

FERTIRRIGAÇÃO COM VINHAÇA NO MUNICÍPIO DE SÃO ROQUE DO CANAÃ-ES

FREITAS, Gerson*, OLIVEIRA, Luciana C.**, RIBEIRO, Maria L.* , GALLO, Zildo*, FERREIRA, Natália N.*

*Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente do Centro Universitário de Araraquara – Uniara. Rua Carlos Gomes, 1338 – Centro. Araraquara-SP. Brasil. E-mail: noronhanat@hotmail.com

**Instituto de Química. Universidade Estadual Paulista (Unesp) Julio Mesquita Filho. Rua Francisco Dogni, s/n. Quitandinha. Araraquara-SP.

RESUMO

A produção de cachaça proveniente da cana-de-açúcar tornou-se uma atividade economicamente importante nas últimas décadas, devido ao aumento da demanda do consumo interno e externo. Como consequência, são gerados elevados teores de insumo, como vinhaça e torta de filtro. Neste trabalho, foi investigada a influência da adição de vinhaça em solos cultivados com cana-de-açúcar, pela determinação de teores de micro e macronutrientes presentes no solo e de açúcares no caldo de cana do Alambique Sereia da cidade de São Roque do Canaã-ES. Os resultados deste estudo mostraram que a fertirrigação com vinhaça não alterou de maneira significativa o teor de matéria orgânica do solo. Verificou-se, ainda, o aumento do teor de macro e micronutrientes, dos açúcares redutores e totais e da umidade dos colmos, corroborando com dados descritos na literatura.

PALAVRAS-CHAVE: Solo; Cana-de-açúcar; Matéria orgânica; Micronutrientes; Fertilizante.

ABSTRACT

The production of "cachaça" from sugar cane has become an economically important activity in recent decades due to the increased demand from internal and external consumption, as a result, generating high levels of input, such as filter cake and stillage. In this study, we investigated the influence of vinasse addition to sugar cane cultivated soils by determining the levels of micro and macronutrients present in the soil and of sugar present in sugar cane juice at the Sereia distillery in the city of São Roque do Canaã, ES, Brazil. The findings of this study indicated that fertirrigation with vinasse has not altered the soil's organic matter significantly. An increase was also found in sugarcane micro and macronutrient contents, total and reducing sugar, and in the moisture of the stems corroborating data reported in the literature.

KEYWORDS: Soil, Sugarcane; Organic matter; Micronutrients; Fertilizer.

INTRODUÇÃO

A vinhaça, vinhoto ou calda é um dos subprodutos dos processos de fermentação e destilação do álcool e cachaça, e sua denominação varia de acordo com cada região. A quantidade de vinhaça produzida em destilaria é função do teor alcoólico obtido na fermentação, de modo que a proporção pode variar de 10 a 18 litros de vinhaça por litro de cachaça (ROSSETO, 1987). Possui composição variada, devido a diversos fatores, sendo os principais: tipo de cana-de-açúcar, tempo de maturação, fermentação, tipo de solo e clima, além de ser caracterizada por elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e elevado teor de macro e micronutrientes, podendo-se destacar nitrogênio, potássio, fósforo e matéria orgânica (LOURENCETTI *et al.*, 2006; ABREU JUNIOR *et al.*, 2005). Assim, é um poluente com valor fertilizante, possuindo diversas alternativas para seu destino, mas sua disposição no solo se tornou uma técnica amplamente utilizada e regulamentada por legislação no Estado de São Paulo (CETESB, 2005).

É importante ressaltar que a preocupação com a regulamentação da disposição da vinhaça no Brasil teve uma significativa evolução para proteção dos recursos hídricos. A primeira iniciativa data de 1908, com a proibição do seu lançamento em mananciais; na década de 80, tornou-se obrigatória a avaliação de impacto ambiental; até se chegar à prática recomendada de disposição em solo, em 2005.

