

POTENCIAL DE EXTRATOS DE RESÍDUOS VEGETAIS NA MOBILIZAÇÃO DO CALCÁRIO NO SOLO POR MÉTODO BIOLÓGICO

Júlio Cezar Franchini^{1,3*}; Anderson Rotter Meda^{2,3,4}; Marcelo Elias Cassiolato^{2,3,4}; Mário Miyazawa²; Marcos Antonio Pavan²

¹Embrapa Soja, C.P. 231 - CEP: 86001-970 - Londrina, PR.

²IAPAR, C.P. 481 - CEP: 86001-970 - Londrina, PR.

³Bolsista CNPq.

⁴Bolsista PIBIC.

*Autor correspondente <hungria@sercomtel.com.br.>

RESUMO: O calcário aplicado na superfície do solo apresenta baixa eficiência na correção da acidez subsuperficial. A eficiência pode ser melhorada através de compostos orgânicos hidrossolúveis liberados pelos resíduos vegetais. Foi avaliado um método biológico para testar a capacidade de extratos vegetais na mobilização do calcário no solo. O método consiste das seguintes etapas: coleta e preparo do material vegetal; extração dos compostos orgânicos hidrossolúveis; preparo da coluna de solo; aplicação do calcário na superfície do solo; aplicação do extrato vegetal; irrigação com água destilada; teste biológico com a planta indicadora de trigo cv. Anahuac e avaliação do crescimento radicular. A calagem sem resíduo vegetal aumentou o pH e o teor de Ca e diminuiu o teor de Al apenas na camada 0 a 5 cm de profundidade. A calagem com resíduos de aveia preta e nabo forrageiro aumentou o pH e o teor de Ca e diminuiu o teor de Al na camada de 0 a 20 cm de profundidade. Por outro lado, a calagem com resíduos de trigo não afetou a mobilidade do calcário no solo. O crescimento das raízes acompanhou os efeitos na química do solo: calagem sem resíduo e calagem com resíduo de trigo apresentaram crescimento das raízes até 10 cm de profundidade enquanto a calagem com resíduos de aveia e nabo favoreceu o crescimento das raízes até 20 cm de profundidade. O teste biológico foi adequado para avaliar a eficiência de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo. **Palavras-chave:** calagem, acidez subsuperficial, teste biológico, lixiviação

PLANT RESIDUE EXTRACTS POTENTIAL FOR LIME MOBILITY IN THE SOIL USING A BIOLOGICAL METHOD

ABSTRACT: Soil surface applied lime shows low efficiency in alleviating subsoil acidity. Lime efficiency is increased through water-soluble organic compounds released from plant residues. A biological test was evaluated to verify the capacity of plant extracts on lime mobility in the soil. The test presents the following steps: plant material preparation; extraction of water soluble organic compounds; soil column preparation; soil surface lime addition; plant extract addition; irrigation with distilled water; biological test with an indicator plant (wheat, cultivar Anahuac); and root growth evaluation. Surface applied lime without plant residue increased pH and Ca, and decreased Al in the top 5 cm of soil. Lime with black oats and oil seed radish extracts increased pH and Ca and decreased Al up to the 20 cm soil depth. Wheat residue had no effect on lime mobility. Indicator root growth followed the effect of treatments on soil chemical composition: lime without plant residue enhanced root growth in the top 10 cm depth and lime with black oats and oil seed radish enhanced root growth up to the 20 cm depth. The biological test was efficient to evaluate the ability of plant residues in relation to lime mobility in the soil.

Key words: liming, subsoil acidity, biological test, leaching

INTRODUÇÃO

A acidez é uma característica generalizada dos solos agrícolas brasileiros, causando principalmente diminuição na disponibilidade de cátions nutrientes (Ca, Mg, K) e aumento na solubilidade de cátions tóxicos (H, Al). A deficiência de Ca e a toxidez de Al são as principais limitações químicas para o crescimento radicular, cujas conseqüências se manifestam pelo estresse nutricional e hídrico nas plantas (Ritchey et al., 1980). Embora a calagem seja a principal prática utilizada para a correção química da acidez do solo, o seu efeito é restrito ao local de aplicação (Gonzalez-Erico et al., 1979).

