

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Soja  
Ministério da Agricultura e Pecuária*

# ***Eventos Técnicos & Científicos***

**4**

**Julho, 2024**

**RESUMOS EXPANDIDOS**

**19<sup>a</sup> Jornada Acadêmica da Embrapa Soja**

**30 e 31 de julho de 2024  
Londrina, PR**

Embrapa Soja  
Londrina, PR  
2024

Embrapa Soja  
Rodovia Carlos João Strass, acesso Orlando Amaral, Distrito de Warta  
Caixa Postal 231, CEP 86001-970, Londrina, PR  
Fone: (43) 3371 6000  
Fax: (43) 3371 6100  
www.embrapa.br/soja  
https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Embrapa Soja  
Presidente: *Roberta Aparecida Carnevalli*  
Secretário-executivo: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*  
Membros: *Claudine Dinali Santos Seixas, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Fernando Augusto Henning, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, Leandro Eugênio Cardamone Diniz, Maria Cristina Neves de Oliveira, Mônica Juliani Zavaglia Pereira e Norman Neumaier*

Edição executiva: *Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol*  
Normalização: *Valéria de Fátima Cardoso*  
Diagramação: *Marisa Yuri Horikawa*  
Organização da publicação: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite, Larissa Alexandra Cardoso Moraes, Kelly Catharin*

1ª edição  
Publicação digital: PDF

*As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Embrapa.*

*É de responsabilidade dos autores a declaração afirmando que seu trabalho encontra-se em conformidade com as exigências da Lei nº 13.123/2015, que trata do acesso ao Patrimônio Genético e ao Conhecimento Tradicional Associado.*

### **Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)** Embrapa Soja

---

Jornada Acadêmica da Embrapa Soja (19. : 2024: Londrina, PR).  
Resumos expandidos [da] XIX Jornada Acadêmica da Embrapa Soja, Londrina, PR, 30 e 31 de julho de 2024 -- Londrina : Embrapa Soja, 2024.  
PDF (111 p.) -- (Eventos técnicos & científicos / Embrapa Soja, ISSN 0000-0000 ; 4)  
1. Soja. 2. Pesquisa agrícola. I. Título. II. Série.

CDD (21. ed.) 630.2515

## Neutralização da acidez do solo em solos com CTC distintas

Maria Júlia Couto<sup>(1)</sup>, Mariana Gomes Germano<sup>(2)</sup>, Fernanda Ramos de Andrade<sup>(2)</sup>, Joviano Jackson Kleinert<sup>(2)</sup>, Cesar de Castro<sup>(3)</sup>, Adilson de Oliveira Junior<sup>(3)</sup>, Fábio Alvares de Oliveira<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Estudante de Licenciatura em Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR. <sup>(2)</sup> Laboratório de Análise de Solo e Tecido Vegetal, Embrapa Soja, Londrina, PR. <sup>(3)</sup> Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, PR.

### Introdução

A acidificação do solo é um processo pedogenético natural, intensificado pela intemperização e pela atividade microbiológica durante a decomposição da matéria orgânica. Esse fenômeno resulta na remoção de cátions trocáveis da solução do solo, devido à lixiviação e absorção pelas plantas, culminando em uma condição ácida. A acidez do solo, decorrente da liberação de íons H<sup>+</sup> na solução do solo, é medida pela atividade deste íon expressa na forma logarítmica (pH). A acidez do solo constitui um fator crucial para a fertilidade, influenciando simultaneamente diversas propriedades do solo pertinentes ao desenvolvimento das plantas, tais como a disponibilidade de nutrientes e elementos tóxicos, a atividade biológica do solo e a eficiência no uso de fertilizantes (Bönecke et al., 2021).

A correção da acidez do solo em áreas agrícolas é realizada por meio do uso de corretivos, destacando-se o calcário. A estimativa correta da quantidade de calcário a ser aplicada é essencial para o êxito de qualquer programa de correção de solos, pois determina a necessidade do corretivo para elevar o pH dos solos e neutralizar a sua acidez, passando de uma condição inicial até outra desejada (Raij, 1991). A prática fundamental de calagem é empregada para elevar o pH do solo de uma condição ácida limitante para um nível adequado ao desenvolvimento das plantas. A recomendação de calagem baseia-se nas propriedades do solo, acidez ativa e no poder tampão, determinados por diferentes métodos, incluindo: (i) titulação direta, (ii) incubação do solo com corretivo de acidez e (iii) o uso de uma solução tampão para estimar a capacidade do solo de resistir à mudança de pH (McLean, 1973).

