamento de suas riquezas naturais. A par disso, já se faz notar também produtos agrícolas produzidos na área, fruto de uma agricultura incipiente, calcada ainda na fertilidade de terras recém-desbravadas.

Sabe-se que muitas culturas encontram condições propícias para o seu desenvolvimento naquela área (1, 3). Den-

tre essas, destaca-se o arroz que é a cultura de maior expressão econômica e de maior área cultivada pelo pequeno e médio agricultor. Entretanto, são escassos os conhecimentos sobre a fertilidade dos solos daquela área e, de uma maneira geral, dos solos amazônicos, uma vez que os conhecimentos atuais prendem-se mais a identificação de solos a nível exploratório (10, 11, 12).

O presente trabalho objetiva avaliar, exploratoriamente, a fertilidade de três solos do município de Altamira, na região Amazônica, pela técnica do elemento faltante.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Ao estudar a nutrição de plantas, vários métodos têm sido pesquisados com o objetivo de obter informações que reflitam o comportamento dos vegetais à aplicação de fertilizantes, ou seja, métodos usados para estimar o grau de fertilidade de um solo (2, 9, 39).

Sabe-se que, dentre poucos, os métodos mais usados para avaliar as necessidades minerais de um solo são em ensaios de adubação, análise química e análise biológica do solo (6).

Um dos métodos biológicos, empregados para avaliação de fertilidade, tem sido a técnica do elemento faltante que, primeiramente empregada em estufa e posteriormente no campo, vem sendo usada, satisfatoriamente, por vários pesquisadores.

Num trabalho, em vasos, com nove latossolos da Costa Rica, MARTINI (27) fez um estudo acurado para solos e subsolos, concluindo, dentro de certos limites, ser a referida técnica um método rápido e válido para caracterizar o estado de nutrientes no solo. Conclusão semelhante foi obtida por MARTINS (28), quando usou a mesma técnica em cinco latossolos do Triângulo Mineiro, usando soja como planta indicadora.

Apesar desse método ter sido mais utilizado para so los tropicais, MIDDLETON et alii (29), na Nova Zelândia, cons tataram sua validade, para condições estacionais diversas com forrageiras leguminosas e não leguminosas.

O nitrogênio exerce papel fundamental na nutrição dos cereais. Essa assertiva é confirmada por PUENTE e BER - CIANO (36), quando afirmam que o peso foliar depende essen cialmente do seu conteúdo nitrogenado. KOYAMA e NIAMSRI - CHAND (21), por sua vez, diz que a nutrição pelas plantas de arroz é um dos mais importantes fatores determinantes do crescimento da planta e da produção de grãos.

Em pesquisa com arroz de sequeiro, OLIVEIRA et alii (32, 33) observaram respostas significativas na produção da parte aérea, pela adição de fertilizantes nitrogenados, sobre solo podzolizado. GARGANTINI e RODRIGUES FILHO (19) encontraram, também, efeito sensível à adubação nitrogenada so bre a produção de matéria seca.

Pesquisas ligadas a aumento de produção pela adubação nitrogenada em arroz irrigado atestam seu efeito positi vo, conforme demonstram trabalhos de LEITE et alii (22, 23, 24).

No que se relaciona a fósforo, estudo sobre formas desse nutriente em oito latossolos da Amazônia Brasileira, VIEIRA e BORNEMISZA (47) observaram que o uso de adubação com fosfatos poderia ser de muita eficácia nesses solos. Tra balho posterior de FASSBENDER (13), com os mesmos solos, so bre fixação e transformação de fosfatos, confirma a observa ção e conclui ainda que a fixação de fosfatos nesses solos não é tão alta como em outros latossolos tropicais.

Em vários trabalhos com arroz irrigado, foi constatada a eficiência de fertilizantes fosfatados, independente dos tipos de solo trabalhados por LEITE et alii (22, 23).

Forte reação à fertilização fosfatada foi notada para o cultivo de arroz de sequeiro sobre diferentes solos e locais por vários pesquisadores (14, 29, 32, 33). Apenas em trabalhos realizados em solos aluviais, de textura franco-argilosa e argilo-limosa, de Pernambuco e Portugal respectivamente, não foi observada nenhuma resposta à fósforo (6, 45).

Trabalhos em casa-de-vegetação também confirmam a importância desse nutriente no cultivo do arroz. Aumentos de até cinquenta por cento na produção foram encontrados por DATTA e DATTA (7), com a adição de diferentes fosfatos em solos da Índia. Pesquisando efeitos de zinco e diferentes fontes de fósforo, no crescimento e absorção desses nutrientes pelo arroz, SEDBERRY et alii (41) encontraram resposta significativa para fontes, tanto no aumento da concentração de fósforo no tecido como na produção de matéria seca, independente da presença do zinco.

CORONEL e WALLIHAN (5), cultivando arroz em solução nutritiva, observaram que as concentrações de fósforo em folhas de plantas deficientes em nitrogênio, potássio e manganês, foram significativamente, maiores quando comparadas com plantas adequadamente supridas com aqueles nutrientes. Mostrou ainda que, a alto suprimento de nitrogênio, a produção de grãos foi função direta da concentração de fósforo na solução.

Com relação ao nutriente enxofre, trabalhos de análise foliar na nutrição do milho dão conta da importância do mesmo sobre a produção e teor desse nutriente nas folhas (15, 16, 17).

Dados apresentados por LOCKARD et alii (25) mostram que as produções, tomadas como peso seco de grãos cheios em arroz, foram aumentadas significativamente pela adição de en

xofre ao solo. Essa adição parece ser vital a partir do aparecimento da terceira folha, quando o enxofre, originário da semente, tende a esgotar-se (44).

Usando tomate como planta indicadora, para testar deficiência de enxofre em dois solos aluviais de textura arenosa de El Salvador, MULLER (31) obteve respostas altamente significativas para aquele nutriente.

Com relação a potássio, cálcio e magnésio, diversos trabalhos em nutrição de plantas mostram seus efeitos.

O potássio trocável parece não ser limitante para as plantas, em condições naturais nos solos da Amazônia, pois, apesar de se encontrar em pequenas quantidades, a baixa saturação de cálcio mais magnésio aumenta sua absorção pelas plantas (40).

Verifica-se uma grande dispersão nos teores de potássio em folhas de cereais (15, 36). Em folhas de aveia foi observada uma forte resposta à adição de potássio, aumentando, por conseguinte, sua concentração até provocar acúmulo do nutriente, sem, no entanto, influir sensivelmente no seu peso e rendimento (37).

