

Alteração na reação química do solo promovida por resíduos da cana-de-açúcar.

Gisele Silva de Aquino¹, Cristiane de Conti Medina²

¹Universidade Estadual de Londrina (gisele.s.aquino@hotmail.com)

²Universidade Estadual de Londrina (medina@uel.br)

Resumo

A vinhaça aplicada sem critérios no solo pode ocasionar desequilíbrio de bases, salinização, tornando-o infértil, além da lixiviação dos seus constituintes para águas subterrâneas, causando poluição ambiental. A aplicação sob palhada pode causar alterações nos efeitos já conhecidos da vinhaça. Avaliou-se a influência da aplicação de palha de cana-de-açúcar e vinhaça nos teores de potássio, cálcio e magnésio em Nitossolo Vermelho distroférico de alta saturação de bases. Em 64 colunas de PVC de 0,036 x 0,30 m (diâmetro x altura) foram reproduzidos perfis do solo coletados nas profundidades 0-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 m, em área de cultivo. Os solos foram tratados com vinhaça, em doses equivalentes a 0, 125, 250 e 500 m³ ha⁻¹ e 0, 3, 6 e 9 t. ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar e submetidos à incubação por 60 dias. Os resultados foram submetidos à análise de regressão. Com a aplicação de vinhaça, houve elevação nos teores de cálcio, magnésio, potássio e do pH, com distribuição em todo perfil. Observou-se desequilíbrio de bases nas camadas superficiais devido à alta saturação de potássio. A palha de cana-de-açúcar potencializou o efeito da vinhaça em todas as profundidades analisadas e não foi suficiente para aumentar o pH. Melhores resultados foram obtidos com as doses de 300 m³ ha⁻¹ de vinhaça e 6 t. ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar.

Palavras-chave: *Saccharum* sp. Cátions. Resíduo agrícola.

Área Temática: Resíduos sólidos

Abstract

The vinasse applied without criteria in soil can unbalance its bases and salinize it, turning it infertile, and its constituents can leach to groundwater, causing environmental pollution. The application under straw can cause already known changes in the vinasse. The influence of the application of sugar cane straw and vinasse in the levels of potassium, calcium and magnesium in Kandiodalf Typic of high base saturation was evaluated. In 64 PVC columns of 0.036 x 0.30 meters (diameter x height) were replicated soil profiles collected at depths 0-0.05, 0.05-0.10, 0.10-0.20 0.20-0.30 meters in area of cultivation. The soils were treated with vinasse, in doses equivalent to 0, 125, 250 and 500 m³ ha⁻¹ and 0, 3, 6 and 9 t ha⁻¹ of sugar cane straw and submitted to incubation for 60 days. The results were submitted to regression analysis. With the application of vinasse, there was an increase in calcium, magnesium, potassium and pH, with distribution across the profile. It was observed the imbalance of bases in the superficial layers due to high saturation of potassium. The sugar cane straw potentiated the effect of vinasse at all depths analyzed and it was not enough to raise the pH. Best results were obtained with doses of 300 m³ ha⁻¹ of vinasse and 6 t ha⁻¹ of sugar cane straw.

Key words: *Saccharum* sp. Cations. Agricultural waste

Theme Area: Solid Waste.

1 Introdução

A recente tendência de adoção de práticas agrícolas que levem à maior sustentabilidade do sistema pressiona a agroindústria sucroalcooleira a rever seus processos, incluindo a colheita da cana sem queima prévia ou sem despalha a fogo. Assim, tanto nas áreas atuais como de expansão, esta tende a ser totalmente mecanizada, deixando a semimecanizada para locais de grande declive (BRAUNBECK e MAGALHÃES, 2010).

Nesse novo sistema de colheita, sem despalha a fogo, as folhas, bainhas e ponteiro são cortados, triturados e lançados sobre a superfície do solo, formando uma espessa camada de palhada que varia de 10 a 30 Mg ha⁻¹. A deposição e a manutenção dessa palha sobre a superfície do solo ocasionam mudanças nas condições químicas, físicas e biológicas do ambiente agrícola (OLIVEIRA et al., 2003).

Segundo Braunbeck; Magalhães (2010), a palha de cana-de-açúcar, além de ser produzida em grande quantidade, apresenta-se como uma matéria-prima barata e prontamente disponível como fonte de biomassa lignocelulósica renovável. Grande esforço para a conversão do material lignocelulósico a etanol tem sido desenvolvido. Neste contexto, a implantação de tecnologia para a utilização da palha para produção de etanol parece ser irreversível.

