

O MÉTODO "NEUBAUER" APLICADO AO ESTUDO DO POTÁSSIO NOS SOLOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (1)

R. A. CATANI e J. E. DE PAIVA NETO, *engenheiros agrônomos, Seção de Agrogeologia, Instituto Agronômico de Campinas*

1-INTRODUÇÃO

Dentre os métodos biológicos para a determinação dos elementos minerais do solo e da parte disponível às plantas, o processo de Neubauer e Schneider (2), preconizado para o fósforo e potássio, encontrou grande aplicação, principalmente pela sua fácil e rápida execução, quando comparado aos outros métodos biológicos.

Esse processo consiste em se cultivar, por certo tempo, um número elevado de plantas (centeio) em uma pequena quantidade de terra. Essas plantas irão extrair quase que a totalidade dos elementos nutritivos que estiverem na forma assimilável e, dosando-se depois o fósforo e potássio nas plantas, determina-se o teor desses elementos que o solo apresenta na forma assimilável.

Neubauer e Schneider esclarecem, também, que um solo está suficientemente provido de fósforo e potássio, quando as 100 plantas retiram, num período de 18 dias, 8 mg de P_2O_5 e 24 mg de K_2O , no mínimo.

Os dados obtidos em muitos países (3,4) não permitem, no entanto, a generalização esperada, em consequência do desigual comportamento da planta, com relação ao solo.

Em virtude do elevado número de dados analíticos que possuímos sobre os solos do Estado de São Paulo, inclusive sobre o "teor trocável", resolvemos, em 1945-1946, empregar o processo Neubauer-Schneider, a fim de comparar os resultados colhidos.

2-CARACTERÍSTICAS DO ENSAIO E APRESENTAÇÃO DOS DADOS

Conforme a descrição original do método (2), foram misturadas 100 gramas de terra com 300 gramas de areia lavada, transferindo-se a mistura para cristalizador. Semearam-se 100 sementes que apresentavam os requisitos adequados ao ensaio, isto é, elevado poder germinativo, inexistência de agentes causadores de moléstias, etc., e conservou-se, durante o cresci-

(1) Trabalho apresentado à Segunda Reunião Brasileira de Ciência do Solo, realizada, de 11 a 22 de julho de 1949, no Instituto Agronômico de Campinas.

mento das plantas, um grau de umidade conveniente. Depois de 18 dias, colheu-se o material, lavando-o, incinerando-o e depois dosando o potássio, conforme o método de cobalti-hexanitrito (1).

Os ensaios foram conduzidos em quatro tipos de solo do Estado de São Paulo, sendo três autóctones e um aluvial, e, para cada amostra, foram feitas três repetições, inclusive para a prova em branco (400 gramas de areia).

Os tipos de solo ensaiados foram os seguintes :

a) Solo procedente do Arenito Bauru, que ocorre em grande área no Estado de São Paulo. É um solo muito arenoso (50 a 60% de areia e 2 a 10% de argila).

b) Solo tipo massapé-salmourão, oriundo essencialmente de gnais, granitos, xistos, micáceos, etc. Possui de 30 a 50% de areia, 20 a 30% de argila e, geralmente, contém micas.

c) Solo tipo "terra-roxa", proveniente de rochas basálticas (diábase); encerra 10 a 20% de areia e 35 a 40% de argila.

d) Solo humoso de baixada, rico em matéria orgânica, mas sem composição bem definida, por ser um material transportado.

Os dados obtidos foram reunidos no quadro 1. A primeira coluna dêsse quadro indica as amostras de terra em experiência; **T** significa amostra superficial, e **P**, perfil.

A segunda coluna traz a quantidade média de K_2O na cinza de 100 plantas, correspondente a três repetições, e extraída de 100 gramas de solo, após 18 dias; a terceira coluna significa a diferença entre o valor médio da quantidade de K_2O extraída por 100 plantas de 100 gramas do solo e da prova em branco; a quarta, a quantidade em miligramas de K_2O existente na forma trocável no solo e, a última coluna, a relação porcentual entre o número de miligramas de K_2O extraído por 100 plantas em 100 gramas de solo e o número de miligramas de K_2O existente no solo, na forma trocável.