Em plantas de arroz cultivadas em solução nutritiva, a absorção de potássio foi mais efetiva que a do sódio, magnésio e cálcio (8). Em um estudo sobre a interação nitrogênio-potássio, em falso centeio, mostra que a nutrição potássica foi afetada por altos níveis de nitrogênio, e que o potássio não teve efeito sobre a produção e número de perfilhos (48).

Poucos solos tem evidenciado uma resposta favorável à fertilização potássica em arroz (14, 33). Trabalhos, mostrando a pouca ou nenhuma resposta do potássio na cultura arrozeira, são mais constantes na literatura (6, 9, 32, 45).

Avaliando os dados referentes a cálcio e magnésio

trocáveis de solos da Amazônia maranhense, ROEDER e BORNE-MISZA (40) mostraram que são muito baixas as quantidades desses nutrientes.

É fato conhecido que os teores de cálcio e magnésio guardam uma relação inversa com o teor de potássio nas folhas (15). Esse fato foi constatado em falso centeio, quando mostra que o teor de cálcio da parte aérea aumentou com o decréscimo de potássio. Embora não tenha acontecido uma redução no teor de magnésio da parte aérea com o aumento da nutrição potássica (48).

Aumentos significativos foram observados na produção de arroz, em solos lateríticos ácidos, com a adição de magnésio. Essa resposta foi mais significativa na produção de grãos que em palha (42).

Em trabalhos com arroz de sequeiro em terra-roxamisturada (pH = 6,5), não foi observada resposta à adição de calcário (30). O mesmo aconteceu com solos orgânicos e argilosos do Vale do Paraíba, onde predominavam teores altos de alumínio trocável, porém com teores altos de cálcio mais magnésio (22).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Solos Estudados e Localização

Foram usadas amostras compostas de 20 subamostras, coletadas numa área de 0,5 ha de três solos do município de Altamira, Estado do Pará, selecionadas segundo sua importância em área dentro da região, coletadas ao longo da rodovia Transamazônica, em travessões perpendiculares à rodovia, a uma distância em torno de cinco km da mesma.

As amostras de cada solo foram coletadas da camada superficial ( $\pm$  20 cm) em área coberta por floresta, portanto não cultivada. Os solos classificados ao nível de grande grupo, segundo FALESI (10), e suas localizações são apresentados no Quadro 1.

No Quadro 2, são apresentados os resultados de análises químicas e classificação textural dos solos. As análises de pH, cálcio, magnésio, alumínio, fósforo e potássio foram determinadas segundo VETORI (46). O nitrogênio foi determinado pelo método de Kjeldahl e o carbono, pelo método de Walkley-Black citado por JACKSON (20). A necessidade de calagem segundo PIPAEMG (35).

QUADRO 1. Classificação e localização dos solos estudados

Solo	Classificação	Localização
LV	Latossol Vermelho Amarelo	Km 40 entre Altamira e Itaituba
PV	Podzólico Vermelho Amarelo	Km 22 entre Altamira e Itaituba
TE	Terra Roxa Estruturada	Km 80 entre Altamira e Itaituba

### 3.2. Tratamentos e Delineamento Experimental

O experimento foi no esquema fatorial (3 x 10) onde os fatores são três solos e dez tratamentos, dispostos em blocos casualizados com quatro repetições. Todos os tratamentos receberam calagem, com exceção do testemunha, de menos calagem e menos cálcio. No Quadro 3 são apresentados os símbolos e descrição dos tratamentos.

### 3.3. Soluções Nutritivas

Sete dias antes do plantio, foram adicionadas soluções nutritivas de macro e micronutrientes, por tratamento. Após cada adição das soluções no solo, nos casos de polietileno, estes foram agitados manualmente para uma melhor homogeneização. Os solos foram então transferidos para vasos plásticos, previamente etiquetados. As concentrações e fonte dos nutrientes são apresentados no Quadro 4.

QUADRO 2. Caracterização química e classificação textural dos três solos estudados\*

Característica	LV	PV	TE
pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	4,8	3,8	5,8
Al (eq.mg/100 g solo)	1,1	2,2	0,2
Ca <sup>++</sup> (eq. mg/100 g solo)	1,66	0,4	4,6
Mg <sup>++</sup> (eq. mg/100 g solo)	0,44	0,2	2,4
P (ppm)	6,0	3,0	2,0
K (ppm)	38,0	27,0	67,0
N total (%)	0,09	0,17	0,21
M.O. (%)	2,22	4,72	4,09
Relação C/N	14	16	11
Necessidade de calagem (t CaCO <sub>3</sub> /ha)	2,2	5,8	0,4
Classificação textural	Areia Franca	Argila	Argila

\*Análises realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da U.F.V.

#### 3.4. Instalação e Condução do Ensaio

O ensaio foi realizado em casa-de-vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, usando-se vasos plásticos de 2,0 l de capacidade com 2 kg de solo.

As doses de CaCO<sub>3</sub> - P.A., incorporada aos tratamentos que deveriam receber calagem, foram determinadas, tomando-se por base o teor de alumínio trocável e de cálcio mais magnésio trocáveis do solo (35).

A incorporação de CaCO<sub>3</sub> foi feita por agitação manual em saco de polietileno onde já continha 2 kg de solo.

QUADRO 3. Símbolo e descrição dos tratamentos

Símbolo	Descrição
TEST.	Testemunha, sem adubação e sem calagem
COMP.	Todos os nutrientes com calagem
CaCO <sub>3</sub>	Todos os nutrientes menos calagem
- N	Completo menos Nitrogênio
- P	Completo menos Fósforo
- K	Completo menos Potássio
- Ca	Completo menos Cálcio e Calagem
- Mg	Completo menos Magnésio
- S	Completo menos Enxofre
- Mi	Completo menos Micronutrientes

Os tratamentos sem calagem sofreram a mesma agitação, sem a adição do corretivo. Após a mistura, os solos receberam água desmineralizada, suficiente para manter o teor de umidade a 80% da capacidade máxima de retenção de água do solo.

No plantio, foram utilizadas, por vaso, 36 sementes de arroz (*Oriza sativa*, L.) variedade 'IAC-1246'. Após 8 dias de emergência, foi efetuado o desbaste para 18 plantas por vaso. Os vasos foram irrigados com água desmineralizada sempre que necessário. O rodízio dos vasos foi efetuado a cada quatro dias, até a colheita.

