

## **PRODUTIVIDADE DE FEIJÃO E ACIDEZ DO SOLO AFETADAS PELA APLICAÇÃO E REAPLICAÇÃO DE RESÍDUO DE RECICLAGEM DE PAPEL EM SOLO ÁCIDO**

**Alvadi Antonio Balbinot Junior<sup>1</sup>, Milton da Veiga<sup>2</sup>, José Alfredo da Fonseca<sup>3</sup>, Gilcimar Adriano Vogt<sup>3</sup>**

### **INTRODUÇÃO**

A acidez do solo pode limitar expressivamente a produtividade de grãos de feijão, já que reduz o crescimento de suas raízes. Para corrigir esse problema geralmente é utilizado calcário, mas sua aplicação na dose recomendada pode apresentar custo alto, principalmente em situações de pH muito baixo e/ou em solos com elevado poder tampão. Por outro lado, há disponibilidade de resíduos industriais que podem atuar como corretivos da acidez do solo, como é o caso do rejeito de fábricas que reciclam papel (Balbinot Jr. et al., 2006a; Balbinot Jr. et al., 2010a). Esse produto apresenta característica de uma massa fibrosa de cor acinzentada, sendo classificado como um resíduo IIA – não inerte (ABNT, 2004). Devido ao grande volume produzido e à baixa permeabilidade do resíduo, geralmente sua alocação em aterros sanitários é pouco viável economicamente (Balbinot Jr. et al., 2006b).

Foi constatado que o resíduo de reciclagem de papel aplicado e incorporado ao solo reduz a sua acidez e aumenta os teores de fósforo extraível e de cálcio trocável (Balbinot Jr. et al., 2010a). Em adição, constatou-se que o resíduo não aumenta os teores de metais pesados no solo e nos grãos (Balbinot Jr. et al., 2010b). Todavia, ainda não há informações sobre a longevidade de ação química desse resíduo no solo, nem tampouco os efeitos da reaplicação superficial do resíduo sobre a acidez do solo e produtividade de culturas.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da aplicação e da reaplicação de resíduo de reciclagem de papel sobre o pH de um solo ácido e a produtividade da cultura do feijão.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido no Campo Experimental Salto Canoinhas/Epagri, situado no município de Papanduva/SC (longitude 50°16'37'' oeste, latitude 26°22'15'' sul e altitude de 800 m), em um solo classificado como Latossolo Vermelho (Embrapa, 2004). O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos completos casualizados, com três repetições. Os valores de alguns atributos físicos e químicos do solo onde foi implantado o experimento eram os seguintes: 520 g/kg de argila; 4,9 de pH<sub>água</sub>; 4,9 de ISMP; 1,2 mg/dm<sup>3</sup> de P extraível; 52 mg/dm<sup>3</sup> de K trocável; 41 g/kg de matéria orgânica (MO); 1,0 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de Al trocável; 5,2 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de Ca trocável; e 3,5 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de Mg trocável.

Os tratamentos consistiram da aplicação de resíduo de reciclagem de papel nas seguintes doses, em base úmida: 64; 127; 191; 254; 382; e 509 t/ha. Também foi

---

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Epagri, Unidade de Experimentação Agrícola de Campos Novos.

<sup>3</sup> Eng. Agr., MSc., Pesquisador da Epagri, Estação Experimental de Canoinhas.

conduzido um tratamento referência, com aplicação de 10,7 t/ha de calcário dolomítico (100% PRNT), dose recomendada para atingir pH 6,0 na camada de 0-20 cm de profundidade (Sociedade..., 2004), e um tratamento testemunha, sem aplicação de resíduo ou calcário. Os produtos foram distribuídos uniformemente na área experimental em junho de 2004, sendo depois incorporados ao solo até a profundidade de 20 cm, por meio de uma aração e três gradagens. Cada unidade experimental apresentou área total de 50 m<sup>2</sup> (5 x 10 m). Em agosto de 2008, as parcelas foram divididas em duas subparcelas, sem e com reaplicação superficial de 30 t/ha do mesmo resíduo. A composição química do resíduo utilizado no experimento, determinado segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995), encontra-se na Tabela 1.

Nas safras estivais de 2004/05 a 2008/09 foram semeadas, de forma intercalada, as culturas de milho e soja e, no inverno, plantas de coberturas do solo, em sistema plantio direto. Os cultivos estivais foram adubados seguindo recomendação técnica para cada cultura, em função da análise inicial do solo (Sociedade..., 2004). Todos os tratamentos receberam a mesma adubação.