Somada à palha, a vinhaça é o principal resíduo líquido da indústria sucroalcooleira. Segundo informações da União da Indústria de Cana-de-açúcar (ÚNICA, 2011), a safra de 2011/2012 produziu no Brasil cerca de 255 bilhões de litros de vinhaça a partir dos 21 bilhões de litros de etanol produzidos. A aplicação desse resíduo na lavoura de cana-de-açúcar como fertirrigação é prática adotada pela maioria das unidades produtoras de açúcar e álcool, devido ao grande volume gerado. Porém, quando aplicada sem critérios, pode causar desequilíbrio de nutrientes e da CTC, além de induzir a saturação do solo, ocasionando problemas de lixiviação de seus constituintes para águas subterrâneas.

Trabalhos pioneiros sobre utilização de vinhaça erram ao recomendar a aplicação de quantidades excessivas no solo, chegando a doses entre 500 a 1.000 m³ ha⁻¹ de vinhaça (FREIRE e CORTEZ, 2000). Assim, grande desequilíbrio catiônico é observado no solo, prejudicando também a absorção de alguns nutrientes essenciais pelas plantas. Medina et al. (2002) verificaram que a aplicação de doses acima de 300 m³ ha⁻¹ de vinhaça causou diminuição da produtividade de cana-de-açúcar.

A compreensão da dinâmica de alguns nutrientes liberados da palhada e suas interações com outros resíduos na química do solo é necessária dentro desse novo sistema de produção. A determinação da quantidade de resíduo que proporcione o máximo aproveitamento agrônômico permite que se tomem decisões assertivas e coerentes, quanto à aplicação desses subprodutos, gerando aproveitamento, juntamente com o equilíbrio químico do solo. Permite ainda, sua utilização em outros setores, maximizando a geração de energia obtida a partir da cana-de-açúcar.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da aplicação de palhada de cana-de-açúcar e vinhaça nos teores de potássio, cálcio, magnésio e pH em Nitossolo Vermelho distroférico de alta saturação de bases.

2 Material e Métodos

O ensaio foi conduzido no Laboratório de solos do Departamento de Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, sendo as unidades experimentais constituídas por colunas de PVC, de 0,036 m de diâmetro interno por 0,30 m de altura, preenchidos com 0,305 kg de solo (T.F.S.A – Terra Fina Seca ao Ar) e com densidade do solo de 1,2 kg dm⁻³. Para evitar perda de solo, foi utilizada uma espuma inerte na parte inferior dos tubos (Figura 1).

O solo utilizado, classificado como Nitossolo Vermelho distroférico, foi coletado em área pertencente à Usina de Açúcar e Álcool COROL, localizada na cidade de Rolândia (PR). Foram abertas trincheiras de 1,00 x 0,70 m e as amostras foram coletadas nas seguintes profundidades através de trincheiras nas profundidades 0 – 0,05; 0,05 – 0,10; 0,10 – 0,20 e 0,20 – 0,30 m. Sub-amostras de cada camada foram retiradas e encaminhadas à análise química de solo.

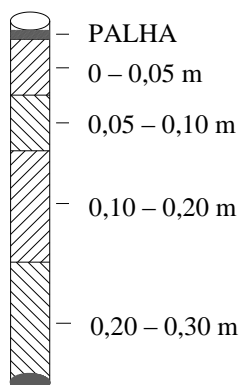
As colunas foram então preenchidas de acordo com as camadas coletadas no campo, ou seja: 0 – 0,05; 0,05 – 0,10; 0,10 – 0,20 e 0,20 – 0,30 m. As duas primeiras camadas receberam 0,508 kg de solo e as demais 0,1017 kg. (Figura1).

A palha proveniente da cana-de-açúcar da variedade RB 83-5054, foi coletada ao acaso, em área submetida à colheita manual. Após ser limpa e seca em estufa à temperatura de 65 °C até peso constante foi pesada, moída e peneirada em malha de 1,0 mm (Pavan et al, 1992), sendo, então, armazenada em caixas de papelão.

A vinhaça, coletada na usina, foi encaminhada para análises químicas. As doses aplicadas na proporção 0; 125; 250 e 500 m³, foram determinadas com base na quantidade usualmente empregada pelas usinas, que é de 250 m³ ha⁻¹.