### 3.5. Colheita e Diagnose Foliar

A colheita foi efetuada aos 70 dias após o plantio, período correspondente a mais ou menos metade do ciclo vegetativo da variedade, uma vez que se mostravam visíveis e ca

QUADRO 4. Fonte e dose dos nutrientes utilizados por vaso

Nutriente	Dose g	Fonte
Nitrogênio	0,53	NaNO <sub>3</sub>
Fósforo	0,11	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O
Potássio	0,44	KCl
Cálcio	0,19	CaCl <sub>2</sub>
Magnésio	0,08	MgCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O
Enxofre	0,13	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
	Dose ppm	
Boro	1,36	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> · 10H <sub>2</sub> O
Cobre	2,24	CuCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O
Ferro	2,48	FeCl <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O
Manganês	1,67	MnCl <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O
Molibdênio	0,24	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O
Zinco	5,73	ZnCl <sub>2</sub>

racterísticos os sintomas visuais de deficiências de alguns nutrientes.

As plantas foram cortadas rente ao solo, para compor a parte aérea. As raízes foram posteriormente coletadas e lavadas com jatos de água de torneira. Ambas as partes foram, em seguida, lavadas com água desmineralizada. Todo o material vegetal, após secagem preliminar ao ar livre, foi colocado em sacos de papel e posto a secar até peso constante, em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura em torno de 67°C. Após a secagem e determinação do peso foram feitas, por repetição, as análises de laboratório.

O material seco foi moído em moinho tipo WILEY, com peneira de 20 mesh. A mineralização do material vegetal foi realizada por digestão, com ácido nítrico e ácido perclórico, segundo JACKSON (20), para determinação de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.

As determinações de cálcio e magnésio foram feitas por espectrofotometria de absorção atômica; o nitrogênio, determinado pelo processo micro-Kjeldahl; o potássio, por fotometria de chama; o fósforo, pelo processo colorimétrico da vitamina C, modificado por BRAGA e DEFELIPO (3); o enxofre, pelo processo de turbidimetria, segundo CHESNIN e YIEN (4).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Características Agronômicas Estudadas

A análise de variância das características agronômicas estudadas encontra-se no Quadro 5. Observa-se que houve efeito altamente significativo para solos, tratamentos dentro do LV, tratamentos dentro do PV, tratamentos dentro do TE para produção da matéria seca da parte aérea, das raízes e produção total das plantas.

#### 4.1.1. Produção de Matéria Seca da Parte Aérea

Os dados relativos ao peso médio da matéria seca da parte aérea, comparados pelo teste de Tukey a 5%, encontram-se no Quadro 6.

O magnésio não foi um nutriente limitante em nenhum dos três solos estudados. Era de se esperar que pelo menos no solo PV houvesse uma queda de produção, uma vez que nesse solo foram registrados os menores teores de cálcio mais magnésio. Em solos da Amazônia maranhense, ROEDER e BORNE-MISZA (40) encontraram baixos teores de cálcio mais magnésio trocáveis, embora a porcentagem de saturação do complexo com eles, não fosse tão reduzida.

QUADRO 5. Resumo da análise de variância da produção de matéria seca com desdobramento da interação TxS para parte aérea, raízes e total

G.L.	Quadrado médio		
	Parte aérea	Raiz	Total
Blocos 3	15,5313	26,8816	82,8720
Solos 2	47,8705**	13,7672**	112,2225**
T/LV 9	96,0549**	30,1381**	173,4712**
T/PV 9	97,2936**	33,3454**	275,6336**
T/TE 9	85,7576**	33,7394**	222,4881**
Resíduo 87	1,3082	2,1494	4,8386
C.V. %	9,37	18,35	10,89

\*\*Significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

Os dados de produção não mostram qualquer reação a micronutrientes nos solos em estudo. Tal fato, pode ser reflexo da boa disponibilidade dos micro-nutrientes nativos, uma vez que poucas pesquisas no Brasil relatam deficiências em micronutrientes para arroz de sequeiro (43).

Foi observada resposta a enxofre, apenas no solo IV, isto é, houve decréscimo na produção de matéria seca quando esse nutriente foi omitido. Trabalho de MULLER (31) com solos aluviais de El Salvador, demonstra a carência desse nutriente nos dois solos estudados.

Verifica-se, no tratamento, menos cálcio que houve resposta ao nutriente somente no solo PV, com decréscimo na produção, fato esse provavelmente atribuído ao baixo teor de cálcio no solo conforme pode-se verificar pelo Quadro 2.

QUADRO 6. Produção média da matéria seca da parte aérea em g/vaso, nos diferentes tratamentos e solos\*

Tratamento	Solo LV	Solo PV	Solo TE
- N	10,06 e	11,77 bc	13,47 ab
- P	6,52 f	2,74 d	3,27 c
- K	11,69 de	9,68 c	12,28 b
- Ca	18,77 a	12,14 bc	15,09 a
- Mg	17,00 ab	15,34 a	15,02 a
- S	13,64 cd	14,38 ab	14,37 ab
- Mi	16,04 bc	15,24 a	15,08 a
- CaCO <sub>3</sub>	17,45 ab	12,87 ab	14,44 ab
TEST.	4,89 f	2,28 d	3,58 c
COMP.	17,54 ab	15,45 a	13,96 ab
Média	13,36 A	11,19 C	12,06 B

\*As médias, em cada coluna, seguidas pela mesma letra minúscula e, na última linha, por letra maiúscula, não apresentam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Com a omissão de potássio, houve queda de produção em todos os solos estudados. Trabalhos com arroz de sequeiro (14, 32) mostraram reação a potássio em solo podzolizado com baixo teor de potássio trocável, bem como em solos hidromórficos com altos teores de potássio trocável.

A omissão de nitrogênio promoveu menor produção de matéria seca no solo LV, o que concorda com o seu nível mais baixo de nitrogênio, observado entre os solos (Quadro 2).

As menores produções de matéria seca foram observadas no tratamento com omissão de fósforo, em todos os solos, comparando-se a testemunha. Essa forte resposta a fósforo já era esperada, pois sabe-se que os solos amazônicos

são deficientes nesse nutriente (47), o que é confirmado pelos teores observados no Quadro 2, em todos os solos estudados. Tem sido observados efeitos altamente significativos à fósforo em arroz de sequeiro, como demonstram pesquisas realizadas em diferentes tipos de solos (30, 32, 33).

Observa-se que houve diferença entre solos com relação a produção de matéria seca. O solo IV obteve a maior produção, seguido do TE e, por último, o PV. Esse comportamento deve-se, provavelmente, ao maior teor de fósforo disponível do solo IV de vez que esse nutriente foi o mais limitante entre os demais, assim como pela sua textura (areia franca), que facilitaria uma maior disponibilidade daquele nutriente.

