

# BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomico do Estado de São Paulo

Vol. 23

Campinas, fevereiro de 1964

N.º 6

## FERTILIDADE DE ALGUNS SOLOS DE VARZEA DO VALE DO PARAÍBA (1)

H. GARCIA BLANCO, A. C. P. WUTKE, A. Z. DO AMARAL, K. IGUE e F. C. VERDADE,  
*engenheiros-agrônimos, Seção de Fertilidade do Solo (2), Instituto Agrônomico*

### RESUMO

Com a finalidade de avaliar a fertilidade de alguns solos de várzea do vale do rio Paraíba, foram instalados ensaios em vasos com arroz, utilizando as séries Corruçá, Avarié e Brejão. A primeira é argilosa; a segunda, orgânica; a terceira, intermediária das anteriores, isto é, argilo-orgânica.

Apesar de os resultados analíticos indicarem teores elevados em nutrientes, as reações às adubações foram intensas na maioria dos casos, induzindo à consideração de que os índices de fertilidade dos solos bem drenados não se aplicam a essas séries.

Todos os solos apresentaram reação bastante pronunciada ao nitrogênio. No solo mineral argiloso, não se evidenciou reação ao potássio, mas somente a N e P. No argilo-orgânico, o P foi o único elemento que não reagiu. Finalmente, no solo orgânico, reagiram, além do N, os outros dois elementos.

### 1 — INTRODUÇÃO

No vale do rio Paraíba os solos intensamente explorados são os aluvionais e os orgânicos (Bog), nos quais predomina a cultura do arroz. A identificação, a classificação e o mapeamento desses solos já foram realizados com suficientes detalhes até o nível da unidade série monotípica (9). Impõe-se, agora, a necessidade de serem obtidas informações suplementares, como aquelas relacionadas ao conhecimento da fertilidade desses solos, a fim de tornar a sua exploração agrícola mais eficiente e racional.

A utilização de ensaios em vasos, idênticos ou análogos aos conduzidos com alface-romana (*Lactuca sativa* L.) por Jenny, Vlamis e Martins (6) e, entre nós, por Gargantini (3), é recomendável, principal-

(1) Recebido para publicação a 3 de janeiro de 1963.

(2) O primeiro autor pertence atualmente ao quadro da Seção de Climatologia Agrícola; o terceiro e o quinto, ao Serviço de Fotointerpretação, deste Instituto.

mente pela rapidez — no caso da alfaca — e baixo custo, como uma suplementação das informações inferidas das características químicas (2) dos solos. Embora, de acôrdo com o nosso conhecimento atual, não ofereçam base suficiente para indicação de níveis de adubação, possibilitam avaliação mais precisa da fertilidade do solo, revelando a intensidade das necessidades em adubos. Por outro lado, podem servir de orientação valiosa para a experimentação de campo, permitindo a adoção de delineamentos mais simples e eficientes. Com êstes objetivos, relacionados particularmente com a cultura do arroz, foram conduzidos os ensaios relatados.

A escolha das séries baseou-se nas características principais dos solos da planície aluvial da região, que são a textura argilosa e a orgânica. Tomou-se como representante da primeira a série Corruçá e, da segunda, a Avareí. Como intermediária, mas pertencendo ainda ao grande grupo Bog, foi escolhida a série Brejão.

## 2 — MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram instalados a 6 de novembro de 1960, utilizando-se vasos de Mitscherlich. Em todos os tratamentos, cada vaso recebeu 4,4 kg de solo da série Brejão, 5,0 kg da Corruçá e 4,0 kg da Avareí. Estas diferenças de pêso são devidas às desigualdades existentes entre as massas específicas aparentes dêsses solos.

Como planta teste, foi utilizado o arroz (*Oriza sativa* L.), por ser a mais cultivada nesses solos. Ensaios anteriores, conduzidos nos mesmos solos com a alfaca-romana, fracassaram, provàvelmente devido às condições de acidez elevada.

