



## Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: Efeito no solo e na produtividade de colmos

Aletéia P. M. da Silva<sup>1</sup>, José A. M. Bono<sup>2</sup> & Francisco de A. R. Pereira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Curso de Administração de Empresas/UFCEG e UNIGRAN, Dourados, MS. E-mail: aleteiasilva@ufgd.edu.br

<sup>2</sup> Mestrado em Produção e Gestão Agroindustrial/UNIDERP, Campo Grande, MS. E-mail: bono@uniderp.edu.br (Autor correspondente)

<sup>3</sup> Mestrado em Produção e Gestão Agroindustrial/UNIDERP, Campo Grande, MS. E-mail: assisrolimp@gmail.com

### Palavras-chave:

*Saccharum* spp.  
atributos químicos do solo  
vinhoto  
cana soca

### RESUMO

No Brasil, o setor sucroalcooleiro está em expansão tendo, como consequência, a geração de resíduos e/ou subprodutos, entre eles a vinhaça. As usinas têm utilizado a vinhaça em áreas agrícolas, através da fertirrigação. O objetivo deste trabalho foi analisar o efeito da aplicação de vinhaça em alguns atributos químicos do solo e na produtividade de colmos de cana, pelo período de três anos. O ensaio foi conduzido em solo classificado como Neossolo Quartzarênico órtico localizado em Campo Grande, MS, de novembro de 2008 a setembro de 2011. As parcelas experimentais foram de 4,2 x 10,0 m (42 m<sup>2</sup>) e os tratamentos constituídos por doses de vinhaça (0, 100, 200, 400 e 800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), distribuídos no campo em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. A vinhaça foi obtida de usina de álcool da região e aplicada em rebrota de canas (1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> socas). Nos resultados observou-se que a vinhaça utilizada proporcionou um incremento na produtividade da cana-de-açúcar e aumento nos valores de pH e nos teores de potássio trocáveis no solo, até a profundidade de 0,4 m.

### Key words:

*Saccharum* spp.  
chemical soil attributes  
fertiligation  
ratoon

## Fertigation with vinasse in sugarcane crop: Effect on the soil and on productivity

### ABSTRACT

The ethanol industry in Brazil is booming, resulting in the production of byproducts, among them the vinasse. The industry have used vinasse in agricultural areas through fertigation. The main objective of this study was to analyse the effect of application of vinasse in some chemical attributes of soil and productivity of sugarcane, for a period of three years. The experiment was conducted in soil classified as Quartzipsamment located in Campo Grande, MS, in the period from November 2008 to September 2011. The experimental plots were of 4.2 x 10.0 m (42 m<sup>2</sup>), and the treatments consisted of vinasse doses (0, 100, 200, 400 and 800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), distributed in the field in random blocks design with four replications. Vinasse was retrieved from alcohol plant in the region and applied to seedlings of sugarcane (1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> ratoon). The results showed that the vinasse used provided an increase in productivity of sugarcane and increases in pH and exchangeable potassium of soil levels, up to 0.4 m depth.

## INTRODUÇÃO

O vinhoto resultante do processo de produção do álcool é um resíduo de potencial de contaminação ambiental, pois cada litro de álcool produzido gera dez a mais litros de vinhoto (Ferraz et al., 2000). Caracterizado por ser um líquido de odor forte, coloração marrom-escuro, baixo pH, alto teor de potássio e com alta demanda química de oxigênio (DBO), ou seja, com alta carga de matéria orgânica contida no efluente, torna-se um material altamente poluidor.

Para Giachini & Ferraz (2009) o uso de vinhaça em áreas agrícola, especialmente em lavoura de cana, traz benefícios indiscutíveis tanto do ponto de vista agrônomo quanto do econômico e social.

Silva et al. (2007) alertam que, quando aplicada em altas doses, pode acarretar efeitos indesejáveis como o comprometimento da qualidade da cana para produção de açúcar, salinização do solo e poluição do lençol freático. Silva et al. (2006) verificaram efeito da vinhaça na matéria seca das raízes da cana-de-açúcar, fato este atribuído às melhores condições químicas do solo, pela aplicação deste subproduto.