A primeira parte do quadro 1 corresponde aos resultados obtidos com o centeio Gayerowo (*Secale cereale* L.), para os diversos tipos de solo estudados. Os dados referentes ao tipo de solo arenoso, procedente do Arenito Bauru, indicam que a extração de potássio oscilou de 83 a 114%, isto é, quase todo o potássio contido no solo, na forma "trocável", foi absorvido. Na amostra 288a, além do teor "trocável", foram absorvidos 1,3 mg de K_2O em uma forma mais fixa que a "trocável". Quanto ao solo tipo massapé-salmourão, observou-se uma variação de 30 a 81% na extração do potássio. Com relação à "terra roxa", da região de Ribeirão Preto, a oscilação na extração foi menor que a dos solos anteriores, pois o menor valor alcançado foi 22% e o mais elevado 38%.

Nos solos humosos de baixadas, a extração conservou-se em torno de 50 a 70%, com exceção da primeira amostra, que permitiu extrair 84% do teor trocável.

Obtidos os dados com centeio, resolvemos conduzir, nos mesmos tipos de solo, experiências semelhantes com o arroz Dourado-agulha (*Oriza sativa* L.).

QUADRO 1.-Resultados obtidos com a aplicação do método Neubauer na determinação de K₂O, comparados com os teores trocáveis desse elemento, em diferentes tipos de solo do Estado de São Paulo, para o centeio e o arroz, em 1945

Amostras de solo	Centeio				Arroz			
	K ₂ O extraído por 100 plantas em 100 g de solo (médias de 3 repetições)	Diferenças entre K ₂ O extraído do solo e da prova em branco	K ₂ O trocável, em 100 g de solo	Porcentagem de extração em relação ao K ₂ O trocável	K ₂ O extraído por 100 plantas em 100 g de solo (médias de 3 repetições)	Diferenças entre K ₂ O extraído do solo e da prova em branco	K ₂ O trocável, em 100 g de solo	Porcentagem de extração em relação ao K ₂ O trocável
	mg	mg	mg	%	mg	mg	mg	%
SOLO ARENITO BAURU								
Prova em branco	10,0	.....	.....	.....	7,3	.....	.....	.....
P 142 — a	16,8	6,8	6,9	99	12,0	4,7	6,9	68
P 144 — a	17,1	7,1	8,4	85	14,1	6,8	8,4	81
P 147 — a	12,6	2,6	3,1	84	11,3	4,0	3,9	103
P 148 — a	17,2	7,2	8,1	89	16,0	8,7	8,1	107
P 149 — a	12,1	2,1	2,5	84	9,6	2,3	2,5	92
P 375 — a	28,8	18,8	22,6	83	27,8	20,5	22,6	91
P 390 — a	20,3	10,3	10,4	99	16,6	9,3	10,4	89
P 288 — a	20,3	10,3	9,0	114	15,4	8,1	9,0	90
SOLO MASSAPÉ-SALMOURÃO								
Prova em branco	9,4	.....	.....	.....	8,0	.....	.....	.....
P 391 — a	13,6	4,2	9,9	42	14,5	6,5	9,9	66
P 175 — a	14,5	5,1	6,6	77	15,6	7,6	6,6	115
P 176 — a	15,4	6,0	11,3	53	17,4	9,4	11,3	83
P 260 — a	11,2	1,8	4,4	41	10,3	2,3	4,4	52
P 421 — a	11,1	1,7	5,7	30	12,4	4,4	5,7	77
P 423 — a	19,2	9,8	12,7	77	18,7	10,7	12,7	84
P 428 — a	15,1	5,7	7,1	80	15,3	7,3	7,1	103
P 434 — a	15,7	6,3	8,5	74	17,3	9,3	8,5	109
P 435 — a	14,0	4,6	5,7	81	16,4	8,4	5,7	147
SOLO "TERRA ROXA LEQUINHA"								
Prova em branco	10,7	.....	.....	.....	9,7	.....	.....	.....
T — 608	17,3	6,6	17,5	38	23,0	13,3	17,5	76
T — 683	12,0	1,3	5,8	22	11,5	1,8	5,8	31
T — 707	31,1	20,4	65,3	31	46,6	36,9	65,3	57
T — 715	13,8	3,1	11,3	27	13,3	3,6	11,3	32
T — 725	25,0	14,3	42,8	33	56,6	26,9	42,8	63
T — 776	13,4	2,7	9,4	29	10,5	0,8	9,4	9
T — 947	40,9	30,2	99,3	30	36,2	26,5	99,3	27
P — 406 — a	18,7	8,0	28,4	28	23,7	14,0	28,4	49
T — 954	12,5	1,8	4,8	38	9,9	0,2	4,8	4
SOLO HUMOSO DE BAIXADA								
Prova em branco	10,3	.....	.....	.....	8,4	.....	.....	.....
T — 1529	17,2	6,9	8,2	84	14,7	6,3	8,2	77
T — 1530	13,5	3,2	5,0	64	12,5	4,1	5,0	82
T — 1531	12,8	2,5	3,7	68	11,9	3,5	3,7	95
T — 1532	19,1	8,8	16,7	53	20,5	12,1	16,7	72
T — 1533	14,3	4,0	7,3	55	15,0	6,6	7,3	90
T — 1534	14,9	4,6	6,9	67	14,5	6,1	6,9	88
P — 344 — a	40,5	30,2	58,6	52	52,5	44,1	58,6	75
P — 348 — a	24,0	13,7	23,2	59	27,0	18,6	23,2	80
T — 1537	17,8	7,5	14,1	53	25,6	17,2	14,1	122