As séries foram descritas detalhadamente por Verdade e outros (9). A Corruçá é uma aluvião argilosa, escura, e, na profundidade média de 90 cm, apresenta-se com mudança brusca de coloração. Sua ocorrência é junto às elevações dos solos bem drenados, isto é, distante das margens do rio Paraíba. A Avareí representa o solo desenvolvido pelo acúmulo orgânico em depressões da planície aluvial, onde as enchentes não mais depositam sedimentos minerais do tamanho das argilas.

A coleta local dos solos se processou até a profundidade de 20 cm. O material foi homogeneizado em Campinas, quando se colheram amos-

tras para as análises químicas. Os resultados analíticos correspondentes se encontram no quadro 1.

QUADRO 1. — Resultados das análises químicas efetuadas em amostras compostas das três séries monotípicas

Determinações	Séries Monotípicas		
	Corruçá	Brejão	Avareí
pH .....	4,45	4,70	4,75
C, total em % .....	4,37	17,73	32,67
N, total em % .....	0,42	1,02	1,86
K <sup>+</sup> , e.mg por 100 g de solo .....	0,60	0,37	0,50
Ca <sup>++</sup> , e.mg por 100 g de solo .....	1,16	4,42	2,27
Mg <sup>++</sup> , e.mg por 100 g de solo .....	0,69	0,64	0,69
H <sup>+</sup> + Al <sup>++</sup> , e.mg por 100 g de solo	19,02	32,98	40,80
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> , e.mg por 100 g de solo (1)	0,56	0,88	0,28

(1) Extraído com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 N.

O delineamento experimental empregado foi igual para os três solos e constou de fatorial NPK 3 x 3 x 3, com duas repetições e mais um tratamento extra. Neste, empregou-se o nível médio dos elementos N, P e K, com a adição dos micronutrientes ferro, cobre, zinco, manganês, boro e molibdênio.

Os níveis de N foram 0, 60 e 120 kg/ha, tendo como fonte de elemento o sulfato de amônio. O fósforo foi empregado na forma de superfosfato simples, tendo sido adotados os níveis de 0, 80 e 160 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. A reação ao potássio foi testada aos níveis de 0, 40 e 80 kg/ha de K<sub>2</sub>O, empregando-se o cloreto de potássio.

Dos micronutrientes, empregaram-se, respectivamente, 20, 20, 30 e 40 kg/ha dos sulfatos de zinco, ferro, cobre e manganês. Completaram a adição de micronutrientes 10 kg/ha de bórax e 1 kg/ha de molibdato de amônio.

Na conversão das quantidades de adubos por hectare para os vasos foi adotado o critério de considerar o número teórico ideal de plantas nessa mesma área, de acordo com o espaçamento adotado para a cultura.

Todos os adubos foram intimamente misturados com o solo da metade superior dos vasos.

Colocaram-se, por vaso, 20 sementes de arroz da variedade Iguape-agulha. Posteriormente, fêz-se o desbaste, conservando 10 plantas. Na irrigação não foram tomadas medidas especiais. Cuidou-se,

apenas, de manter o solo com teor de umidade favorável, fazendo-se o retôrno do percolado.

Na colheita, realizada a 3 de abril de 1961, mediu-se também a altura das plantas e contaram-se os números de perfilhos e de panículas. Estas e os grãos foram pesados ao natural e após a secagem em estufa, nas faixas térmicas de 60 e 110 graus centígrados.

### 3 — RESULTADOS

Por serem bastante numerosos, são apresentados no quadro 2 apenas os dados de altura, número de panículas e pêso dos grãos secos a 60°C. Foram analisados estatisticamente <sup>(3)</sup> sòmente os dados relativos aos pesos dos grãos.

#### 3.1 — SÉRIE CORRUÇA

Neste ensaio o coeficiente de variação foi de 13%.

O nitrogênio teve influência bastante grande na produção, sendo altamente significativos os efeitos linear e quadrático.

O efeito do fósforo foi pequeno e, mesmo assim, maior do que seria de esperar, tendo em vista o elevado teor solúvel em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 N dêste elemento no solo. O efeito linear foi altamente significativo e o quadrático atingiu significância apenas a 5%. As doses simples e dupla do elemento não diferiram entre si.

O potássio não influiu na produção de grãos, o mesmo acontecendo com os micronutrientes.

Das interações, a NP foi significativa a 5%.

