



BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agronômico, Campinas

Vol. 41

Campinas, junho de 1982

Artigo n.º 12

AValiação DA CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS EM SOLOS UTILIZANDO O MÉTODO DO TAMPÃO SMP (1)

OTÁVIO ANTONIO DE CAMARGO (2), *Seção de Pedologia*, BERNARDO VAN RAIJ, *Seção de Fertilidade do Solo*, e JOSÉ MARIA AIRES DA SILVA VALADARES (2), *Seção de Pedologia, Instituto Agronômico*

RESUMO

Foram feitas as determinações da capacidade de troca de cátions (CTC) em amostras de solos pelos métodos do acetato de cálcio 1N pH 7,0; acetato de amônio 1N pH 7,0, e cloreto de bário tamponado com trietanolamina pH 8,2, sendo os resultados comparados com os obtidos utilizando o método do tampão SMP para determinar (H + Al) mais a soma de bases, rotineiramente obtida em laboratório. As correlações entre os resultados de (H + Al), CTC e porcentagens de saturação em bases obtidas pelos diferentes métodos e pelo tampão SMP foram altas. Em vista disso e das vantagens operacionais que apresenta, o método do tampão SMP mostrou-se adequado para a avaliação da capacidade de troca de cátions em determinações de rotina.

1. INTRODUÇÃO

A capacidade de troca de cátions (CTC) é utilizada tanto para a caracterização pedológica como para a avaliação da fertilidade do solo. Os métodos adotados para a obtenção daquele valor envolvem preparação de diversas soluções, lixiviações, titulações e outras operações que tornam a sua determinação relativamente lenta (CREMERS, 2). Em nosso meio, o estudo da relação entre alguns métodos foi feito por RAIJ & KÜPPER

(6), que encontraram altas correlações entre eles, porém valores diferentes para a CTC.

A CTC pode ser determinada direta ou indiretamente. O processo direto baseia-se na saturação do complexo de troca com um cátion-índice, seguida por sua extração e determinação. Indiretamente, pode-se determinar a CTC pela soma de bases trocáveis, extraídas com um extrator apropriado, com a acidez titulável, extraída por soluções tamponadas.

(1) Recebido para publicação a 13 de abril de 1981.

(2) Com bolsa de suplementação do CNPq.

O método do tampão SMP, descrito por SHOEMAKER et alii (7) para recomendações de calagem, é primordialmente sensível à acidez titulável ($H + Al$), possibilitando a sua determinação, uma vez que há uma correlação linear entre o pH e a acidez. Tal determinação é muito simples, consistindo basicamente na mensuração do pH em uma suspensão de solo na solução tampão.

Pode-se, então, considerar a CTC de um solo como a soma de bases trocáveis e da acidez titulável. Em nossas condições, os valores de soma de bases, obtidos por diferentes extractores, são semelhantes. Deduz-se que o valor da CTC será afetado principalmente pelo valor da acidez titulável, que é função do extrator utilizado e do pH de extração. Assim sendo, com os valores da CTC obtidos com os métodos do acetato de cálcio 1N pH 7,0, acetato de amônio 1N pH 7,0 e cloreto de bário tamponado pela trietanolamina pH 8,2 e os estimados pelo tampão SMP mais a soma de bases, deve ser possível obter equações que relacionem essas variáveis.

O objetivo do presente trabalho foi utilizar o método do tampão SMP para avaliar a CTC que seria obtida pelos métodos do acetato de cálcio 1N pH 7,0, acetato de amônio 1N 7,0 e $BaCl_2$ -TEA pH 8,2 através de equações de regressão entre o pH_{SMP} e a acidez titulável obtida por esses métodos adicionada à soma de bases.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram escolhidas 47 amostras de diversos horizontes de quinze unidades taxonômicas de solos do Estado de São Paulo, as quais foram secas

e passadas em peneiras com malha de 2mm.

Foram usados três métodos para determinação da CTC. No primeiro método, a CTC pelo acetato de amônio 1N pH 7,0 (VERDADE, 8) foi calculada diretamente, usando-se relação solo:solução de 1:10 e lavagens sucessivas com álcool etílico 25%. O amônio retido foi deslocado com 100ml de solução de NaCl 1N e 0,005N de HCl.

No segundo método, os valores de CTC foram obtidos, conforme PRATT & BAIR (4), pela soma de bases extraídas com HNO_3 0,05N (1) mais a acidez titulável determinada com o acetato de cálcio 1N pH 7,0, adaptado de VETTORI (9) numa relação solo:solução de 1:10. No terceiro método, a CTC foi obtida com $BaCl_2$ -TEA tamponado a pH 8,2 (3).

O tampão foi preparado conforme consta no trabalho de RAIJ et alii (5) e o pH_{SMP} determinado numa relação solo:água:solução tampão de 1,0:2,5:0,5.