Seguimos a mesma orientação observada para o centeio, e os dados obtidos são apresentados na segunda parte do quadro 1.

Para o solo procedente do Arenito Bauru, duas das extrações ultrapassaram 100% e, as demais, foram também elevadas, oscilando entre 81 a 92%, com exceção da amostra 142a, que permitiu uma extração de apenas 68%.

No solo massapé-salmourão, em quatro das amostras houve extração acima de 100%, isto é, foi absorvido potássio em outras formas além da "trocável". Os dados do solo tipo "terra roxa legítima" mostram uma oscilação muito ampla, variando de 4 a 76%. Os resultados obtidos com os solos de baixada mostram uma extração elevada, de 72 a 92% do "teor trocável", atingindo em uma das amostras uma extração de 122%.

De modo geral, o arroz apresentou uma capacidade de extração superior ao centeio, o que podemos verificar facilmente pela comparação dos dados da primeira e segunda parte desse quadro.

Examinando todo o conjunto de dados referentes ao centeio e ao arroz, verificamos que, dos 70 resultados apresentados, 8 mostraram uma extração acima de 100%, sendo 1 caso referente ao centeio, e 7 ao arroz. No solo procedente do Arenito Bauru houve 3 casos; no tipo massapé-salmourão, 4, e, no solo humoso de baixada, 1 caso de extração superior a 100%.

Os dados restantes não atingiram o "teor trocável", fornecendo, portanto, extrações inferiores a 100%.

Dentre os 35 dados obtidos com centeio, em apenas 2 deles houve uma absorção de mais de 24 mg de K_2O . Conforme o limite admitido por Neubauer, todos os demais solos, representados pelas amostras que estudamos, necessitariam, pois, de adubação potássica, fato esse não condizente com o que a experimentação de campo tem concluído com as diferentes culturas no Estado de São Paulo.

Além do comportamento heterogêneo da planta, com relação ao solo, observado com o método Neubauer, devemos também levar em conta a morosidade do método e a dificuldade material de conduzi-lo.

3-RESUMO

Para determinar as quantidades de elementos minerais do solo, disponíveis às plantas, pode-se lançar mão de métodos biológicos, dentre os quais se destaca o de Neubauer e Schneider. Este método tem sido bastante empregado para solos de clima temperado. Pouco se sabe, porém, de seus resultados para os solos tropicais e subtropicais.

A fim de avaliar a sua eficácia, para os nossos solos, efetuou-se uma série de experiências, cujos resultados constituem o objeto do presente trabalho.

O método Neubauer foi aplicado para determinação do potássio, tendo-se utilizado o centeio e o arroz, em amostras dos quatro principais tipos de solos do Estado de São Paulo, quais sejam: Arenito Bauru, Massapé-salmourão, Terra roxa legítima e Solo humoso de baixada. Os resultados

obtidos foram comparados com os teores trocáveis de potássio, obtidos por análise química direta.

