

ATRIBUTOS DE SOLO E PRODUTIVIDADE DE FEIJÃO EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE RESÍDUO DE RECICLAGEM DE PAPEL EM CAMBISSOLO MUITO ÁCIDO

**Alvadi Antonio Balbinot Junior¹, Milton da Veiga², José Alfredo da Fonseca³,
Gilcimar Adriano Vogt³, Jackson Adriano Albuquerque⁴, Epitágoras Rodson
Oliveira Costa⁵**

INTRODUÇÃO

Um dos objetivos da reciclagem de resíduos é reduzir a contaminação ambiental. A transformação de papel descartado, como revistas e jornais, em novos produtos de valor comercial, como papel higiênico, gera quantidade expressiva de rejeito. Esse produto apresenta característica de uma massa fibrosa de cor acinzentada, sendo classificado como um resíduo IIA – não inerte (ABNT, 2004). Devido ao elevado volume produzido e à baixa permeabilidade do resíduo, sua alocação em aterros sanitários apresenta elevado custo, além de representar um passivo ambiental.

O emprego de resíduos de reciclagem de papel para correção da acidez do solo em doses apropriadas tem se mostrado eficaz, sem causar impacto ambiental significativo em relação ao aumento dos teores de metais pesados no solo e nos grãos produzidos (Balbinot Jr. et al., 2006a; Balbinot Jr. et al., 2006b; Balbinot Jr. et al., 2010a; Balbinot Jr. et al., 2010b; Costa et al., 2009). No resíduo gerado pelo processo de reciclagem de papel, constata-se a presença de compostos que podem atuar como corretivos da acidez do solo, principalmente óxidos de Ca e Mg. Salienta-se que, no Brasil, a acidez do solo é um dos fatores que mais limita o adequado desenvolvimento de culturas agrícolas, incluindo o feijão.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de resíduo de reciclagem de papel, aplicado em diferentes doses em Cambissolo Háplico com pH muito baixo, sobre atributos químicos do solo e sobre a produtividade da cultura do feijão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em propriedade particular, localizada no município de Canoinhas, SC. O solo foi classificado como Cambissolo Háplico (Embrapa, 2004) e o delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com três repetições. Alguns atributos físicos e químicos do solo antes da aplicação dos tratamentos eram os seguintes: 682 g/kg de argila; pH em água = 4,7; índice SMP = 4,6; $P_{\text{resina}} = 14,6 \text{ mg/dm}^3$; $K = 184 \text{ mg/dm}^3$; $MO = 46 \text{ g/kg}$; $Al = 8,6 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$; $Ca = 0,8 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$; $Mg = 0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$.

Os tratamentos consistiram da aplicação de resíduo de reciclagem de papel nas seguintes doses (base úmida): 50; 100; 150; 250; 400 e 600 t/ha. Também foi conduzido um tratamento referência, com aplicação de 15,1 t/ha de calcário dolomítico (100%

¹ Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Embrapa Soja. Rodovia Carlos João Strass, distrito de Warta, CP 231, Londrina, PR, 86001-970. E-mail: balbinot@cnpso.embrapa.br.

² Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Epagri, Unidade de Experimentação Agrícola de Campos Novos.

³ Eng. Agr., MSc., Pesquisador da Epagri, Estação Experimental de Canoinhas.

⁴ Eng. Agr., Dr., Professor da UDESC, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV).

⁵ Eng. Agr., MSc., Companhia Volta Grande de Papel.

PRNT), dose recomendada para atingir $\text{pH}_{\text{água}}$ 6,0 (Sociedade..., 2004), e um tratamento testemunha, sem aplicação de resíduo ou calcário. Algumas características químicas do resíduo utilizado no experimento, determinadas segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995) em base seca eram: umidade = 63%; $\text{pH} = 7,7$; carbono orgânico = 20% (m/m); nitrogênio = 0,17%; $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,07\%$; $\text{K}_2\text{O} = 0,05\%$; $\text{CaO} = 24\%$; $\text{MgO} = 0,3\%$; poder de neutralização = 44%. Cada unidade experimental apresentou área total de 40 m^2 ($5 \times 8 \text{ m}$). Os produtos foram distribuídos uniformemente na área experimental nos dias 14 e 15/08/08, sendo depois incorporados ao solo, até a profundidade de 20 cm, por meio de uma aração e três gradagens.

Nas safras estivais 2008/09, 2009/10 e 2010/11 foram cultivados, respectivamente, milho, soja e feijão (cultivar IPR Tiziu em espaçamento de 0,45 m e 250 mil plantas/ha). Nos períodos inverniais foi cultivado azevém para pastejo, sem adubação. A adubação das culturas estivais foi a mesma para todos os tratamentos, a qual foi determinada com base na análise do solo.

A coleta de amostras de solo foi realizada em abril de 2010, cerca de 20 meses após a aplicação do resíduo e calcário, na camada de 0 a 20 cm de profundidade, com auxílio de uma pá de corte. Em cada parcela coletaram-se 15 subamostras de solo, as quais constituíram uma amostra composta para cada parcela, na qual determinaram-se variáveis relativa à acidez do solo e teores de micro e macronutrientes. As plantas de feijão presentes na área útil das parcelas ($5,4 \text{ m}^2$) foram colhidas, trilhadas e os grãos pesados. A produtividade foi corrigida para 13% de umidade.