Neste trabalho são usadas para a acidez titulável a capacidade de troca catiônica e a porcentagem de saturação em bases, estas denominações: **determinados** — para os valores que foram obtidos por análise no laboratório, e **calculados** — para aqueles obtidos através de equações de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os valores determinados, foi elaborada a figura 1, em que a correlação entre o pH_{SMP} e a acidez titulável extraída com acetato de cálcio 1N pH 7,0 é altamente signifi-

cativa, com um coeficiente de determinação de 0,86. Da mesma forma, relacionou-se o pH_{SMP} com o $(\text{H} + \text{Al})$ obtido pela subtração de soma de bases da CTC obtida pelo acetato de amônio 1N pH 7,0, bem como

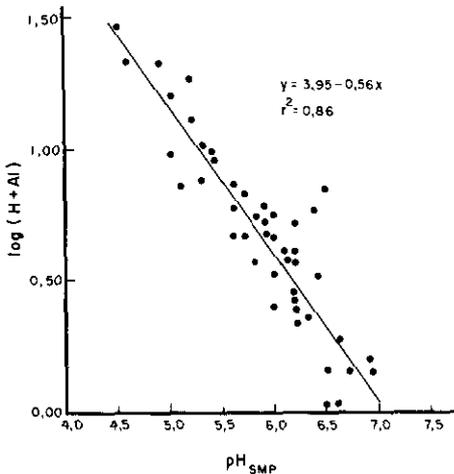


Figura 1. — Relação entre o pH_{SMP} e a acidez titulável em acetato de cálcio 1N pH 7,0.

com a acidez titulável $(\text{H} + \text{Al})$ obtida pelo BaCl_2 -TEA pH 8,2, tendo-se encontrado também altos coeficientes de correlação.

Dessa maneira, obtiveram-se as equações 1, 3 e 5 do quadro 1. A partir dessas equações, calcularam-se os valores para acidez titulável $(\text{H} + \text{Al})$ pelos três métodos, sendo esses valores relacionados àqueles de $(\text{H} + \text{Al})$ determinados no laboratório para cada método, encontrando-se as equações 2, 4 e 6, que apresentaram altos coeficientes de correlação.

Com os valores de $(\text{H} + \text{Al})$ obtidos pelo pH_{SMP} e com o auxílio das equações 1, 3 e 5 e da soma de bases extraídas com HNO_3 0,05, calcularam-se os valores de CTC e porcentagem de saturação em base para cada um dos três métodos. As correlações entre as CTC assim calculadas com as determinadas em laboratório e as porcentagens de saturação em bases calculadas com aquelas de-

QUADRO 1 — Equações de regressão e correlações entre o pH_{SMP} e a acidez titulável pelos três métodos e entre os valores determinados e calculados para ela

| $x^{(1)}$ | $y^{(2)}$ | Equação de regressão | Coefficiente de correlação |
|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------|----------------------------|
| | $\text{Ca}(\text{OAc})_2$ | | |
| pH_{SMP} | $\log(\text{H} + \text{Al})$ | $y = 3,95 - 0,56x$ | -0,93(1) |
| $(\text{H} + \text{Al})$ determinado | $(\text{H} + \text{Al})$ calculado | $x = 0,47 + 0,94y$ | 0,92(2) |
| | NH_4OAc | | |
| pH_{SMP} | $\log(\text{H} + \text{Al})$ | $y = 3,76 - 0,53x$ | -0,79(3) |
| $(\text{H} + \text{Al})$ determinado | $(\text{H} + \text{Al})$ calculado | $x = 1,17 + 1,42y$ | 0,91(4) |
| | BaCl_2 -TEA | | |
| pH_{SMP} | $\log(\text{H} + \text{Al})$ | $y = 2,99 - 0,30x$ | -0,79(5) |
| $(\text{H} + \text{Al})$ determinado | $(\text{H} + \text{Al})$ calculado | $x = -8,11 + 0,83y$ | 0,89(6) |

(1) Os valores $(\text{H} + \text{Al})$ determinados foram obtidos no laboratório. (2) Os valores de $(\text{H} + \text{Al})_c$ foram calculados pelas equações 1, 3 e 5.

terminadas foram significativas ao nível de 1% ($r \geq 0,80$): isso demonstra haver boa associação para os valores calculados com os determinados em laboratório para as duas características, CTC e porcentagem de saturação em bases.