Canellas et al. (2003) não verificaram, trabalhando em Cambissolo, aumento do potássio nem do cálcio em profundidade, tampouco da capacidade de troca de cátions do solo (CTC) ou nitrogênio, mas apenas aumento nos teores de cobre e ferro nas camadas de 0,20 a 0,40 m de profundidade. Esses autores constataram, ainda, aumento na fração de ácidos fúlvicos de até 13% na camada de 0,40 m o que poderia indicar

não só a evolução química dos compostos orgânicos como também o transporte da fração para camadas de solo mais profundas.

Barros et al. (2010) observaram, estudando a utilização de vinhaça durante 10 anos, a melhoria da disponibilidade dos macronutrientes, diminuindo a dos micros. Segundo Neves et al. (1983) a adição de vinhaça, juntamente com a incorporação de matéria orgânica, pode melhorar as condições físicas do solo e promover maior mobilização de nutrientes em função da também maior solubilidade proporcionada pelo resíduo líquido.

Otto et al. (2010) verificaram, trabalhando com manejo da adubação potássica na cultura da cana-de-açúcar, efeito na altura da plantas, perfilhamento e na produção de colmos atribuídos ao potássio, tanto para aplicação única como parcelada.

Vasconcelos et al. (2010) observaram a elevação do limite consistência do solo, reduzindo o risco da deformação plástica e o aumento do carbono orgânico total do solo, pelo uso da vinhaça.

Propôs-se, neste trabalho, analisar o efeito da aplicação de vinhaça em alguns atributos químicos do solo e na produtividade de colmos de cana durante três anos, em um solo classificado como Neossolo Quartzarênico órtico na região de Campo Grande, MS.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em um solo classificado como Neossolo Quartzarênico órtico (Areia Quartzosa), localizado no município de Campo Grande - Mato Grosso do Sul nas coordenadas geográficas de latitude de 20° 26' 21" Sul e longitude de 54° 32' 27" Oeste.

O solo tinha as seguintes características química e física: na camada de 0 a 20 cm pH em CaCl<sub>2</sub> 4,9, fósforo 2,5 mg dm<sup>-3</sup> (Mellich-1), potássio 15 mg dm<sup>-3</sup>, cálcio 0,7 cmol<sub>+</sub> dm<sup>-3</sup>, magnésio 0,3 cmol<sub>+</sub> dm<sup>-3</sup>, alumínio 0,7 cmol<sub>+</sub> dm<sup>-3</sup>, hidrogênio 2,7 cmol<sub>+</sub> dm<sup>-3</sup>, matéria orgânica 12,5 g dm<sup>-3</sup>, argila 130 g kg<sup>-1</sup>, silte 30 g kg<sup>-1</sup> e areia 840 g kg<sup>-1</sup> e na camada de 20 a 40 cm pH em CaCl<sub>2</sub> 4,7, fósforo 1,0 mg dm<sup>-3</sup> (Mellich-1), potássio 11 mg dm<sup>-3</sup>, cálcio 0,5 cmol<sub>+</sub> dm<sup>-3</sup>, magnésio 0,2 cmol<sub>+</sub> dm<sup>-3</sup>, alumínio 0,8 cmol<sub>+</sub> dm<sup>-3</sup>, hidrogênio 2,2 cmol<sub>+</sub> dm<sup>-3</sup>, matéria orgânica 9,5 g dm<sup>-3</sup>, argila 130 g kg<sup>-1</sup>, silte 40 g kg<sup>-1</sup> e areia 830 g kg<sup>-1</sup>.

A cultura da cana utilizada foi implantada em abril de 2007; em outubro de 2008 foi realizado o 1º corte e o início do ciclo da 1ª soca em outubro de 2009; o 2º corte e o início da 2ª soca e, em setembro de 2010, o 3º corte e o início da 3ª soca.

Com vista à implantação da cultura, utilizou-se o material clonal da variedade RB-85-5536, em sulcos espaçados 1,20 m, com densidade de plantio de 12 gemas por metro linear.

Realizou-se uma adubação básica de plantio de 500 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado NPK (8-28-16), aplicado no sulco de plantio e adubação de cobertura com 350 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante formulado NPK (15-0-15), aos 80 dias após a germinação; após cada corte a cana recebia adubação de manutenção com o fertilizante formulado NPK (20-5-20) na quantidade de 500 kg ha<sup>-1</sup>.

Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de vinhaça (0, 100, 200, 400 e 800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), distribuídas em parcelas experimentais de 10,0 m de comprimento por 4,2 m de largura, totalizando 42 m<sup>2</sup> distribuídos no campo segundo o delineamento estatístico de blocos casualizados, com quatro repetições; após cada corte as aplicações da vinhaça foram aplicadas anual e manualmente, através de um regador com saída tipo chuveiro controlando para que não ocorresse o escoamento superficial.

As vinhaças utilizadas nos três anos do estudo foram fornecidas por uma usina de álcool e analisadas conforme metodologia de Andrade & Abreu (2006). Verifica-se, na Tabela 1, a composição média da vinhaça utilizada no experimento.

**Tabela 1.** Características químicas da vinhaça utilizada no experimento

Elementos	1º ano	2º ano	3º ano
	kg m <sup>-3</sup>		
N	0,33	0,10	0,27
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,11	0,09	0,12
K <sub>2</sub> O	1,70	1,25	1,55
CaO	0,57	0,31	0,43
MgO	0,33	0,20	0,35
SO <sub>4</sub>	1,50	1,30	1,40
Matéria Orgânica	19,10	13,20	20,10
		g m <sup>-3</sup>	
Cu	5,0	3,0	7,0
Zn	7,0	2,0	2,0
Mn	4,0	3,0	6,0
Fe	8,0	5,0	7,0

As aplicações da 1ª soca foram feitas em 15/12/2008; na 2ª soca, em 10/11/2009 e na 3ª soca, em 30/10/2010. No mês de março de 2009, 2010 e 2011, foram realizadas amostragens de solo com trado holandês retirando-se amostras de terra de três profundidades: 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 40 cm.

As amostras coletadas foram submetidas aos procedimentos analíticos para a determinação de pH em CaCl<sub>2</sub>, fósforo (P) disponível, potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) trocáveis e matéria orgânica, conforme descrito por EMBRAPA (1999).

No campo se avaliou, nos meses de outubro de 2009, novembro de 2010 e em setembro de 2011, a produtividade de colmos, cortando-os rente ao chão e se eliminando a ponteira, denominada "palmito", da área útil da parcela (2 m<sup>2</sup>); após a pesagem os valores foram extrapolados para kg ha<sup>-1</sup> de colmos de cana.

Os resultados da análise química do solo e das produtividades de colmos em cada ano foram submetidos à análise de variância e à análise de regressão linear. Os dados de atributo químico do solo foram analisados separadamente para cada profundidade excluindo-se, assim, a profundidade, como causa de variação; nas interações entre dose versus cana soca, a mesma foi desdobrada estudando-se a dose dentro de cada cana-soca.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de vinhaça apresentou efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para os valores de pH e nos teores de K trocável no solo,

para todas as profundidade estudadas e para a produtividade de colmos (Tabela 2).

Para o K em todas as profundidades, pH do solo na profundidade 20 a 40 cm e produtividade de colmos, constatou-se efeito da interação entre dose vinhaça e rebrota da cana (socas); no desdobramento das doses dentro de cada rebrota de cana (socas), os teores de potássio no solo foram significativos na cana de 1ª soca, de 2ª soca e de 3ª soca, independente da profundidade (Tabela 3).

Entre as doses de vinhaça em cada soca de cana realizaram-se análises de regressão polinomial que resultaram nos modelos matemáticos verificando-se, para todas as rebrotas de cana e profundidades, que as doses de vinhaça foram significativas para a produção de colmos e para o teor de potássio (Tabela 4).

A produtividade de colmos em canas socas (1ª, 2ª e 3ª socas) em função das doses de vinhaça aplicada no solo, pode ser observada na Figura 1, enquanto a produtividade média foi superior para a cana de 1ª soca seguida pelas de 2ª e 3ª socas.

**Tabela 3.** Desdobramento dos teores de potássio no solo e produtividade de colmos para doses de vinhaça dentro da cada rebrota (1ª, 2ª e 3ª socas)

Causa variação	Quadrado médio	F	Pr > F	Profundidade
Teores de potássio no solo				
1ª soca	62132,000	34,40	<0,0001**	0-10
2ª soca	57612,925	3,19	0,00224**	
3ª soca	38712,000	21,43	<0,0001**	
1ª soca	23900,000	21,65	<0,0001**	10-20
2ª soca	4098,4250	3,71	0,0112*	
3ª soca	61015,000	55,27	<0,0001**	
1ª soca	5259,8000	4,34	0,0050**	20-40
2ª soca	3210,3250	2,65	0,0466*	
3ª soca	74629,000	61,51	<0,0001**	
Produtividade de colmos				
1ª soca	108,74425	3,24	0,0209*	
2ª soca	96,21875	2,87	0,0344*	
3ª soca	293,84675	8,77	<0,0001**	

