

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

Eventos Técnicos & Científicos

4

Julho, 2024

RESUMOS EXPANDIDOS

19^a 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

Modificações químicas no perfil do solo por modelos de sistemas de produção de soja

Rafael Agostinelli Gouvea⁽¹⁾, Esmael Lopes dos Santos⁽²⁾, Alvadi Antonio Balbinot Junior⁽³⁾, Henrique Debiasi⁽³⁾, Victor Fernandes Beraldo⁽⁴⁾, Leonardo de Lima Silva⁽⁴⁾, Julio Cezar Franchini⁽³⁾

⁽¹⁾ Estudante de Agronomia, Unifil, bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR. ⁽²⁾ Professor, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel, PR.

⁽³⁾ Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, PR. ⁽⁴⁾ Estagiário graduado em Agronomia, bolsista FAPED/Embrapa Soja, Londrina, PR.

Introdução

A acidez é uma característica importante em solos agrícolas brasileiros, causando diminuição na disponibilidade de cátions nutrientes (Ca, Mg e K) e aumento na solubilidade de cátions tóxicos (H e Al). A deficiência de Ca e a toxidez de Al são as principais limitações químicas para o crescimento das raízes, o que se reflete como estresse nutricional e hídrico nas plantas (Ritchey et al., 1980), o que é extremamente importante diante do atual cenário de mudanças climáticas e a intensificação da ocorrência de períodos prolongados de deficiência hídrica.

A calagem é a principal prática utilizada para correção da acidez do solo e fornecimento de Ca e Mg. No entanto, seu efeito é restrito ao local de aplicação (Gonzalez-Erico et al., 1979). A mobilidade de cátions no perfil de solo pode ocorrer nas formas inorgânicas, como sais de sulfato (Shainberg et al., 1989) e orgânicas (Franchini et al., 1999). Franchini et al. (2001a) demonstraram que o calcário associado com resíduos vegetais aumentou o pH, Ca e Mg e diminuiu o Al no perfil do solo. Em condições de campo, Oliveira e Pavan (1996) observaram que em plantio direto consolidado a presença de resíduos vegetais na superfície poderia estar associada à correção da acidez em subsuperfície, mesmo com a aplicação superficial de calcário. Franchini et al. (2001b) constataram que compostos orgânicos hidrossolúveis de baixo peso molecular, liberados de resíduos vegetais, se comportam como ânions orgânicos e formam pares iônicos ou complexos organometálicos com Ca, Mg e Al, aumentando sua mobilidade no perfil do solo.

A partir do início do século, forrageiras tropicais como a braquiária ruziziensis passaram a fazer parte de modelos de sistema de produção como espécies de plantas de cobertura com o objetivo de melhorar a qualidade do sistema de plantio direto devido a sua alta capacidade de produzir biomassa de parte aérea e raízes.

O objetivo do estudo foi avaliar o comportamento de alguns parâmetros químicos de solo após sete anos da implantação de modelos de sistemas de produção incluindo o milho segunda safra e a braquiária ruziziensis.

Material e métodos

O experimento foi realizado de março de 2016 a março de 2023, em Londrina, PR (23°11'37"S, 51°11'03"W e altitude de 630 m). O solo do local experimental foi descrito como um Latossolo Vermelho Distroférrico, segundo a classificação brasileira (Santos et al., 2018), com textura muito argilosa (710 g kg⁻¹ argila, 82 g kg⁻¹ silte e 208 g kg⁻¹ areia). As propriedades químicas do solo na camada de 0,0–0,2 m foram as seguintes: C (Walkley Black) 17,8 g dm⁻³, pH CaCl₂ 5,1, H+Al (SMP) 5,2 cmol_c dm⁻³, K⁻ (Mehlich-1) 0,85 cmol_c dm⁻³, P (Mehlich-1) 36,9 mg dm⁻³, Ca²⁺ (KCl) 4,41 cmol_c dm⁻³, e Mg²⁺ (KCl) 1,52 cmol_c dm⁻³. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco repetições. As parcelas (5,0 × 10,0 m) consistiam em três tratamentos de entressafra: (i) Milho com cobertura de fertilizante de nitrogênio (N) (80 kg N ha⁻¹); (ii) Milho sem cobertura de fertilizante de N e (iii) Braquiária ruziziensis sem fertilizantes. Os tratamentos foram conduzidos nas mesmas parcelas por sete estações para verificar os efeitos cumulativos. Em março de 2019 foi realizada a aplicação de 3 toneladas/ha de calcário dolomítico em todo o experimento para atingir uma saturação por bases de 65%. A semeadura de milho e braquiária ruziziensis ocorreu em meados de março em todas as safras. O milho (híbrido 'AG 9010 YG') foi semeado em fileiras espaçadas de 0,90 m, com 60.000 plantas ha⁻¹. A braquiária ruziziensis foi

