



## Atributos físicos e químicos de Argissolo Vermelho após incorporação de cinza de bagaço de cana-de-açúcar<sup>(1)</sup>.

Priscila Roberta Volante<sup>(2)</sup>; José Eduardo Corá<sup>(3)</sup>; Gabriel Ferreira Damasceno<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Parte da tese de doutorado da primeira autora. O presente trabalho foi realizado com o apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil.

<sup>(2)</sup> Doutoranda em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, email: privolante@yahoo.com.br; <sup>(3)</sup> Professor Doutor do Departamento de Solos e Adubos, Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP;

<sup>(4)</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP.

**RESUMO:** A cinza de bagaço de cana-de-açúcar, gerada pela queima do bagaço da cana-de-açúcar para produção de energia elétrica no setor sucroenergético, vem sendo aplicada ao solo sem critério técnico/científico, o que pode causar efeito negativo nos atributos do solo e no ambiente como um todo. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de cinza de bagaço de cana-de-açúcar nos atributos físicos de um Argissolo Vermelho, localizado no município de Taquaritinga – SP. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e cinco repetições. As doses de cinza foram 0, 5, 10, 20 e 40 Mg ha<sup>-1</sup> (base seca). A cinza foi incorporada ao solo por meio de gradagem. Não foram observados alterações significativas nos atributos físicos do solo, após 24 meses da aplicação das doses de cinza. Entretanto, observou-se aumento dos teores de potássio do solo com o aumento das doses de cinza. Os resultados indicam que a cinza pode ser usada como fonte complementar de potássio para as culturas, sem causar efeito negativo nos atributos físicos do solo. Entretanto, pesquisas devem ser realizadas visando efeito da aplicação da cinza nos teores de metais pesados e atributos biológicos do solo.

**Termos de indexação:** sustentabilidade, resíduo, reutilização.

### INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas do país. O principal resíduo resultante do processamento em indústrias sucroenergéticas para a obtenção do açúcar e etanol é a cinza do bagaço, resultante da queima em caldeiras para a geração de energia elétrica.

O processamento de cada tonelada de cana-de-açúcar gera em média 250 kg de bagaço (Gobbi et al., 2011), que após a queima, origina 25 kg de cinza (Paula et al., 2009). Somente na safra

2014/15 foram gerados cerca de 8.540 mil toneladas de cinza (Conab, 2015), que vem sendo distribuída no solo, sem adoção de qualquer critério técnico.

Sabe-se que a aplicação de resíduos ao solo pode provocar efeitos positivos ou negativos nos atributos do solo, nas águas superficiais e subterrâneas e, conseqüentemente, no ambiente como um todo. Assim, torna-se necessário estudos visando avaliar o efeito da aplicação de resíduos no solo. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de doses de cinza de bagaço de cana-de-açúcar nos atributos químicos e físicos do solo.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Argissolo Vermelho, localizado em Taquaritinga-SP. A altitude média local é de 620 m, com latitude 21°22'56" S e longitude 48°38'51" W. Segundo classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw, com verão quente e úmido e inverno seco. A precipitação pluvial média anual é de, aproximadamente, 1.500 mm, concentrada no período de outubro a março.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com 5 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos foram constituídos por doses de cinza de bagaço de cana-de-açúcar (0, 5, 10, 20 e 40 Mg ha<sup>-1</sup>, em base seca). As parcelas experimentais mediam 18 m de comprimento e 2 m de largura.

A cinza de bagaço de cana-de-açúcar (CBCA) foi aplicada na superfície do solo e incorporada na camada de 0,00-0,15 m, com auxílio de grade aradora.

As amostras de solo foram coletadas 24 meses após a aplicação de CBCA. Em cada parcela foram coletadas, nas profundidades 0,00-0,15 e 0,15-0,30 m, com auxílio de trato tipo holandês, dez sub-amostras de terra, para compor uma amostra



composta, representativa de cada parcela. Nas amostras foram determinados: o índice de estabilidade de agregados em água (IEA) de acordo com métodos descritos por Kemper & Rosenau (1986); densidade de partículas (Dp), seguindo metodologia proposta por Gubiani et al. (2006); teores de P, Mg, Ca, K, B, Cu, Mn e Zn, pH (CaCl<sub>2</sub>), acidez potencial e matéria orgânica, de acordo com o método proposto por Raij et al. (2001). A partir desses resultados, foram calculados os valores de capacidade de troca de cátions (CTC), soma de bases (SB) e porcentagem de saturação por bases (V).

Para a determinação da densidade do solo, utilizou-se metodologia proposta por Blake e Hartge (1986). Coletou-se, nas mesmas profundidades, em cada parcela, amostras de solo com estrutura preservada com auxílio de anéis volumétricos (0,05 m de altura x 0,05 m de diâmetro), em triplicata.

Os dados foram submetidos à análise de variância seguindo o esquema de parcelas subdivididas, no qual as doses de cinza corresponderam às parcelas e as camadas do solo às subparcelas. Quando o resultado da análise de variância foi significativo, a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O efeito das doses, quando significativo, foi avaliado por meio de regressão polinomial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado efeito da aplicação das doses de CBCA no índice de estabilidade de agregados, na densidade de partículas e na densidade do solo (**Tabela 1**). Não houve interações entre as doses de CBCA e as profundidades amostradas.