A literatura discute os efeitos da adição de vinhaça no solo ainda de modo insuficiente e, muitas vezes, contraditório (RESENDE *et al.*, 2006; LOURENCETTI *et al.*; 2006). Alguns autores relatam que a vinhaça, se usada regularmente em quantidade adequada, pode promover melhoria da qualidade do solo, associada à economia de adubos, sendo seu uso, como fertirrigação, uma importante justificativa econômica (CAMBUIM, 1983; COELHO & PEIXOTO, 1986; PAULA *et al.*, 1999; FREIRE & CORTEZ, 2000; CETESB, 2005; LOURENCETTI *et al.*; 2006; NOGUEIRA *et al.*, 2007). Outros investigam, ainda, a adição de outros resíduos agroindustriais, como o lodo de esgoto do tratamento de águas residuárias de uso industrial e

doméstico, a torta de filtro, composto da mistura de bagaço moído, e lodo da decantação proveniente do processo de clarificação do açúcar, com a mesma finalidade da adição da vinhaça no solo (FRANCO, 2003; TASSO JÚNIOR *et al.*, 2007; CAMILOTTI *et al.*, 2007; GATTO, 2003; PEGORINE & ANDREOLI, 2006; RAMALHO & SOBRINHO, 2001).

A produção de cachaça proveniente da cana-de-açúcar tornou-se uma atividade economicamente importante nas últimas décadas, devido ao aumento da demanda do consumo interno e externo (NOGUEIRA *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2009) gerando em consequência elevados teores de insumo, como vinhaça e torta de filtro.

Para evitar o descarte indiscriminado e visando à preservação do ambiente, órgãos governamentais estabeleceram leis que permitem a disposição da vinhaça em solos agrícolas (CETESB, 2005). No entanto, a investigação da fertirrigação com vinhaça para o cultivo de cana para a produção de cachaça ainda é pouco discutida na literatura.

O município de São Roque do Canaã, no Espírito Santo, possui cerca de 30 destilarias, das quais 23 são cadastradas na prefeitura, sendo a produção de cachaça artesanal uma das suas principais fontes de economia local.

A vinhaça dessas destilarias foi descartada no rio Santa Maria, principal fonte de abastecimento do município, durante cerca de 20 anos. Em 1995, com a emancipação política de São Roque do Canaã, conjugada ao estabelecimento de legislação ambiental e à conscientização da população quanto à disposição da vinhaça em recursos hídricos, este afluente passou a ser utilizado na substituição de fertilizantes agrícolas.

Neste trabalho, foi investigada a influência da adição de vinhaça em solos cultivados com cana-de-açúcar, determinando parâmetros de análise química para fins de fertilidade, teores de micro e macronutrientes e de açúcares no caldo de cana.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no alambique Sereia, localizado no município de São Roque do

Canaã-ES, situado a aproximadamente 300 m do rio Santa Maria do Rio Doce, principal fonte de abastecimento do município. A área de cultivo de cana-de-açúcar têm 500 ha, correspondente a 2% do município, sendo a produção de cachaça artesanal um destaque da economia local.

O solo da área de cultivo de cana-de-açúcar é predominantemente do tipo Latossolo, incluindo o da região de estudo. O relevo é acidentado, com dificuldades tanto de irrigação como de colheita do cultivo agrícola.

O clima é tropical, com influência da massa tropical atlântica. No inverno, a massa polar atlântica provoca baixas temperaturas, e o relevo (Serra do Mar) impede a entrada da umidade vinda do oceano, o que resulta em verão quente e chuvoso e inverno frio e seco (PERRONI & MOREIRA, 2005). O índice pluviométrico situa-se acima de 1500 mm anuais. Amostras de solos foram coletadas aleatoriamente em 15 pontos, utilizando mostrador sonda Terra em duas áreas de 1,5 ha, com e sem fertirrigação. As 15 amostras simples de cada profundidade foram misturadas, formando 4 amostras compostas coletadas em dois momentos diferentes, verão chuvoso (A) e inverno seco (B): duas da profundidade 0 – 20 cm (uma com e outra sem a aplicação de vinhaça) e outras

duas da profundidade 20 – 40 cm (uma com e outra sem a aplicação de vinhaça). As amostras foram secas à temperatura ambiente, peneiradas (peneiras de 2 mm), e enviadas para análises realizadas segundo procedimento descrito por Rajj *et al.* (2001).

O caldo de cana foi obtido da cana cultivada em cada uma das áreas, de forma aleatória, em engenho manual sem adição de água para não afetar suas características naturais. Amostras correspondentes a 1L de caldo foram armazenadas em frascos de polietileno, em isopor com gelo, para manter suas características químicas e físicas, obedecendo a protocolos de coleta e acondicionamento adotados pelos laboratórios que realizaram as análises do solo e do caldo da cana.

O tamanho das touceiras em áreas com e sem vinhaça foi paralelamente avaliado, considerando o número de plantas por touceiras e o diâmetro dos colmos, conforme procedimento adotado pelos produtores da Cooperativa dos Produtores de Cachaça do Espírito Santo (Unicana).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos da análise química para fins de fertilidade das amostras estão apresentados na Tabela 1, nas profundidades estudadas.