#### 4.1.2. Produção de Matéria Seca das Raízes

Os dados relativos à produção média de matéria seca de raízes, analisados pelo teste de Tukey a 5%, encontra-se no Quadro 7.

Observa-se que, em todos os solos, os tratamentos com omissão de nitrogênio ou de magnésio se comportaram, estatisticamente, semelhante ao tratamento completo. Igual comportamento foi observado por MARTINS (28), quando trabalhou com latossolos do Triângulo Mineiro.

Tal como aconteceu com a parte aérea, as produções de matéria seca das raízes foram as menores na ausência de fósforo, comparando-se à testemunha. Esses resultados estão de acordo com aqueles observados por MARTINI (27), onde o fósforo foi o nutriente mais limitante em todos os latossolos estudados.

QUADRO 7. Produção média da matéria seca das raízes em g/vaso, nos diferentes tratamentos e solos\*

Tratamento	LV	PV	TE
- N	13,14 a	9,55 ab	8,97 a
- P	5,67 cd	1,67 c	2,14 b
- K	4,33 d	3,31 c	8,89 a
- Ca	8,12 bc	7,45 b	9,30 a
- Mg	11,23 ab	9,04 ab	9,07 a
- S	9,00 bc	10,59 ab	10,92 a
- Mi	8,80 bc	8,95 ab	9,73 a
- CaCO <sub>3</sub>	8,60 bc	9,06 ab	8,64 a
TEST.	5,79 cd	2,54 c	3,27 b
COMP.	10,87 ab	11,70 a	9,34 a
Médias	8,55 A	7,39 B	8,03 AB

\*As médias, em cada coluna, seguidas pela mesma letra minúscula e, na última linha, por letra maiúscula não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Quando o potássio foi omitido, houve uma queda acentuada na produção de raízes nos solos LV e PV, e nenhuma reação do solo TE. Provavelmente, pelo bom suprimento de potássio observado nesse solo (Quadro 2).

Com a omissão de cálcio, ocorreu decréscimo de produção nos solos LV e PV. No solo TE, não se registrou essa queda, possivelmente, pelo bom suprimento de cálcio observado nesse solo (Quadro 2). Trabalho de MIRANDA (30), com arroz de sequeiro em Terra Roxa Estruturada, também não encontrou qualquer resposta à cálcio.

Decréscimos de produção no solo LV foram registra -

dos com a omissão de enxofre ou micronutrientes. A carência de enxofre já foi observada em solos de El Salvador (31). Aumentos de produção em milho pela adição de enxofre são relatados por GALLO (17) e LOCKAR (25), cultivando arroz. Nenhuma reação aos micronutrientes foi observado por LEITE (22) em cultivo de arroz irrigado no Vale do Paraíba; a não ser deficiência de zinco, observada em arroz de sequeiro no campo, por SOUZA (43); e, por LOCKARD (25) em estufa. Parece não haver respostas de produção para os micronutrientes.

Verifica-se que o solo LV diferiu, estatisticamente, do solo PV, no que diz respeito a produção de matéria seca de raízes.

#### 4.1.3. Produção de Matéria Seca Total das Plantas

Os dados relativos à produção média de matéria seca total das plantas, comparados pelo teste de Tukey a 5%, encontram-se no Quadro 8.

Com relação a tratamentos, observa-se que, com a omissão de magnésio e de micronutrientes, não houve queda de produção, pois nos três solos esses tratamentos não diferiram do tratamento completo. Foi observado decréscimo de produção no solo LV, quando houve omissão de nitrogênio, de fósforo, de potássio e de enxofre.

No solo PV, os tratamentos menos nitrogênio, menos fósforo, menos potássio e menos cálcio foram os que mostraram queda de produção. Somente nesse solo foi observada uma menor produção, quando foram omitidos, simultaneamente, cálcio e carbonato de cálcio. Esse solo registrou o menor valor de pH (Quadro 2), talvez residindo nesse aspecto essa resposta à calagem.

No solo TE, somente se observou resposta à fósforo, pois os demais tratamentos não diferiram do completo.

O solo TE não respondeu à fertilização nitrogenada, uma vez que o tratamento onde o nitrogênio foi omitido, não diferiu do tratamento completo, como se pode observar pelos Quadros 6, 7 e 8. Esse comportamento deve estar relacionado com o maior teor de nitrogênio nesse solo e com a relação C/N.

QUADRO 8. Produção média de matéria seca total em g/ vaso, nos diferentes tratamentos e solos\*

Tratamento	Solo LV	Solo PV	Solo TE
- N	23,21 b	21,32 bc	22,44 a
- P	12,19 cd	4,41 e	5,41 b
- K	16,01 c	12,99 d	21,16 a
- Ca	26,89 ab	19,59 c	24,38 a
- Mg	28,23 a	24,38 abc	24,10 a
- S	22,64 b	24,96 ab	25,29 a
- Mi	24,84 ab	24,18 abc	24,80 a
- CaCO <sub>3</sub>	26,06 ab	21,92 bc	23,09 a
TEST.	10,68 d	4,82 e	6,09 b
COMP.	28,40 a	27,14 a	23,30 a
Médias	21,92 A	18,57 C	20,01 B

\*As médias, em cada coluna, seguidas pela mesma letra minúscula e, na última linha, por letra maiúscula não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

PUENTES *et alii* (37) afirmam que, em geral, a fertilidade aumenta com a matéria orgânica ou o nitrogênio, assim como os rendimentos aumentam se a relação C/N tende a

valores perto de 11. Entretanto, Black, citado por OLIVEIRA et alii (33), diz que respostas a fertilização nitrogenada são maiores em solos que apresentam relação C/N acima de 13. Pelo Quadro 2 pode-se observar que a relação desse solo é 11, dentro, portanto, dos limites onde uma resposta é pouco provável.

O tratamento onde o fósforo foi omitido apresentou as mais baixas produções em todos os componentes de produção. Esses valores são estatisticamente iguais aos da testemunha.

Em média, observa-se uma maior produção de matéria seca total das plantas no solo LV, seguido do solo TE, enquanto que no solo PV registra-se o menor valor.

#### 4.2. Composição Química das Plantas

A análise de variância para efeito de solos e tratamentos dentro de solos, sobre o teor dos nutrientes analisados na parte aérea, encontra-se no Quadro 9.