No Brasil, a metodologia de recomendação de calagem mais empregada é a elevação da saturação por bases (V%), que apresenta relação direta com o pH (Catani; Galo, 1955). Esta relação é dependente da capacidade de troca catiônica (CTC) do solo e, portanto, de seu poder tampão, sendo necessária a calibração regional para os tipos de solo predominantes.

O objetivo deste trabalho foi determinar a necessidade de calagem pelo método da incubação com corretivos de acidez para avaliar os indicadores de acidez e a efetividade do método de recomendação de calagem em solos com diferentes CTCs.

### Material e métodos

#### Área experimental

Foram coletadas amostras de solo da camada superficial (0-10 cm) de um Argissolo Vermelho Amarelo (Solo PVA), de textura arenosa, e de um Latossolo Vermelho Distroférico (Solo LVdf), de textura muito argilosa. As amostras foram secas e peneiradas para homogeneização e, em seguida, foram acondicionadas em potes plásticos com capacidade para 1 kg e colocadas em casa de vegetação. Foi realizada uma amostragem inicial para caracterização química do solo (tempo zero).

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com 5 repetições, para avaliação de tratamentos em esquema fatorial 2 x 5, variando-se o tipo de solo (LVdf e PVA) e as doses de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) para neutralização da acidez (0 – 0,5 – 1 – 2 – 4 – 8 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>). Posteriormente à aplicação dos tratamentos, o solo foi mantido com umidade próximo a 70% da capacidade de campo. Após o tempo de reação de 60 dias, amostras de solo de cada

unidade experimental foram coletadas para a realização da análise química do solo, conforme a metodologia Embrapa (Teixeira et al., 2017).

### Determinação do pH, acidez potencial (H+Al) e do cálcio trocável

Para cada amostra, foi coletado um volume de 8 cm<sup>3</sup> em copos plásticos de 80 mL. Em seguida, foi preparado a solução extratora de KCl 1M, e 20 mL dessa solução foram adicionados em cada amostra. Durante 15 minutos as amostras foram agitadas em uma mesa orbital a 220 rpm e em seguida mantidas em repouso por 1 hora.

Posteriormente, preparou-se uma solução SMP. Cada amostra recebeu 4,0 mL dessa solução. Elas foram agitadas novamente em uma mesa orbital a 220 rpm durante 20 minutos antes de serem deixadas em repouso durante a noite. No dia seguinte, as amostras foram agitadas por 10 minutos adicionais a 220 rpm e mantidas em repouso por 30 minutos adicionais. Finalmente, o potencial hidrogeniônico foi avaliado por meio de um medidor de pH de bancada PG-2000 da Gehaka.

### Resultados e discussão

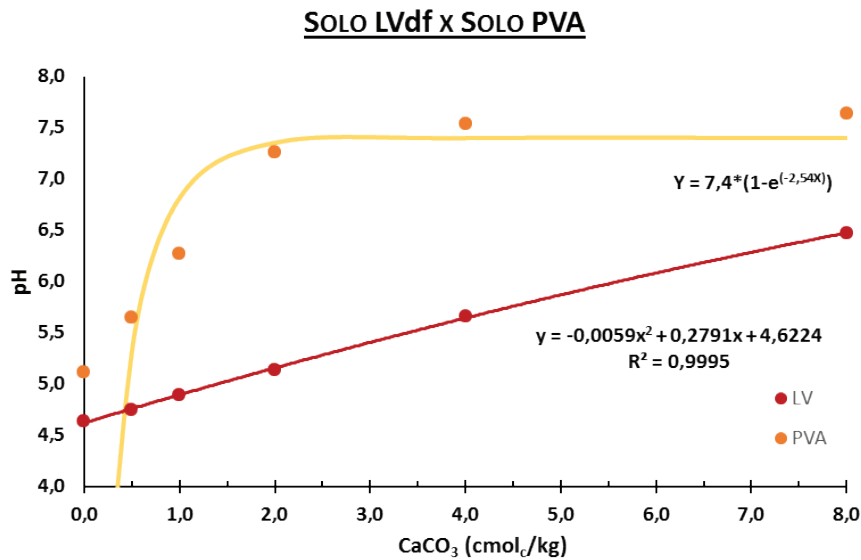
Na Tabela 1 são apresentados os parâmetros químicos dos solos utilizados no presente estudo (tempo zero).