A mobilização química do calcário no solo pode ocorrer nas formas inorgânicas, principalmente com sais de sulfato (Shainberg et al., 1989), e orgânicas (Pavan & Miyazawa, 1998; Miyazawa et al., 1998; Ziglio et al., 1999). Esses últimos autores demonstraram que a calagem (calcário dolomítico) associada a resíduos vegetais aumentou o pH, Ca e Mg e diminuiu Al em profundidade no solo. Oliveira & Pavan (1996) também atribuíram à presença de resíduos vegetais na superfície do solo sob plantio direto, como a principal causa da eficiência da calagem na correção da acidez subsuperficial do solo. Recentemente, constatou-se que compostos orgânicos hidrossolúveis de baixo peso

molecular liberados pelos resíduos vegetais, desempenham um papel fundamental na química dos solos ácidos (Franchini et al., 1999 a, b). Observou-se também que o efeito do resíduo vegetal na mobilidade do calcário no solo varia com a espécie de planta e com as variedades de uma mesma espécie (Cassiolato et al., 1999).

O objetivo do estudo foi avaliar um método biológico para testar em condições de laboratório a capacidade de extratos hidrossolúveis de origem vegetal na mobilização do calcário aplicado na superfície do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e preparo do material vegetal - amostras de aveia preta (*Avena strigosa*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e trigo (*Triticum aestivum*) foram coletadas nos campos experimentais do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) durante o inverno de 1999. Foi coletada a parte aérea das plantas contidas numa área de 0,25 m², com cinco repetições para cada tipo de material vegetal. As amostras foram secas a 65°C por 48 horas, moídas, passadas em peneira de 1mm e armazenadas em sacos plásticos. As amostras de aveia e nabo foram coletadas no estágio de pleno florescimento e as de trigo no final do ciclo, após a colheita dos grãos.

Extração de compostos hidrossolúveis - foram transferidos 3 g do material vegetal para erlenmeyer de 250 mL e adicionada água destilada em quantidade equivalente a um volume de poros (pV) do solo (110 mL). A mistura foi agitada por 8 horas a 175 rpm e filtrada. Os teores de Ca e Mg foram determinados por absorção atômica e o de K por fotometria de chama. A TABELA 1 apresenta os resultados do pH e do teor de cátions básicos nos extratos de materiais vegetais.

Preparo da coluna de solo - foram preparadas colunas de PVC de 30 cm de comprimento por 5 cm de diâmetro recoberta internamente com saco plástico de mesmo comprimento e diâmetro. As colunas foram preenchidas com a amostra de solo a ser avaliada. Para o presente estudo utilizou-se de um latossolo vermelho escuro com as seguintes características: pH CaCl₂ 4,1; Al, Ca, Mg e K trocáveis 11,1; 3,70; 1,70 e 0,50 mmol dm⁻³, respectivamente; acidez total (H + Al) 62,0 mmol dm⁻³; carbono orgânico 7,64 g kg⁻¹ e argila, silte e areia 27, 2 e 71%, respectivamente.

TABELA 1 - pH e teores solúveis de Ca, Mg e K nos extratos de materiais vegetais.

Material vegetal	pH	Cátions básicos			
		Ca	Mg	K	Soma
----- mg dm ⁻³ -----					
Aveia preta	6,1	41,4	23,0	812,8	877,2
Nabo forrageiro	5,6	299,5	46,0	601,2	946,7
Palha de trigo	5,4	6,4	5,5	360,0	371,9

Calagem - as amostras de solo foram corrigidas com calcário calcítico (CaCO₃) finamente moído (< 0,5 mm) considerando duas formas de aplicação: a) incorporado: doses de calcário equivalentes a 0, 25, 50 e 100% da acidez total do solo (H+Al) foram misturadas a amostra de solo antes do acondicionamento na coluna de PVC. O objetivo destes tratamentos foi estabelecer diferentes condições de pH e teores de Ca e Al no solo para avaliação da resposta da planta indicadora no teste biológico (ver teste biológico); b) superficial: o calcário foi adicionado em quantidade equivalente para neutralizar 100% da acidez total do solo (H + Al). Neste tratamento foi avaliado o potencial de extratos de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo.

Irrigação - foram adicionados às colunas de solo um volume de extrato vegetal ou água (testemunha e calcário sem extrato vegetal) equivalente a 1 pV. A seguir a coluna foi percolada com 3 pV de água destilada.

Teste biológico - para o presente estudo utilizou-se a cultivar de trigo Anahuac devido a sua alta sensibilidade à acidez do solo. Depois de cessar a saída de água das colunas, foram transferidas duas sementes pré-germinadas para o centro da coluna de solo. Após 6 dias, o saco plástico foi retirado da coluna de PVC, cortado longitudinalmente e mediu-se o comprimento em centímetros da raiz principal. O momento ideal para avaliação do crescimento radicular foi determinado nas amostras de solo que recebem doses de calcário incorporado. O crescimento radicular foi avaliado após 3, 4, 5, 6 e 7 dias do transplante das sementes pré-germinadas.