Os dados coletados foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância e teste F. Quando comprovada existência de diferença significativa entre tratamentos, a 5 % de probabilidade, realizou-se análise de regressão. Selecionou-se o modelo que apresentou o melhor ajuste aos dados e ao fenômeno investigado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 20 meses da aplicação, houve aumento do pH em água e do índice SMP do solo com o acréscimo da dose de resíduo de reciclagem de papel (Figura 1), especialmente devido à presença de CaO no resíduo. Isso comprova que o produto tem efeito corretivo da acidez do solo, como discutido por Balbinot Jr. et al. (2006a) e Balbinot Jr. et al. (2010a). Em doses acima de 120 t/ha, o pH em água foi superior a 5,5, eliminando o alumínio trocável, que é tóxico para a maioria das culturas. Mesmo nas maiores doses do resíduo aplicadas, o pH em água do solo não passou de 6,8. O calcário elevou o pH em água do solo para 5,9, como esperado.

Observou-se aumento no teor de cálcio com o aumento das doses de resíduo, até 200 t/ha (Figura 2) e doses superiores a esta não aumentaram o teor de Ca no solo. Também foi constatado aumento nos teores de fósforo extraível com o aumento das doses de resíduo até 240 t/ha. Doses acima desta reduziram o teor de fósforo extraível (Figura 3), provavelmente em função da formação de fosfato de cálcio quando existe grande concentração de Ca no solo em pH mais elevado, conforme relatado por Ernani et al. (2000). O aumento da dose de resíduo elevou os teores de sódio no solo (Figura 4), pois o produto apresenta em sua composição teor expressivo desse elemento, ao contrário do que ocorre com o calcário que tem baixo teor de sódio.

Alterações químicas observadas no solo em função da adição do resíduo, como o aumento do pH, da CTC efetiva, dos teores de cálcio e de fósforo, propiciaram aumento da produtividade de grãos da cultura do feijão (Figura 5). A máxima produtividade foi obtida com aplicação de 372 t/ha de resíduo úmido (137 t/ha de resíduo seco), que é o

ponto de máxima do modelo ajustado para essa variável. Doses superiores a esta reduziram a produtividade, provavelmente devido à menor disponibilidade de fósforo, combinada com o aumento do teor de sódio e redução de alguns micronutrientes, como o manganês.

CONCLUSÃO

O resíduo de reciclagem de papel avaliado, aplicado em doses para elevar o pH em água a 6,0, aumentou os teores de cálcio e fósforo e, conseqüentemente a produtividade de grãos da cultura do feijão, mas em doses maiores reduziu o teor de fósforo extraível e a produtividade da cultura.

AGRADECIMENTOS

À Companhia Volta Grande de Papel pelo recurso financeiro para realização do trabalho. À Epagri pela execução dos trabalhos de campo. Ao senhor Rodrigo Rocha por ceder a área experimental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. NBR 10004, 2004. **Resíduos sólidos, classificação de resíduos**. Rio de Janeiro, 2004, 63p.
- BALBINOT JR., A.A.; TÔRRES, A.N.L.; FONSECA, J.A. et al. Crescimento e teores de nutrientes em tecido de alface pela aplicação de calcário e resíduos de reciclagem de papel num solo ácido. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.5, n.1, p.9-15, 2006a.
- BALBINOT JR., A.A.; TÔRRES, A.N.L.; FONSECA, J.A. et al. Alteração em características químicas de um solo ácido pela aplicação de calcário e resíduos de reciclagem de papel. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.5, n.1, p.16-25, 2006b.
- BALBINOT JR., A.A.; VEIGA, M.; FONSECA, J.A. Aplicação de resíduo de reciclagem de papel em solo ácido: I - Fertilidade e teores de metais pesados no solo. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.23, p.60-65, 2010a.
- BALBINOT JR., A.A.; VEIGA, M.; BACKES, R.L. Aplicação de resíduo de reciclagem de papel em solo ácido: II - Produtividade das culturas de milho e soja e teores de metais pesados nos grãos. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.23, p.66-71, 2010b.
- COSTA, E.R.O.; RIZZI, N.; SILVA, H. D.; SHIZUO, M.; LAVORANTI, O. J. Alterações químicas do solo após aplicação de biosólidos de fábrica de papel reciclado. **Floresta**, v.39, n.1, p. 1-10, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 2004. 1 CD-ROM.; mapa color. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 46).
- ERNANI, P.R.; NASCIMENTO, J.A.L.; CAMPOS, M.L.; CAMILO, R.J. Influência da combinação de fósforo e calcário no rendimento de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p. 537-544, 2000.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto

Alegre, RS: SBCS/Núcleo Regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2004, 394p.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Departamento de Solos da UFRGS, 1995, 174p.

