



Períodos de aplicação de vinhaça e efeitos na solução do solo em cultivo de cana-de-açúcar

Lucas Augusto de Assis Moraes⁽¹⁾; Renan Ribeiro Barzan⁽²⁾; Cristiane de Conti Medina⁽³⁾; Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi⁽⁴⁾; Inês Cristina de Batista Fonseca⁽³⁾; Roberto Antunes Fioretto⁽³⁾.

⁽¹⁾Mestrando em Manejo Sustentável do Solo, Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina – UEL, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Campus Universitário, Londrina-PR, moraes1002@gmail.com; ⁽²⁾Mestrando em Manejo Sustentável do Solo – UEL: renan_barzan@hotmail; ⁽³⁾Prof. Dr. do Depto. de Agronomia – UEL: medina@uel.br; inescbf@uel.br; roberto@laborsolo.com.br; ⁽⁴⁾Prof. Dr. do Departamento de Agronomia do Centro Universitário Filadélfia (Londrina-PR): gustavofregonezi@yahoo.com.br.

RESUMO: Estudos relacionados à aplicação de vinhaça por longos períodos no cultivo de cana-de-açúcar são escassos. O objetivo deste trabalho foi avaliar propriedades químicas de solos, com ênfase na sua fase líquida, após diferentes períodos de aplicação de vinhaça. Selecionaram-se áreas com 02 (02A), 10 (10A) e 30 anos de aplicação de vinhaça (30A), além de uma área de preservação permanente como Área de Referência (ARF). Coletaram-se 15 subamostras para obtenção de uma amostra composta de solo em cada área, nas profundidades 0,0 – 0,2 m, 0,2 – 0,4 m e 0,4 – 0,6 m. Os parâmetros químicos foram submetidos à Análise de Componentes Principais (ACP). A ACP demonstrou correlação positiva entre condutividade elétrica (CE) e quantidades de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) em solução com a área 30A e negativa para 02A. O aumento na concentração iônica da solução após a aplicação de vinhaça por 30 anos ocorreu, sobretudo, para o K. Os desequilíbrios na absorção destes elementos, bem como a maior dificuldade no influxo de água e nutrientes pelo aumento na CE são as principais possíveis consequências negativas da aplicação contínua de vinhaça por longos períodos.

Termos de indexação: *Saccharum spp*, potássio, extrato de saturação.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a cadeia produtiva sucroenergética emprega mais de um milhão de pessoas e é responsável por 2% do PIB nacional, tendo um faturamento de R\$ 94,6 bilhões na safra 2013/14 (Unica, 2015).

Paralelamente à expansão sucroalcooleira, aumentou-se também a produção de resíduos provenientes da agroindústria canavieira. Neste cenário, destaca-se a vinhaça, por ser um resíduo produzido em grande volume e de alto potencial poluidor, em virtude da sua alta demanda bioquímica por oxigênio (Penatti, 2013).

Pesquisas têm sido desenvolvidas na busca de uma finalidade adequada à vinhaça e a redução de

seu impacto ambiental (Freire & Cortez, 2000), apontando principalmente para a sua aplicação no solo como fertilizante (Glória & Orlando Filho, 1984; Camargo et al., 1983).

Desse modo, estas pesquisas transformaram a vinhaça de um “resíduo-entreve” à importante subproduto sucroenergético, colaborando na redução de custos com fertilizantes.

Entretanto, a elevada concentração de potássio (K) da vinhaça cria a possibilidade da aplicação da mesma, por longo período de tempo, causar excesso desse elemento no solo e, com este, deficiência de cálcio e magnésio, desequilíbrio catiônico, aumento da condutividade elétrica e conseqüentemente da pressão osmótica da solução. Além disso, pode acarretar desequilíbrios nutricionais que comprometem a produtividade e a qualidade da matéria-prima vegetal (Bebé et al., 2009; Freire & Cortez, 2000; Ferreira & Monteiro, 1987; Nunes et al., 1982; Glória, 1976).

O objetivo deste trabalho foi estudar as consequências de períodos de aplicação de vinhaça com ênfase na solução do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em março de 2014, em áreas pertencentes à Usina Bandeirantes – Açúcar e Alcool, localizada no município de Bandeirantes (23° 06' S; 50° 22' W; 420 m Altitude), norte do Paraná.

O estudo foi de natureza exploratória e constituiu-se na comparação de três áreas com diferentes períodos de aplicação de vinhaça, sendo elas: 02A, com 2 anos de aplicação, 10A, com 10 anos de aplicação e 30A, com 30 anos de aplicação; além de uma área de preservação permanente como Área de Referência (ARF). O volume de vinhaça aplicado às áreas é estimado pela usina entre 300 a 400 m³ ha⁻¹. Durante a execução do trabalho, a cultura encontrava-se com 180 a 210 dias após o corte.

