

# O METODO DE NEUBAUER E SUAS ADAPTAÇÕES

F. A. F. MELLO

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"  
Universidade de S. Paulo — Piracicaba

## INTRODUÇÃO

O método de Neubauer e Schneider foi considerado como um dos processos químico-biológicos mais promissores para avaliação da fertilidade do solo. Baseia-se no princípio da absorção intensa de nutrientes por um grande número de platinhas crescendo em pequena porção de solo. Pela formação rápida de uma rede radicular extensa as platinhas são capazes de exaurir a reserva de alimento em curto tempo. Os nutrientes assim removidos podem ser determinados pela análise química da parte aérea e das raízes (VANDECAYEYE, 1948).

Para a execução do método, 100 platinhas de centeio são cultivadas durante 14-18 dias em 100g de solo diluído com areia lavada ou quartzo puro. Depois desse período as plantas são colhidas e analisadas para se conhecer a quantidade total do elemento que se quer estudar. Faz-se uma prova em branco nos mesmos moldes (usando-se apenas areia ou sílica pura, sem solo) para se determinar e deduzir a contribuição das sementes.

Embora originalmente fosse empregado o centeio, posteriormente, este foi substituído por vários autores pela cevada; entre nós o arroz tem se comportado bem.

O princípio é versátil e tem-se prestado para várias finalidades, algumas das quais serão vistas a seguir:

### EFICIÊNCIA RELATIVA ENTRE DIVERSOS FERTILIZANTES

É possível estudar-se a eficiência relativa entre diferentes adubos por meio do método de Neubauer. Basta, para isso, incorporar à mistura de terra e sílica porções daqueles materiais que contêm a mesma quantidade de elemento fertilizante. A análise das plantas permitirá avaliar a eficiência relativa dos produtos.

De acordo com o critério exposto acima, CATANI & GLO-

RIA (1961) estudaram a disponibilidade do fósforo em 5 materiais fosfatados: Superfosfato, Fosforita de Olinda, Fosfato da Flórida, Hiperfosfato e Apatita de Araxá. Os resultados médios aparecem a seguir :

Tratamento	mg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> nas plantas
1. Sílica	24,196
2. Sílica + terra	23,850
3. Sílica + terra + Superfosfato	30,724
4. Sílica + terra + Fosf. de Olinda	27,620
5. Sílica + terra + Fosf. da Flórida	27,480
6. Sílica + terra + Hiperfosfato	30,210
7. Sílica + terra + Apatita do Araxá	26,032

A análise estatística permitiu concluir que o superfosfato e Hiperfosfato foram superiores aos demais fertilizantes, não diferindo entre si. Em segundo lugar, se colocaram a Fosforita de Olinda e o Fosfato da Flórida. A Apatita de Araxá, como era de se esperar, se mostrou menos eficiente, fornecendo, contudo, certa quantidade de P às plantas.

#### DETERMINAÇÃO DO TEOR DE NUTRIENTES DISPONÍVEIS DO SOLO POR MEIO DE RADIOISÓTOPOS

MENARD & MALAVOLTA (1962) adaptaram o método de Neubauer para a determinação de P disponível do solo utilizando a fórmula do valor "A" de FRIED & DEAN (1952). Esta, como se sabe (MELLO, 1964), fornecem os mesmos resultados que as expressões apresentadas por LARSEN (1952) e por BARBIER et al (1954). As fórmulas citadas são as seguintes :

$$\text{FRIED \& DEAN} \quad A = \frac{B(1-y)}{y} \quad (1)$$

$$\text{LARSEN} \quad A = B \left( \frac{C_0}{C} - 1 \right) \quad (2)$$

$$\text{BARBIER et al} \quad A = \frac{cPt}{co} - B \quad (3)$$

A é a quantidade de P disponível contida nas 100g de solo; B é a quantidade de P empregada, possuindo atividade total  $c_0$  e atividade específica C; Pt é a quantidade total de P determinada pela análise química das plantas; y é o quociente C/ $c_0$ , sendo C a atividade específica na planta.