semeada com um espaçamento entre fileiras de 0,17 m, com 50 sementes m². A fertilização de semeadura para milho consistiu em 24, 84 e 48 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. O tratamento com braquiária não recebeu fertilizante na semeadura ou cobertura. O milho com N recebeu 80 kg N ha⁻¹ na cobertura como ureia (45% N) no estágio V6 (seis folhas expandidas).

O milho foi colhido em agosto e em outubro a área foi dessecada com glifosato (1,08 kg i.a. ha⁻¹) para a semeadura da soja sob sistema de plantio direto. A quantidade de palha residual produzida pelas culturas de entressafra foi avaliada 20 dias antes da semeadura da soja. A palha presente em 1 m² por parcela foi coletada, seca à 65 °C até peso constante e pesada. Os resultados da produção de palha são expressos em kg ha⁻¹. Para estimativa de rendimentos de grãos, o milho na área útil das parcelas (8,1 m²) foi submetido à colheita mecanizada.

Foram utilizadas as cultivares de soja BRS 1010IPRO em 2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019; cv. BRS 1003IPRO em 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022; e cv. BRS 1061IPRO em 2022/2023. Ambas as cultivares têm tipo de crescimento indeterminado e grupo de maturidade 6.1. A semeadura foi feita na primeira quinzena de outubro, o espaçamento foi de 0,45 m entre linhas e a densidade de 320.000 plantas ha⁻¹. Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com piraclostrobina + tiofanato-metil + fipronil (1 mL kg⁻¹) e inoculante contendo cepas de *Bradyrhizobium elkanii* SEMIA 587 e SEMIA 5019 (2 mL kg⁻¹). A fertilização consistiu em 70 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 70 kg K₂O ha⁻¹.

As plantas na área útil de cada parcela (8,1 m²) foram submetidas à colheita mecanizada e pesadas para estimativa do rendimento da soja. Dados de cobertura do solo e produtividade das culturas foram relatados por Balbinot Junior et al. (2024). Em março de 2023, amostras de solo foram coletadas das camadas de 0,0-0,10 m, 0,10-0,20 m, 0,20-0,30 m, 0,30-0,40 m, 0,40-0,50 m, 0,50-0,60 m e 0,60-0,70 m para avaliar os atributos químicos do solo. As amostras de solo consistiram em cinco subamostras por parcela, o que resultou em uma amostra composta por parcela por camada de solo. Amostras de solo foram avaliadas quanto ao pH CaCl₂ 0,01 M, teores de potássio (K) (Mehlich-1), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al) no extrato de KCl 1M, H+Al por SMP e a capacidade de troca catiônica e a saturação por bases foram obtidos por cálculo segundo Teixeira et al. (2017). Os dados de solo de pH, Ca, Al e V% foram submetidos à análise de variância seguindo o modelo de blocos casualizados em cada camada e a diferença significativa entre médias foi determinada pelo teste Scott-Knott (p<0.05).

Resultados e discussão

Após sete anos de cultivo foram observadas diferenças nos parâmetros químicos avaliados no perfil do solo, em função dos modelos de sistemas de produção (Figura 1). A camada superficial e as camadas abaixo de 50 cm de profundidade foram menos alteradas, exceto para o pH. A braquiária *ruziziensis* proporcionou valores mais altos de pH, de teor de Ca e da saturação por bases (V%) e mais baixo de Al trocável do que o milho segunda safra, sem e com fertilização nitrogenada, respectivamente. Esses efeitos foram observados em todo o perfil do solo para o pH, até a camada de 45 para o teor de Ca e V% e até 35 cm para o Al trocável. Aparentemente o processo de acidificação do solo nos modelos de produção com milho segunda safra foi mais intenso do que na presença da braquiária *ruziziensis*. Além disso, no caso dos teores de Ca e Al trocáveis as diferenças foram suficientes para diferenciar o uso de fertilizante nitrogenado no milho.