**Tabela 1.** Caracterização química dos solos utilizados no experimento.

Solo	pH (0,01M CaCl <sub>2</sub> )	Al	H + Al (SMP)	Ca	Mg	K	SB	CTC	V	m	P
----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----								----- % -----			
Solo PVA	4,8	0,0	2,7	0,5	0,3	0,1	0,8	3,6	23	2,2	29
Solo LVdf	4,9	0,1	5,1	2,5	1,0	0,8	4,3	9,5	46	1,8	21

A partir dos resultados da coleta realizada em 60 dias (DAT) foram geradas Curvas de Neutralização da Acidez para cada solo em função das doses do corretivo aplicado (Figura 1). O gráfico apresenta respostas distintas entre os solos em função do tempo e das doses do corretivo de acidez.

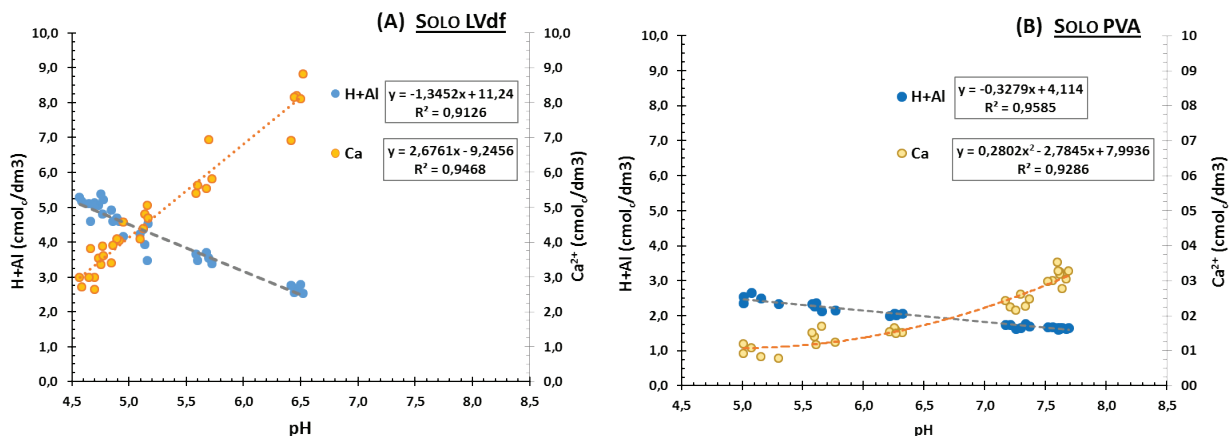
É possível observar que o solo LVdf, com maior CTC, apresentou uma resposta linear ao aumento de pH até a aplicação de 8 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>. A acidez ativa permanece abaixo de pH 7,0, mesmo com a aplicação da dose de calcário superior à acidez ativa inicial, indicando que corretivo ainda continua reagindo e que o solo também apresenta poder tampão de resistência à neutralização da acidez, sem uma tendência de estabilização.



**Figura 1.** Curva de neutralização da acidez para o solo LVdf e solo PVA em resposta a aplicação de  $\text{CaCO}_3$

Em contrapartida, o solo PVA com menor CTC, atingiu valores de pH alcalino e tendência de estabilização a partir da aplicação de  $\text{CaCO}_3$  na dose de 2  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ . Observa-se que as doses superiores ao valor inicial de H+Al foram excessivas, resultando em um pH de 7,5, o que sugere que há calcário não reagido presente no solo. Portanto, não é possível esperar em uma condição ideal de aumento da recuperação de cálcio ou redução da acidez potencial a partir de 2  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ .

A aplicação do corretivo de acidez padrão ( $\text{CaCO}_3$ ) define uma reação balanceada estequiometricamente, solubilizando 1  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$  de  $\text{Ca}^{2+}$  para 1  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$  de H+Al do solo neutralizado. Contudo, a diferença na capacidade de troca catiônica (CTC) entre os solos é um fator crítico para a definição do poder tampão e interfere no resultado analítico. Solos com maior CTC tendem a apresentar desvios maiores entre o valor teórico de neutralização e o valor prático, o que pode explicar a resistência observada na Figura 1 para o solo LVdf. Desta maneira, ao comparar as Figuras 1 e 2, o aumento do pH demonstra uma perspectiva específica da reação de cada solo à aplicação do corretivo, com resultados distintos para a acidez potencial e a disponibilidade de cálcio alcançadas.



**Figura 2.** Acidez potencial e disponibilidade de cálcio em função do pH do (A) Solo LVdf (B) Solo PVA.

O solo LVdf (Figura 2A) apresenta uma linearidade em relação ao pH para a neutralização da acidez potencial e a substituição pelo  $\text{Ca}^{2+}$ , cátion acompanhante no corretivo aplicado. Assim, existe correlação entre a aplicação de  $\text{CaCO}_3$  e a redução da acidez potencial (H+Al) e simultaneamente, um aumento na concentração de cálcio no solo. No entanto, a recuperação de  $\text{Ca}^{2+}$  trocável pelo método analítico foi de  $\pm 4,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$  na maior dose enquanto que a acidez poten-

cial foi reduzida de 5 para 2,5  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ . Isso indica ausência de proporcionalidade estequiométrica e maior desvio para a H+Al em relação ao valor teórico, associado à determinação realizada por método indireto de correlação com o pH SMP para os solos do Paraná. Por essa razão, os valores devem estar subestimados para essa classe de solos de alta CTC.

No solo PVA (Figura 2B), somente H+Al apresentou linearidade em resposta à aplicação de  $\text{CaCO}_3$  e elevação do pH, com pequena variação na faixa de pH alcalino. O cálcio, por sua vez, continuou aumentando na faixa de pH maior que 7,0, indicando que ocorreu a recuperação de cálcio não solubilizado nas maiores doses de  $\text{CaCO}_3$ , pelo extrator KCl 1M.

## Conclusões

Com base nos resultados, pode-se concluir que a CTC do solo determina a amplitude de resposta à neutralização da acidez. É necessário avaliar os indicadores de acidez em solos de diferentes CTC por metodologias específicas, pois seus comportamentos frente à aplicação de corretivos de acidez são distintos. A acidez potencial deve ser determinada por correlação com o pH SMP utilizando-se faixas de variação da CTC. A aplicação excessiva de corretivos de acidez em solos de baixa CTC eleva o pH para valores alcalinos e resulta em superestimativa dos teores de cálcio trocáveis.

## Referências

- BÖNECKE, E.; MEYER, S.; VOGEL, S.; SCHRÖTER, I.; GEBBERS, R.; KLING, C.; KRAMER, E.; LÜCK, K.; NAGEL, A.; PHILIPP, G.; GERLACH, F.; PALME, S.; SCHEIBE, D.; ZIEGER, K.; RÜHLMANN, J. Guidelines for precise lime management based on high-resolution soil pH, texture and SOM maps generated from proximal soil sensing data. **Precision Agriculture**, v. 22, p. 493-523, 2021. DOI: 10.1007/s11119-020-09766-8.
- CATANI, R. A.; GALLO, J. R. Avaliação da exigência em calcário dos solos do estado de São Paulo, mediante correlação entre o PH e a porcentagem de saturação em bases. **Revista de Agricultura**, v. 30, p. 49-60, 1955.
- MCLEAN, E. O. Testing soils for pH and lime requirement. In: WALSH, L. M.; BEATON, J. D. (ed.) **Soil testing and plant analysis**. Madison: SSSA, 1973. p. 78-83.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres; Piracicaba: Potafos, 1991. 343 p.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574 p.