Considerando que devido à pequena quantidade de terra

empregada o conteúdo de P das sementes adquire importância e que estas se comportam como fontes de P disponível, MELLO (sem data) generalizou as equações acima para incluir as sementes. As expressões encontradas foram :

$$\text{FRIED \& DEAN generalizada} \quad A = \frac{B(1-y)}{y} - S \quad (4)$$

$$\text{LARSEN generalizada} \quad A = B \left( \frac{Co}{C} - 1 \right) - S \quad (5)$$

$$\text{BARBIER et al generalizada} \quad A = \frac{cPt}{co} - A - S \quad (6)$$

S é o conteúdo de P das sementes. As demais letras têm os mesmos significados já expostos.

Vê-se que quando a quantidade de terra utilizada é grande S poderá ser desprezado e as fórmulas (4), (5) e (6) se convertem, respectivamente, nas fórmulas (1), (2) e (3).

O emprêgo das fórmulas (4), (5) e (6) fornece resultados idênticos (MELLO, 1964) e conduz a uma simplificação na execução do processo utilizado por MENARD & MALAVOLTA (1962) porque dispensa o uso da prova em branco.

#### ESTUDO SÓBRE O EFEITO RESIDUAL DOS FERTILIZANTES

Outro assunto que pode ser estudado através do método de Neubauer é o relativo ao efeito residual dos fertilizantes. Basta, para isso, tomar amostras de terra anteriormente adubada com os diversos materiais de interesse e nelas determinar os conteúdos do nutriente disponível em consideração pelo método em foco. A seguir será citado um exemplo.

MELLO et al (1963) colheram amostras de terra arenosa no sulco de plantio de cana adubada com N e K e diferentes adubos fosfatados; a tomada das amostras de terra se fez após o terceiro corte. Os tratamentos foram os seguintes

Número	Tratamento
1	NK + Fosforita de Olinda
2	NK + Superfosfato
3	NK + Fertifos
4	NK + , sem adubo fosfatado

Determinou-se o teor de P disponível das amostras pelo processo de Neubauer, descrito em 1, e pela adaptação do mesmo para o uso com  $p^{32}$ ; empregou-se a fórmula de LARSEN (1952) generalizada (5) e, portanto, a técnica simplificada referida. O efeito residual dos fertilizantes fosfatados foi tam-

bém avaliado por meio das produções de cana, 3º. corte. Os resultados são dados no quadro a seguir (quadro I).

Tratamento	Prod. de cana Kg/parcela	mg de P disponível por 100g de terra	
		Neubauer	Larsen modificado
1	1.105,7	1.035	8,22
2	1.075,0	678	7,12
3	1.073,0	765	8,08
4	964,6	316	3,69

Quadro I — Efeito residual de fertilizantes fosfatados

Verifica-se que o adubo que apresentou o maior efeito residual foi a Fosforita de Olinda, os outros dois praticamente não diferiram entre si. Entretanto, superaram a testemunha. De um modo geral houve boa concordância entre os dados de produção no campo, e aqueles obtidos no laboratório, embora neste último caso os valores obtidos para um mesmo tratamento diferissem muito entre os dois métodos.

#### FIXAÇÃO DE FÓSFORO PELO SOLO

Pode-se ter uma boa idéia sobre a capacidade de fixação de fosfato de um dado solo por meio de um estudo efetuado com auxílio do princípio de Neubauer. Para exemplificar será feita referência ao trabalho de CATANI & BERGAMIN (1960). Os referidos autores estudaram a fixação do fósforo por uma terra roxa misturada fazendo e não uso de  $P^{32}$ . Os resultados seguintes foram tomados do trabalho citado (quadro II):

Tratamento	mg de $P_2O_5$ nas 100 plantas — Pt	Dif. em rela- ção à prova em branco
1. Prova em branco (só areia)	20,0	—
2. Areia + 100g de terra + Super- fosfato (40mg de $P_2O_5$ )	27,3	7,3
3. Areia + Superfosfato (40mg de $P_2O_5$ )	50,9	30,9

Quadro II — Extração do fósforo pelo arroz

Observa-se que as plantas do tratamento 3 absorveram muito maior quantidade de P que as do tratamento 2 o que

revela o grande poder de fixação de fosfato da terra roxa misturada.