Na camada de 0,00-0,15 m observou-se maior estabilidade dos agregados e os menores valores de densidade do solo. Provavelmente, isso é devido aos maiores teores de matéria orgânica do solo, observados nessa camada (**Tabela 2**). Não houve efeito da profundidade sobre a densidade das partículas do solo.

Não foram observadas diferenças nos atributos químicos do solo após a incorporação da CBCA, exceto para os teores potássio (**Tabela 2**). As interações entre as doses e as profundidades amostradas não foram significativas para os atributos químicos do solo.

Notou-se que os teores de potássio aumentam com o incremento das doses de cinza (**Figura 1**). Isso ocorre porque o potássio é o elemento presente em maior quantidade neste resíduo. Resultados semelhantes foram encontrados por Darolt et al. (1993) quando avaliaram o efeito da aplicação de cinzas vegetais na cultura da alface.

Os autores observaram aumento nos teores de potássio do solo com o aumento das doses de cinza vegetal.

Foram observados maiores teores de fósforo, cálcio, magnésio, matéria orgânica, SB, CTC e V e menor acidez potencial na camada 0,00-0,15 m. Os maiores valores são decorrentes das correções e adubações realizadas na superfície do solo, assim como efeito proporcionado pela aplicação da cinza, no caso específico dos teores de K.

Os resultados indicam que a cinza pode ser utilizada como fonte complementar de K para as culturas, sem causar efeito negativo nos atributos físicos do solo. Entretanto, pesquisas devem ser realizadas visando efeito da aplicação da cinza nos teores metais pesados e atributos biológicos do solo.

## CONCLUSÕES

A aplicação de até 40 t ha<sup>-1</sup> de cinza de bagaço de cana-de-açúcar pode ser utilizada como fonte de potássio sem causar efeito negativo nos atributos físicos do solo.

## AGRADECIMENTOS

À CNPq, pela concessão de bolsa de doutorado à primeira autora, e à Usina Colombo pelo fornecimento da cinza e apoio logístico para o presente trabalho.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa, pelo auxílio com as análises estatísticas.

## REFERÊNCIAS

- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). METHODS OF SOIL ANALYSIS. Part1, 2 ed. American Society of Agronomy, 1986. p. 365-375. (Agronomy monograph, 9)
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: Cana-de-açúcar safra 2014/15, quarto levantamento, abril/2015. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2015. 34 p. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_04\\_13\\_08\\_45\\_51\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_4o\\_lev\\_-\\_14-15.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_04_13_08_45_51_boletim_cana_portugues_-_4o_lev_-_14-15.pdf)>. Acesso em 06 maio de 2015.
- DAROLT, M. R.; BLANCO, M. R. D. V.; ZAMBOM, N. F. R. A. Cinza vegetal como fonte de nutrientes e corretivo de solo na cultura de alface. Horticultura Brasileira, 11: 38-40, 1993.
- GOBBI, A.; GROENWOLD, J. A.; MEDEIROS, M. H. F. Cinza de bagaço de cana-de-açúcar: Contribuição para a sustentabilidade dos materiais de reparo. IN: VI CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIAS



E REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS. CÓRDOBA, ARGENTINA. Disponível em: <[http://www.edutecne.utn.edu.ar/cinpar\\_2010/Topico%203/CINPAR%20126.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/cinpar_2010/Topico%203/CINPAR%20126.pdf)>. Acesso em 24 de junho de 2011.

GUBIANI, P. I.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Método alternativo para a determinação da densidade de partículas do solo – exatidão, precisão e tempo de processamento. *Ciência Rural*, 36: 664-668, 2006.

KEMPER, W. D. & ROSENAU, R. C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (Ed.). *METHODS OF SOIL ANALYSIS*. 2.ed. ASA, Madison: American Society of Agronomy, Part1, 1986. p. 425-442. (Agronomy monograph, 9).

PAULA, M. O.; TINÔCO, I. F. F.; RODRIGUES, C. S.; SILVA, E. N.; SOUZA, C. F. Potencial da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como material de substituição parcial de cimento Portland. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13:353-357, 2009.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 285 p.

**Tabela 1.** Densidade de partículas (Dp), índice de estabilidade dos agregados (IEA) e densidade do solo (Ds) em função da incorporação de doses de cinza de bagaço de cana-de-açúcar no solo (CBCA).