Utilizando o centeio, verificou-se que a extração do potássio trocável, pela planta, variou de 83 a 114% no Arenito Bauru, de 30% a 81% no Massapé-salmourão, de 22 a 38% na Terra roxa legítima e de 52 a 84% no Solo humoso de baixada. Nos casos em que se empregou o arroz, as extrações variaram de 68 a 107% no Arenito Bauru, de 52 a 147% no Massapé-salmourão, de 4 a 76% na Terra roxa legítima e de 72 a 122% no Solo humoso de baixada. Os valores superiores a 100% significam que a planta extraiu parte do potássio, numa forma mais fixa que a "trocável". Os dados mostram que o arroz, de modo geral, apresenta uma capacidade de extração do potássio maior que o centeio.

Dentre os 35 resultados médios obtidos com o centeio, em apenas 2 deles houve uma absorção superior a 24 mg de K_2O , limite êsse considerado por Neubauer e Schneider como indicador de um solo suficientemente provido de potássio. De conformidade com êsse método, 33 dos 35 resultados obtidos correspondem a solos que necessitariam de adubação potássica, fato êsse que não está de acôrdo com o que a experimentação de campo tem concluído para as diferentes culturas no Estado de São Paulo.

SUMMARY

In order to determine the quantities of mineral elements in soils that are available to plants, biological methods of measurements such as that described by Neubauer and Schneider, have been used. This particular method has been widely employed for study of soils of temperate climates. However, very little was known as to the application and value of this biological method for study of tropical and subtropical soils.

The purpose of the experiments described in this paper was evaluate the efficiency of the Neubauer method, using rye and rice plants, for determining available potassium in samples of the four principal soil types of the State of São Paulo. The soil types studied were Arenito Bauru, Massapé-salmourão, Terra roxa legítima and a Humus soil. The Arenito Bauru soil is a sand soil, with 50 — 60% of sand ($> 0,2$ mm and < 2 mm) and 2 — 10% of clay ($< 0,002$ mm). The Massapé-salmourão soil is a soil type with 30 — 50% of sand, 20 — 30% of clay and it generally has micas as primary mineral. The Terra roxa legítima soil is a soil which contains 10 — 20% of sand, 35 — 40% of clay and it is originated from basalts. The Humus soil presents a variable composition with a high content of organic matter. The results obtained from the biological tests were compared with the amounts of exchangeable potassium determined by chemical analysis.

When rye was used as a test plant it was found that the relative amount of potassium extracted by the plants varied from 83 to 114% in Arenito Bauru, 30 to 81% in Massapé salmourão, 22 to 84% in Humus soil. In the tests where rice plants were used the amounts of available potassium extracted varied from 68 to 107% in Arenito Bauru, 52 to 147% in Massapé salmourão, 4 to 76% in Terra roxa legítima and from 72 to 122% in Humus soil. The values greater than 100% signify that the test plant extracted a portion of the fixed potassium not exchangeable. These data show that the rice plants in general had a greater capacity for extraction of potassium than did rye plants.

Within the 35 average results obtained from measurements with rye plants only 2 were found to have absorbed more than 24 mg of K_2O . This amount of potassium was considered by Neubauer and Schneider, to indicate that the soil is provided with sufficient potassium. The results from the tests using the biological method then indicate that in 33 out of 35 cases studied the soils lacked potassium. This, however, is contrary to results obtained from field experiments on these soils.

LITERATURA CITADA

1. **Catani, R. A.** Semimicro dosagem de potássio. An. Assoc. Quím. Bras. 3 : 131-138. 1944.
2. **Neubauer, H. e W. Schneider.** Die Nährstoffaufnahme der Keimpflanzen und ihre Anwendung auf die Bestimmung des Nährstoffgehalts der Böden. Zeitsch. für Pflanzenernährung und Düng. 2A : 329-362. 1923.
3. **Rivaz, C. P.** Applications of the Neubauer Rye seedling method of soil analysis to fertility studies in Ontario. Sci. Ag. 19 : 210-220. 1938/1939.
4. **Saraiva, M., A. L. da Cruz e C. del Negro.** Contribuição para o estudo dos métodos de Mitscherlich, Wiessmann e Neubauer. Memória do Inst. Quím. Agric. (Rio de Janeiro) 5 : 1-71. 1937.