O resultado da análise química da vinhaça foi: Nitrogênio 490,28 (mg N/L); Matéria orgânica 13.062,50 (mg/L); Fósforo 36,36 (mg P/L); Potássio 1.450,00 (mg K/L); Cálcio 658,50 (mg Ca/L); Magnésio 155,80 (mg Mg/L); Enxofre 522,70 (mg S/L).

Figura 1. Detalhe da coluna com as referidas camadas, imitando o perfil do solo



A palha foi então adicionada na superfície do solo de cada coluna, nas doses correspondentes a: 0,0; 3,0; 6,0 e 9,0 t ha⁻¹.

Em seguida, adicionaram-se as doses de vinhaça e água destilada com o auxílio de um equipo de soro a uma taxa de 0,5 mL min⁻¹, de forma que todos os tratamentos correspondessem a 1 volume de poro (105 mL/coluna).

Após a aplicação dos tratamentos, o tubo foi isolado com filme plástico e vedado para evitar perda de água por evaporação. O material permaneceu em repouso por 60 dias para estabilização e posteriores análises química.

O solo das colunas foi então retirado e fatiado nas camadas de 0 – 0,05; 0,05 – 0,10; 0,10 - 0,20; 0,20 – 0,30 m, colocado em placas de Petri para secar ao ar livre e destorroado para a realização das análises químicas.

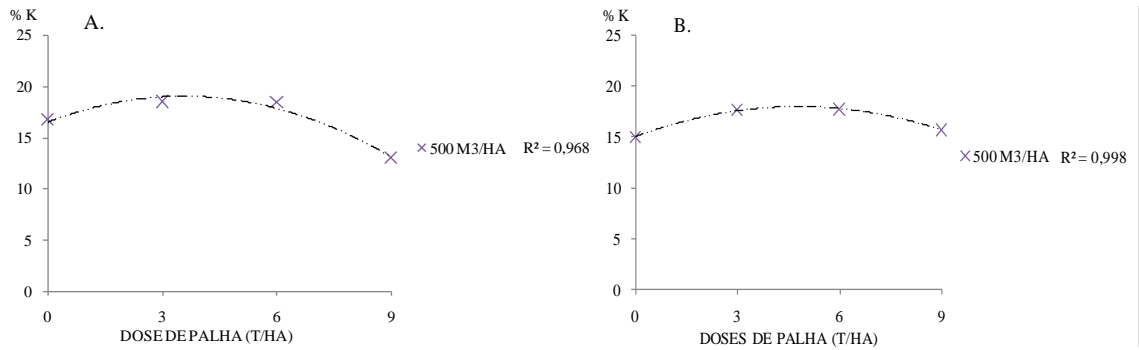
O delineamento experimental foi em esquema fatorial inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância com desdobramento dos graus de liberdade em polinômios ortogonais.

3 Resultados e discussão

A palhada da cana-de-açúcar promoveu a elevação da saturação do potássio no complexo de troca até 0,10 m de profundidade, quando aplicado com 500 m³ ha⁻¹ de vinhaça.

Nas demais camadas e doses de vinhaça, não se verificaram efeito significativo estatisticamente (Figura 2), corroborando com os resultados obtidos por Oliveira et al (2003).

Figura 2. Efeito da palha aplicada sob diferentes doses de vinhaça, no teor de potássio nas profundidades 0 – 0,05 m (A) e 0,05 – 0,10 m (B).



A baixa contribuição da palhada no teor de potássio pode ser devido ao tempo relativamente curto (60 dias) de incubação do material vegetal, aliado ao fato de que em laboratório, a atividade microbiana não é favorecida, devido a fatores controlados como temperatura e irrigação que são menores que à campo, não proporcionando assim a total liberação desse composto.

Houve efeito significativo e crescente para o teor de cálcio com a aplicação da palhada até 6 t ha⁻¹ em todas as camadas, sendo que, a partir dessa dose, verificou-se queda na concentração desse elemento, devido ao deslocamento do mesmo. A palhada apresentou resultado potencializado quando aplicada juntamente com a vinhaça. A dose de 250 m³ ha⁻¹ apresentou melhores efeitos (Figura 3).

O teor de magnésio diminuiu significativamente até 0,20 m, apresentando acúmulo na camada 0,20 a 0,30 m, com a aplicação das doses de palhada (Figura 4).

Figura 3. Efeito da palha aplicada sob diferentes doses de vinhaça, no teor de cálcio nas profundidades 0 – 0,05 m (A.), 0,05 – 0,10 m (B.), 0,10 – 0,20 m (C), 0,20 – 0,30 m (D).