Embora não tenham sido analisados estatisticamente os números de perfilhos e de panículas, pode-se inferir que o efeito de adubação sôbre êsses dados teve o mesmo sentido daquele analisado com relação à produção de grãos.

#### 3.2 — SÉRIE AVAREÍ

O coeficiente de variação do ensaio conduzido nesta série foi elevado, atingindo 32%.

<sup>(3)</sup> As análises estatísticas foram realizadas pelo Eng.º Agr.º W. R. Venturini, da Seção de Técnica Experimental do Instituto Agrônômico, ao qual os autores agradecem.

QUADRO 2. — Dados médios de produção de grãos, número de panículas e altura máxima das plantas de arroz, obtidos nas três séries de solo estudadas

Níveis de N, P e K	Série Corruçá			Série Brejão			Série Avareí		
	Altura máxima	Paniculas	Grãos se- cos 60°C	Altura máxima	Paniculas	Grãos se- cos 60°C	Altura máxima	Paniculas	Grãos se- cos 60°C
	cm	N.º	g	cm	N.º	g	cm	N.º	g
000	82	10	7,22	72	10	11,80	25	2	0,58
001	100	10	9,08	80	10	12,47	57	7	2,24
002	87	10	8,76	92	10	11,79	67	10	4,04
010	97	10	9,67	77	11	12,33	72	9	7,91
011	90	10	9,59	77	8	9,05	80	9	8,56
012	87	9	9,03	75	9	6,87	70	9	9,09
020	87	10	10,43	72	10	9,45	65	11	7,12
021	90	9	9,08	82	10	10,44	70	10	6,52
022	97	10	10,62	87	10	11,89	72	9	7,49
100	107	17	21,02	100	20	46,04	22	1	0,01
101	115	14	22,13	105	21	29,97	00	00	0,00
102	120	16	27,85	110	19	24,82	00	00	0,00
110	107	19	28,14	92	22	22,56	85	19	19,63
111	115	18	30,57	107	19	25,46	92	13	15,88
112	117	19	33,36	112	21	32,18	95	19	19,94
120	107	19	29,67	112	23	27,53	75	17	13,48
121	115	20	30,64	107	16	25,15	95	19	20,26
122	105	19	27,46	117	20	27,26	80	21	20,70
200	105	22	29,79	87	21	24,00	00	00	0,00
201	107	21	35,03	105	22	39,01	00	00	0,00
202	110	20	31,88	102	23	32,30	27	1	0,10
210	110	22	37,90	92	25	32,55	67	17	12,38
211	112	26	40,82	100	22	28,57	72	17	13,05
212	115	23	36,14	117	26	47,82	95	19	21,05
220	107	26	39,33	97	26	34,73	67	18	11,26
221	112	28	57,24	107	26	40,60	80	19	20,58
222	122	26	41,44	110	28	42,63	87	17	16,26
111 + micro- nutrientes	120	19	32,66	112	19	33,48	87	14	14,31

O efeito do nitrogênio foi altamente significativo para ambas as componentes, linear e quadrática, revelando, pois, que a dose ideal seria intermediária das duas empregadas.

O fósforo teve efeito grande na produção de grãos. Os tratamentos em que esse elemento foi omitido tiveram que ser excluídos da análise por diferirem grandemente daqueles com  $P_1$  e  $P_2$ , em média e variância. Não obstante isto, a dose 1 de  $P_2O_5$  foi suficiente para alcançar o máximo de produção.

As produções cresceram com o aumento das doses de potássio, sendo o seu efeito linear, positivo e significativo a 5%.

Os micronutrientes, do mesmo modo que na série Corruçá, não produziram resultados, quer na produção, quer no número de panículas e perfilhos.

### 3.3 — SÉRIE BREJÃO

Também neste ensaio, cujo coeficiente de variação correspondeu a 23%, foi o nitrogênio o elemento que teve maior influência sobre a produção. O seu efeito linear, assim como o acréscimo obtido pelo emprêgo da dose 2 com relação à dose 1, foram altamente significativos.

O fósforo imprimiu aumentos significativos na produção, mesmo quando empregado na dose máxima.

A reação para o potássio foi linear e significativa a 5%, não se constando diferenças entre as duas doses. A interação NK foi significativa a 5%.