Os resultados obtidos com auxílio de  $P^{32}$  confirmam plenamente os anteriores como mostram os números do quadro III.

Tratamento	Contagens por minuto por 10 mg de $P_2O_5$	Quantidade em mg de $P_2O_5$ absorvida do superfosfato
		$\frac{C}{C_1} \times Pt$
1	325 (no adubo - $C_1$ )	
2	69 (nas plantas - C)	5,8
3	198 (nas plantas - C)	31,0

Quadro III — c.p.m. no adubo e nas plantas por 10mg de  $P_2O_5$  e quantidades de  $P_2O_5$  nas plantas provenientes do superfosfato

Verifica-se claramente que as plantas do tratamento 3, em que não entrou a terra roxa misturada, absorveram cerca de 5 vezes mais P que os do tratamento 2 em que entrou a referida terra.

#### UMA MODIFICAÇÃO INTERESSANTE

CATANI & BERGAMIN (1961) modificaram o método de Neubauer empregando cristalizadores pequenos (80mm de diâmetro por 20mm de altura) e apenas 20g de terra, 70g de areia e 25 sementes de arroz. Compararam essa técnica com a usual obtendo resultados concordantes. Um resumo dos resultados a que chegaram aparece no quadro IV. Deve-se salientar que o trabalho se refere à determinação de K.

Solo	mg de K absolvido de 100g de terra pelo método de Neubauer	
	Média de 4 repetições Usual	Média de 4 repetições Modificado
Glacial	1,30 ± 0,10	1,30 ± 0,08
Terra roxa	19,40 ± 0,22	19,44 ± 0,14
Arenito Baurú	14,40 ± 0,16	15,82 ± 0,14
Massapé	4,70 ± 0,12	4,56 ± 0,10

Quadro IV — Confronto entre o método de Neubauer usual e a modificação de CATANI & BERGAMIN (1961)

Constata-se, pois, uma boa concordância entre os resultados obtidos pelas duas técnicas, a usual e a modificada. Esta última apresenta algumas vantagens de ordem prática.

### UMA DIFICULDADE

CATANI & GARGANTINI (1954), estudando a extração do P de alguns solos do Estado de São Paulo pelo método de Neubauer e por métodos químicos constataram que, no caso do método químico biológico em apreço, as plantas cultivadas em presença de terra que não havia recebido superfosfato apresentavam quantidades iguais ou menores de P que as plantas cultivadas em sílica apenas. Concluíram, então, que, em certos casos, havia transferência desse nutriente das plantas para o solo. São textuais as seguintes palavras dos citados autores: "Este fato já havia sido constatado em 1945-46, quando foi realizada na Seção de Agrogeologia uma série de ensaios de Neubauer com todos os tipos de solos do Estado de São Paulo. Foram usados, naquela ocasião, centeio e arroz para o estudo do potássio e do fósforo em 35 amostras de solos. Os dados obtidos para o potássio foram publicados, mas os referentes ao fósforo não o foram em virtude da natureza negativa de mais de 70% dos dados obtidos. Supunha-se, naquela época, que estava sendo cometido um erro analítico sistemático, mas os dados atuais vêm comprovar que o fósforo pode migrar da planta para o solo, nos ensaios pelo método de Neubauer". Outros autores (SARAIVA et al., 1937) trabalhando com o método de Neubauer, usando porém trigo, também obtiveram resultados negativos.

Posteriormente, outros trabalhos vieram confirmar essa observação (CATANI & BERGAMIN, 1960; CATANI & GLORIA, 1961).