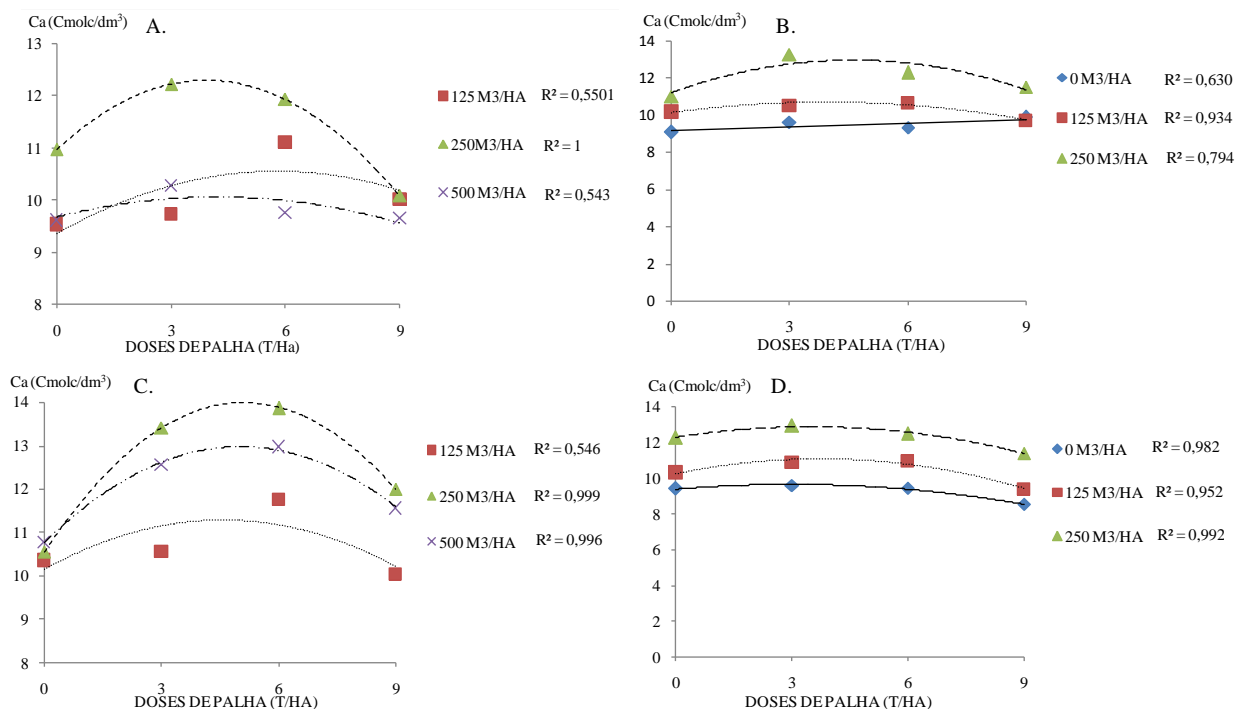
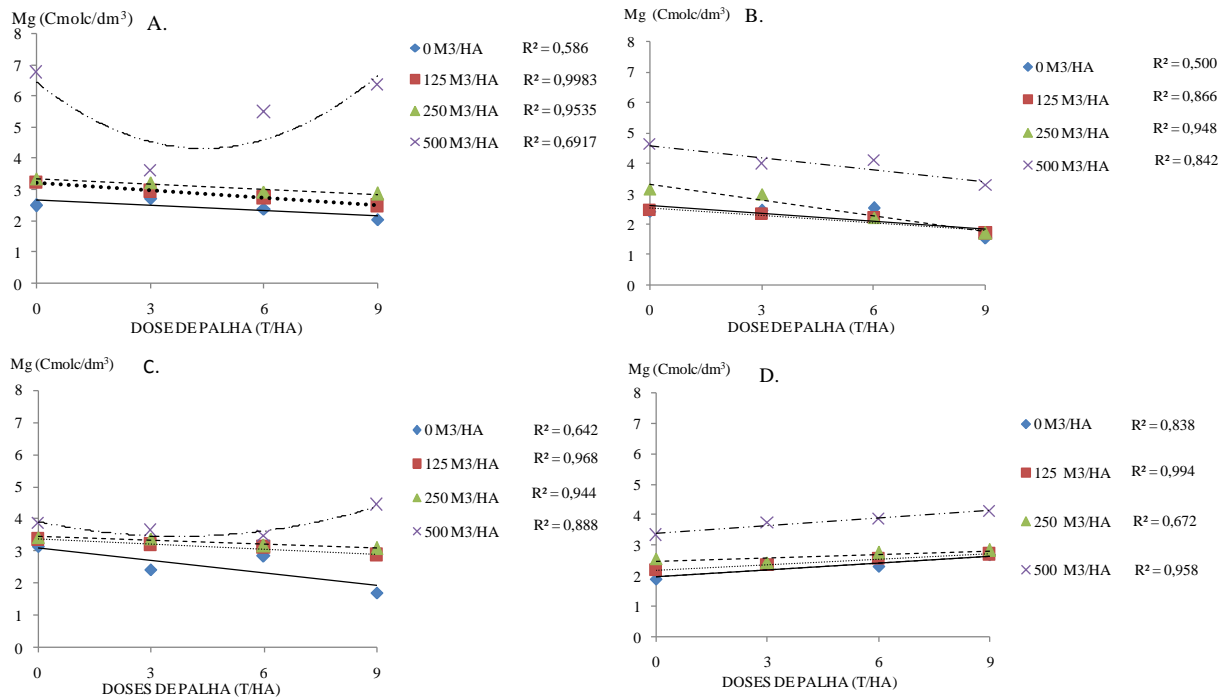