Também nesta série a aplicação de micronutrientes mostrou-se desnecessária.

## 4 — DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Examinando-se os dados referentes às análises químicas, observam-se elevados teores em nutrientes, segundo os padrões estabelecidos para os nossos solos (2). De acôrdo com êsses critérios, seria, pois, de esperar falta total de reação nos três solos estudados. Entretanto, o nitrogênio reagiu acentuadamente em todos os solos e o fósforo e o potássio reagiram, cada um, em, pelo menos, duas das séries.

De maneira geral, tem-se observado que os níveis de fertilidade

(2), estabelecidos para os solos bem drenados, não podem ser aplicados àqueles de má drenagem, especialmente aos orgânicos, por serem pouco indicativos. As análises químicas são referidas a 100 g de solo. Os solos orgânicos, porém, apresentam uma baixa massa específica aparente (0,15 a 0,80) e, como a água é o principal constituinte em condições de campo (65 a 92%), as concentrações dos elementos por volume de solo — o que é realmente explorado pelas plantas — ficam em muito reduzidas. Esta característica foi comentada por Verdade e Hungria (8) e os resultados que obtivemos vêm confirmar a necessidade de ser devidamente considerada, quando se interpretam os resultados analíticos de solos orgânicos. Por outro lado, acentuam a conveniência de ser intensificada a experimentação, com a finalidade de serem estabelecidos os índices de fertilidade apropriados a esses solos.

Reação pronunciada às aplicações de nitrogênio em solos mal drenados de várzea, com teores elevados desse elemento, já tem sido verificada também em outros trabalhos. Em uma série de experiências de campo com batatinha, para comparação de adubos nitrogenados, Gomes e Freire (4), verificaram esse efeito em todos os casos, independentemente do solo utilizado. Boock e outros (1) e Gomes e Freire (5), em ensaios conduzidos ainda com a cultura da batatinha e, também, em solos de várzea do vale do Paraíba concluíram pela necessidade de se empregarem doses substanciais de adubos nitrogenados nessas áreas.

Diferentemente do observado com o nitrogênio, os efeitos da aplicação de fósforo variaram com o tipo de solo. Na série argilosa o efeito foi pequeno, sendo bastante grande na orgânica e nulo na intermediária. A tendência que têm os ensaios em vasos de apresentar resultados de adubação de uma forma ampliada, ou mesmo exagerada, devido ao pequeno volume de terra explorado pelas plantas, provavelmente responde pelo efeito do fósforo, ainda que pequeno, na série Corruçá. Isso porque era de esperar falta de reação a esse elemento nesta série, de acordo com o seu elevado teor de  $PO_4^{3-}$  solúvel (2). O comportamento do fósforo na série Brejão é explicado pelo seu teor. Não há contradição com o que foi comentado anteriormente com relação aos níveis de fertilidade dos solos orgânicos, porque neste caso se trata de um solo argilo-orgânico, em que a quantidade de  $PO_4^{3-}$  solúvel é elevada, mesmo considerando-se a sua massa específica aparente. Com relação à reação ao fósforo no solo orgânico, representado pela série Avareí, basta

assinalar que êste é o caso mais típico em que os índices de fertilidade estabelecidos (2) deixam de ser satisfatórios.

O enriquecimento em minerais de potássio dos solos minerais de aluvião, atribuído à muscovita trazida da formação pré-cambriana (7), é o responsável pelo elevado teor de  $K^+$  trocável da série Curruçá e pela conseqüente ausência de reação ao elemento. De modo geral, isto deverá acontecer sempre com os solos argilosos de aluvião do vale do Paraíba. Pelas mesmas razões, as reações ao potássio deverão ser moderadas nos solos argilo-orgânicos e mais pronunciadas nos orgânicos. Os resultados apresentados estão de acôrdo com estas considerações, merecendo atenção particular a série Avareí, que, embora com teor aparentemente elevado de potássio, reagiu de maneira acentuada à aplicação do elemento.