A adubação nitrogenada é uma das principais fontes de acidificação do solo no sistema de plantio direto, devido a produção de protons durante o processo de nitrificação (Franchini et al., 2000). No presente estudo as perdas acumuladas de Ca durante os períodos experimentais foram de 3,17 cmol_c dm⁻³ para o milho(-N), enquanto chegou a 6,05 cmol_c dm⁻³ no milho(+N). Ou seja, a adubação nitrogenada no milho(+N) praticamente dobrou as perdas de Ca em relação ao milho(-N). Isso ocorre porque os ânions nitrato (NO₃⁻) produzidos durante a nitrificação dos fertilizantes nitrogenados formam pares iônicos com cátions básicos, como o Ca²⁺, aumentando sua mobili-

dade no perfil do solo. Aparentemente, o Ca^{2+} foi mobilizado pelos ânions inorgânicos para além da profundidade monitorada pelo estudo, que foi até 70 cm. Concomitantemente, o próton H^+ ocuparia as cargas negativas liberadas pela lixiviação do Ca^{2+} , reduzindo o pH.

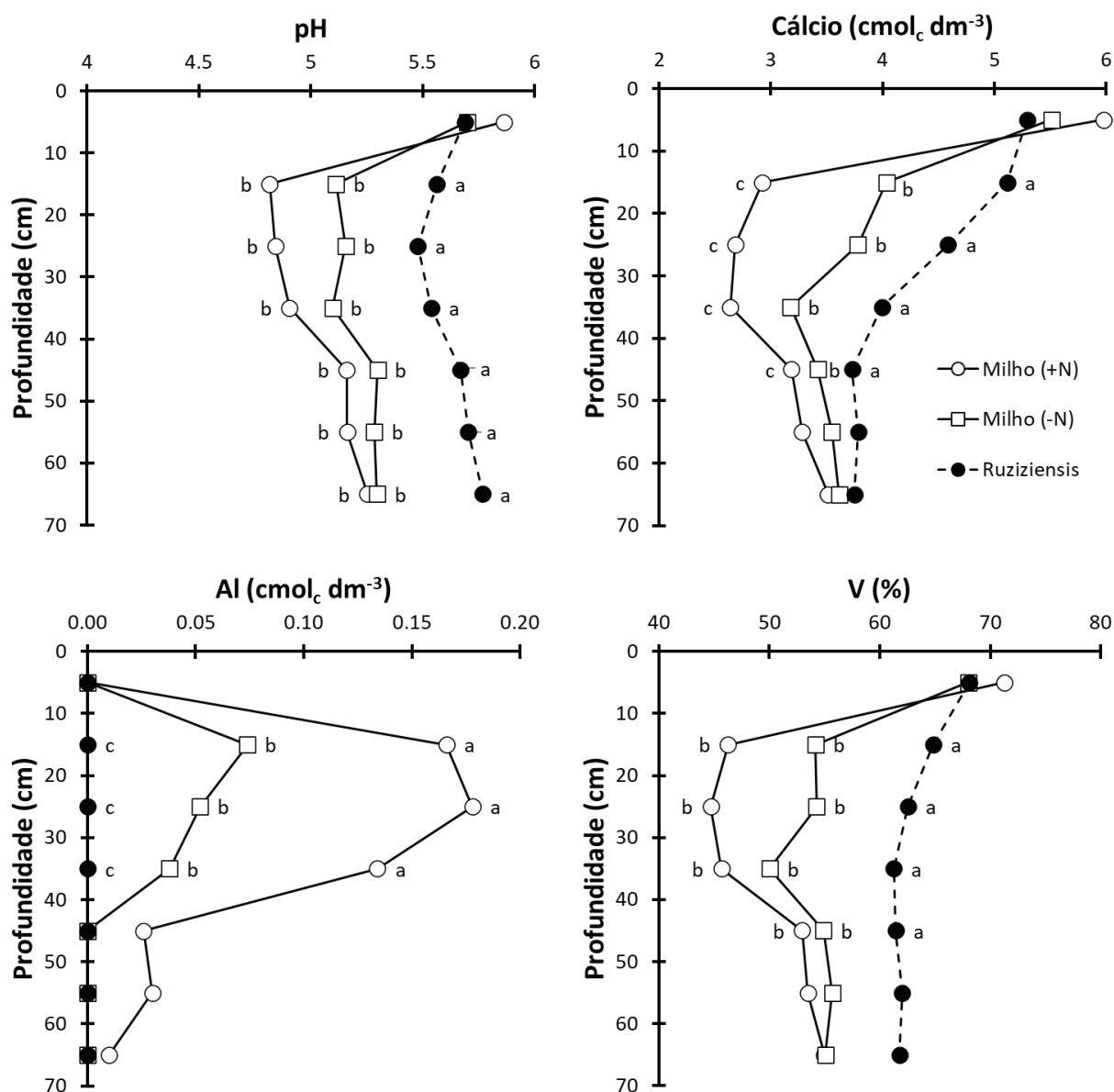


Figura 1. Valores de pH do solo em CaCl_2 , teor de Ca, teor de Al e saturação por bases até 70 cm de profundidade como uma função das culturas de entressafra [Milho com fertilizante nitrogenado, milho sem fertilizante nitrogenado e braquiária ruziziensis (*Urochloa ruziziensis*) sem fertilizantes], sete anos após o início do experimento em Latossolo Vermelho sob plantio direto em Londrina, Paraná. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si em cada camada de solo pelo teste Scott-Knott ($p < 0.05$). Valores representam a média de cinco repetições de campo.

Por outro lado, a ausência de fertilização nitrogenada na braquiária fez com que houvesse uma mobilização mais homogênea da frente alcalina proporcionada pela aplicação de calcário em 2019. A produção de biomassa de parte aérea da braquiária durante este estudo chegou a valores próximos a 9 toneladas em alguns casos (Balbinot Junior et al., 2024). Provavelmente, compostos orgânicos hidrossolúveis presentes nessa espécie apresentam maior capacidade em neutralizar H^+ , semelhante ao que foi observado por Franchini et al. (1999). Esse comportamento poderia explicar o aumento de pH, e a melhor distribuição de Ca e do V% em todo o perfil de solo observado no modelo de sistema de produção com braquiária, quando comparado com o milho.

Conclusões