Tabela 1 – Resultados das análises de solos para fins de fertilidade, feitas nas amostras coletadas no município de São Roque Canaã nos períodos de Outubro de 2006 (A) e Julho de 2008 (B), com e sem adição de vinhaça.

Amostras de solo	pH	Matéria orgânica (dag/kg)	Na ⁺	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H + Al	S.B.	CTC	CTC Efetiva	V (%)
			(mg/dm ³)			(mmol/dm ³)						
0 – 20 cm sem vinhaça – A	6,3	1,48	60	1,6	240	3,83	1,5	1,49	6,17	7,66	6,17	80,5
0 – 20 cm sem vinhaça – B	5,8	1,92	150	2,93	280	3,01	1,42	1,33	5,80	7,13	5,80	81,3
20 – 40 cm sem vinhaça – A	6,3	1,21	40	2,4	160	3,98	1,3	1,49	5,90	7,39	5,90	79,8
20 – 40 cm sem vinhaça – B	5,9	1,61	115	2,95	200	2,84	1,21	1,19	5,06	6,25	5,06	81,0
0 – 20 cm com vinhaça – A	6,5	1,49	170	4,3	690	2,92	1,7	1,49	7,12	8,45	7,12	84,3
0 – 20 cm com vinhaça – B	6,2	1,94	450	4,03	820	2,42	1,88	1,49	8,36	9,85	8,36	84,9
20 – 40 cm com vinhaça – A	6,2	0,80	100	2,1	360	2,99	1,2	1,33	5,49	6,98	5,49	78,7
20 – 40 cm com vinhaça – B	6,0	1,22	90	2,44	120	2,07	1,29	1,19	4,06	5,25	4,06	77,3

As amostras coletadas nos dois intervalos de profundidade mostraram que os teores de sódio e potássio aumentaram nas camadas superficiais do solo quando comparados com as amostras sem adição de vinhaça, principalmente pela alta disposição desses elementos na sua composição, corroborando com resultados discutidos na literatura (CANELLAS *et al.*, 2003; FREIRE & CORTEZ, 2000). Por outro lado,

os teores de fósforo, magnésio e acidez trocável praticamente não foram alterados nas duas áreas estudadas.

Pelo índice de saturação de bases (V), verificou-se que os solos são ricos em nutrientes (o índice de saturação de bases em todas as amostras foi alto), quando comparado com intervalos limites apresentados na literatura (Tabela 2).

Tabela 2 – Intervalos limites dos teores presentes nos solos de K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, P e a saturação por bases descritas pela literatura (Rajj, *et al.*, 2001).

Teor	Saturação por bases (%)
Muito baixo	0 -25
Baixo	26 – 50
Médio	51 – 70
Alto	71 – 90
Muito alto	> 90

Embora os teores de matéria orgânica nas amostras de solo (0 – 20 cm) com e sem a adição não alteraram significativamente, foi verificado um aumento na capacidade de troca catiônica na camada superficial dessas amostras, podendo-se inferir que a vinhaça adicionada influenciou na retenção dos principais cátions trocáveis presentes no solo, os quais podem ser retidos por atração eletrostática. Estudo realizado por Canellas *et al.* (2003) em áreas de plantação de cana-de-açúcar, que receberam adição de vinhaça durante 35 anos, ressalta que pequenas variações no teor de matéria orgânica devem ser considerados para solos tropicais.

Os teores dos micronutrientes aumentaram na área

fertirrigada com vinhaça, principalmente nas camadas superficiais, com exceção do boro (Tabela 3). Ramalho & Sobrinho (2001) verificaram o aumento nos teores de Zn, Cu e Mn no solo que recebeu tratamento com vinhaça, no entanto, concluíram que, independentemente do aumento constatado, os teores desses elementos não atingiram níveis críticos, ou seja, a faixa de concentração acima da qual a toxicidade é considerada possível. Reis & Monnerat (2002), comparando sistemas de cana crua e cana com vinhaça, constataram o aumento nos teores desses elementos, sugerindo que a adição de vinhaça pode ser uma estratégia na manutenção e no aumento da fertilidade do solo.

Tabela 3 – Teores médios de metais determinados nas amostras de solos coletadas no município de São Roque Canaã, com e sem adição de vinhaça.

