

EFEITOS DA CALAGEM E DA MATÉRIA ORGÂNICA SOBRE A ACIDEZ DE CINCO SOLOS DO MUNICÍPIO DE PIRACICABA. I — EFEITOS SOBRE o pH.*

Flávio Marcos Rosato (1)
Francisco de A.F. de Mello (2)

INTRODUÇÃO

Há pouco mais de uma década, foi introduzido no Brasil o método do Al trocável para determinar a quantidade de calcário a ser aplicada a uma determinada gleba a ser cultivada. Contudo não foram feitas experimentações preliminares para testar a validade desse método nas condições de solo e clima deste país.

Por outro lado, a natureza do clima do Estado de São Paulo e da maioria dos estados brasileiros faz com que a matéria orgânica incorporada ao solo se decomponha rapidamente produzindo, após a humificação, ácidos orgânicos e fenóis que são componentes da acidez do terreno.

Em vista do exposto, foi realizado o presente trabalho com a finalidade de fornecer dados preliminares para se constatar a validade ou não do método do Al trocável e dos efeitos da adição de matéria orgânica não fermentada sobre a acidificação do solo.

* Parte da dissertação de mestrado apresentada à ESALQ pelo primeiro autor.

(1) Aluno do CPG — Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

(2) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

REVISÃO DA LITERATURA

O método do Al trocável

Este método geralmente recomenda o uso de quantidades relativamente pequenas de calcário e visa apenas eliminar o Al trocável do solo, que pode se tornar tóxico às plantas, quando acima de certa concentração. No Estado de São Paulo considera-se que tal concentração é igual a 0,5 e.mg/100 g de terra (GARGANTINI *et alii*, 1970).

Um dos primeiros trabalhos feitos no Brasil para testar a eficiência do método em apreço foi o de SERVIN (1971). Esse autor concluiu que utilizando o fator 1,5, o pH das terras com que trabalhou chegou aproximadamente a 5,8, mas não eliminou totalmente o Al trocável e nem o H extraído com acetato de amônio.

CATANI & ALONSO (1969), trabalhando com solos do Estado de São Paulo, concluíram que quando o pH atinge a 5,7 o solo já não possui mais Al trocável.

PITTA (1974) constatou que com a utilização do fator 1,5 não houve elevação sensível do pH das terras com que trabalhou e nem da acidez titulável (Al + H, extraídos com solução de acetato de amônio). O teor de Al trocável baixou bastante em apenas dois solos.

MELLO (1977), utilizando dados disponíveis da literatura concernente a solos do Estado de São Paulo e do Paraná, concluiu que a ausência do Al trocável se dará a pH 5,5. Quando o pH era de aproximadamente 5,2 o teor de Al trocável estava ao redor de 0,5 e.mg/100 g de terra, portanto, já no limiar da toxidez.

Baseando nos dados de SERVIN (1971), MELLO (1974) constatou que o uso do fator 2, em vez de 1,5, conduzia a resultados semelhantes aos obtidos pelo método descrito por CATANI *et alii* (1955), o qual visa a elevar o pH a cerca de 6,5.

Como a utilização do fator 1,5 geralmente resulta numa subcalagem, atualmente são empregados fatores maiores, 2 ou 3. Se, com, este procedimento, os teores de Ca + Mg trocáveis não atingirem um nível conveniente, então se aplicam quantidades adicionais de calcário, até que os teores desses elementos no solo se tornem satisfatórios (PIPAEMG, 1972; VAN RAIJ, 1975; COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DE SOLOS, sem data).

A matéria orgânica e a acidez do solo

Embora durante a decomposição no solo de matéria orgânica adicionada sem fermentação prévia formem-se muitos ácidos orgânicos e fenóis, dois componentes da acidez potencial, vários trabalhos têm revelado que o processo em referência conduz a uma elevação, pelo menos temporária, do pH. Talvez até seja esse um dos motivos da elevação do pH do solo quando incorporado de vinhaça (ALMEIDA *et alii*, 1950), pois esta é um resíduo rico de matéria orgânica.