Análises químicas - após avaliação do crescimento radicular a mistura material vegetal e calcário foi separada (profundidade 0) e o solo foi dividido em camadas (0 a 5, 5 a 10, 10 a 15 e 15 a 25 cm). Nestas amostras foram então determinados o pH em CaCl₂ e os teores de Ca e Al no extrato de KCl 1 mol L⁻¹ segundo Pavan et al. (1992).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições. Diferenças entre médias para o crescimento radicular foram determinadas utilizando o teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos com doses de calcário incorporado, utilizados na avaliação da planta indicadora, como esperado, aumentaram o pH e o teor de Ca e diminuíram o teor de Al do solo, proporcionalmente à dose aplicada (Figura 1). O crescimento radicular aumentou com a dose aplicada e com o passar do tempo, sendo o obtido após 6 dias selecionado como o padrão para o método biológico devido a limitação de espaço vertical (Figura 2).

Os efeitos dos tratamentos com aplicação superficial do calcário no pH e nos teores trocáveis de Ca e Al do solo são apresentados na Figura 3. A calagem

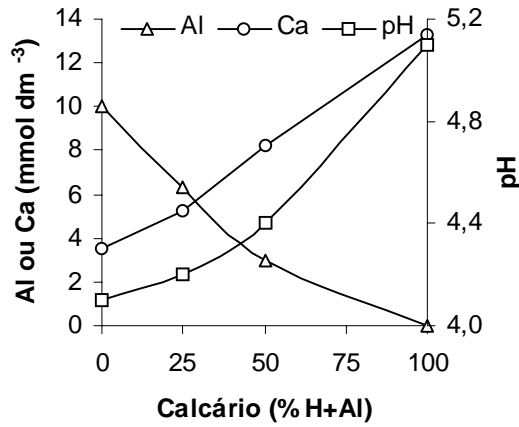


Figura 1 - Efeito da aplicação de calcário incorporado no pH, Ca e Al trocáveis do solo.

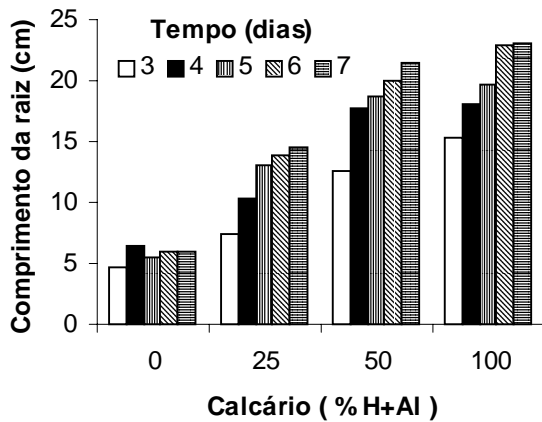


Figura 2 - Efeito da aplicação de calcário incorporado e do dia de avaliação no crescimento radicular do trigo (cultivar Anahuac).

superficial sem resíduo vegetal aumentou o pH e o teor de Ca e diminuiu o teor de Al apenas na camada de 0 a 5 cm, demonstrando a baixa mobilidade do carbonato na ausência de íons inorgânicos e orgânicos. A calagem associada a aplicação dos extratos de aveia e nabo aumentou o pH e o teor de Ca e diminuiu o teor de Al até aproximadamente 20 cm de profundidade. Por outro lado, o extrato de trigo não alterou a acidez das camadas subsuperficiais do solo.

O teor total de carbono solúvel, a composição orgânica dos extratos, as reações de complexação de ácidos orgânicos com cátions polivalentes e suas implicações na mobilidade destes cátions foram descritas anteriormente (Hue et al., 1986; Miyazawa et al., 1998; Pavan & Miyazawa, 1998; Franchini et al., 1999 a, b, c; Pavan, 1999; Ziglio et al., 1999; Miyazawa et al., 2000) e demonstram que os ligantes orgânicos hidrossolúveis com grupos funcionais hidroxílicos (CO) e carboxílicos (COO⁻) presentes nos extratos vegetais dos adubos verdes são os responsáveis pelas alterações químicas observadas no perfil do solo. Os resultados para o extrato de trigo também concordam com os observados por Pierre & Banwart (1973) que atribuíram o baixo efeito