O solo de todas as áreas foi classificado como Latossolo Vermelho eutroférico. Coletaram-se 15 subamostras para formação de uma amostra composta por área avaliada, em três profundidades:



0,0 – 0,2 m, 0,2 – 0,4 m e 0,4 – 0,6 m. As subamostras foram secas ao ar livre, destorroadas e peneiradas em malha de 02 mm (TFSA), sendo então misturadas para formação da amostra composta. Efetuaram-se análises químicas para pH_{H₂O} (1:2,5 solo:água), teores disponíveis de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, P, SO₄²⁻ e matéria orgânica. Na solução do solo, através do extrato de saturação (Richards, 1954), avaliaram-se a condutividade elétrica (CE) e quantidades de cálcio (Ca-SL), magnésio (Mg-SL) e potássio (K-SL). Os procedimentos laboratoriais foram realizados na LaborSolo – Central de Análises Agronômicas Ltda., localizada em Londrina-PR.

Após a obtenção dos parâmetros da análise química de solo, os dados das três profundidades foram submetidos à Análise de Componentes Principais (ACP). Essa técnica multivariada foi escolhida por se tratar de uma análise estatística que considera todas as variáveis de forma simultânea. Sendo assim, consegue-se extrair correlações ou tendências, positivas ou negativas, entre as variáveis ou entre variáveis e tratamentos (Sartório, 2008; Pimentel-Gomes, 2000). Para obtenção da ACP foi utilizado o pacote “Vegan” pelo software R (R Development Core Team, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados na tabela 1 e na figura 1. Apesar de todos os parâmetros da análise química de solo das três profundidades terem sido submetidos à ACP, foi dado ênfase na condutividade elétrica (CE) e quantidades de cálcio (Ca-SL), magnésio (Mg-SL) e potássio (K-SL) em solução, discutindo-se apenas os seus resultados.

A ACP demonstrou correlação positiva entre CE; e quantidades de cálcio (Ca-SL), magnésio (Mg-SL) e potássio (K-SL) em solução, com 30A, e negativa para 02A. Dessa forma, indicando que estas variáveis aumentam de acordo com o aumento do tempo de aplicação de vinhaça.

Apesar de todos os cátions discutidos terem seus valores aumentados em solução, de acordo com aumento do tempo de aplicação de vinhaça, observa-se que a partir de 10A, as quantidades totais de potássio em solução crescem consideravelmente até 30A, com valores muito superiores que aos de magnésio e cálcio, nesta ordem.

Esse aumento dos cátions básicos na solução do solo, principalmente de potássio, eleva os índices de CE e de força iônica (Wraith & Das, 1998). Há de se enfatizar que, com o aumento da CE, conseqüentemente se eleva a pressão osmótica da solução do solo. Este aumento, então, reduz a concentração celular em relação à do solo,

dificultando o influxo de água e nutrientes para as raízes da planta (Gervásio et al., 2000).

Além disso, as quantidades desproporcionais de Ca, Mg e K em solução, tendem a gerar desequilíbrios nutricionais à cultura. O excesso de potássio na solução do solo pode acentuar o seu efeito inibitivo na absorção de Ca²⁺ e Mg²⁺ (Prado, 2008; Malavolta, 2006), fato este que se agrava devido à cana-de-açúcar ser uma *Poaceae* (Figueiredo, 2010) e, por isso, ter uma baixa capacidade de troca de cátions nas raízes – CTCR, o que a leva a ter maior preferência na absorção de cátions monovalentes (Fernandes & Souza, 2006).

Sendo assim, quando somado os efeitos negativos do aumento do tempo da aplicação de vinhaça no solo, aumento da CE e excesso de potássio em solução, há um quadro comprometedor para a produtividade e qualidade da matéria-prima canaveira. Isto porque, em virtude da redução do potencial hídrico da solução do solo, motivada pelo aumento da concentração iônica em solução, a planta passa a desprender mais energia para absorção de água e nutrientes. Logo, esse gasto energético adicional pode afetar negativamente seu crescimento e desenvolvimento (Leonardo et al., 2007), além de promover maior sensibilidade da cultura ao déficit hídrico em períodos de estiagem.

Ademais, o excesso de K⁺ e as possíveis deficiências de Ca²⁺ e Mg²⁺ induzidas pela vinhaça, tendem a diminuir os teores de lignina e com isso aumentar a incidência de acamamento nas áreas canaveiras que recebem deposição de vinhaça. Igualmente, a alta quantidade de potássio que pode ser absorvida em razão das constantes aplicações de vinhaça, podem reduzir os teores de sacarose no caldo e elevar os teores de cinzas que interferem na qualidade do açúcar produzido (Gentil, 1979; Cesar et al, 1978). Tais questões abrangem as possíveis reduções da qualidade dos canaviais que recebem vinhaça por longos anos.