Recentemente, MELLO et al. (1964) apresentaram prova objetiva da migração para o solo do P de sementes e/ou de plantas de arroz. Para isso eles obtiveram sementes contendo P radioativo cultivando plantas às quais havia sido fornecido solução nutritiva contendo  $P^{32}$ . Lotes de 25 sementes foram semeadas em cristalizadores pequenos como foi descrito em 6. As plantas foram cultivadas durante 18 dias, sendo, então colhidas. Procedeu-se a determinação da atividade dos substratos (sílica ou mistura sílica mais terra). Os resultados foram os seguintes:

Tratamento	c.p.m.
Sílica	278
Sílica + arenito Baurú	303
Sílica + terra roxa	397
Sílica + massapé Salmourão	302

Os dados acima evidenciam a migração do P das sementes e/ou das plantas para o solo e a possibilidade de parte ter sido fixada, principalmente pela terra roxa.

### CONCLUSÃO

Como se observou, o método de Neubauer se presta para numerosos estudos sobre fertilidade do solo e fertilizantes. Entretanto, êle, que foi considerado como uma esperança entre os processos para avaliação dos teores de nutrientes disponíveis no terreno, revelou-se frágil quando se trata de estudar elementos como o P, capazes de migrar das sementes e/ou das raízes e de serem fixados pelo solo. Entretanto, êsse inconveniente pode ser vencido como mostraremos oportunamente.

### LITERATURA CITADA

- BARBIER, G., M. LESAINTE & E. TYSZKIEWICZ, 1954 — Reserches au moyen d'isotopes sur les phenomènes d'auto-diffusion dans le sol et sur l'alimentation des plantes **Ann. Agr.** 5: 923-959.
- CATANI, R. A. & H. BERGAMIN FILHO, 1960 — A fixação do fósforo pela terra roxa misturada, estudada pelo método de Neubauer e com auxílio do fósforo radioativo. **Rev. de Agr.** 35: 161-172.
- CATANI, R. A. & HENRIQUE BERGAMIN FILHO, 1961 — Sobre uma modificação no método de Neubauer. **Anais da ESALQ** 18: 287-299.
- CATANI, R. A. & H. GARGANTINI, 1954 — Extração do fósforo do solo pelo método de Neubauer e por métodos químicos. **Bragantia** 13: 55-62.

- CATANI, R. A. & N. A. GLORIA, 1961 — A disponibilidade do fósforo de diversos fosfatos estudado por meio do método de Neubauer. **Anais da ESALQ** 18: 193-204.
- FRIED, M. & L. A. DEAN, 1952 — A concept concerning the measurement of available soil nutrient. **Soil Sci.** 73: 263-272.
- MELLO, F. A. F., 1964 — Generalização das equações de LARSEN, de FRIED & DEAN e de BARBIER, LESAINTE & TYSZKIEWICZ para incluir as sementes como fonte de nutrientes disponíveis. **Rev. Agr.** 39 (3): 108-110.
- MELLO, F. A. F., 1964 — O emprêgo de radioisótopos no estudo da fertilidade do solo. I. Avaliação dos teores de nutrientes disponíveis e efeito residual dos fertilizantes. **Rev. Agr.** 39: 175-184.
- MELLO, F. A. F., sem data — Aspectos matemáticos e generalização da equação de LARSEN, de FRIED & DEAN e de BARBIER, LESAINTE & TYSZKIEWICZ para incluir as sementes como fonte de nutrientes disponíveis. Mimeogr. 6 pgs.
- MELLO, F. A. F., H. P. HAAG & E. MALAVOLTA, 1964 — Eliminação de P por sementes e raízes de plantas de arroz. (Seminário no Departamento de Química, E. S. A. "Luiz de Queiroz", no prelo).
- MELLO, F. A. F., M. O. C. DO BRASIL SOBR., S. JOLY & E. MALAVOLTA, 1963 — Efeito residual de superfosfato precipitado e fosforita de Olinda em cana-de-açúcar. IX Cong. Bras. de Ciência do Solo, Fortaleza, Ceará.
- MENARD, L. N. & E. MALAVOLTA, 1962 — Estudos com adubos fosfatados marcados. IV Simp. Inter. Apl. Pacificas En. Nuclear, México.