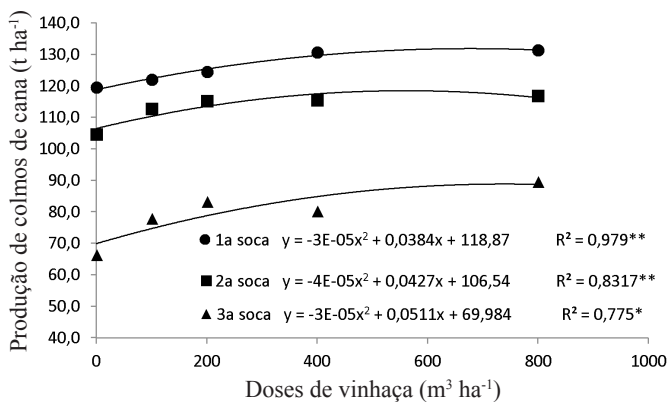
A redução de produtividade média da 1ª soca para a 3ª soca, independente das doses de vinhaça, era esperada, concordando

**Tabela 2.** Valores do quadrado médio, estatística F e a probabilidade da significância de F (Pr > F) e o coeficiente de variação (CV) para pH, P, K, MO e produtividade de colmos para doses de vinhaça em três rebrotas de canas (socas)

Variável	Causa variação	Quadrado médio	F	Pr > F	CV (%)	Profundidade (cm)
pH	dose	0,44721	5,92	0,0007	**	5,35
	cana soca	10,32120	136,67	<0,0001	**	
	dose x cana	0,12492	1,65	0,1387	ns	
P	dose	12,26667	0,50	0,7345	ns	29,41
	cana soca	163,26667	6,68	0,0030	**	
	dose x cana	21,07916	0,86	0,5552	ns	
K	dose	83857,91670	46,43	<0,0001	**	30,57
	cana soca	57117,80000	31,63	<0,0001	**	
	dose x cana	11374,52920	6,30	<0,0001	**	
MO	dose	20,33014	1,82	0,1432	ns	20,89
	cana soca	722,54754	64,64	<0,0001	**	
	dose x cana	6,45981	0,58	0,790	ns	
pH	dose	0,48978	4,86	0,0026	**	6,17
	cana soca	7,26906	72,20	<0,0001	**	
	dose x cana	0,10984	1,09	0,3883	ns	
P	dose	1,29167	0,19	0,9409	ns	21,73
	cana soca	9,31167	1,39	0,2604	ns	
	dose x cana	4,12917	0,62	0,7594	ns	
K	dose	67853,60000	61,47	<0,0001	**	28,42
	cana soca	13755,35000	12,46	<0,0001	**	
	dose x cana	10579,78750	9,58	<0,0001	**	
MO	dose	15,49254	1,59	0,1946	ns	21,99
	cana soca	499,67682	51,30	<0,0001	**	
	dose x cana	5,76154	0,59	0,7792	ns	
pH	dose	0,42868	5,42	0,0013	**	5,54
	cana soca	3,99766	50,55	<0,0001	**	
	dose x cana	0,27606	3,49	0,0036	**	
P	dose	11,66670	1,12	0,3593	ns	30,01
	cana soca	8,85167	1,57	0,4244	ns	
	dose x cana	6,51667	0,63	0,7509	ns	
K	dose	52077,83333	42,92	<0,0001	**	33,01
	cana soca	32378,15000	26,69	<0,0001	**	
	dose x cana	15510,48330	12,79	<0,0001	**	
MO	dose	5,15957	0,90	0,4701	ns	19,89
	cana soca	258,06162	45,24	<0,0001	**	
	dose x cana	6,79927	1,19	0,3269	ns	
Produção de colmos	dose	424,09958	12,65	<0,0001	**	5,46
	cana soca	11358,06717	338,81	<0,0001	**	
	dose x cana	37,35508	2,31	0,03734	*	

**Tabela 4.** Modelos matemáticos ajustados para as variáveis produção de colmos e teor de potássio no solo em relação às doses de vinhaça aplicadas no solo, em três rebrotas (1ª, 2ª e 3ª socas)