CONCLUSÕES

A aplicação de vinhaça em longo prazo pode elevar a concentração iônica da solução do solo, especialmente de cátions básicos e, dentre estes, o potássio em maior magnitude.

O aumento na concentração catiônica da solução do solo leva à maior condutividade elétrica, o que pode dificultar a absorção de água e nutrientes.

REFERÊNCIAS

BEBÉ, F. V. et al. Avaliação de solos sob diferentes períodos de aplicação com vinhaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.781–787, 2009.



- CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S.; GERALDI, R. N. **Características químicas e físicas de solo que recebeu vinhaça por longo tempo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 30p. (Boletim Técnico, 76)
- CESAR, M. A. A.; DELGADO, A. A.; GABAN, L. C. Aumento do nível de amido e potássio no caldo de cana, decorrentes da aplicação sistemática de vinhaça ao solo. **Brasil Açucareiro**, v.92, n.1, p.24-29, 1978.
- FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R. Absorção de nutrientes. In: FERNANDES, M. S (eds.). **Nutrição Mineral de Plantas**. 1ª edição. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 115-151.
- FERREIRA, E. S.; MONTEIRO, A. O. Efeitos da aplicação da vinhaça nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo (SP), v.36, p.3-7, 1987.
- FREIRE, W. J.; CORTEZ, L. A. B. **Vinhaça de cana-de-açúcar**. 1ª edição. Guaíba (SP): Agropecuária, 2000. 203p.
- GENTIL, L. V. Vinhaça: um assunto controvertido. A granja, p. 76-78, 1979.
- GERVÁSIO, E.S.; CARVALHO, J.A.; SANTANA, M.J. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, p.125-128, 2000.
- GLÓRIA, N. A. **Emprego da vinhaça para fertilização**. Piracicaba: Codistil, 1976. 32p.
- GLÓRIA, N. A.; ORLANDO FILHO, J. Aplicação de vinhaça: um resumo sobre o que foi pesquisado. **Álcool e Açúcar**, v.4, n.15, p. 22-31, 1984.
- LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R. L. V.; ALMEIDA, R. S.; MARHCESE, J. A. Produção de frutos de pimentão em diferentes condições salinas. **Revista Irriga**, v.12, n. 1, p. 73-82, 2007.
- NUNES, M. R. et al. Efeitos da vinhaça na lixiviação de nutrientes do solo III. Potássio, cálcio e magnésio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, 3, p.371-374, 1982.
- PENATTI, C. P. Vinhaça. In: _____. **Adubação da cana-de-açúcar: 30 anos de experiência**. 1ª edição. Itu (SP): Ottoni Editora, 2013. p. 253-290.
- PIMENTEL-GOMES, F. A análise da variância multidimensional. In: _____. **Curso de estatística experimental**. 15ª edição. Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 333-366.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: USSL, 1954. 160p.
- SARTORIO, S. D. **Aplicação de técnica de análise multivariada em experimentos agropecuários usando o software R**. 2008. 130p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.
- ÚNICA. **Cenário e desafios para a expansão do setor sucroenergético**. 2015.
- VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. 2005. 215p. Monografia (Especialização) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2005.
- WRAITH, J. M.; DAS, B. S. Monitoring soil water and ionic solute distributions using time domain reflectometry. **Soil and Tillage Research**, v.47, p.145-150, 1998.



Tabela 1. Resultados das análises químicas das Áreas com Aplicação de Vinhaça e Área de Referência.