VALSECHI & PIMENTEL GOMES (1954) concluíram que a vinhaça, além de elevar o pH da terra determinava uma redução sensível de H total da mesma.

DÖBEREINER & ALVAHYDO (1966) constataram que a casca de arroz e grama fresca misturadas elevaram o pH de um solo "Gray Hidromórfico". Entretanto, sacarose aplicada ao mesmo solo causava abaixamento do pH.

EIRA & CARVALHO (1970) também concluíram que sacarose determinava redução no pH do solo, enquanto que palha de cana e torta de algodão agiam de modo inverso.

PAZ *et alii* (1977) utilizando amostras de Regosol Ser-tãozinho e do Latossolo Roxo Iracemápolis (RANZANI *et alii*, 1966), num ensaio de incubação com doses crescentes de torta de mamona, concluíram que esta causava forte aumento do pH e forte redução de H total dos mesmos.

ZAGO *et alii* (1977) estudaram os efeitos da torta de mamona sobre algumas propriedades de dois Latossolos do Estado de São Paulo. Observaram notável elevação do pH e tendência de redução da acidez total. Entretanto, os dados relativos ao Al trocável não permitiram uma conclusão geral.

Utilizando restos de cultura de milho, como fonte de matéria orgânica, MELLO *et alii* (1979) constataram que doses crescentes desse material causaram elevação dos pHs e redução dos teores de Al trocável de cinco solos do município de Piracicaba.

MELLO *et alii* (1978) estudaram os efeitos de torta de mamona sobre algumas propriedades de cinco solos do município de Piracicaba e, no que respeita aos pHs, constataram elevações significativas de acordo com as doses de torta aplicadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Solos e adubos utilizados

No presente trabalho foram utilizadas terras provenientes das camadas superficiais dos seguintes solos do Município de Piracicaba:

<i>Grande Grupo</i>	<i>Série</i>
Hidromórfico associado com LVE orto	Três Municípios
Terra Roxa Estruturada fase rasa	Pau D'Alho
Latosol Roxo	Iracema
Regosol "intergrade" para PVA var. Laras	Cruz Alta
Hidromórfico associado com PVA var. Laras	Formigueiro

Os quadros I e II apresentam algumas características físicas e químicas das terras empregadas no trabalho.

Os métodos analíticos utilizados foram:

- Análise granulométrica: método da pipeta.
- pH: relação solo: água igual a 1:2,5 (CATANI *et alii*, 1955).
- C%: método de WALLEY & BLACK, modificado (MALAVOLTA & COURY, 1954).
- PO_4^{3-} solúvel: extração com solução de H_2SO_4 0,05N e determinação segundo CATANI *et alii* (1955).
- K^+ trocável: extração com solução de HNO_3 0,05N e determinação por fotometria de chama (CATANI *et alii*, 1955).
- Ca^{2+} trocável: extração com solução de KCl N e determinação por quelatometria.
- Mg^{2+} trocável: extração com solução de KCl N e determinação por quelatometria.
- Al^{3+} trocável: extração com solução de KCl N e titulação com NaOH 0,02 N.
- H^+ titulável: extração com solução de acetato de cálcio normal e titulação com NaOH 0,02 N.

Os materiais utilizados como adubos, foram o CaCO_3 p.a. e a torta de algodão seca a 70°C e triturada em micro moinho, com a seguinte composição de N, P_2O_5 , K_2O , CaO e MgO (quadro III).

QUADRO I. Composição granulométrica das terras utilizadas (RANZANI et alii, 1966).

Solo	Componentes granulométricos (%)		
	Areia	Limo	Argila
Três Municípios	19,4	26,9	53,7
Pau D'Alho	29,1	45,0	25,9
Iracema	27,8	26,1	46,1
Cruz Alta	89,4	5,1	5,5
Formigueiro	74,0	12,1	13,9

O arranjo dos tratamentos foi o fatorial 2^4 tendo sido o delineamento experimental inteiramente casualizado.