Houve efeito altamente significativo, para solos nos teores de todos os macronutrientes, com exceção de cálcio. Efeitos altamente significativos também foram observados para tratamentos dentro de LV, tratamentos dentro de PV e tratamentos dentro de TE, nos teores de todos os macronutrientes.

##### 4.2.1. Teores de Nitrogênio

No Quadro 10, encontram-se os resultados dos teores médios de nitrogênio da parte aérea, nos diferentes tratamentos e solos.

QUADRO 9. Resumo das análises de variância com desdobramento da interação TxS dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca da parte aérea

F.V.	G.L.	Quadrado médio					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	3						
Solos	2	4,07370**	0,14541**	1,38731**	0,03844	0,06652**	0,00467**
T/LV	9	2,24557**	0,02885**	2,68334**	0,20464**	0,11868**	0,00415**
T/PV	9	2,32489**	0,01238**	2,16978**	0,48886**	0,06300**	0,00448**
T/TE	9	1,12912**	0,00405**	1,23219**	0,09406**	0,02897**	0,00300**
Resíduo	87	0,06422	0,00004	0,02816	0,01648	0,00282	0,00045
Total	119						
C.V. %		8,29	4,08	8,60	21,32	14,55	12,77

\*\*Significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

Observa-se que, no solo LV, o maior teor foi obtido no tratamento sem potássio, com um valor de 4,24%. Este valor é superior ao encontrado por GARGANTINI e BLANCO (18) e SOUZA e HIROCE (43), quando analisaram a parte aérea de plantas de arroz. Na ausência de aplicação de nitrogênio, foi observado o menor teor de nitrogênio, sendo mesmo inferior ao encontrado por GARGANTINI e BLANCO (18), em trabalho sobre absorção de nutrientes pela cultura do arroz.

QUADRO 10. Teores de nitrogênio na matéria seca da parte aérea nos diferentes tratamentos e solos\*

Tratamento	Solo		
	LV	PV	TE
- N	1,34e	1,41 d	1,48c
- P	3,08 bc	4,19 a	3,07 a
- K	4,24 a	3,79 abc	3,19 a
- Ca	3,18 b	3,48 bc	3,02 a
- Mg	3,13 bc	3,48 bc	3,06 a
- S	2,56 cd	3,31 c	2,76 ab
- Mi	3,05 bc	3,38 c	3,12 a
- CaCO <sub>3</sub>	3,38 b	3,62 abc	3,02 a
TEST.	2,41 d	4,04 ab	2,29 b
COMP.	3,20 b	3,43 c	3,00 a
Médias	2,96 B	3,41 A	2,80 C

\*As médias em cada coluna, seguidas pela mesma letra minúscula e, na última linha, por letra maiúscula não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No solo PV, os maiores teores foram alcançados nos

tratamentos em que não foi aplicado o fósforo, o potássio e carbonato de cálcio que foram estatisticamente iguais ao teor da testemunha. O menor teor foi observado no tratamento em que houve omissão de nitrogênio, sendo menor que aquele proposto por GARGANTINI e BLANCO (18), para plantas de arroz.

No solo TE, os teores de nitrogênio não diferiram entre si na maioria dos tratamentos. Apenas na omissão de nitrogênio foi registrado novamente o menor valor.

#### 4.2.2. Teores de Fósforo

Os teores de fósforo, na matéria seca da parte aérea, nos diferentes tratamentos e solos, encontram-se no Quadro 11.

Observa-se que o tratamento com omissão de nitrogênio apresentou o maior teor médio no solo LV. Os menores valores foram observados nos tratamentos sem fósforo e testemunha que registraram teores menores que aquele proposto para arroz por GARGANTINI e BLANCO (18), porém próximos daqueles observados por SOUZA e HIROCE (43). Os demais valores estão numa faixa intermediária.

No solo PV, observa-se valores muito baixos nos tratamentos sem fósforo e testemunha, indicando, segundo PUENTE (37), um baixo teor no solo para esse nutriente. O mesmo autor encontrou que o fósforo exportado por folhas testemunhas é o melhor índice do valor nutritivo do solo, por mostrar a mais alta correlação com as respostas na produção.

Isso torna-se evidente, se compararmos os Quadros 6, 7 e 8, nos quais estão expressas as produções, com o Quadro 2 que mostra os teores de fósforo nos solos.

QUADRO 11. Teores de fósforo na matéria seca da parte aérea nos diferentes tratamentos e solos\*

Tratamento	Solo		
	LV	PV	TE
- N	0,35 a	0,18 b	0,22 a
- P	0,09 g	0,07 f	0,07 d
- K	0,24 c	0,24 a	0,20 b
- Ca	0,30 b	0,17 bc	0,14 c
- Mg	0,17 de	0,17 bc	0,14 c
- S	0,18 d	0,14 e	0,14 c
- Mi	0,17 de	0,15 de	0,14 c
- CaCO <sub>3</sub>	0,31 b	0,16 cd	0,20 b
TEST.	0,13 f	0,05 g	0,07 d
COMP.	0,16 e	0,14 e	0,14 c
Médias	0,21 A	0,15 B	0,15 B

\*As médias em cada coluna, seguidas pela mesma letra minúscula e, na última linha, por letra maiúscula não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Pode-se observar no solo TE que apenas nos tratamentos com omissão de fósforo e testemunha foram observados valores mais baixos que os índices mínimos propostos por Lundegardh, citado por CUNHA e BAPTISTA (6). Os demais tratamentos estão acima dos valores mínimos.

#### 4.2.3. Teores de Potássio

Os teores de potássio, na matéria seca da parte aérea, nos diferentes tratamentos e solos, encontram-se no Qua

dro 12.

QUADRO 12. Teores de potássio na matéria seca da parte aérea nos diferentes tratamentos e solos\*

Tratamento	Solo		
	LV	PV	TE
- N	2,46 ab	2,48 a	2,53 a
- P	2,50 a	1,29 b	1,79 c
- K	0,32 d	0,31 d	0,73 d
- Ca	1,86 c	2,20 a	2,44 ab
- Mg	2,11 bc	2,24 a	2,22 ab
- S	2,30 ab	2,30 a	2,40 ab
- Mi	2,11 bc	2,16 a	2,42 ab
- CaCO <sub>3</sub>	2,18 abc	2,22 a	2,50 ab
TEST.	0,34 d	0,90 c	2,12 bc
COMP.	2,28 ab	2,28 a	2,50 ab
Médias	1,85 B	1,84 B	2,16 A

\*As médias em cada coluna, seguidas pela mesma letra minúscula e, na última linha, por letra maiúscula não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No solo LV, observa-se que os teores de potássio nos tratamentos com omissão de nitrogênio, de fósforo e de enxofre se comportaram estatisticamente iguais ao tratamento completo, com os maiores teores médios. Esses teores revelam uma absorção excessiva do nutriente, se comparados com os dados de GARGANTINI e BLANCO (18) para a parte aérea.