Figura 4. Efeito da palha aplicada sob diferentes doses de vinhaça, no teor de magnésio, nas profundidades 0 – 0,05 m (A.), 0,05 – 0,10 (B.), 0,10 – 0,20 (C) e 0,20 – 0,30 (D).



A presença do cálcio e magnésio em profundidade pode ser explicada, pelo fato que, em sistemas com alto aporte de resíduos orgânicos, ocorre a complexação por ligantes orgânicos, onde esses cátions teriam suas cargas líquidas alteradas favorecendo sua lixiviação.

Esses resultados vêm demonstrar a importância do manejo da palha da cana-de-açúcar após a colheita, pois os compostos hidrossolúveis podem possibilitar a movimentação do cálcio para a subsuperfície. Vale ressaltar que a falta desse cátion em profundidade pode representar limitações severas para o desenvolvimento sustentável da cultura da cana-de-açúcar, pela limitação à permeabilidade celular das raízes.

A palha não apresentou resultado significativo no pH em nenhuma quantidade testada.

A vinhaça proporcionou elevação e distribuição do potássio em todo o perfil do solo (Figura 5), com maior média percentual para a dose de 500 m³ ha⁻¹, indicando a ocorrência de lixiviação até 0,30 m. Observou-se a elevação da saturação do K% no complexo de troca a valores altamente significativos de até 18% nas camadas 0 – 0,05 e 0,05 – 0,10 m (Figura 5A e 5B), favorecendo um desequilíbrio de bases. Nas profundidades 0,10 – 0,20 e 0,20 – 0,30 m (Figura 5C e 5D) os valores mais altos foram de 3,80 e 3,33% respectivamente.

A aplicação de palha da cana-de-açúcar juntamente com a vinhaça, colaborou para o aumento do teor de potássio em todas as profundidades, obtendo-se as maiores concentrações, quando comparado com a ausência de palha, com a dose de 9 t ha⁻¹, à exceção da primeira camada (Figura 5). A presença do potássio em profundidade é favorecida pela não formação de composto orgânico com outros elementos; assim, estando o complexo de troca saturado, a percolação deste cátion para as demais camadas é facilitada.

Esses resultados nos indicam que as dosagens devem ser mensuradas de acordo com as características de cada solo, uma vez que este possui quantidades desbalanceadas de elementos minerais e orgânicos, podendo ocorrer lixiviação de vários desses íons, sobretudo do nitrato e do potássio (SILVA et al., 2007) ocasionando também prejuízo ambiental.

Em relação ao cálcio, melhores resultados foram obtidos com a dose 300 m³ ha⁻¹ de vinhaça, atingindo valores de 10,98; 11,00; 10,95 e 12,30 Cmol/dm³, nas camadas 0 - 0,05; 0,05 – 0,10; 0,10 – 0,20 e 0,20 – 0,30 m respectivamente, sendo que a presença de palhada contribuiu para a presença em profundidade deste elemento (Figura 6).

Figura 5. Efeito da vinhaça aplicada sobre diferentes quantidades de palha, no teor de potássio nas profundidades 0 – 0,05 m (A.), 0,05 – 0,10 (B.), 0,10 – 0,20 (C) e 0,20 – 0,30 (D).