Amostras de solo	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	(mg/dm ³)				
0 – 20 cm sem Vinhaça	6,73	15,4	87,38	1,27	0,49
20 – 40 cm sem Vinhaça	5,93	20,0	86,51	1,46	0,44
0 – 20 cm com Vinhaça	8,81	68,7	97,57	4,24	0,33
20 – 40 cm com Vinhaça	5,83	62,6	76,13	3,49	0,30

As análises do caldo da cana (Tabela 4) indicaram que, apesar do ganho de biomassa, ocorreu um aumento de aproximadamente 60% no teor de açúcares redutores

nas amostras fertirrigadas com vinhaça. Em relação ao teor de açúcares totais, o aumento foi de 3%, quando comparado ao teor de sólidos solúveis totais (Brix).

Tabela 4 – Análise do caldo de cana-de-açúcar: cultivo da cana com vinhaça e sem vinhaça.

Amostra de caldo de cana-de-açúcar	Açúcares redutores, glicose (g 100mL ⁻¹)	Açúcares totais, em sacarose (g 100mL ⁻¹)	BRIX g sólidos solúveis 100g ⁻¹
Sem adição de vinhaça	2,0	18,8	17,2
Com adição de vinhaça	3,4	19,4	17,6

Estudos periódicos de campo, realizados do intervalo da rebrota até o corte da cana, mostraram aumento das touceiras (folhas e diâmetro dos colmos) nas áreas com aplicação de vinhaça. Embora estes resultados sejam preliminares, o aumento na biomassa, juntamente com o elevado teor de açúcar, podem acarretar problemas na rentabilidade da produção de cachaça, como relatado pelos produtores da região.

Problemas na queima do bagaço, isto é, diminuição da sua combustão, vinham sendo observados pelos produtores da Unicana nas áreas tratadas com vinhaça. O aumento de teor de potássio do solo com adição de vinhaça, como mostrado na Tabela 1, eleva a umidade dos colmos e do tecido que contém a polpa, diminuindo o teor de lignina e dificultando a combustão (FREIRE & CORTEZ, 2000). Estes resultados confirmam os dados empíricos dos produtores, que evitam usar a palha como combustível, empregando-a então como adubo.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo são bastante similares aos discutidos na literatura quanto ao uso da vinhaça na fertirrigação, sugerindo as seguintes conclusões:

– Teores de sódio e potássio nas amostras de solo da região estudada aumentaram quando comparados com as amostras sem adição de vinhaça, enquanto os teores de fósforo, magnésio e a acidez trocável, praticamente não foram alterados. O aumento do teor de potássio do solo fertirrigado com vinhaça aumenta a umidade dos colmos e do tecido que contém a polpa, diminuindo o teor de lignina e dificultando a combustão, confirmando o uso da palha como adubo pelos produtores da região.

– Dados referentes ao índice de saturação de bases mostraram que o solo da região estudada é rico em nutrientes.

– Valores de CTC e CTC efetiva determinados na camada superficial dos solos com adição de vinhaça são maiores do que os determinados sem adição de vinhaça, influenciando na retenção dos principais cátions trocáveis do solo.

– Os teores dos micronutrientes analisados aumentaram na área fertirrigada com vinhaça, com exceção do boro, sugerindo que a adição de vinhaça pode ser uma estratégia para evitar a deficiência de micronutrientes em solos.

– Os teores de açúcares redutores e de açúcares totais aumentaram nas amostras fertirrigadas com vinhaça, o que pode acarretar uma diminuição na produção da cachaça.

AGRADECIMENTOS

À Capes e à Funadesp, pela concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

- ABREU JUNIOR, C. H.; BOARETO, A. E. ; MURAOKA, T.; KIEHL, J. C. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: propriedades químicas do solo e produção vegetal. **Tópicos Especiais em Ciência do Solo**, Viçosa, v. 4, p. 391-470, 2005.
- CAMBUIN, F. A. **A ação da vinhaça sobre a retenção de umidade, pH, acidez total, acumulação e lixiviação de nutrientes, em solo arenoso**. 133 f. Dissertação (Mestrado). FRPE, Recife, 1983.
- CAMILOTTI, F.; MARQUES, M. O.; ANDRIOLI, I.; SILVA, A. R.; NOBILE, F. O. Acúmulo de metais pesados em cana-de-açúcar, mediante a aplicação de lodo de esgoto e vinhaça. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n.1, p. 284-293, Jan/Abr. 2007.
- CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; MARCIANO, C. R., RAMALHO, J. F. G. P.; RUMJANEK, V. M.; REZENDE, C. E.; SANTOS, G. A. Propriedades químicas de um cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. **Revista Brasileira. Ci. Solo**, v. 27, p. 935-944, 2003.