As quantidades de CaCO_3 p.a. empregadas foram baseadas no método do Al trocável utilizando o fator 1,5 e foram as seguintes: 0, 1, 2 e 3 vezes as necessárias para eliminar o Al trocável das terras; as doses de torta de algodão foram correspondentes a 0, 15, 30 e 45 t/ha.

Condução do experimento

Porções de 1 kg de T.F.S.A. foram intimamente misturadas com os adubos de acordo com o tratamento, passadas para vasos e incubadas durante 30 dias sob condições de laboratório, e permanecendo úmidas (aproximadamente 50% da capacidade de retenção de umidade). Cada tratamento foi repetido quatro vezes.

Após o período de incubação as terras foram secas ao ar, sobre lâminas de plástico, destorroadas e analisadas.

As determinações efetuadas foram: pH, Al^{3+} trocável e H^+ titulável.

O pH, o Al^{3+} trocável e o H^+ titulável foram determinados pelos métodos citados em **solos e adubos utilizados**.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística.

QUADRO II. Algumas características químicas das terras utilizadas.

Solo	pH	C%	PO ₄ ³⁻ Solúvel	Trocáveis, e.mg/100g TFSA				
				K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
Três Municípios	5,4	1,62	0,07	0,52	3,20	1,76	1,04	5,60
Pau D'Alho	6,0	1,65	0,06	0,48	13,00	3,16	0,03	4,00
Iracema	5,5	2,07	0,03	0,12	7,20	2,88	0,24	6,40
Cruz Alta	5,6	0,84	0,05	0,30	2,40	0,96	0,17	1,84
Formigueiro	6,1	0,90	0,09	0,11	4,00	1,28	0,06	2,16

QUADRO III. Teores de N, P₂O₅, K₂O, CaO e MgO da torta utilizada.

Constituinte	Porcentagem
N	6,00
P ₂ O ₅	1,00
K ₂ O	1,26
CaO	0,12
MgO	0,46

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeitos do CaCO₃ sobre o pH das terras

Os efeitos do CaCO₃ sobre o pH das terras aparecem no quadro IV.

Observa-se que a tendência geral do CaCO₃ foi a de elevar o pH das terras, como era de se esperar, embora apenas no caso da série Três Municípios o seu efeito tenha sido significativo entre tratamentos. O fato do carbonato não ter afetado significativamente o pH das outras terras talvez se deva às pequenas quantidades empregadas, consequência do baixo teor de Al³⁺ trocável das mesmas (quadro II).

Esse resultado, de certa forma, não constitui surpresa, em vista do que foi exposto na revisão bibliográfica.

Nota-se que na série Três Municípios, com pH inicial mais baixo, maior teor de argila e menor teor de areia, com poder tampão, portanto, dos mais elevados entre as terras utilizadas nem a dose maior de CaCO₃ foi suficiente para elevar o pH ao valor desejado.

Efeitos da matéria orgânica sobre o pH das terras

A influência da matéria orgânica sobre o pH aparece sintetizada no quadro V.

Os dados do quadro V revelam que a tendência geral da matéria orgânica foi a de elevar o pH das terras. Entretanto, dentro dessa tendência geral, há algumas excessões:

Quadro IV. Efeitos do CaCO_3 sobre o pH das terras.

Doses de CaCO_3	Solos				Formigueiro
	Três Municípios	Pau D'Alho	Iracema	Cruz Alta	
0	4,96	5,88	5,63	6,01	5,77
1	5,01	5,92	5,70	6,23	5,89
2	5,28	6,01	5,80	6,18	5,90
3	5,39	5,91	5,69	6,19	5,98
D.M.S.	Tukey a 5% = 0,28				C.V. = 4,53%

QUADRO V. Efeitos da matéria orgânica sobre o pH das terras.