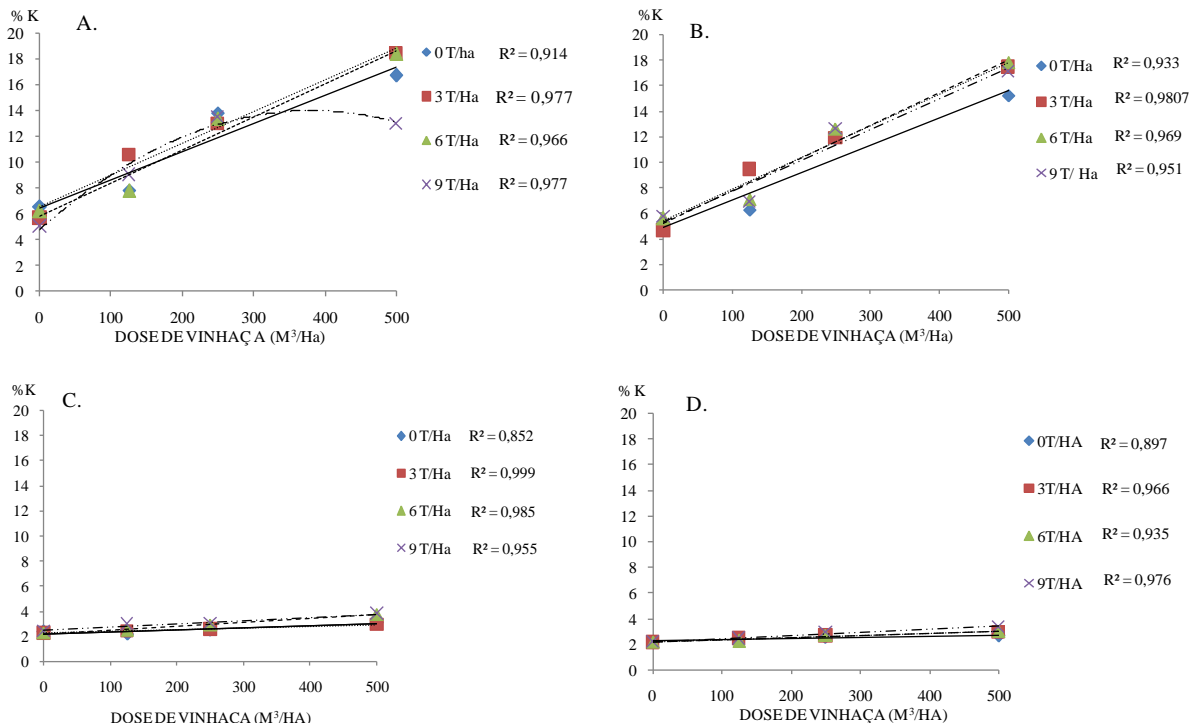
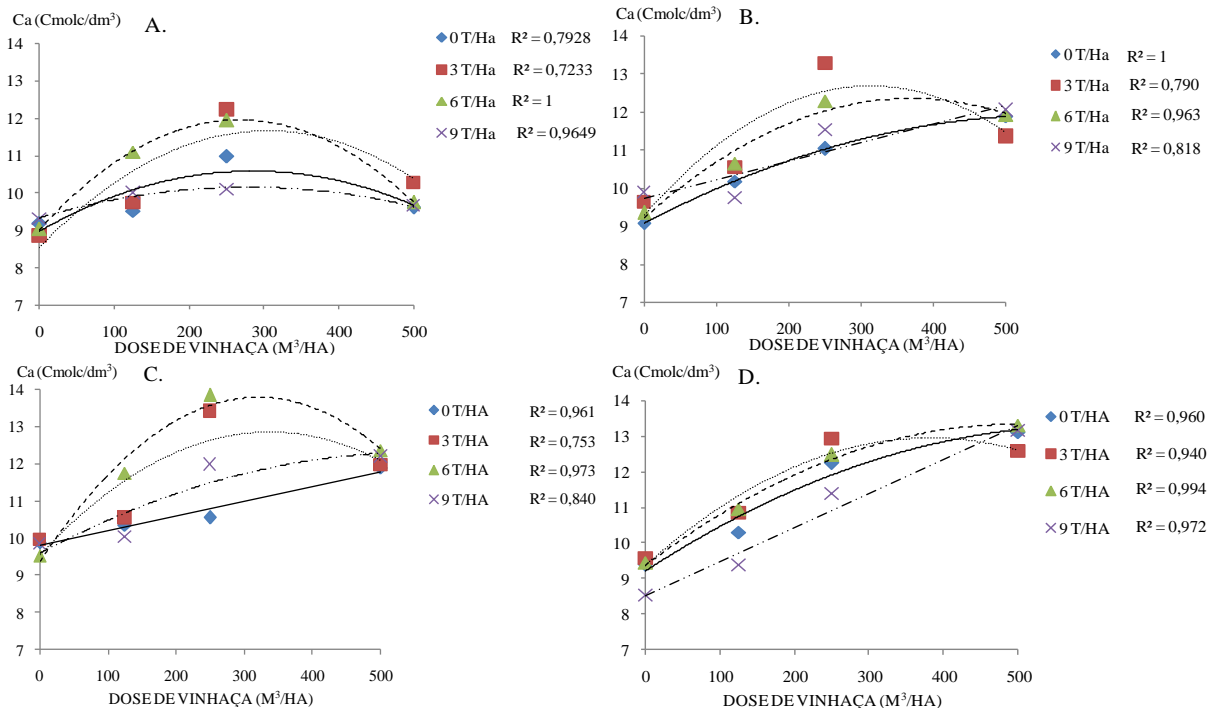