A coleta de amostras de solo foi realizada na camada de 0 a 10 cm de profundidade em abril de 2010, 70 meses após a aplicação inicial de resíduo, com auxílio de uma pá de corte, nas quais se determinou o pH<sub>água</sub> e o índice SMP. Na safra 2009/10 foi cultivado na área experimental feijão cultivar IPR Tiziu, sendo avaliada a produtividade de grãos. Adotaram-se as práticas de manejo recomendadas para a cultura.

Os dados coletados foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância e teste F. Posteriormente, realizou-se análise de regressão polinomial, selecionando-se os modelos que melhor se ajustaram aos dados e ao fenômeno investigado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 70 meses da aplicação de resíduo de reciclagem de papel, houve aumento do pH do solo com o acréscimo da dose (Figura 1). Isto ocorreu, especialmente, devido à presença de quantidade expressiva de CaO no resíduo (Tabela 1). Isso comprova a longevidade do efeito desse produto sobre a correção da acidez do solo e o seu potencial para tal finalidade, como discutido por Balbinot Jr. et al. (2006a) e Balbinot Jr. et al. (2010a). Em doses acima de 130 t/ha, o pH<sub>água</sub> alcançou valores superiores a 5,5, eliminando o alumínio trocável, que é tóxico para as raízes da maioria das culturas. Mesmo nas maiores doses do resíduo, o pH<sub>água</sub> do solo não passou de 6,7. O calcário, como esperado, também elevou o pH<sub>água</sub> do solo.

Houve interação entre doses de resíduo aplicadas em 2004 e reaplicação superficial para produtividade de grãos de feijão sendo que, na ausência de reaplicação, a produtividade aumentou linearmente com as doses aplicadas no início do experimento (Figura 2). Por outro lado, na presença de reaplicação, a produtividade teve resposta quadrática com o aumento das doses de resíduo e a máxima produtividade foi atingida com aplicação de 343 t/ha de resíduo em 2004. O aumento de produtividade, decorrente da aplicação do resíduo, ocorreu principalmente devido à correção da acidez do solo e consequente redução do teor de alumínio trocável, bem como aumento dos teores de P extraível e Ca trocável (Balbinot Jr. et al., 2010a). Houve pequena redução de produtividade após a dose de máxima eficiência técnica, possivelmente devido à redução da disponibilidade de alguns micronutrientes (Balbinot Jr. et al., 2006b; Balbinot Jr. et al., 2010a) e elevação do teor de sódio, elemento presente em quantidade

expressiva no resíduo aplicado (Tabela 1), o que pode provocar salinização do solo e redução da absorção de água e nutrientes pelas plantas de feijão, mas cujo efeito é efêmero, em função desse elemento químico ser facilmente lixiviado no perfil.

## CONCLUSÕES

Após 70 meses da aplicação do resíduo de reciclagem de papel em solo ácido, o pH do solo e a produtividade do feijão foram afetados pelas doses do produto.

Houve interação entre doses de resíduo de reciclagem de papel aplicadas em 2004 e reaplicação superficial em 2008 para produtividade de grãos de feijão na safra 2009/10.

## AGRADECIMENTOS

À Empresa Mili S.A. pelo recurso financeiro para realização do trabalho. À Epagri pela execução do trabalho de campo.

## 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.
- 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).
- 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.

Tabela 1. Características químicas dos resíduos de reciclagem de papel aplicados em junho de 2004 e em agosto de 2008.

Características	06/2004	08/2008	Características	06/2004	08/2008
Umidade (%)	65	57	Alumínio total (%)	6,3	5,9
Cinzas (%)	71	74	Ferro total (%)	0,28	0,23
pH	7,6	8,0	Manganês total (mg/dm <sup>3</sup> )	59	42
Valor de neutralização (%)	24	41	Cobre total (mg/dm <sup>3</sup> )	176	92
Cond. Elétrica (µS/cm)	129	-	Zinco total (mg/dm <sup>3</sup> )	132	286
Carbono orgânico (%)	15	13	Chumbo total (mg/dm <sup>3</sup> )	27	20
Nitrogênio (TKN) (%)	0,28	0,18	Níquel total (mg/dm <sup>3</sup> )	< 5	8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total (%)	0,16	0,09	Cádmio total (mg/dm <sup>3</sup> )	< 2	<0,2
K <sub>2</sub> O total (%)	0,11	0,13	Cromo total (mg/dm <sup>3</sup> )	46	3
CaO total (%)	13	22	Mercúrio (mg/dm <sup>3</sup> )	0,04	0,05
MgO total (%)	0,83	0,36	Molibdênio (mg/dm <sup>3</sup> )	< 15	1
Sódio total (%)	0,66	0,42	Cobalto total (mg/dm <sup>3</sup> )	16	4
Enxofre total (%)	0,07	0,06	Boro total (mg/dm <sup>3</sup> )	11	3

Resultados determinados no material seco em estufa a 75°C.