O menor teor de potássio foi observado no tratamento onde foi omitido aquele nutriente, sendo estatisticamen-

te igual a testemunha e, com valores mais baixos que o valor mínimo proposto por Lundegardh, citado por CUNHA e BAPTISTA (6).

No solo FV, a maioria dos tratamentos não diferiram entre si quanto a teores de potássio. Apenas, quando da omissão de fósforo e de potássio foram observados teores mais baixos. Idêntico comportamento foi observado no solo TE.

Entre os solos, observa-se que o solo TE obteve o maior teor médio de potássio, provavelmente revelando seu melhor suprimento no solo, conforme Quadro 2.

#### 4.2.4. Teores de Cálcio

Os teores de cálcio, na matéria seca da parte aérea, nos diferentes tratamentos e solos, encontram-se no Quadro 13.

Testemunha sem nitrogênio e sem fósforo foram os tratamentos que alcançaram os maiores teores de cálcio no solo IV. O menor foi observado no tratamento com omissão de cálcio, inferior àquele encontrado por GARGANINI e BLANCO (18). Também no solo IV, o menor teor ficou por conta do tratamento menos cálcio. No solo TE a maioria dos tratamentos não diferiram entre si.

Observa-se que, nos três solos, os maiores teores foram alcançados no tratamento onde o fósforo foi omitido, se comparados com os demais. Tal fato deve ser atribuído a um efeito de diluição, uma vez que o tratamento menos fósforo foi o que alcançou a menor produção de matéria seca e, conseqüentemente, maior concentração em teor do nutriente.

QUADRO 13. Teores de cálcio na matéria seca da parte aérea nos diferentes tratamentos e solos\*

Tratamento	Solo		
	LV	PV	TE
- N	0,91 a	0,53 b	0,53 b
- P	0,74 abc	1,52 a	1,01 a
- K	0,57 cd	0,61 b	0,63 b
- Ca	0,25 c	0,22 c	0,50 b
- Mg	0,51 cde	0,48 bc	0,51 b
- S	0,61 bcd	0,52 b	0,64 b
- Mi	0,59 cd	0,50 bc	0,59 b
- CaCO <sub>3</sub>	0,34 de	0,36 bc	0,59 b
TEST.	0,97 a	0,44 bc	0,76 ab
COMP.	0,51 cde	0,53 b	0,59 b
Médias	0,60 A	0,57 A	0,63 A

\*As médias em cada coluna, seguidas pela mesma letra minúscula e, na última linha, por letra maiúscula não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Nos solos LV e TE, os maiores teores de cálcio da testemunha refletiu, provavelmente, o mais satisfatório suprimento daquele nutriente nestes solos (Quadro 2). Os teores médios de cálcio, nos três solos estudados, não diferiram entre si.

#### 4.2.5. Teores de Magnésio

Os teores de magnésio, na matéria seca da parte aérea, nos diferentes tratamentos e solos, encontram-se no Qua

dro 14.

QUADRO 14. Teores de magnésio na matéria seca da parte aérea nos diferentes tratamentos e solos\*

Tratamento	Solo		
	LV	PV	TE
- N	0,30 cd	0,23 de	0,25 c
- P	0,37 cd	0,43 bc	0,41 b
- K	0,54 b	0,61 a	0,55 a
- Ca	0,32 cd	0,31 cde	0,34 bc
- Mg	0,28 d	0,19 e	0,27 c
- S	0,37 cd	0,25 de	0,32 bc
- Mi	0,41 c	0,30 de	0,32 bc
- CaCO <sub>3</sub>	0,31 cd	0,32 cd	0,30 bc
TEST.	0,86 a	0,45 b	0,36 bc
COMP.	0,36 cd	0,29 de	0,32 bc
Médias	0,41 A	0,34 B	0,34 B

\*As médias em cada coluna, seguidas pela mesma letra minúscula e, na última linha, por letra maiúscula não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No solo LV, o maior teor de magnésio foi obtido no tratamento testemunha, revelando, possivelmente, o efeito de concentração do nutriente nesse tratamento, e diluição nos demais, pois a testemunha obteve a menor produção de matéria seca. Em todos os solos, o menor teor de magnésio foi alcançado quando esse nutriente não foi aplicado.

Em todos os solos, um dos maiores teores de magnésio foi obtido quando o potássio não foi adicionado. Tal fenômeno poderá ser justificado pela relação inversa de teores que existe entre esses dois nutrientes em cereais (15). Em trabalho com arroz, em solução nutritiva sobre absorção de potássio, competindo com outros cations, é mostrado que a competição entre potássio e magnésio, mesmo sendo a mais fraca dentre os outros cations, foi responsável pela alta concentração de magnésio no tecido da planta (8).

Verifica-se, pelo Quadro 14, que o maior teor de magnésio, entre os solos, foi observado na matéria seca da parte aérea do solo IV, confirmando as maiores produções de matéria seca nesse solo, como pode-se observar pelos Quadros 6, 7 e 8.

#### 4.2.6. Teores de Enxofre

Os teores de enxofre na matéria seca da parte aérea, nos diferentes tratamentos e solos, encontram-se no Quadro 15.

No solo IV, apenas os tratamentos sem enxofre e testemunha obtiveram valores mais baixos, sendo que os demais tratamentos não diferiram entre si. No solo TE, somente o tratamento sem enxofre alcançou o teor mais baixo, enquanto que os outros tratamentos se igualaram estatisticamente.

Também no solo PV, o menor teor foi observado no tratamento sem aplicação de enxofre e de nitrogênio. Os teores médios de enxofre, na matéria seca da parte aérea, registraram os maiores valores nos solos IV e PV.