Tratamentos	Dp g cm <sup>-3</sup>	IEA %	Ds g cm <sup>-3</sup>
Doses de CBCA (D)			
0 Mg ha <sup>-1</sup>	2,54	64	1,67
5 Mg ha <sup>-1</sup>	2,54	64	1,65
10 Mg ha <sup>-1</sup>	2,52	66	1,65
20 Mg ha <sup>-1</sup>	2,60	67	1,64
40 Mg ha <sup>-1</sup>	2,54	66	1,66
F <sub>doses</sub> <sup>(1)</sup>	0,77 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>
CV <sup>(2)</sup> (%)	4	8	4
Profundidades (P)			
0,00 – 0,15 m	2,55	86 a	1,56 b
0,15 – 0,30 m	2,54	44 b	1,74 a
F <sub>época</sub> <sup>(1)</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	995,75 <sup>**</sup>	168,75 <sup>**</sup>
Interação DxP	1,40 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>
CV <sup>(2)</sup> (%)	4	7	3

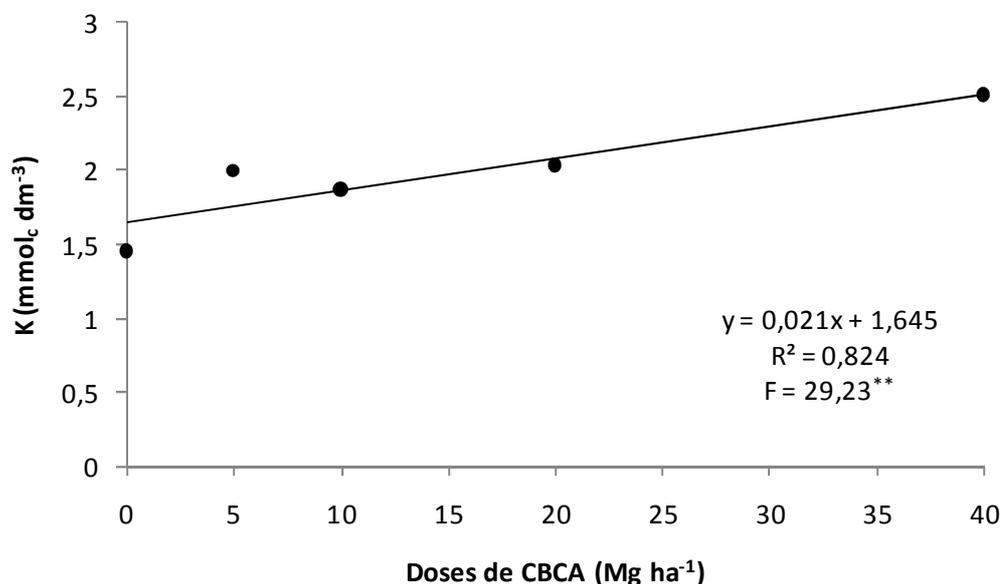
(1): \*\* = significativo a 1% de probabilidade; <sup>ns</sup> = não significativo a 5% de probabilidade; (2): coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.


**Tabela 2.** Atributos químicos do solo em função de doses de cinza de bagaço de cana-de-açúcar (CBCA).

Tratamentos	P <sub>resina</sub> g dm <sup>-3</sup>	MO g dm <sup>-3</sup>	pH CaCl	K -----	Ca -----	Mg mmol <sub>c</sub>	H+Al dm <sup>-3</sup>	SB -----	CTC -----	V %
Doses de CBCA (D)										
0 Mg ha <sup>-1</sup>	23	11	5,2	1,45 c	19	10	19	29,9	48,5	60
5 Mg ha <sup>-1</sup>	52	11	5,3	2,00 abc	27	10	18	38,4	56,3	64
10 Mg ha <sup>-1</sup>	21	11	5,3	1,87 bc	19	10	18	30,6	48,5	62
20 Mg ha <sup>-1</sup>	22	10	5,2	2,03 ab	18	10	20	29,5	49,3	58
40 Mg ha <sup>-1</sup>	34	13	5,3	2,51 a	21	10	19	33,7	52,7	61
F <sub>doses</sub> <sup>(1)</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	1,92 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	8,67 <sup>**</sup>	1,19 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	1,25 <sup>ns</sup>	1,47 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>
CV <sup>(2)</sup> (%)	132	16	5	21	49	17	27	17	17	17
Profundidades (P)										
0,00 – 0,15 m	52 a	15 a	5,5 a	2,41 a	28 a	12 a	18 b	41,6 a	58,9 a	68 a
0,15 – 0,30 m	8 b	8 b	5,1 b	1,53 b	14 b	8 b	20 a	23,2 b	43,1 b	54 b
F <sub>prof</sub> <sup>(1)</sup>	14,17 <sup>**</sup>	210,98 <sup>**</sup>	94,56 <sup>**</sup>	177,15 <sup>**</sup>	36,64 <sup>**</sup>	157,48 <sup>**</sup>	13,51 <sup>**</sup>	62,04 <sup>**</sup>	51,58 <sup>**</sup>	109,28 <sup>**</sup>
Interação DxP	0,82 <sup>ns</sup>	1,14 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	2,18 <sup>ns</sup>	1,18 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>	1,60 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>
CV <sup>(2)</sup> (%)	138	15	3	11	39	11	12	26	15	8

(1). \*\* = significativo a 1% de probabilidade; <sup>ns</sup> = não significativo a 5% de probabilidade

(2). : coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.


**Figura 1.** Teores médios de potássio (K) em função das doses de cinza de bagaço de cana-de-açúcar (CBCA) incorporadas ao solo.