Doses de matéria orgânica	Solos				Formigueiro
	Três Municípios	Pau D'Alho	Iracema	Cruz Alta	
0	5,33	5,81	5,29	6,13	5,82
1	4,90	5,89	5,52	6,17	5,67
2	5,03	5,92	5,89	6,18	5,98
3	5,38	6,10	6,12	6,13	6,03
D.M.S.	Tukey a 5% = 0,28				C.V. = 4,53%

- a. Dentro da série Três Municípios: a dose 0 da matéria orgânica superou as doses 1 e 2, não diferindo significativamente da dose 3;
- b. Dentro da série Pau D'Alho: a dose 0 foi superada apenas pela 3;
- c. Dentro da série Iracema: as doses 0 e 1 de matéria orgânica não apresentaram resultados estatisticamente diferentes entre si, o mesmo acontecendo com as doses 2 e 3; estas, contudo superaram as doses 0 e 1;
- d. Dentro da série Cruz Alta: não houve alteração significativa do pH;
- e. Dentro da série Formigueiro: não houve efeito significativo entre as doses 0 e 1, o mesmo acontecendo entre as 2 e 3; estas, entretanto, apresentaram resultados superiores à dose 1.

Tentativamente pode-se explicar do seguinte modo a tendência da matéria orgânica de elevar o pH do solo:

Em primeiro lugar, tratando-se de experimento de curta duração, é possível que ao término do período de incubação grande parte do N da torta estivesse na forma amoniacal, o que teria elevado o pH; essa explicação, de certa forma, encontra apoio no trabalho de MELLO *et alii* (1977) que encontraram grande quantidade de N - NH_4^+ em solos de cerrado após incubação com torta de algodão, com e sem CaCO_3 , durante 30 dias.

A segunda hipótese seria a seguinte: no processo de decomposição da torta formam-se numerosos radicais orgânicos com cargas negativas e que são, portanto, capazes de reter H^+ da solução do solo, com elevação consequente do pH.

A terceira hipótese seria a de que os cátions da torta, livres pela decomposição desta, atuariam no sentido de aumentar o pH das terras.

Os resultados obtidos com relação aos efeitos da matéria orgânica sobre o pH do solo estão de acordo com várias observações, conforme consta na revisão da literatura.

Efeito sobre o pH do CaCO_3 dentro de matéria orgânica e da matéria orgânica dentro de CaCO_3

Pode-se observar pelos dados do quadro VI, que a tendência do CaCO_3 de elevar o pH das terras só aparece de modo significativo na ausência de matéria orgânica.

QUADRO VI. Efeitos sobre o pH do CaCO_3 dentro de matéria orgânica e da matéria orgânica dentro de CaCO_3 .

Doses de matéria orgânica	Dose de CaCO_3			
	0	1	2	3
0	4,46	5,62	5,77	5,84
1	5,55	5,61	5,67	5,69
2	5,70	5,81	5,87	5,81
3	5,89	5,92	6,01	5,98
D.M.S.	Tukey a 5% = 0,25		C.V. = 4,53%	

Da mesma forma em todos os níveis empregados de CaCO_3 o efeito geral da torta de algodão foi o de elevar o pH, tendo ocorrido diferenças significativas dentro de todas as doses de carbonato, exceto dentro da dose 3.

De um modo geral o efeito do CaCO_3 ficou prejudicado devido a pequenas quantidades utilizadas do mesmo e, possivelmente, pelo aumento do poder tampão que a matéria orgânica confere aos solos. Daí, talvez, O CaCO_3 só ter produzido diferenças significativas quando na ausência de torta de algodão.

LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, J.R., G. RANZANI & O. VALSECHI, 1950. A vinhaça na agricultura. 8.º Congresso Internacional de Indústrias Agrícolas, Bruxelas. Boletim n.º 1 do Instituto Zimotécnico da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 20pp.
- CATANI, R., J.R. GALLO & H. GARGANTINI, 1955. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Boletim n.º 69 do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, Campinas, 29 pp.
- CATANI, R. & O. ALONSO, 1969. Avaliação da exigência de calcário do solo. **An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"** 22:141-156.
- DÖBEREINER, J. & R. ALVAHYDO, 1966. Eliminação da toxidez de manganês pela matéria orgânica em solo "Gray Hidromórfico". **Pesq. Agropec. Bras.** 1: 243-248.
- EIRA, A.F. & P.C.T. CARVALHO, 1970. A decomposição da matéria orgânica pelos microorganismos do solo e sua influência nas variações do pH. **Rev. Agr.** 45:15-21.

- GARGANTINI, H., F.A.S. COELHO, F. VERLENGIA & E. SOARES, 1970. Levantamento de fertilidade dos solos do Estado de São Paulo. Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, 32 pp., Campinas.
- MALAVOLTA, E. & T. COURY, 1954. Apostilas de práticas de Química Agrícola, Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- MELLO, F.A.F., 1974. Sobre a correção da acidez de quatro solos por três diferentes processos. **Rev. Agric.** 49:68-74.
- MELLO, F.A.F., M.O.C. BRASIL SOBRINHO, S. ARZOLLA & H.P. HAAG, 1977. Capacidade amonificante de dois solos de campo cerrado do Estado de São Paulo. **Rev. Agric.** 52:157-160.
- MELLO, F.A.F., 1977. A relação $\text{pH} \times \text{Al}^{3+}$ trocável do solo. **Revista de Agricultura** 52:213-217.
- MELLO, F.A.F., R.F. SILVEIRA & S.R. HELLMEISTER, 1978. Efeitos de incorporação de matéria orgânica sobre o pH e capacidade de troca catiônica de cinco solos do município de Piracicaba. **Ecossistema** 3:65-67.
- MELLO, F.A.F., R.J.P. CUNHA, P.A. JARA, M.V. CARRETERO, E. ZAMBELLO JUNIOR & S. ARZOLLA, 1979. Efeitos da incorporação de restos de cultura de milho (*Zea mays*, L.) sobre algumas propriedades químicas e físicas de cinco séries de solos do município de Piracicaba. **Revista de Agricultura** 54:35-49.
- PAZ, L.G., A.C. PEDROSA, A.O. LOBÃO, E.G. CARDOSO, J. SUZUKI, M.A. SLEUTJES, S.A.L. FILHO & F.A.F. MELLO, 1977. Efeitos da aplicação de torta de mamona sobre algumas propriedades químicas de um Latosol Roxo e de um Regosol. **Rev. Agric.** 51:207-213.
- PIPAEMG, 1972. Recomendações do uso de fertilizantes para o Estado de Minas Gerais, Secretaria da Agricultura do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 88p.
- PITTA, G.V.E., 1974. **Correção da acidez do solo utilizando o método do Al^{3+} trocável e efeitos dela decorrentes em seis unidades de solos**, Dissertação, E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- RANZANI, G., O. FREIRE & T. KINJO, 1966. **Carta de solos do Município de Piracicaba**, Centro de Estudos de Solos, ESALQ, Piracicaba.
- VALSECHI, O. & F. PIMENTEL GOMES, 1954. Solos incorporados de vinhaça e seu teor em bases. **An. Esc. Sup. Agric.** "Luiz de Queiroz" 11:135-158.
- SERVIN, G.M., 1971. **Estudos sobre a correção da acidez causada pelo Al^{3+} trocável em quatro solos e alguns efeitos dela decorrentes**. Dissertação, E. S.A. "Luiz de Queiroz", 47 pp. Piracicaba.
- VAN RAIJ, B., 1975. Interpretação da análise de terra. Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, Campinas, mimeog. 8 pp.
- ZAGO, E.A., G. MATSUI, M.T. MIRANDA, J.D. VARGAS & F.A.F. MELLO, 1977. Efeitos da adição de torta de mamona sobre algumas propriedades de dois Latossolos do Estado de São Paulo. **Revista de Agricultura** 52:191-195.