Prof.	Acidez Ativa	Teor Trocável ⁽¹⁾			Extrato de Saturação			Relação			CE ⁽²⁾
	pH _{H2O}	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Ca	Mg	K	Ca	Mg	K	CEes20°C
m	pH	----- cmol _c dm ⁻³ -----			----- mg L ⁻¹ -----			--- Teor : Solução ---			-- dS m ⁻¹ --
ARF – Área de Referência											
0,0–0,2	6,38	16,27	3,73	0,68	24,62	5,92	17,80	1:2	1:2	1:26	0,253
0,2–0,4	6,48	13,50	3,30	0,41	13,17	3,14	5,66	1:1	1:1	1:14	0,122
0,4–0,6	6,52	10,96	3,49	0,27	11,67	3,34	3,00	1:1	1:1	1:11	0,127
02A – 02 Anos de Aplicação de Vinhaça											
0,0–0,2	5,81	10,42	3,61	0,94	12,07	4,23	18,39	1:1	1:1	1:20	0,212
0,2–0,4	6,01	12,41	4,32	0,32	8,41	2,57	4,00	1:1	1:1	1:13	0,113
0,4–0,6	6,17	10,86	4,67	0,17	8,07	2,96	2,60	1:1	1:1	1:15	0,109
10A – 10 Anos de Aplicação de Vinhaça											
0,0–0,2	6,21	7,97	2,36	1,72	4,82	1,79	30,76	1:1	1:1	1:18	0,143
0,2–0,4	6,19	6,86	1,69	1,35	14,67	3,97	41,89	1:2	1:2	1:31	0,242
0,4–0,6	6,27	6,24	1,80	1,08	21,03	5,29	31,75	1:3	1:3	1:29	0,275
30A – 30 Anos de Aplicação de Vinhaça											
0,0–0,2	6,37	7,88	2,68	2,81	12,46	4,37	132,27	1:2	1:2	1:47	0,421
0,2–0,4	6,53	4,87	1,90	2,76	18,18	5,58	277,84	1:4	1:3	1:100	0,542
0,4–0,6	6,54	4,98	1,85	2,84	17,82	4,37	199,00	1:4	1:2	1:70	0,515

(1) Extratores: Para Cálcio e Magnésio: KCl 1 mol L⁻¹; Para Potássio: Mehlich 1. (2) CE: Condutividade Elétrica.

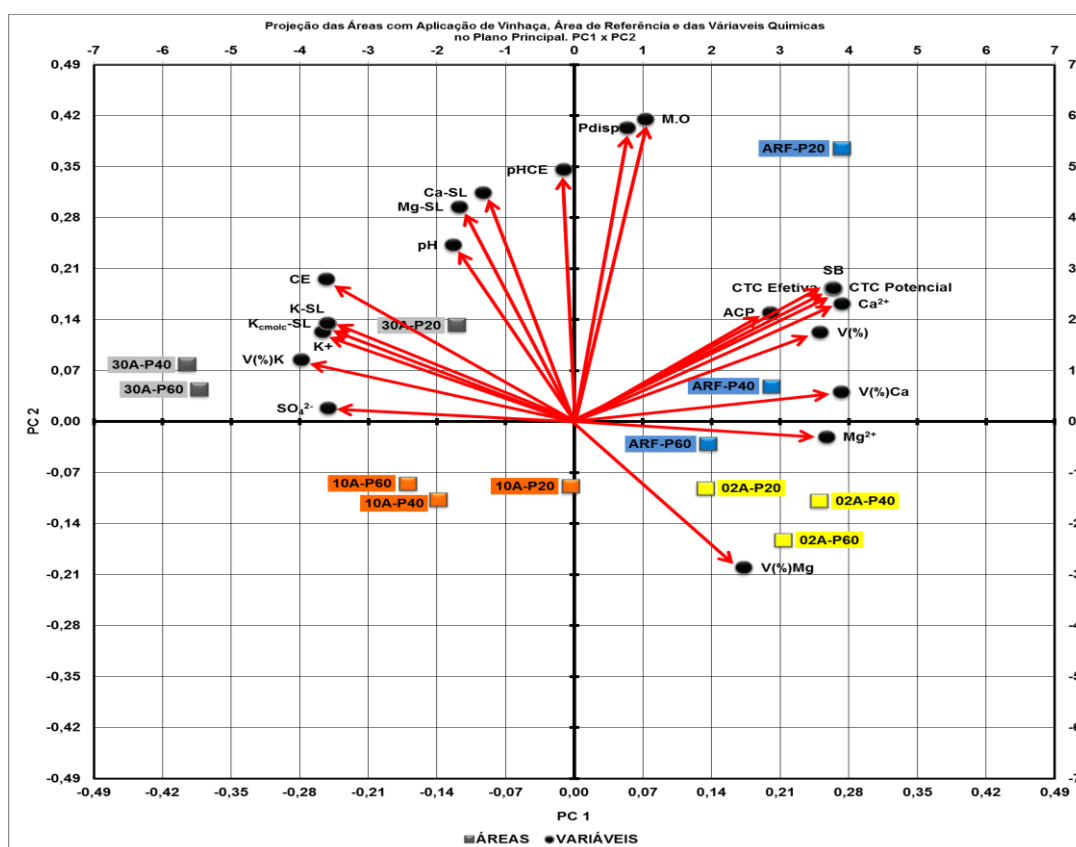


Figura 1. Projeção das Áreas com Aplicação de Vinhaça e Área de Referência, das Variáveis Químicas no Plano Principal (PC1 x PC2).