

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 24

Campinas, setembro de 1965

N.º 33

## ENSAIOS PRELIMINARES DE ADUBAÇÃO DO ARROZ DE SEQUEIRO

### II — CULTIVAR 'PRATAO' (1)

DOMINGOS DE AZEVEDO OLIVEIRA (2), J. CASADO MONTOJO (3), *engenheiros-agrônomo*s, *Seção de Fertilidade do Solo*, TOSHIO IGUE, *engenheiro-agrônomo*, *Seção de Técnica Experimental*, HILÁRIO DA SILVA MIRANDA, *engenheiro-agrônomo*, *Seção de Cereais*, Instituto Agrônômico, e MARTINHO LÚCIO DE FREITAS JÚNIOR, *engenheiro-agrônomo*, *Departamento da Produção Vegetal*

### RESUMO

Com o objetivo de estudar a adubação do arroz de sequeiro, foram instalados cinco ensaios na variação Lins dos Solos Podzolizados de Lins e Marília, escolhendo-se os locais de acordo com o teor de fósforo. Utilizou-se o cultivar 'Pratao' e o delineamento fatorial 3<sup>3</sup> para N, P e K, acrescentando-se um tratamento extra com microelementos.

Somente em uma localidade houve reação ao nitrogênio. Houve forte reação à adubação fosfatada, mostrando-se a aplicação de 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> suficiente para atingir o máximo de produção. Os locais em que o teor de PO<sub>4</sub>-<sup>3</sup> solúvel em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 N no solo era igual ou maior que 0,08 e.mg por 100 g de terra, não mostraram efeitos benéficos da adubação com fósforo. O potássio induziu aumentos de produção em apenas uma localidade. A mistura de microelementos não proporcionou acréscimos de produção em quaisquer dos ensaios.

### 1 — INTRODUÇÃO

O Estado de São Paulo, embora seja um dos maiores produtores de arroz (*Oryza sativa* L.) do Brasil, não ostenta elevado índice de produtividade. O pequeno volume de fertilizantes consumido pela lavoura arrozeira é uma das causas do baixo rendimento agrícola.

Na zona orizícola, o arenito Bauru (6) é o tipo de solo predominante, incluindo-se entre os que mostram maiores necessidades de fer-

(1) Trabalho apresentado na XVII Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, realizada em Belo Horizonte, de 4 a 10 de julho de 1965. Recebido para publicação a 9 de agosto de 1965.

(2) Atualmente no Serviço de Fotointerpretação do Instituto Agrônômico.

(3) Atualmente na Seção de Fisiologia do Instituto Agrônômico.

tilização. Esta necessidade é tanto mais evidente quando se sabe que dentro desse tipo de solo as terras mais pobres são reservadas à cultura do cereal em estudo.

Em virtude desses fatos, conduziram-se cinco ensaios fatoriais com o cultivar 'Pratão', para estudar a reação aos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio e a uma mistura de micronutrientes, em função dos teores já existentes no solo. O presente artigo relata os resultados obtidos nesses ensaios.

## 2 — MATERIAL E MÉTODOS

Após apreciação das regiões onde mais necessários se faziam os estudos da adubação do arroz de sequeiro, optou-se pelos municípios de Nova Aliança e Votuporanga. A região está dentro da variação Lins dos Solos Podzolizados de Lins e Marília (4). A escolha definitiva das localidades foi feita pelo critério da composição química do solo, considerando-se como ponto básico o teor de  $\text{PO}_4^{--3}$  solúvel em  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,05 N (3). Dessa forma, obteve-se uma escala de variação no teor desse nutriente. Os resultados das análises químicas dos solos são apresentados no quadro 1. Estas foram efetuadas segundo os métodos propostos por Catani e colaboradores (2).

Foi utilizado o delineamento fatorial  $3 \times 3 \times 3$ , sem repetições, em blocos de nove parcelas e com confundimento de dois graus de liberdade da interação tripla N x P x K (grupo X). Além dos 27 tratamentos do esquema fatorial, acrescentou-se um tratamento extra, com três repetições, isto é, uma parcela para cada bloco. Esse tratamento consistiu em uma mistura de microelementos.