QUADRO 15. Teores de enxofre na matéria seca da parte aérea nos diferentes tratamentos e solos\*

Tratamento	Solos		
	LV	PV	TE
- N	0,15 bc	0,14 c	0,14 a
- P	0,19 ab	0,16 bc	0,18 a
- K	0,20 a	0,23 a	0,18 a
- Ca	0,16 abc	0,22 a	0,16 a
- Mg	0,16 abc	0,17 bc	0,17 a
- S	0,07 d	0,13 c	0,09 b
- Mi	0,16 abc	0,16 bc	0,17 a
- CaCO <sub>3</sub>	0,18 ab	0,20 ab	0,16 a
TEST.	0,12 c	0,16 bc	0,14 a
COMP.	0,17 ab	0,17 bc	0,16 a
Médias	0,16 AB	0,17 A	0,15 B

\*As médias em cada coluna, seguidas pela mesma letra minúscula e, na última linha, por letra maiúscula não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

Um ensaio biológico em vasos foi realizado em casa-de-vegetação da Universidade Federal de Viçosa, utilizando-se de três solos de Altamira (Latosolo Vermelho Amarelo, LV; Podzólico Vermelho Amarelo, PV e Terra Roxa Estruturada, TE), empregando o arroz (Oriza sativa, L.) variedade 'IAC-1246' como planta indicadora, com a finalidade de detectar seus nutrientes limitantes.

O ensaio foi constituído de dez tratamentos, sendo uma testemunha (sem adubação); um tratamento completo; um tratamento completo sem calagem; e os demais onde se omitiu um a um os seguintes nutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e mistura de micronutrientes. Todos os tratamentos receberam calagem, com exceção da testemunha, do completo sem calagem e de menos cálcio.

Nas condições do presente estudo foi possível chegar as seguintes conclusões gerais:

No tratamento com omissão de nitrogênio e presença dos demais nutrientes, houve decréscimo de produção de matéria seca da parte aérea, nos solos LV e PV.

No tratamento com omissão de fósforo, houve diminuição na produção de matéria seca da parte aérea e raízes,

em todos os solos estudados.

No tratamento com omissão de potássio, houve diminuição de produção de matéria seca da parte aérea nos três solos. Na matéria seca de raízes, apenas no solo TE não houve diminuição de produção.

O tratamento onde o cálcio não foi aplicado, mostra uma diminuição na produção de matéria seca de parte aérea e raízes no solo PV, e somente de raízes no solo LV.

No tratamento com omissão de enxofre, houve diminuição de produção de matéria seca de parte aérea e raízes no solo LV. Não foi observado efeito de magnésio em nenhum dos solos estudados.

No solo LV foram limitantes, em ordem decrescente, os seguintes nutrientes: fósforo, nitrogênio, potássio e enxofre. No solo PV, pela mesma ordem, os seguintes: fósforo, potássio, nitrogênio e cálcio. No solo TE, os nutrientes: fósforo e potássio.

## 6. LITERATURA CITADA

1. BASTOS, T.Y. & MORAES, V.M.P. Viabilidade e limitações climáticas para as culturas permanentes, semi-permanentes e anuais com possibilidades de expansão na Amazônia Brasileira. In: Zonamento da Amazônia. Belém, IPEAN, 1972. 153 p. (Boletim Técnico, 54).
- \* 2. BRAGA, J.M. Avaliação da fertilidade de solos de Viçosa, Minas Gerais; uso de microparcelsas. Rev. Ceres, Viçosa, 15(86):219-244, 1968.
3. BRAGA, J.M. & DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e material vegetal. Rev. Ceres, Viçosa, 21(113):73-85, 1974.
4. CHESNIN, L. & YIEN, C.H. Turbidimetric determination of available sulfates. Soil Sci. Amer. Proc. 15:149-151, 1951.
5. CORONEL, R.E. & WALLIHAN, E.F. The effects of nutrient deficiencies of nitrogen, potassium and manganese on the critical phosphorus concentrations in the rice plant (Oriza sativa L.). The Philippine Agriculturist, Philippine, 15(1):83-94, 1971.
6. CUNHA, J.M. & BAPTISTA, J. O método da análise foliar de Lundegardh aplicado à cultura do arroz. Agronomia Lusitana, Sacavém, 19(3):251-262, 1957.
7. DATTA, N.R. & DATTA, N.P. Response to phosphate in rice & wheat in different soils. J. Indian Soc. Soil Sci., 11:117-128. In: Soils and Fertilizers, 27(2): 161. 1964. (Abstract 1159)

8. DIJKSHOORN, W.; SUJITNO, J.S.A. & ISMUNADJI, M. Potassium uptake by rice plants and interaction with other cations. Plant and Soil, New Zealand, 40:525 - 534, 1974.
9. FALANGE, H. & MALAVOLTA, E. Contribuição ao estudo dos métodos químicos e microbiológicos para a avaliação da fertilidade dos solos. In: Anais Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Rio de Janeiro, 1962. p. 209-217.
10. FALESI, I.C. Solos da Rodovia Transamazônica. Belém, IPEAN, 1972. 196 p. (Boletim Técnico, 55).
11. FALESI, I.C. O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia Brasileira. In: Zoneamento Agrícola da Amazônia, Belém, IPEAN, 1972. (Boletim Técnico, 54).
12. FALESI, I.C. & SILVA, B.N.R. Contribuição ao estudo dos solos de Altamira (Região fisiográfica do Xingu). Belém, 1967. 47 p. (Circular, 10).
13. FASSBENDER, H.W. Retencion y transformacion de fosfatos en 8 latossolos de la Amazônia del Brasil. Fito - tecnica Latinoamericana, Turrialba, 6(1):1-9, 1969.
14. FREITAS, J.A.C.; BRAGA, J.M. & GOMES, F.R. Adubação mineral (NPK) de arroz em solos da região noroeste do Maranhão. Experientiae, Viçosa, 15:291 - 313, 1973.
15. GALLO, J.R.; HIROCE, R. & MIRANDA, L.T. A análise foliar na nutrição do milho. I - Correlação entre análise de folhas e produção. Bragantia, Campinas, 27 (15):177-186, 1968.
16. GALLO, J.R.; COELHO, F.A.S. & MIRANDA, L.T. A análise foliar na nutrição do milho. I - Resultados preliminares. Bragantia, Campinas, 24(XLVII - LIII), 1965.
17. GALLO, J.R.; HIROCE, R. & MIRANDA, L.T. A análise foliar na nutrição do milho. II - Resultados de ensaio de adubação com N-P-K-S- e micronutrientes. Bragantia, Campinas, 24(LXXI - LXXVII), 1965.