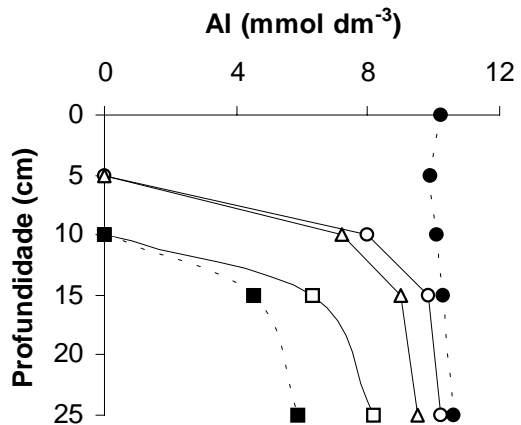
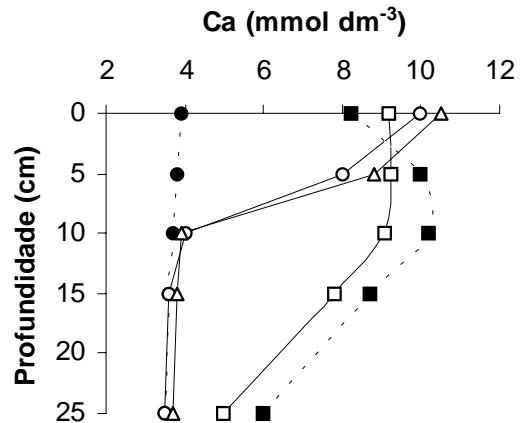
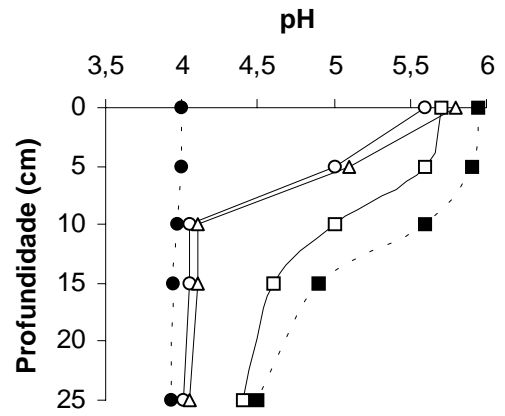


Figura 3 - Efeito da aplicação de calcário na superfície do solo com e sem resíduos vegetais no pH, Ca e Al trocáveis do solo. ●●● testemunha; ○○ calcário; □□ calcário + aveia; ■■ calcário + nabo e △△ calcário + trigo.

dos resíduos de trigo na química de um solo ácido ao seu baixo teor de ânions orgânicos (5 - 10 cmol_c kg⁻¹). O teor total de cátions básicos solúveis é um bom indicativo do potencial de mobilização de cátions (TABELA 1), provavelmente devido a relação direta entre o teor de cátions e o teor de ânions orgânicos para manutenção da eletroneutralidade na planta (Pierre & Banwart, 1973).

A Figura 4 ilustra os efeitos da calagem com e sem resíduos vegetais no crescimento radicular do trigo. De maneira geral, o crescimento das raízes de trigo refletiram os efeitos dos tratamentos no pH, Ca e Al do solo (Figuras 2 e 3). O crescimento das raízes no tratamento testemunha limitou-se aos 5 cm superficiais, demonstrando que o solo em estudo apresentava limitações químicas. A calagem superficial sem resíduos vegetais também não favoreceu o crescimento das raízes em profundidade no solo. Este resultado demonstra a ineficiência do calcário aplicado na superfície de um solo sem cobertura vegetal na melhoria das condições químicas de acidez da subsuperfície. A exemplo do que ocorreu no solo, houve diferenças entre os resíduos vegetais no crescimento das raízes. A calagem com resíduos de aveia e nabo possibilitou o crescimento das raízes até à profundidade de 25 cm. A calagem com resíduos de trigo não melhorou o crescimento das raízes em comparação com a calagem sem resíduos. Estes resultados do teste biológico no laboratório reforçam as observações de campo nas quais alguns resíduos vegetais foram eficientes na mobilização do calcário no solo (Oliveira & Pavan, 1996; Miyazawa et al., 1998; Pavan, 1999).

O teste biológico pode ser utilizado como rotina em laboratório para avaliar a eficiência do material vegetal na mobilização do calcário aplicado na superfície do solo.