Os fertilizantes usados no fatorial foram: sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, nas doses de 0, 30, 60 kg de nitrogênio, 0, 60, 120 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e 0, 30, 60 kg de  $\text{K}_2\text{O}$  por hectare. O tratamento extra constou de uma mistura que continha, por hectare, 30 kg de N, 60 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 30 kg de  $\text{K}_2\text{O}$ , 20 kg de sulfato de cobre, 20 kg de sulfato de manganês, 20 kg de sulfato de zinco, 20 kg de sulfato de ferro, 3 kg de bórax e 75 g de molibdato de amônio.

A adubação na época do plantio, no sulco, constou das doses totais de fósforo, potássio, dos elementos menores e de 1/3 da dose de nitrogênio. Os 2/3 restantes do nitrogênio foram aplicados 60 dias após a germinação, em cobertura.

Os canteiros mediam 5,00 x 3,50 m. Dentro desta área planta-

QUADRO 1. — Resultados da análise química dos solos das várias localidades onde se realizaram os ensaios de adubação do arroz de sequeiro, com o cultivar 'Pratão'

Determinações	Chácara Santa Rita	Fazenda São José	Sítio São Sebastião	Fazenda N. Sra. dos Milagres	Fazenda Bonsucesso
pH internacional .....	6,20	5,65	6,00	6,75	6,30
C (%) .....	0,64	0,65	0,66	0,80	0,68
N (%) .....	0,049	0,061	0,052	0,061	0,061
C/N .....	13,0	10,7	12,7	13,1	11,1
K+ (e. mg) .....	0,15	0,10	0,13	0,20	0,10
Ca++ (e. mg) .....	1,33	0,77	1,54	3,27	1,62
Mg++ (e. mg) .....	0,86	0,71	0,83	1,35	1,65
H+ + Al+ <sup>3</sup> (e. mg) ..	2,40	3,10	2,60	1,80	2,50
s .....	2,34	1,58	2,50	4,82	2,87
t .....	4,74	4,68	5,10	6,62	5,37
V (%) .....	49,3	33,7	49,0	72,8	53,4
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> (°) .....	0,02	0,03	0,03	0,08	0,12

(°) Teor solúvel em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 N.

QUADRO 2. — Produções de arroz em casca, obtidas nas cinco localidades em que foram conduzidos ensaios de adubação com o cultivar 'Pratão'

Tratamentos	Chácara Santa Rita	Fazenda São José	Sítio São Sebastião	Fazenda Nossa Senhora dos Milagres	Fazenda Bonsucesso
	<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>
000 .....	1.673	734	1.468	1.654	2.287
001 .....	1.712	1.587	1.495	2.441	2.295
002 .....	2.381	1.382	1.323	1.945	2.566
010 .....	3.902	3.697	2.315	1.528	2.705
011 .....	2.936	2.645	2.599	1.296	2.493
012 .....	3.836	2.188	2.784	2.805	1.878
020 .....	2.368	2.645	1.508	1.588	2.712
021 .....	3.379	2.877	2.044	1.561	2.262
022 .....	4.166	3.902	2.487	1.746	2.950
100 .....	1.323	1.303	1.323	2.295	2.387
101 .....	2.334	1.144	1.495	1.072	3.188
102 .....	1.634	860	1.362	1.826	1.733
110 .....	3.479	2.930	2.831	2.623	2.645
111 .....	3.465	2.196	1.799	2.031	1.997
112 .....	4.259	2.718	2.963	1.303	2.678
120 .....	3.194	3.479	1.686	2.183	3.624
121 .....	2.976	3.757	1.852	1.508	2.989
122 .....	3.650	2.943	2.229	2.540	2.050
200 .....	2.354	1.190	1.323	1.435	3.770
201 .....	1.805	1.038	1.111	1.978	3.499
202 .....	1.653	2.282	1.243	1.852	2.705
210 .....	2.685	2.727	1.779	1.495	3.439
211 .....	3.723	2.163	1.726	1.416	2.857
212 .....	3.690	2.540	2.712	2.209	2.687
220 .....	3.968	3.055	2.639	1.674	2.764
221 .....	4.147	3.234	1.131	1.416	2.427
222 .....	3.697	3.227	2.811	1.958	4.160
N <sub>0</sub> .....	2.928	2.406	2.002	1.840	2.460
N <sub>1</sub> .....	2.923	2.370	1.948	1.931	2.588
N <sub>2</sub> .....	3.020	2.383	1.830	1.715	3.145
P <sub>0</sub> .....	1.874	1.280	1.349	1.833	2.714
P <sub>1</sub> .....	3.552	2.389	2.389	1.856	2.597
P <sub>2</sub> .....	3.505	3.235	2.043	1.797	2.882
K <sub>0</sub> .....	2.771	2.417	1.874	1.830	2.926
K <sub>1</sub> .....	2.942	2.293	1.694	1.635	2.667
K <sub>2</sub> .....	3.218	2.449	2.212	2.020	2.601
E (*) .....	3.148	2.742	2.171	2.018	2.928