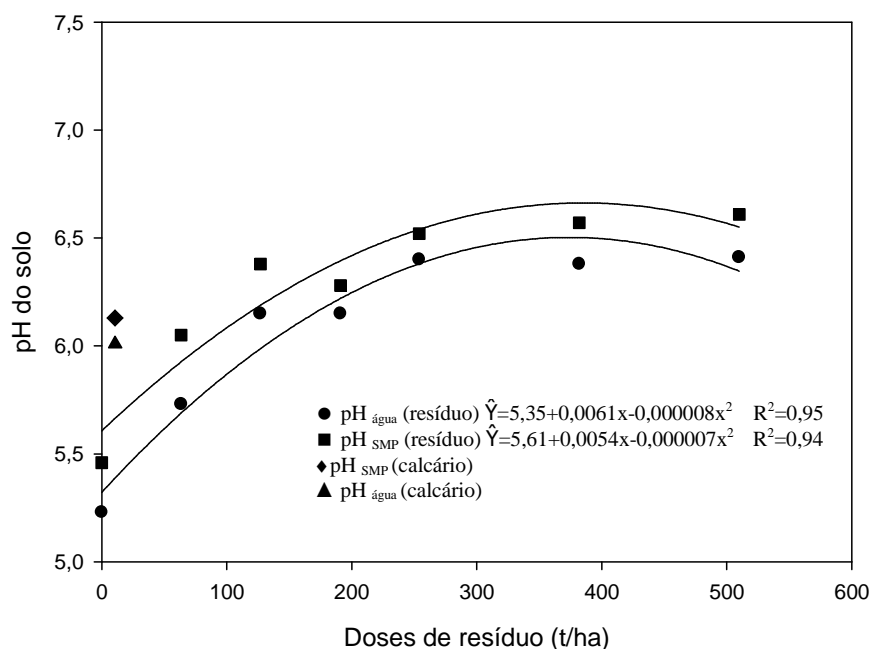


Figura 1. pH do solo em decorrência da aplicação de diferentes doses de resíduo de reciclagem de papel ou de 10 t/ha de calcário em amostras coletadas em abril de 2010 na camada de 0-10 cm de profundidade (média de duas situações de reaplicação superficial). Papanduva/SC, 2010.

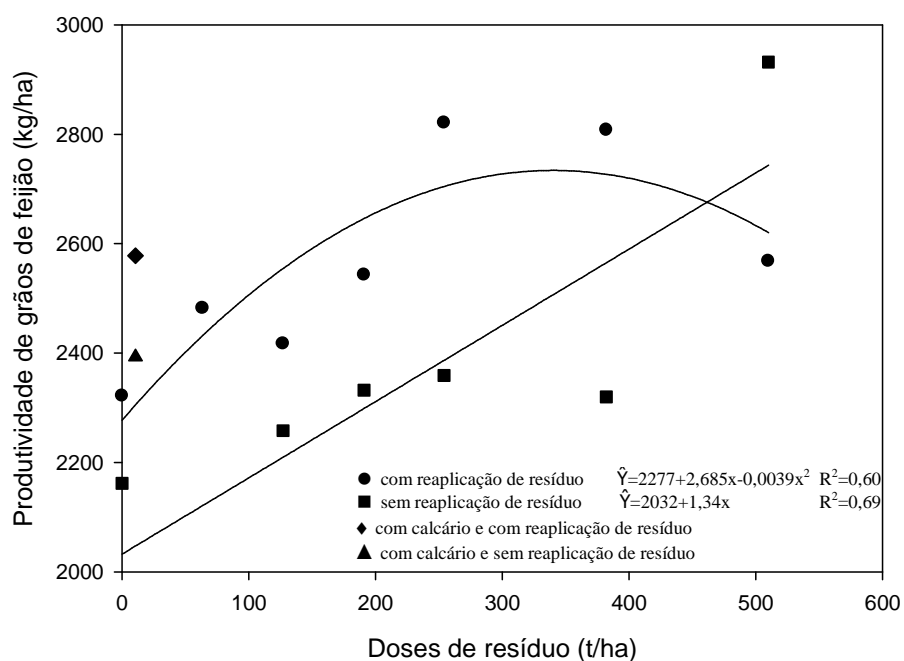


Figura 2. Produtividade de grãos de feijão em decorrência da aplicação inicial de diferentes doses de resíduo de reciclagem de papel, sem (■) e com (●) reaplicação superficial desse resíduo, ou aplicação inicial de 10 t/ha de calcário, sem (▲) e com (◆) reaplicação superficial do mesmo resíduo. Papanduva/SC, safra 2009/10.