

AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DE QUATRO SOLOS DO VALE DO MEARIM, MARANHÃO, PARA A CULTURA DO ARROZ (*Oryza sativa* L.), CULTIVAR 'IAC-1246'^{1/}

Carlos Alberto Costa Veloso^{2/}

Flávio de Araújo Lopes do Amaral^{3/}

José Mário Braga^{3/}

Victor Hugo Alvarez Venegas^{3/}

1. INTRODUÇÃO

A microrregião do Mearim está situada na parte central do Estado do Maranhão. Com seus 10.323 km², representa 3,18% do território maranhense, abrangendo 14 municípios (5).

Pela viabilidade de exploração, graças às condições topográficas, localização e fertilidade de seus solos, essa área vem sendo gradativamente incorporada à agropecuária, com destaque para o cultivo do «arroz de sequeiro» e para a criação de gado de corte.

Assim, é evidente que, com o desenvolvimento da agricultura, há necessidade de maiores informações sobre o comportamento dos nutrientes nesses solos.

Dentre os diversos métodos biológicos de avaliação de fertilidade dos solos, cita-se a técnica do elemento faltante ou «diagnose por subtração» (3, 10), que, empregada primeiramente em casa de vegetação e posteriormente no campo, vem sendo usada, satisfatoriamente, por diversos pesquisadores. MARTINI (7), que usou a metodologia em solos da Costa Rica, e MARTINS e BRAGA (8), em cinco latossolos do Triângulo Mineiro, chegaram à conclusão de que, dentro de certos limites, a referida técnica é um método rápido e válido para caracterizar a fertilidade dos solos.

^{1/} Parte da tese apresentada à U.F.V., pelo primeiro autor, como um dos requisitos para a obtenção do título de «Magister Scientiae» em Fitotecnia.

Recebido para publicação em 23.09.1981.

^{2/} Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 35700 Bacabal, MA.

^{3/} Departamento de Solos da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a fertilidade de quatro solos do vale do Mearim, Maranhão, por meio da técnica do elemento faltante, para a cultura do arroz.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas amostras superficiais (até 20 cm de profundidade) de quatro solos do vale do Mearim, Maranhão: Podzólico Vermelho-Amarelo Equivalente Eutrófico (PE), Laterita Hidromórfica, drenagem moderada/imperfeita (HL₁), Laterita Hidromórfica Eutrófica, drenagem imperfeitamente/moderada (HL₂), e Laterita Hidromórfica Eutrófica, imperfeitamente drenada (HL₃). Dados de caracterização química e classificação textural encontram-se no Quadro 1.

O experimento foi montado num esquema fatorial (4 x 10) com quatro solos e dez tratamentos, dispostos em blocos casualizados, com quatro repetições. O tratamento completo recebeu N-P-K-Ca-Mg-S-micronutrientes e CaCO₃. Oito outros tratamentos foram constituídos pela omissão de um desses componentes de cada vez. Foi também incluída como tratamento uma testemunha absoluta. Nesta e no tratamento «menos cálcio» não foi feita a calagem. O CaCO₃ foi usado como corretivo, incorporado por agitação manual em saco de polietileno, que já continha 2 kg de solo, e irrigado até 80% da capacidade máxima de retenção de água do solo. O plantio foi efetuado 25 dias depois da incubação.

Três dias antes do plantio foram adicionadas soluções nutritivas de macro e micronutrientes a cada tratamento. As concentrações e fontes dos nutrientes encontram-se no Quadro 2, segundo MALAVOLTA (4).

O ensaio foi realizado em casa de vegetação, usando vasos plásticos de 2 litros de capacidade, com 2 kg de solo. Para efeito de cálculo da dose de cada nutriente por vaso, o peso de solo correspondente a 1 ha foi fixado em 2.000 t.

No plantio foram utilizadas, por vaso, 35 sementes de arroz (*Oryza sativa* L.), variedade 'IAC-1246'. Oito dias depois da emergência, foi efetuado o desbaste para 25 plantas por vaso. Os vasos foram irrigados com água desmineralizada, sempre que necessário. O rodízio dos vasos foi efetuado de 4 em 4 dias, até a colheita.

A colheita foi efetuada 45 dias após o plantio, uma vez que se mostravam característicos os sintomas visuais de deficiências de alguns nutrientes.

A parte aérea, após lavagem e secagem preliminar ao ar livre, foi colocada em sacos de papel e posta para secar até que obtivesse peso constante, em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 67° C. Os dados de matéria seca da parte aérea foram usados para medir o efeito dos tratamentos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo de solo, elemento e interação solo x elemento. Os dados relativos ao peso da matéria seca da parte aérea, comparados pelo teste de Tukey, a 5%, encontram-se no Quadro 3.