(\*) Médias das três repetições do tratamento com microelementos.

ram-se cinco linhas de 5 m, espaçadas de 70 cm, aproveitando-se somente as três linhas centrais, de cujas extremidades excluíram-se 70 cm. Desta maneira, obteve-se a área útil de 7,56 m<sup>2</sup>.

De 24 a 27 de outubro de 1962, realizou-se o plantio, utilizando-se 1,5 g de sementes por metro linear do cultivar 'Pratão'. A germinação ocorreu cerca de 5 dias após. Os tratos culturais necessários foram realizados de modo a manter sempre o campo em boas condições. O «stand» mostrou-se bom, o mesmo ocorrendo em relação ao estado fitossanitário. Ligeira incidência de bruzone não chegou a prejudicar os ensaios. Durante o período vegetativo, a precipitação foi boa e uniforme. A colheita foi efetuada entre os dias 7 e 12 de março de 1963.

### 3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para facilidade de exposição, serão apresentados, em primeiro lugar, os resultados obtidos em cada local. A seguir, tomando por base cada elemento nutritivo, será apreciado o conjunto dos ensaios. No quadro 2 figuram os dados obtidos.

QUADRO 3. — Elementos que apresentaram efeitos significativos aos níveis de 5% (\*) e 1% (\*\*), em uma ou mais localidades

Elementos	Chácara Santa Rita	Fazenda São José	Sítio São Sebastião	Fazenda Nossa Senhora dos Milagres	Fazenda Bonsucesso
N .....					*
N <sub>1</sub> .....					**
P .....	**	**	**		
P <sub>L</sub> .....	**	**	**		
P <sub>Q</sub> .....	(-)**	(-)*	(-)**		
K .....			*		
K <sub>Q</sub> .....			*		

### 3.1 — ANÁLISE DOS DADOS POR LOCALIDADE

#### 3.1.1 — CHÁCARA SANTA RITA

Nesta localidade, notou-se apenas reação para a adubação fosfatada. O nitrogênio, o potássio e os microelementos não apresentaram efeito significativo sobre a produção.

O aumento médio da produção devido ao nível  $P_1$  foi de 89,5% ou 1.678 kg/ha e o devido ao nível  $P_2$  foi de 87,3% ou 1.631 kg/ha. Nota-se que a primeira dose de fósforo, ou seja, 60 kg de  $P_2O_5$  por hectare, foi suficiente para a máxima produção.

O coeficiente de variação do ensaio foi 14,3%.

#### 3.1.2 — FAZENDA SÃO JOSÉ

Verificou-se, nesta localidade, efeito altamente significativo para o fósforo. O nitrogênio, o potássio e os micronutrientes não apresentaram efeitos significativos.

Os aumentos de produção devidos aos níveis  $P_1$  e  $P_2$  foram, respectivamente, de 86,6% ou 1.109 kg/ha e 152,7% ou 1.955 kg/ha. Houve aumento médio significativo da produção como consequência da elevação dos níveis de fósforo.