18. GARGANTINI, H. & BLANCO, H.G. Absorção de nutrientes pela cultura do arroz. Bragantia, Campinas, 24(38): 515-528, 1965.
19. GARGANTINI, H. & RODRIGUES FILHO, F.S.O. Competição entre fertilizantes nitrogenados, em arroz cultivado em vasos. Bragantia, Campinas, 33:LXXVII-LXXIX, 1974.
20. JACKSON, M.L. Análisis químico de suelos. Segunda edición. Barcelona, Omega, 1970. 662 p.
21. KOYAMA, T. & NIAMSRICHAND, N. Soil-plant nutrition studies on tropical rice. VI. The effect of nutrient levels of nitrogenous fertilizer application on plant growth, grain yield, and nitrogen utilization by rice plants. Soil Science and Plant Nutrition, Japan, 19(4):265-274, 1973.
22. LEITE, N.; GARGANTINI, H.; HUNGRIA, L.S. & IGUE, T. Efeitos do nitrogênio, fósforo, calcário e micronutrientes em cultura de arroz irrigado no vale do Paraíba. Bragantia, Campinas, 29:273-285, 1970.
23. LEITE, N.; GARGANTINI, H. & HUNGRIA, L.S. Efeito das adubações nitrogenada e fosfatada em cultura de arroz, em condições de várzea irrigada. Bragantia, Campinas, 29:115-125, 1970.
24. LEITE, N.; GARGANTINI, H.; GOMES, A.G. & IGUE, T. Efeito de diferentes fertilizantes nitrogenados no aumento da produtividade do arroz irrigado. Bragantia, Campinas, 29:263-272, 1970.
25. LOCKARD, R.G.; BALLAUX, J.C. & LIONGSON, E.A. Response of rice plants grown in four potted luzon soils to additions of boron, sulfur and zinc. The Philippine Agriculturist, Philippine, 14(3-4):144-158, 1970.
26. MALAVOLTA, E. Deficiências minerais. In: Curso de Fitopatologia para Graduados. Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária, 1965.
27. MARTINI, J.A. Caracterización del estado nutricional de los principales "latossoles" de Costa Rica, mediante la técnica del elemento faltante en el invernadero. Turrialba, Turrialba, 19(3):394-408, 1969.

28. MARTINS, O. Caracterização da fertilidade de cinco latossolos do Triângulo Mineiro, sob vegetação de cerrado. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1976. 40 p. (Tese de M.S.).
29. MIDDLETON, K.R.; TOZOPEUS, M.R.J. Diagnosis and measurement of multiple soil deficiencies by a subtractive technique. Plant and Soil, New Zealand, 28(1): 219-266, 1973.
30. MIRANDA, H.S. & FREIRE, E.S. Experiências de adubação do arroz, com diversos fertilizantes fosfatados e potássicos. Bragantia, Campinas, 21:857-866, 1962.
31. MULLER, L.E. Deficiencia de zufre en algunos suelos de Centro America. Turrialba, Turrialba, 15(3): 208-215, 1965.
32. OLIVEIRA, D.A.; MONTOJOS, J.C. & IGUE, T. Adubação do arroz de sequeiro. I - Avaliação da influência de nitrogênio, fósforo e potássio sobre as características de variedade precoce de arroz de sequeiro. Bragantia, Campinas, 23(8):437-446, 1965.
33. OLIVEIRA, D.A.; MONTOJOS, J.C.; IGUE, T.; MIRANDA, H.S. & FREITAS JÚNIOR, M.L. Ensaio preliminar de adubação de arroz de sequeiro. II - Cultivar "Pratao". Bragantia, Campinas, 24(33):437-446, 1965.
34. PEREIRA, F.B. & RODRIGUES, J.S. Possibilidades agroclimáticas do município de Altamira (Pará). Belém Escola de Agronomia da Amazônia, 1971. 46 p. (Boletim Técnico, 1).
35. PROGRAMA INTEGRADO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendação do uso de fertilizantes para o Estado de Minas Gerais. 2ª tentativa. Belo Horizonte, Secretaria de Agricultura, 1972. 88 p.
36. PUENTE, L. & BERCIANO, M.P.L. Nutricion mineral de la Avena Sativa. I - Relaciones "Rendimiento-peso de hoja-nutrientes". Anales de Edafologia y Agrobiologia, Madrid, 29(3-4):209-222, 1970.

37. PUENTE, L.S.; CONDE, F.L. & BERCIANO, M.P.L. Relacion entre fertilidad química del suelo y análisis de la planta. III - Respuesta a fósforo y potássio. Anales de Edafologia y Agrobiologia, 28(9-10):687-702, 1969.
38. PUENTE, L.S.; CONDE, F.L. & BERCIANO, M.P.L. Relacion entre fertilidad química del suelo y análisis de la planta. I - Fertilidad natural. Anales de Edafologia y Agrobiologia, Madrid, 28(3-4):179-189, 1969.
39. RITAS, J.L. El diagnóstico de suelos y plantas. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, 1972. 286 p.
40. ROEDER, M. & BORNEMISZA, E. Algunas propiedades de suelos de la região Amazonica del Estado de Maranhão, Brasil. Turrialba, Turrialba, 18(1):39-44, 1968.
41. SEDBERRY, J.E.; LIEU, N.B.; PETERSON, F.J. & WILSON, F.E. The effects of applications of zinc and nutrient sources of phosphorus on growth and nutrient uptake by rice. Comm. In Soil Science and Plant Analysis, 4(4):259-267, 1973.
42. SHENG, C.Y. YUAN, W.L. Effects of magnesium and potassium on the yield of rice in lateritic soils. Soils & Fert. Taiwan: 75-76. 1963. In: Soils and Fertilizers 28(4):397. 1965. (Abstract 2752).
43. SOUZA, D.M. & HIROCE, R. Diagnose e tratamento preventivo, no solo de deficiência de zinco em cultura de arroz de sequeiro em solos com pH abaixo de 7. Bragantia, Campinas, 29(9):91-104, 1970.
44. TOKUNAGA, Y. The influence of sulphur on growth of rice. XI. The behavior of sulphur in the seedling. J. Sci. Soil, Tokyo, 31-327-330. In: Soils and Fertilizers, 25(1). 1962. (Abstract 511).
45. VASCONCELOS, D.M. & ALMEIDA, L.M. Adubação química do arroz no Nordeste. Pesq. Agrop. Bras., Rio de Janeiro, 1:353-356, 1966.
46. VETORI, L. Métodos de análises de solos. EPE, Rio de Janeiro, 1969. 24 p. (Boletim Técnico, 7).

47. VIEIRA, L.S. & BORNEMISZA, E. Categorías de fosforo en los principales grupos de suelos en la Amazonia de Brasil. Turrialba, Turrialba, 18(3):242-248, 1968.
48. VOSE, P.B. The cation content of perennial ryegrass in relation to intraspecific variability and nitrogen-potassium interaction. Plant and Soil, New Zealand, 19:49-64, 1963.