Observa-se que a omissão do nitrogênio ocasionou queda de produção de todos os solos estudados, resultado que concorda com os obtidos por VASCONCELOS e ALMEIDA (11), que trabalharam com solos aluviais do litoral nordestino, confirmando a resposta do «arroz de sequeiro» à adubação nitrogenada, coincidindo com resultados, obtidos em São Paulo, de que as plantas cultivadas em terras arenosas respondem ao nitrogênio (1).

Foram observadas menores produções de matéria seca no tratamento sem fósforo, em todos os solos, iguais as da testemunha. Essa resposta a fósforo deve-se

QUADRO 1 - Análise química e classificação textural dos quatro solos estudados*

Características	HL ₁	HL ₂	HL ₃	PE
pH H ₂ O (1:2,5)	5,9	5,5	5,3	5,6
pH KCl 1N (1:2,5)	5,3	5,0	4,8	5,2
Al ³⁺ (eq.mg/100g solo) (1)	0,00	0,00	0,20	0,00
Ca ²⁺ (eq.mg/100 g solo) (1)	3,15	3,10	2,10	4,00
Mg ²⁺ (eq.mg/100 g solo) (1)	1,45	0,40	0,90	1,40
P (ppm) (2)	3,5	2,0	2,0	5,0
K (ppm) (2)	112	124	68	135
N total (%) (3)	0,10	0,09	0,08	0,09
M.O. (%) (4)	1,98	1,72	1,60	1,78
Relação C/N	12	11	12	11
Necessidade de calagem (t CaCO ₃ /ha) (5)	0,0	0,0	0,4	0,0
Classificação textural	Areia Franca	Areia Franca	Franco-Arenoso	Areia Franca

* Análises realizadas no Laboratório de Análise de Solos da UFV.

(1) Extrator: KCl 1N

(2) Extrator: Mehlich

(3) Processo: Micro-Kjeldhal

(4) Método: Walkley-Black

(5) Segundo MINAS GERAIS.

QUADRO 2 - Doses e fontes dos nutrientes utilizados

Nutriente	Dose (Kg/ha)	Fonte
Nitrogênio	535	NaNO_3
Fósforo	115	$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Potássio	439	KCl
Cálcio	187	CaCl_2
Magnésio	81	$\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
Enxofre	132	Na_2SO_4
Boro	2,720	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$
Cobre	4,473	$\text{CuCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
Ferro	4,960	$\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
Manganês	3,332	$\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
Molibdênio	0,475	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
Zinco	11,512	ZnCl_2

principalmente ao baixo teor do nutriente nesses solos, como se vê no Quadro 1. Esse fato verifica-se também com os solos do Pará (6).

Obteve-se resposta significativa e positiva à aplicação do enxofre nos solos HL₁, HL₂ e PE. A omissão do magnésio não influiu na produção de matéria seca em nenhum dos solos estudados, possivelmente por causa do teor adequado de magnésio desses solos (Quadro 1). Comportamento igual foi observado por MATOS (6) em solos do Pará.

O efeito da ausência de potássio não se fez notar em nenhum dos solos estudados, o que já se esperava, uma vez que todos os solos apresentavam bom suprimento de potássio, como se pode ver no Quadro 1. Efeitos semelhantes foram observados por MARTINS e BRAGA (8) em latossolos do Triângulo Mineiro.

Quando o cálcio foi omitido, verificou-se diminuição na produção apenas no Solo HL₁. Possivelmente, a causa disso foi o balanceamento Ca/Mg, que, no solo HL₁, dentre os solos estudados, foi menor, com ligeiro excesso de Mg (Quadro 1).

Nota-se também que a omissão dos micronutrientes determinou decréscimo no peso da matéria seca da parte aérea nos solos HL₁ e HL₂, demonstrando a limitação dos micronutrientes para esses solos, embora não se possa detectar qual ou quais nutrientes teve ou tiveram influência.

4. RESUMO

Na Universidade Federal de Viçosa, em casa de vegetação, foi conduzido um experimento, em vasos, utilizando quatro solos do Vale do Mearim, Maranhão: um

QUADRO 3 - Produção média da matéria seca da parte aérea nos diversos tratamentos e solos*

Tratamento (1)	Solo HL ₁	Solo HL ₂	Solo HL ₃	Solo PE
	----- g/vaso -----			
- N	6,408 d	5,608 d	7,013 d	6,143 d
- P	3,705 e	2,935 e	2,590 e	4,018 e
- K	17,490 bc	17,163 ab	11,975 c	18,013 ab
- Ca	17,313 c	17,610 ab	14,063 a	17,088 b
- Mg	18,010 abc	17,955 a	13,128 ab	17,173 b
- S	6,498 d	6,275 d	12,210 bc	7,600 c
- Micronutrientes	17,103 c	15,220 c	11,630 c	16,920 b
- CaCO ₃	18,743 a	18,255 a	13,398 a	18,325 a
Testemunha	3,545 e	2,403 e	2,718 e	3,685 e
Completo	18,503 ab	16,835 b	12,118 bc	17,263 ab

* Em cada coluna, as médias seguidas da mesma letra não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

(1) O sinal negativo antes de um dos nutrientes ou composto significa sua exclusão do tratamento completo (todos os nutrientes presentes).