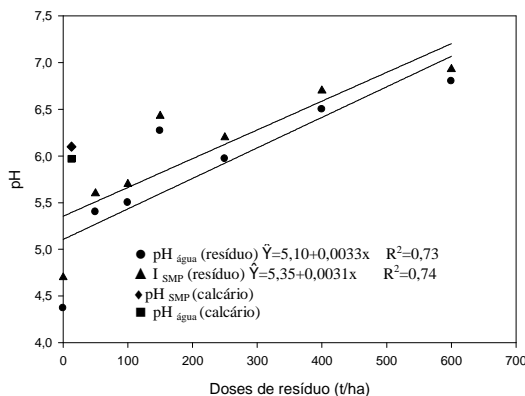


Figura 1. pH em água e índice SMP do solo em decorrência da aplicação de diferentes doses de resíduo de reciclagem de papel ou de 15,1 t/ha de calcário, em amostragens realizadas em abril de 2010, na camada de 0-20 cm de profundidade. Canoinhas/SC, 2011.

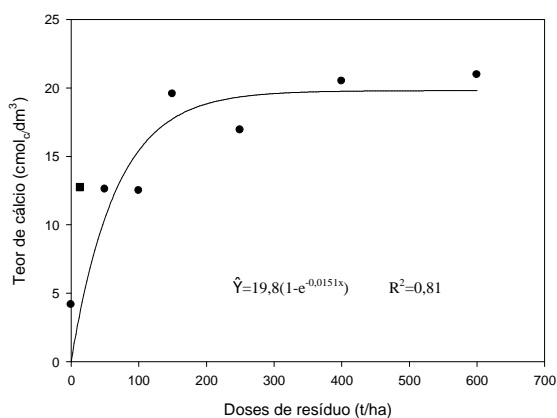


Figura 2. Teor de cálcio no solo em decorrência da aplicação de diferentes doses de resíduo de reciclagem de papel ou de 15,1 t/ha de calcário (■), em amostragem realizada em abril de 2010, na camada de 0-20 cm de profundidade. Canoinhas/SC, 2011.

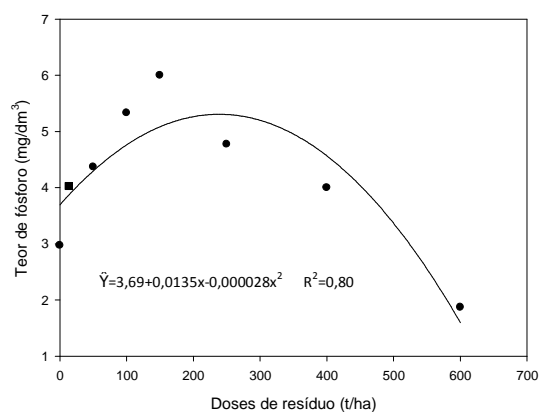


Figura 3. Teor de fósforo no solo em decorrência da aplicação de diferentes doses de resíduo de reciclagem de papel ou de 15,1 t/ha de calcário (■), em amostragem realizada em abril de 2010, na camada de 0-20 cm de profundidade. Canoinhas/SC, 2011.

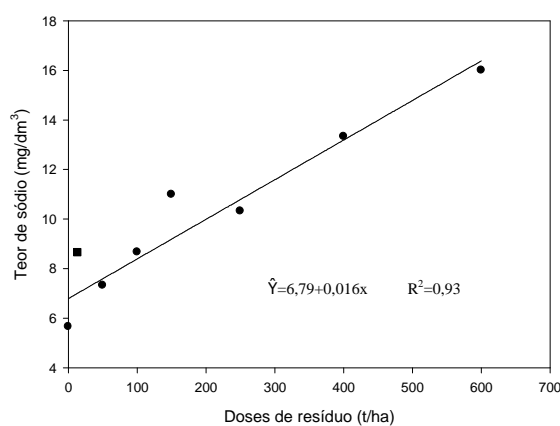


Figura 4. Teor de sódio no solo em decorrência da aplicação de diferentes doses de resíduo de reciclagem de papel ou de 15,1 t/ha de calcário (■), em amostragem realizada em abril de 2010, na camada de 0-20 cm de profundidade. Canoinhas/SC, 2011.

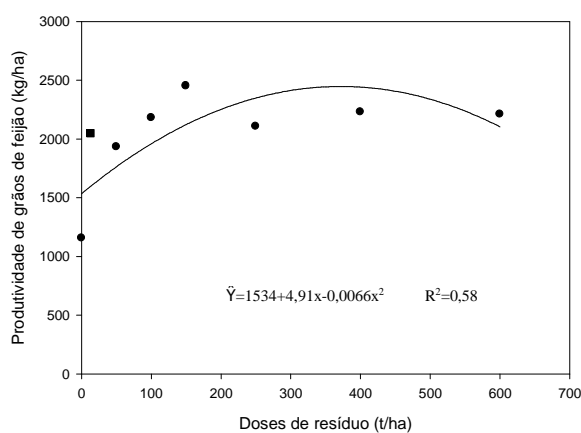


Figura 5. Produtividade de grãos de feijão em decorrência da aplicação de diferentes doses de resíduo de reciclagem de papel ou de 15,1 t/ha de calcário (■), safra 2010/2011. Canoinhas/SC, 2011.