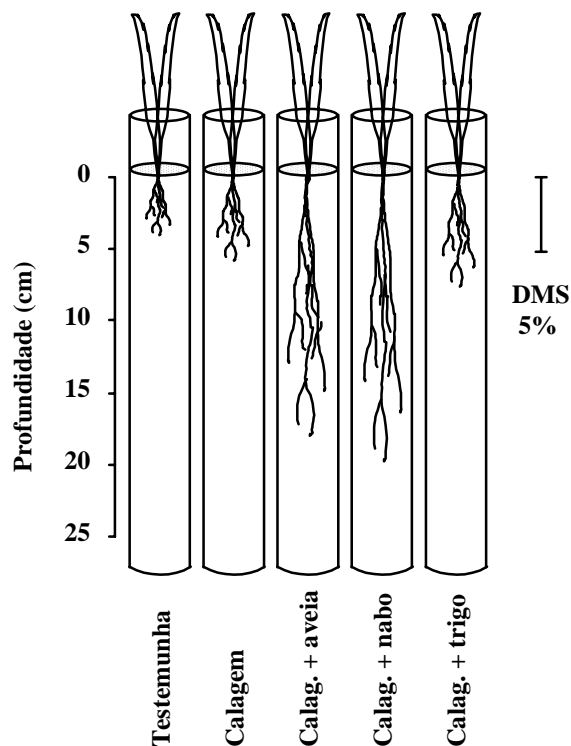


Figura 4 - Efeito da aplicação de calcário na superfície do solo com e sem resíduos vegetais no crescimento radicular do trigo (cultivar Anahuac).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASSIOLATO, M.E.; MEDA, A.R.; PAVAN, M.A.; MIYAZAWA, M.; OLIVEIRA, J.C. Avaliação de cultivares de aveia quanto a mobilização do calcário em solo ácido. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DA AVEIA, 19., Porto Alegre, 1999. **Resumos**. Porto Alegre: UFRGS, 1999. p.346-347.
- HUE, N.V.; CRADDOCK, G.R.; ADAMS, F. Effect of organics acids on aluminum toxicity in subsoils. **Soil Science Society of America Journal**, v.50, p.28-34, 1986.
- FRANCHINI, J.C.; MALAVOLTA, E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. Alterações químicas em solos ácidos após a aplicação de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.533-542, 1999a.
- 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, 1999b.
- FRANCHINI, J.C.; ARRUDA, I.C.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; GAUDÊNCIO, C.A.; TORRES, E. Composição orgânica da fração hidrossolúvel de adubos verdes. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECOLOGIA QUÍMICA, 1., Curitiba, 1999. **Anais**. Curitiba: UFPR: Sociedade Brasileira de Química, 1999c. p.71-71.
- 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.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; FRANCHINI, J.C. Organic mobility of surface applied lime under no tillage. In: INTERNATIONAL MEETING OF THE INTERNATIONAL HUMIC SUBSTANCE SOCIETY, 9., Adelaide, 1998. Adelaide: International Humic Substance Society, 1998. p.166.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; FRANCHINI, J.C. Resíduos vegetais: Influência na química de solos ácidos. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO, 1., Ponta Grossa, 2000. **Anais**. Ponta Grossa: Associação dos Engenheiros Agrônomos dos Campos Gerais, 2000. p.82-94.
- OLIVEIRA, E.; PAVAN, M.A. The control of soil acidity in no-till system for soybean production. **Soil and Tillage Research**, v.38, p.47-57, 1996.
- PAVAN, M.A. Mobilização orgânica do calcário no solo através de adubos verdes. In: PAULETTI, V.; SEGANFREDO, R. (Ed.) **Plantio direto: atualização tecnológica**. Campinas: Fundação Cargill, 1999. p.45-52.
- PAVAN, M.A.; MIYAZAWA, M. Mobilização do calcário no solo através de resíduos da aveia. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DA AVEIA, 18., Londrina, 1998. **Anais**. Londrina: IAPAR, 1998. p.72-79.
- PAVAN, M.A.; BLOCH, M.F.; ZEMPULSKI, H.D.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D.C. **Manual de análise química do solo e controle de qualidade**. Londrina: IAPAR, 1992. 40p. (Circular, 76).
- PIERRE, W.H.; BANWART, W.L. Excess-base and excess-base/nitrogen ration of various crop species and parts of plant. **Agronomy Journal**, v.65, p.91-96, 1973.
- 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.
- 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.
- ZIGLIO, C.M.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. Formas orgânicas e inorgânicas de mobilização do cálcio no solo. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.42, p.257-262, 1999.

Recebido em 05.06.00