O coeficiente de variação foi de 22,2%.

#### 3.1.3 — SÍTIO SÃO SEBASTIAO

Verificou-se efeito significativo para o fósforo e potássio. O nitrogênio e os elementos menores nada mostraram.

Os aumentos proporcionados pelo fósforo foram de 77,0% ou 1.010 kg/ha, com nível  $P_1$ , e de 51,4% ou 674 kg/ha, com o nível  $P_2$ .

Com o nível  $K_1$ , o potássio deprimiu a produção em 9,6%; o nível  $K_2$ , porém, aumentou-a de 18,0%, ou seja, 338 kg/ha.

O coeficiente de variação foi 18,8%.

## 3.1.4 — FAZENDA NOSSA SENHORA DOS MILAGRES

Não foi notado efeito significativo, sôbre a produção, provocado por quaisquer elementos em estudo.

O coeficiente de variação foi de 25,5%.

## 3.1.5 — FAZENDA BONSUCCESSO

O potássio, o fósforo e os micronutrientes em nada influíram na produção. O nitrogênio, por sua vez, mostrou aumentos altamente significativos. Nos tratamentos em que se omitiu o nitrogênio, as plantas se mostraram com coloração verde pálida.

Os acréscimos devidos ao nitrogênio foram de 128 kg/ha ou 5,0% e de 685 kg/ha ou 28,0% para os níveis N<sub>1</sub> e N<sub>2</sub>, respectivamente.

O coeficiente de variação dêste ensaio foi de 17,9%.

## 3.2 — ANÁLISE DOS RESULTADOS POR NUTRIENTE

## 3.2.1 — NITROGÊNIO

Apenas em uma localidade, fazenda Bonsucesso, verificou-se aumento de produção devido à adubação nitrogenada. Sômente a observação dos dados fornecidos pela análise química do solo é insuficiente para explicar as razões dessa reação isolada.

Black (1), citando Nye, diz que as respostas à fertilização nitrogenada foram maiores em solos que apresentavam relação C/N acima de 13. Como todos os solos onde foram localizados os ensaios apresentavam essa relação mais baixa que 13,1 não se esperavam pronunciados efeitos de nitrogênio. Dentro das condições dos solos em questão, a mineralização do nitrogênio orgânico forneceria as quantidades adequadas às necessidades das plantas.

Outro motivo deve, pois, haver para a reação à aplicação de nitrogênio naquela localidade. Esse motivo pode ser encontrado no histórico da gleba utilizada. O histórico revela que, na fazenda Bonsucesso, e só nesta propriedade, foi feita a incorporação dos restos da cultura anterior. Nas demais áreas, o terreno era tanto quanto possível limpo dêles.

Na fazenda Bonsucesso, foi procedida tardiamente a incorporação dos restos de uma cultura de milho que havia produzido cerca de 2.700 kg de grãos por hectare. Segundo Malavolta (5), a relação C:N nos colmos de milho é bastante larga, de 45:1, aproximadamente. A quantidade de material deixada no solo (colmos e fôlhas) exigiu maiores quantidades de nitrogênio. Black (1) considera que ocorre imobilização do nitrogênio, provocada por microrganismos, quando o material adicionado ao solo tem relação C:N maior que 33:1.

Dessa maneira, a quantidade de nitrogênio orgânico transformado em mineral não era em sua totalidade posta à disposição das plantas. Êste fato poderia ocasionar a falta de nitrogênio, traduzida pelos sintomas de deficiência e pelo efeito positivo da aplicação de fertilizante nitrogenado.

### 3.2.2 — FÓSFORO

A reação à aplicação do superfosfato simples mostrou aspectos interessantes. Como já foi anteriormente mencionado, verificou-se reação positiva e altamente significativa em três das cinco propriedades estudadas.