Podzólico Vermelho-Amarelo Equivalente Eutrófico (PE) e três Lateritas Hidromórficas (HL₁, HL₂ e HL₃) (2), com o objetivo de caracterizar os nutrientes limitantes, usando o arroz (*Oryza sativa* L.), variedade 'IAC-1246', como planta indicadora.

O ensaio foi constituído de dez tratamentos: uma testemunha (sem adubação), um tratamento completo, um tratamento completo sem calagem e os demais, dos quais se omitiram, um a um, os seguintes nutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e mistura de micronutrientes.

Nas condições em que foi conduzido o experimento, chegou-se às seguintes conclusões gerais:

No solo HL₁ foram limitantes, em ordem decrescente, os seguintes nutrientes: fósforo, nitrogênio, enxofre, micronutrientes e cálcio. No solo HL₂, fósforo, nitrogênio, enxofre e micronutrientes. No solo HL₃, fósforo e nitrogênio. No solo PE, fósforo, nitrogênio e enxofre.

5. SUMMARY

A greenhouse experiment was conducted in order to determine nutrient deficiency in rice (*Oryza sativa* L.), cv. IAC-1246, when grown in surface (0 - 20 cm) soil materials of four soils from Maranhão State (Vale do Mearim), Northeast Brazil. The soils were: Eutrophic Red Yellow Podzolic (PE) and Eutrophic Ground Water Lateritis V moderately to somewhat poorly drained (HL₁); somewhat poorly to moderately well-drained (HL₂); and, somewhat poorly drained (HL₃). The treatments were: no nutrients; all nutrients; all nutrients but without liming; and, a set of treatments which lacked, one at a time, one the following nutrients: N, P, K, Ca, Mg, S and micronutrients. Dry matter was measured. On the basis of the results of the experiments, it could be concluded that: phosphorus and nitrogen deficientes obtained in plants grow, in all soil materials; sulfur was deficient in PE, HL₁ and HL₂ and micronutrients in HL₁. There was no response to K and Mg.

6. LITERATURA CITADA

1. BANCATO, N.V. Exposição dos trabalhos em andamento no Instituto Agrônomo de Campinas. In: REUNIÃO TÉCNICA DE ARROZ, 1.^a, Campinas, Ministério da Agricultura, Dep. Pesq. Agropec., 1963 (Mimeografado).
2. BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. *Levantamento de Recursos Naturais*, Rio de Janeiro, Projeto Radam, 1973. v. 3.
3. FALANGE, H. & MALAVOLTA, E. Contribuição ao estudo dos métodos químicos e microbiológicos para avaliação da fertilidade dos solos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 6.^o, Salvador, 1962. Anais, p. 209-217.
4. MALAVOLTA, E. Determinação da necessidade de adubação. In: *Manual de Química Agrícola — Adubos e adubação*. 2 ed. São Paulo, Ed. Agronômica «Ceres», 1967. p. 357-421.
5. MARANHÃO. *Anuário Estatístico do Maranhão*. São Luiz, 1969. v. 2.

6. MATOS, A.O. *Avaliação da fertilidade de três solos de Altamira (Pará), pela técnica do elemento faltante*. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1977. 39 p. (Tese M.S.).
7. MARTINI, J.A. Caracterización del estado nutricional de los principales «latosolos» de Costa Rica, mediante la técnica del elemento faltante en el invernadero. *Turrialba*, 19(3): 394-408, 1969.
8. MARTINS, O. & BRAGA, J.M. Caracterização da fertilidade de cinco latosolos sob vegetação de cerrado, no Triângulo Mineiro. *Rev. Ceres*, 24(136): 596-607, 1977.
9. MINAS GERAIS. Secretaria da Agricultura. Programa Integrado de Pesquisas Agropecuárias do Estado de Minas Gerais. *Recomendações do uso de fertilizantes para o Estado de Minas Gerais*. 2.^a tentativa. Belo Horizonte, 1972. 88 p.
10. RITAS, J.L. *El diagnóstico de suelos y plantas*. Madrid, Ediciones Muni-Prensa, 1972. 286 p.
11. VASCONCELOS, D.M. & ALMEIDA, L.M. Adubação química do arroz no Nordeste. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 1: 353-356. 1966.