Variável	Cana	Modelo matemático	R <sup>2</sup>
Produção de colmos (kg ha <sup>-1</sup> )	1ª soca	$y = -3E-05x^2 + 0,0384x + 118,87$	0,979**
	2ª soca	$y = -4E-05x^2 + 0,0427x + 106,54$	0,8317**
	3ª soca	$y = -3E-05x^2 + 0,0511x + 69,984$	0,775*
Teor de potássio (K <sup>+</sup> ) na camada de 0 a 10 cm no solo (mg dm <sup>-3</sup> )	1ª soca	$y = -0,0003x^2 + 0,6019x + 64,155$	0,993**
	2ª soca	$y = -0,0004x^2 + 0,4112x + 52,462$	0,993**
	3ª soca	$y = -0,0003x^2 + 0,4972x + 40,245$	0,977**
Teor de potássio (K <sup>+</sup> ) na camada de 10 a 20 cm no solo (mg dm <sup>-3</sup> )	1ª soca	$y = 2E-05x^2 + 0,2282x + 64,292$	0,986**
	2ª soca	$y = -0,0003x^2 + 0,2958x + 42,238$	0,969**
	3ª soca	$y = -0,0002x^2 + 0,411x + 23,741$	0,984**
Teor de potássio (K <sup>+</sup> ) na camada de 20 a 40 cm no solo (mg dm <sup>-3</sup> )	1ª soca	$y = -4E-05x^2 + 0,1398x + 57,524$	0,915**
	2ª soca	$y = -0,0001x^2 + 0,2034x + 36,473$	0,985**
	3ª soca	$y = -0,0001x^2 + 0,5262x + 12,546$	0,992**

**Figura 1.** Produção de colmos de cana socas (1ª, 2ª e 3ª socas), com aplicação de doses de vinhaça

com os dados de Beauclair (2004). Esta redução é atribuída ao ambiente de produção que, Prado et al. (2008) definem como a soma das interações entre solos, planta e atmosfera em que, com o passar dos anos, a planta perde sua capacidade de absorção de nutriente e a produção de biomassa.

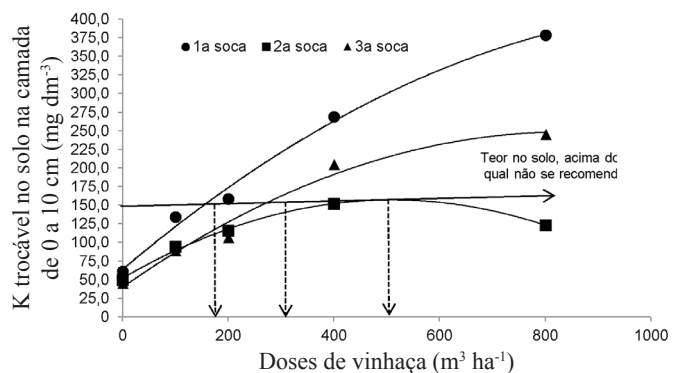
Os valores do incremento máximo foram de 7, 10 e 15 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para cana de 1ª soca, 2ª soca e 3ª soca, confirmando os dados de Freire & Cortez (2000). Este efeito da vinhaça na produtividade de colmos pode ser atribuído aos elementos químicos e nutrientes existentes na mesma. Silva & Cabeda (2005) constataram efeito benéfico da vinhaça sobre as propriedades físicas e químicas do solo. Paulino et al. (2010) verificaram, estudando o uso de vinhaça ao longo do tempo, que a quantidade de raízes no perfil do solo aumentou com o tempo.