CETESB. **Norma Técnica P4. 231 – Vinhaça – Critérios e Procedimentos para aplicação no solo agrícola** (Diretoria 35 de 09 de março de 2005).

COELHO, M.B.; PIXOTO, M. J. C. Considerações econômicas sobre aplicação da vinhaça por aspersão em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2., Rio de Janeiro, 1986.

FRANCO, A. **Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto e vinhaça: Nitrogênio no sistema solo/planta, produtividade e características tecnológicas.** Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

FREIRE, W. J.; CORTEZ, L. A. B. **Vinhaça de cana-de-açúcar.** Guaíba: Agropecuária, 2000.203p.

GATTO, R. H. **Lodo de esgoto e vinhaça como fonte de cálcio, magnésio e potássio para a cultura do açúcar.** Jaboticabal: Dissertação (Mestrado em produção vegetal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2003.

LOURENCETTI, C.; QUEDA, O.; RIBEIRO, M. L. Uso e conseqüências ambientais da vinhaça de cana-de-açúcar: Uma breve revisão. **Evidência**, n.1, p. 143-157, 2006.

NOGUEIRA, T. A. R.; MARQUES, M. O.; FONSECA, I. M.; MENDONÇA, L. Q. H. Nutrientes em cana-de-açúcar de 5.º corte cultivada em solo tratado com lodo de esgoto e vinhaça por quatro anos consecutivos. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.7, n.2, p.7-19, 2007.

OLIVEIRA, A. F; ANEFALOS, L. C; GARCIA, L. A F; ISTAK, M; BURNIQUIST, H. L. **Sistema**

agroindustrial da cachaça e potencialidades de expansão das exportações. Disponível em: <<http://www.fearp.usp.br/egna/resumos/Oliveira.pdf>> Acesso em: 24 de julho de 2009.

PAULA, M. B; HOLANDA; F. S. R; MESQUITA H. A; CARVALHO, V. D. Uso da vinhaça no abacaxizeiro em solo de baixo potencial de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.34, n.7, p.1217-1222, jul. 1999.

PEGORINI, E. S.; ANDREOLI, C. V. Introdução In: Andreoli, C. V. **Alternativas de uso de resíduos do saneamento.** Rio de Janeiro: ABES, 2006. cap.1, p.1-6.

PERRONE; A.; MOREIRA, T. H. L. **História e Geografia do Espírito Santo.** 6. ed. Vitória. UFES. 2005.

RAIJ, J. C. A.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; **Análise Química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas: Instituto agrônômico, . 2001.

RAMALHO, J. F. G. P.; SOBRINHO, N. M. B. A. Metais pesados em solos cultivados com cana-de-açúcar pelo uso de resíduos agroindustriais. **Floresta e Ambiente**. v.8, n.1, p.120-129, jan/dez.2001.

REIS, R. A.; MONNERAT, P. H. Diagnose nutricional da cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes (RJ-Brasil). **Revi. Bras. Ci. Solo**, v.26, p. 67-372, 2002.

RESENDE, A. S; XAVIER, R. P.; OLIVEIRA, O. C.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J.R. & BODDEY, R. M. Long-term effects of pre-harvest burning and nitrogen and vinasse applications on yield of sugar cane and soil carbon and nitrogen stocks on a plantation in Pernambuco. **Plant And Soil**. 14v. 281, p. 339-351.2006.

ROSSETO, A.J. Utilização Agronômica dos subprodutos e resíduos da indústria açucareira e alcooleira. In: PARANHOS, S.B. (Coord.) **Cana-de-açúcar cultivado e utilização**. Campinas: Fundação Cargil, 1987.p. 433.

TASSO JUNIOR, L. C.; MARQUES, M. O.;

FRANCO, A.; NOGUEIRA, G. A.; NOBILE, F. O.; CAMILOTTI, F.; SILVA, A. R. Produtividade e qualidade de cana-de-açúcar cultivada em solo tratado com lodo de esgoto, vinhaça e adubos minerais. **Engenharia Agrícola**. V. 27, n.1, p. 276-283, jan/abr. 2007.

RECEBIDO EM 2/5/2009

ACEITO EM 10/8/2010