O acetato de cálcio 1N pH 7,0 é usado em muitos laboratórios para obtenção de valores para a acidez titulável, que, adicionados à soma de bases, fornecem a CTC e a porcentagem de saturação em bases para o solo analisado. Assim, encontra-se no quadro 2 uma maneira útil de estimar a acidez titulável, a CTC e a porcentagem de saturação em bases através do pH_{SMP} para os diferentes extratos estudados; todos os valores das três variáveis estudadas, que foram determinados em laboratório, foram relacionados com seus respectivos valores obtidos por cálculo a partir da equação (1) que correlaciona o pH_{SMP} com o (H + Al) extraído com acetato

de cálcio. Dessa maneira, obtiveram-se as equações mostradas no quadro 2. Agora, com seu auxílio, podem-se calcular valores para as três variáveis pelos três métodos estudados, sendo necessária apenas a determinação do pH_{SMP} , que pode ser feita após a determinação do pH em água na mesma amostra.

Logo, a metodologia descrita neste trabalho, por consistir apenas de uma medida do pH em tampão SMP e cálculos rápidos, é muito adequada para uso em práticas rotineiras de determinação de acidez titulável, CTC e porcentagem de saturação em bases, em laboratórios de análises de solos onde o número de amostras é grande e sejam exigidos resultados confiáveis. Logicamente, todas as equações são válidas dentro de uma faixa de solos com características semelhantes e no presente caso são aqueles frequentemente encontrados no Estado de São Paulo.

QUADRO 2 — Relação entre os valores de acidez titulável, CTC e V determinados de diversas maneiras, e os calculados com base na correlação entre pH_{SMP} e (H + Al) extraído com acetato de cálcio

| y ⁽¹⁾ | x ⁽²⁾ | | Coefficiente de correlação ⁽³⁾ |
|---|------------------|--------------------|---|
| (H + Al) — (CaOA _c) | H + Al | y = 1,157x — 0,622 | 0,91 (7) |
| (H + Al) — (NH ₄ OA _c) | H + Al | y = 1,126x — 0,764 | 0,82 (8) |
| (H + Al) — (BaCl ₂ —TEA) | H + Al | y = 2,361x — 4,252 | 0,85 (9) |
| (CTC) — (CaOA _c) | CTC | y = 1,197x — 1,248 | 0,91 (10) |
| (CTC) — (NH ₄ OA _c) | CTC | y = 1,155x — 1,253 | 0,80 (11) |
| (CTC) — (BaCl ₂ —TEA) | CTC | y = 2,432x + 0,935 | 0,84 (12) |
| (V%) — (CaOA _c) | V% | y = 1,101x + 0,873 | 0,96 (13) |
| (V%) — (NH ₄ OA _c) | V% | y = 1,099x — 1,527 | 0,96 (14) |
| (V%) — (BaCl ₂ —TEA) | V% | y = 0,466x — 1,781 | 0,95 (15) |

(1) Valores determinados através de análise no laboratório. (2) CTC e V calculados a partir de (H + Al) obtido da correlação pH_{SMP} e (H + Al) extraído com acetato de cálcio pH 7,0. (3) Todos significativos ao nível de 0,1%.

EVALUATION OF THE CATION EXCHANGE CAPACITY OF SOILS
UTILIZING THE SMP BUFFER METHOD

SUMMARY

The cation exchange capacity (CEC) of soil determined by the methods of 1N calcium acetate at pH 7.0, 1N ammonium acetate at pH 7.0 and triethanolamine buffered barium chloride at pH 8.2 were compared with results obtained by the SMP buffer method to determine (H + Al) added to the sum of bases to calculate the CEC.

The correlations between the results, obtained by the different methods, of (H + Al), CEC, and percent base saturation and the SMP were high. Due to this fact and the operational advantages, the SMP method showed to be adequate for CEC determination in routine analysis.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CATANI, R. A.; GALLO, J. R.; GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agrônomo, 1955. 28p. (Boletim, 69)
2. CREMERS, A. Chemical and physico-chemical aspects of soil and clay acidity. Agriculture, 2:105-123, 1972.
3. MEHLICH, A. Determination of cation and anion properties of soils. Soil Science, 66:429-445, 1948.
4. PRATT, P. F. & BAIR, F. L. Cation exchange properties of some acid soils of California. Hilgardia, 33:689-706, 1962.
5. RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; ZULLO, M. A. T. O método tampão SMP para determinação da necessidade de calagem de solos do Estado de São Paulo. Bragantia, Campinas, 38:57-69, 1979.
6. ——— & KUPPER, A. Capacidade de troca de cátions em solos. Estudo comparativo de alguns métodos. Bragantia, Campinas, 25:327-336, 1966.
7. SHOEMAKER, H. E.; McLEAN, E. O.; PRATT, P. F. Buffer methods for determining lime requirement of soils with appreciable amounts of extractable aluminum. Soil Science Society of America Proceedings, 25:274-277, 1961.
8. VERDADE, F. C. Observação sobre métodos de determinação da capacidade de troca de cátions do solo. Bragantia, Campinas, 15:393-401, 1956.
9. VEITFORI, L. Determinação da necessidade de cal dos solos. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Inst. Quim. Agric., 1948. 19p. (Boletim, 7)