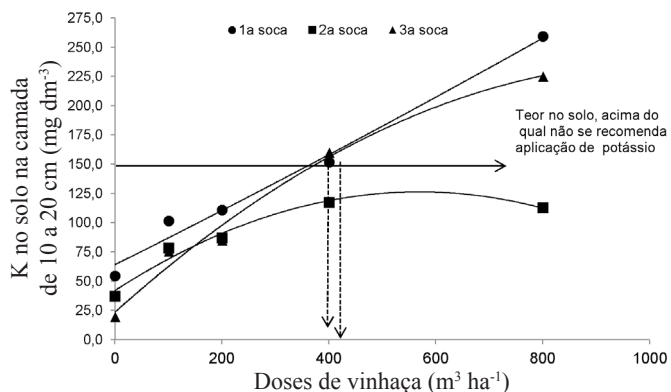
Os maiores incrementos da produção de colmos com a aplicação da vinhaça foram observados nos canaviais mais velhos (3ª soca), passível de ser explicado pelas maiores extrações de nutrientes nos cortes anteriores ocasionando um empobrecimento do solo ao longo do tempo. Giachini & Ferraz (2009) indicam que a resposta da produtividade de colmos é mais intensa em solos de menor fertilidade. Tasso Júnior et al. (2007) registraram, trabalhando com vinhaça em Latossolo Vermelho distroférrico, que na cana planta a vinhaça não apresentou efeito na produtividade enquanto na cana soca (1ª soca) houve diferença nos incrementos da produção de colmos.

Os teores de potássio trocáveis no solo para a camada de 0 a 10 cm, foram influenciados pela aplicação de vinhaça (Figura 2). Os maiores teores de K no solo foram verificados na 1ª soca, o que pode ser explicado através do efeito residual da adubação potássica na cana planta. Como as aplicações de vinhaça foram acumulativas no solo, supunha-se que na 2ª e 3ª socas os valores no solo seriam bem superiores aos da 1ª soca, fato que demonstra que, neste solo, o K é facilmente lixiviado e que o K da vinhaça tem pouco efeito residual. Em relação à dose zero de vinhaça, esses incrementos foram mais intensos para a cana de 1ª soca, seguidos da 3ª soca e da 2ª soca (Figura 2).

Ribeiro et al. (1999) consideram que o teor de 150 mg dm<sup>-3</sup> de potássio no solo estaria adequado para o cultivo da cana-de-açúcar atendendo às suas exigências nutricionais. Deste modo, a aplicação da vinhaça diluída nas doses de 150, 280 e 450 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, para canas de 1ª, 2ª e 3ª soca, respectivamente, seria suficiente para atender à demanda nutricional da cultura. Os valores mais altos de potássio no solo para a 1ª soca e mais baixo na 2ª soca podem estar relacionados aos teores de K<sub>2</sub>O da composição química da vinhaça na 1ª soca, com o valor de 1,70 e, na 2ª soca, com o valor de 1,25, ou seja, menor quantidade de K<sub>2</sub>O aplicado no solo.

Os teores de potássio trocável no solo para a camada de 10 a 20 cm tiveram o mesmo comportamento na camada 0 a 10 cm (Figura 3). Não se observou acúmulo de K no solo com o passar dos anos evidenciando efeito da lixiviação do K no solo,

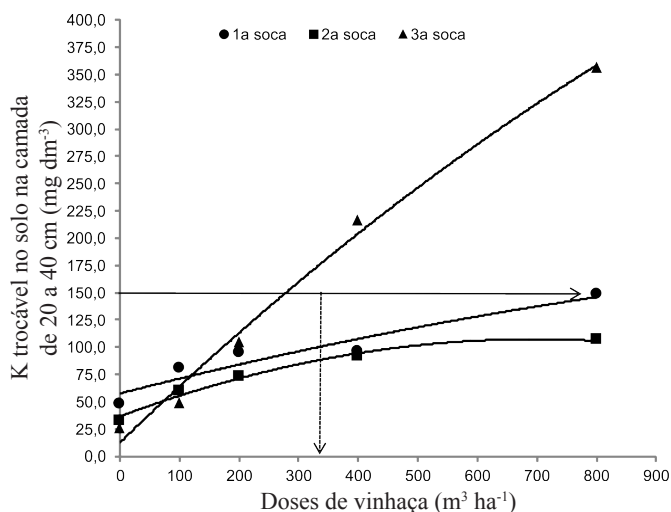
**Figura 2.** Teores de potássio trocável no solo na camada de 0 a 10 cm em canas socas (1ª, 2ª e 3ª socas) em função de doses de vinhaça



**Figura 3.** Teores de potássio trocável no solo na camada de 10 a 20 cm canas socas (1ª, 2ª e 3ª socas) em função de doses de vinhaça

mesmo nas doses mais altas de aplicação de vinhaça. Assim, a dose para atingir  $150 \text{ mg dm}^{-3}$ , foi próxima de  $400 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .

Na camada de 20 a 40 cm, os valores de K no solo para a 2ª e 3ª socas não atingiram o valor de  $150 \text{ mg dm}^{-3}$  (Figura 4); entretanto, para a cana de 1ª soca a dose de  $280 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  seria suficiente para a cultura da cana.

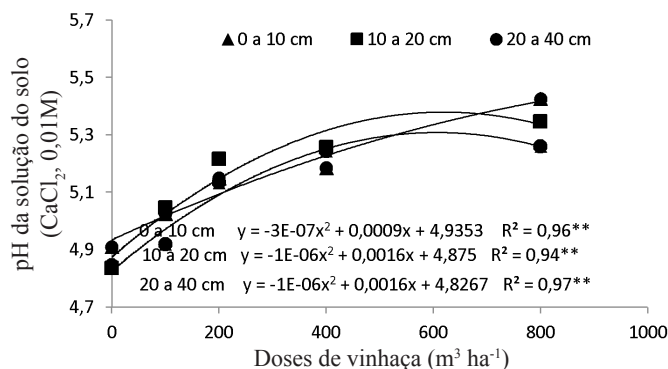


**Figura 4.** Teores de potássio trocável no solo na camada de 20 a 40 cm em canas socas (1ª, 2ª e 3ª socas) em função de doses de vinhaça aplicadas

Este efeito de percolação de potássio ficou evidenciado na camada de 20 a 40 cm (Figura 4), cujos teores de potássio no solo foram maiores para a cana de 3ª soca em comparação com a cana de 2ª soca, corroborando com os dados obtidos por Bebé et al. (2009) e Brito et al. (2005) mas discordando de Paulino et al. (2010) que, embora trabalhando com vinhaça ao longo do tempo, não observaram o aumento no solo de K.

A Figura 5 apresenta os valores do pH em  $\text{CaCl}_2$  (0,01M) em três profundidades de um Neossolo Quartzarênico órtico, em função de doses de vinhaça.

Esses dados confirmam os obtidos por Brito et al. (2005) que também observaram aumento de pH em função da aplicação de vinhaça e contrariam os de Bebé et al. (2009) que não



**Figura 5.** Valores do pH em  $\text{CaCl}_2$  (0,01M) em três profundidades de um Neossolo Quartzarênico órtico em função de doses de vinhaça

verificaram o aumento do pH no solo, ao longo do tempo, com o uso da vinhaça.

Segundo Prada et al. (1998) na composição química da vinhaça os teores de óxidos de cálcio ( $\text{CaO}$ ) podem variar de  $1.350$  a  $4.570 \text{ mg L}^{-1}$  e os de óxidos de magnésio de  $580$  a  $700 \text{ mg L}^{-1}$ . Esses óxidos poderiam estar atuando como corretivos do solo. Como a vinhaça adiciona alguns elementos químicos, tais como Ca, Mg e K, existe o efeito da diluição do  $\text{H}^+$  na solução do solo contribuindo também para elevação do pH. Salienta-se, ainda, que a vinhaça apresenta N na forma de amônia ( $\text{NH}_3$ ) e que, quando adicionado ao solo, se transforma em amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) utilizando  $\text{H}^+$  da solução do solo, o que eleva o pH; entretanto esta elevação do pH pela  $\text{NH}_3$ , deve ser desconsiderada em virtude da reação de nitrificação que transforma o  $\text{NH}_4^+$  em nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e o  $\text{H}^+$  é liberado para a solução do solo acidificando o mesmo. Como o pH do solo se manteve por longo período, o efeito corretivo foi maior que o da acidificação da vinhaça. Embora verificado o efeito corretivo elevando o pH de 5,0 para 5,4, não chega a ser estimulante o uso da vinhaça como produto para corrigir o pH da solução do solo, a não ser em profundidade, quando então o calcário tem dificuldade de agir.

## CONCLUSÕES

1. A aplicação de vinhaça, independente da rebrota (soqueira) da cana, proporcionou aumentos significativos de K no solo.
2. O uso da aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar tem potencial de aumento da produtividade de colmos em torno de  $10,5 \text{ t ha}^{-1}$  em solos arenosos.
3. Em solos arenosos a vinhaça apresentou, nas camadas de até 40 cm, grande potencial de incremento de K.
4. Para Neossolos Quartzarênicos órticos podem ser aplicados até  $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de vinhaça.

## LITERATURA CITADA

Andrade, J. C.; Abreu, M. F. de, Análise química de resíduos sólidos para monitoramento e estudos agroambientais. Campinas: IAC, 2006. 178p.