Os modelos de sistemas de produção avaliados influenciaram no comportamento de parâmetros químicos do solo relacionados à acidez. O uso de nitrogênio no milho acentuou o processo de acidificação do solo. A braquiária *ruziziensis* proporcionou maiores valores de pH, de Ca e V% em todo o perfil do solo indicando que seu uso associado a aplicação de calcário, auxilia na mobilização da frente alcalina.

Referências

- BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; OLIVEIRA, M. A. de; COELHO, A. E.; MORAES, M. T. de. Soybean yield, seed protein and oil concentration, and soil fertility affected by off-season crops. **European Journal of Agronomy**, v. 153, 127039, 2024. 11 p.
- FRANCHINI, J. C.; BORKERT, C. M.; FERREIRA, M. M.; GAUDÊNCIO, C. A. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 2, p. 459-467, 2000.
- FRANCHINI, J. C.; GONZALEZ-VILA, F. J.; CABRERA, F.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. Rapid transformations of plant water-soluble organic compounds in relation to cation mobilization in an acid Oxisol. **Plant and Soil**, v. 23, p. 55-63, 2001b.
- FRANCHINI, J. C.; MEDA, A. R.; CASSIOLATO, M. E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. Potencial de extratos de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo por método biológico. **Scientia Agricola**, v. 58, p. 357-360, 2001a.
- FRANCHINI, J. C.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MALAVOLTA, E. Dinâmica de íons em solo ácido lixiviado com extratos de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 2267-2276, 1999.
- GONZALEZ-ERICO, E.; KAMPRATH, E. J.; NADERMAN, G. C.; SOARES, W. V. Effect of depth of lime incorporation on the growth of corn on an oxisol of central Brazil. **Soil Science Society of America Journal**, v. 43, p. 1155-1158, 1979.
- OLIVEIRA, E. L. de; PAVAN, M. A. Control of soil acidity in no-tillage system for soybean production. **Soil and Tillage Research**, v. 38, p. 47-57, 1996.
- RITCHEY, K. D.; SOUZA, K. M. G.; LOBATO, E.; CORREA, O. Calcium leaching to increase rooting depth in a Brazilian Savannah Oxisol. **Agronomy Journal**, v. 72, p. 40-44, 1980.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. E-book.
- SHAINBERG, I.; SUMNER, M. E.; MILLER, W. P.; FARINA, M. P. W.; PAVAN, M. A.; FEY, M. V. Use of gypsum on soils: a review. **Advances in Soil Science**, v. 9, p. 1-10, 1989.
- 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.