Dos resultados obtidos infere-se que os experimentos de campo a serem conduzidos nesses tipos de solos, deverão ser planejados de modo a enquadrar respostas bastante pronunciadas ao nitrogênio, em todos os casos; com relação ao fósforo, deverão ser previstas reações pronunciadas nos solos orgânicos, moderadas nos argilosos e de moderadas a nulas nos de textura intermediária; para o potássio, o planejamento deverá ser orientado no sentido de precisar, quantitativamente, reações que deverão variar de intensas a nulas, à medida que aumente o teor de argila dêsses solos.

## 5 — CONCLUSÕES

1) Os índices de fertilidade, baseados em resultados de análises químicas e adotados pelo Instituto Agronômico para outros tipos de solos, não se aplicam aos solos orgânicos.

2) Os solos estudados apresentaram reações bastante pronunciadas ao nitrogênio, mesmo revelando, as análises, teores elevados dêsse elemento.

3) No solo mineral de aluvião, argiloso, não houve reação para o potássio. No argilo-orgânico e no orgânico, constatou-se deficiência de disponibilidade de potássio, embora os seus teores trocáveis do elemento fôssem elevados, de acôrdo com os critérios estabelecidos para outros tipos de solos.

4) A resposta à adição de fósforo foi muito pronunciada na série orgânica, pouco na mineral argilosa e nula na intermediária.

FERTILITY OF SOME SOILS IN ALLUVIAL PLAINS  
OF THE PARAIBA VALLEY

SUMMARY

A study dealing with the fertility of three soils from alluvial plains in the Paraíba River Valley, State of São Paulo, was carried out in greenhouse tests, with rice (of the Iguape-agulha variety) cultivated in pots of 6.0 kg soil capacity.

The samples were collected down to 20 cm depth from the following mono-type soils series: **Corruçá**, **Brejão** and **Avareí**. The former is an alluvial clay soil and the latter an organic one representing stratified muck and peat; the Brejão series is also organic soil but has an intermediate, organic and clay, texture.

The experiment was designed to investigate these soils' needs for the NPK nutrients. In an extra treatment the needs for the minor elements were investigated too.

The results obtained in these experiments indicated that the fertility levels based on chemical analyses and applied to fertilization practice to other well drained soils of the State are not satisfactory for the soils in question.

A significant favorable response to nitrogen was shown by all the soils studied though they held high content of this element. The response to potassium was non-significant to the heavier soil and significant to the other ones. The addition of phosphorus had a sensible favorable effect in the organic soil and had its intensity decreased in the alluvial clay soil; in the soil of intermediate texture (**Brejão** series) it was not significant. The application of minor elements had non-significant effects.

LITERATURA CITADA

1. BOOCK, O. J. KÜPPER, A. & SALES, J. MOREIRA. Adubação mineral para a batatinha — *Solanum tuberosum* L. Influência dos elementos N, P e K em solos ricos em matéria orgânica do Vale do Paraíba. *Bragantia* 11: [211]-222. 1951.
2. CATANI, R. A. GALLO, J. R. & GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agrônômico, 1935. 28p. (Boletim n.º 69).
3. GARGANTINI, H. — Levantamento da fertilidade de solos da Estação Experimental de Pindamonhangaba. *Bragantia* 17: [177]-193. 1958.
4. GOMES, A. GENTIL & FREIRE, E. S. Adubação da batatinha no Vale do Paraíba — Experiências com adubos nitrogenados. *Bragantia* 21: [241]-255. 1962.
5. ——— & ———. Adubação da batatinha no Vale do Paraíba — Experiências com doses crescentes de N, P e K. *Bragantia* 21: [123]-141. 1962.
6. JENNY, H. VLAMIS, J. & MARTINS, W. E. Greenhouse assay of fertility of California soils. *Hilgardia* 20: [1]-8. 1950.
7. VERDADE, F. C. & HUNGRIA, L. S. Séries monotípicas da Bacia de Taubaté. 2 — Dourada e Barro de Telha. *Bragantia* 21: [499]-521. 1962.
8. ——— & ———. Séries monotípicas da Bacia de Taubaté. 3 — Haras e Tumirim. *Bragantia* 22: [169]-192. 1963.
9. ———, ———, Russo, R. (e outros). Solos da Bacia de Taubaté (Vale do Paraíba). *Bragantia* 20: [43]-322. 1961.