Figura 6. Efeito da vinhaça aplicada sobre diferentes quantidades de palha, no teor de cálcio nas profundidades 0 – 0,05 m (A.), 0,05 – 0,10 (B.), 0,10 – 0,20 (C) e 0,20 – 0,30 (D).



A aplicação da maior dose de vinhaça ($500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) favoreceu a elevação do teor de magnésio a 6,78; 4,63; 3,88 e 2,65 (Cmolc/dm³), nas camadas 0 - 0,05; 0,05 – 0,10; 0,10 – 0,20 e 0,20 – 0,30 m respectivamente (Figura 7). Observou-se, ainda, que, quanto maior a quantidade de palhada adicionada, maior o deslocamento para as camadas seguintes, principalmente na camada 0 – 0,05 m, com acúmulo na camada 0,10 – 0,20 m, fazendo com que os teores nas doses 6 e 9 t ha⁻¹ apresentassem pouca variação na camada 0,20 – 0,30 m.

A vinhaça não apresentou efeito significativo no pH, na camada 0 – 0,05 m. Nas demais camadas, teve efeito crescente conforme o aumento da dose, observando-se maiores resultados com 500 m³ ha⁻¹ (Figura 8). A adição de palha teve efeito semelhante, aumentando o pH em todas as doses aplicadas.

Figura 7. Efeito da vinhaça aplicada sobre diferentes quantidades de palha, no teor de magnésio nas profundidades 0 – 0,05 m (A.), 0,05 – 0,10 (B.), 0,10 – 0,20 (C) e 0,20 – 0,30 (D).