As reações foram observadas nas seguintes propriedades: chácara Santa Rita (0,02 e.mg  $\text{PO}_4^{-3}$ /100 g de terra), fazenda São José e sítio São Sebastião (0,03 e.mg  $\text{PO}_4^{-3}$ /100 g de terra). Nas duas outras propriedades: fazenda Nossa Senhora dos Milagres (0,08 e.mg  $\text{PO}_4^{-3}$ /100 g de terra) e fazenda Bonsucesso (0,12 e.mg  $\text{PO}_4^{-3}$ /100 g de terra), a adubação fosfatada não provocou aumentos de produção.

Com base nessas observações, pode ser estabelecida a hipótese de que o teor de 0,08 e.mg  $\text{PO}_4^{-3}$ /100 g de terra é o limite superior da faixa de reação ao fósforo, para a cultura do arroz de sequeiro. No entanto, para a delimitação exata dessa faixa, será necessário prosseguir nas investigações. De qualquer forma, êste nível será de grande utilidade para os estudos futuros.

### 3.2.3 — POTASSIO

Em apenas uma localidade verificou-se efeito dêste elemento. No sítio São Sebastião (0,13 e.mg de  $\text{K}^+$ /100 g de terra) a adição de

duas doses de potássio provocou acréscimos altamente significativos na produção. A formulação de hipóteses para explicar esta reação isolada só poderá se dar com a continuação dos estudos.

#### 3.2.4 — MICRONUTRIENTES

Em nenhuma das localidades a adição da mistura destes elementos resultou em acréscimos de produção.

### 4 — CONCLUSÕES

Os resultados permitem as conclusões:

a) A incorporação dos restos de cultura, quando praticada tardiamente, provocou a imobilização do nitrogênio do solo, exigindo a aplicação de fertilizantes com nitrogênio prontamente assimilável.

b) Nas condições dos ensaios, as reações ao fósforo apenas se verificaram quando os teores de elemento no solo se apresentavam abaixo do limite de 0,08 e.mg  $PO_4^{=3}$ /100 g de terra.

c) De maneira geral, o potássio existente nos solos considerados mostrou-se suficiente para atender às exigências da cultura do arroz.

d) Os solos estudados apresentaram-se suficientemente providos de elementos menores, não necessitando de aplicações suplementares.

### PRELIMINARY FERTILIZER TRIALS WITH UPLAND RICE II — CULTIVAR 'PRATÃO'

#### SUMMARY

Upland rice is one of the principal cultures in the State of São Paulo. However, there is no doubt that the productivity of this crop is low. Among the problems that are responsible for this low productivity is the lack or deficient use of fertilizers. The N, P, K and microelements were then considered.

The present paper shows the results of five fertilizer experiments with upland rice, in which the cultivar 'Pratão' was used.

The scheme was a factorial 3x3x3 with an extra treatment for microelements and the experiments were installed on Podzolized Soils on Calcareous Sandstone Lins variation.

Through chemical analysis of a great number of soils, the places were chosen. For this purpose special consideration was given to the e.mg  $PO_4^{=3}$  per 100 f of soil content.

Nitrogen only affected the production in one place, in which the plant residues of corn were incorporated in the soil.

Under 0.08 e.mg  $PO_4^{--3}$  per 100 g of soil, phosphorus affected the production of rice. The use of 60 kg/ha of  $P_2O_5$  was sufficient for the higher yields.

The use of potassium was efficient in only one place.

No beneficial effect was noted with the use of microelements.

### LITERATURA CITADA

1. BLACK, C. A. Soil plant relationships. Ames, Iowa, John Wiley & Sons, Inc., 1960.
2. CATANI, R. A., GALO, J. R. & GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agrônômico, 1955. 28p. (Boletim N.º 69)
3. ——— & GARGANTINI, H. Extração do fósforo do solo pelo método de Neubauer e por métodos químicos. *Bragantia* 13: [55]-62. 1954.
4. Comissão de Solos. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1960. 630p. (Boletim N.º 12)
5. MALAVOLTA, E. Manual de Química Agrícola. Adubos e adubações. São Paulo, Editora Agronômica «Ceres» Ltda., 1959.
6. PAIVA, J. E. (neto), CATANI, R. A., KÜPPER, A. (e outros). Observações gerais sobre os grandes tipos de solo do Estado de São Paulo.