- Barros, R. P. de; Viégas, P. R. A.; Silva, T. L. da; Souza, R. M. de; Barbosa, L.; Viégas, R. A.; Barretto, M. C. de V.; Melo, A. S. de. Alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana-de-açúcar e adição de vinhaça, *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.40, p.341-346, 2010.
- Beauclair, E. G. F. de. Planejamento e estimativa na produção de cana. *Visão agrícola*, v.1, p.24-27, 2004.
- Bebé, F. V.; Rolim, M. M.; Pedrosa, E. M. R.; Silva, G. B.; Oliveira, V. S. Avaliação de solos sob diferentes períodos de aplicação com vinhaça. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.781-787, 2009.
- Brito, F. L.; Rolim, M. M.; Pedrosa, E. M. R. Teores de potássio e sódio no lixiviado e em solos após a aplicação de vinhaça. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, p.52-56, 2005.
- Canellas, L. P.; Velloso, A. C. X.; Marciano, C. R.; Ramalho, J. F. G. P.; Roumjaneck, V. M.; Rezende, C. E.; Santos, G. A. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação de palhico e adição de vinhaça por longo tempo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.935-944, 2003.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Silva, F. C. (org.). Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. 1999. 203p.
- Ferraz, J. M. G.; Prada, L. de S.; Paixão, M. Certificação socioambiental do setor sucroalcooleiro. Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 195p.
- Freire, W. J.; Cortez, L. A. B. Vinhaça de cana-de-açúcar. Guaíba: Agropecuária. 2000. 203p.
- Giachini, C. F.; Ferraz, M. V. Benefícios da utilização de vinhaça em terras de plantio de cana-de-açúcar - revisão de literatura. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, v.3, 1-15, 2009.
- Neves, M. C. P.; Lima, I. T.; Dobereiner, J. Efeito da vinhaça sobre a microflora do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.7, p.131-136, 1983.
- Paulino, J.; Zolin, C. A.; Bertonha, A.; Freitas, P. S. L.; Folegatti, M. V. Estudo exploratório do uso da vinhaça ao longo do tempo. II Características da cana-de-açúcar, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.15, p.244-249, 2010.
- Prada, S. M.; Guekezian, M.; Suarez-Iha, M. E. V. Metodologia analítica para a determinação de sulfato em vinhoto. *Química Nova*, v.21, p.249-252, 1998.
- Prado, H.; Junior, A. L. P.; Garcia, J. C.; Moraes, J. F. L. de; Carvalho, J. P. de; Donzeli, P. L. Solos e ambientes de produção. In: Dinardo-Miranda, L. L.; Vasconcelos, A. C. M.de; Landell, M. G. de A. (ed.). *Cana-de-açúcar*. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p.179-204.
- Otto, R.; Vitti, G. C.; Luz, P. H. C. de, Manejo da adubação potássica na cultura da cana-de-açúcar, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, p.1137-1145, 2010.
- Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez, V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizante em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359p.
- Silva, A. J. N. da; Cabeda, M. S. V. Influência de diferentes sistemas de uso e manejo na coesão, resistência ao cisalhamento e óxidos de Fe, Si e Al em solo de tabuleiro costeiro de Alagoas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.447- 457, 2005.
- Silva, A. J. N. da; Cabeda, M. S. V.; Carvalho, F. G. de. Matéria orgânica e propriedades físicas de um Argissolo Amarelo Coeso sob sistemas de manejo com cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.759-585, 2006.
- Silva, M. A. S. da; Griebeler, N. P.; Borges, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.108-114, 2007.
- Tasso Júnior, L. C.; Marques, M. O.; Franco, A.; Nogueira, G. de A.; Nobile, F. O. de; Camilotti, F.; Silva, A. R. da. Produtividade e Qualidade de Cana-de-açúcar cultivada em solo tratado com lodo de esgoto, vinhaça e adubos minerais. *Revista Engenharia Agrícola*, v.27, p.276-283, 2007.
- Vasconcelos, R. F. B. de; Cantalice, J. R. B.; Silva, J. A. N. da; Oliveira, V. S. de; Silva, Y. J. A. B. da. Limites de consistência e propriedades químicas de um Latossolo amarelo distrocoeso sob aplicação de diferentes resíduos da cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, p.639-648, 2010.