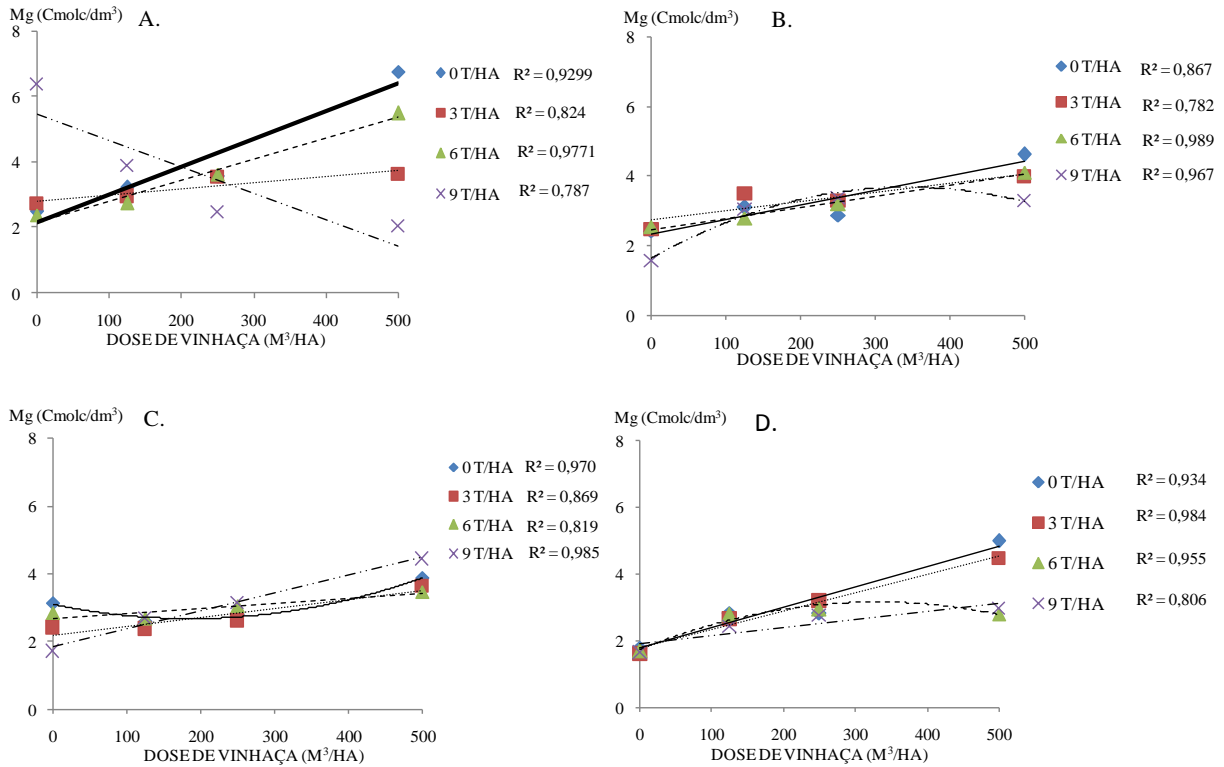
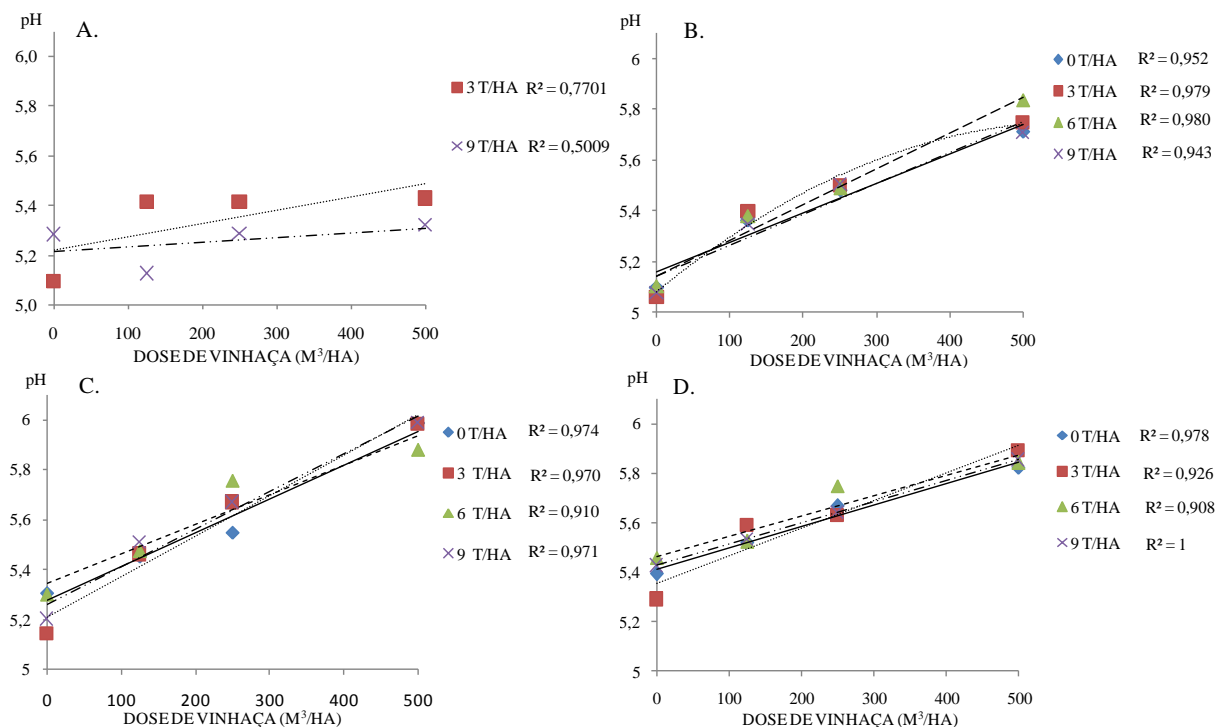


Figura 8. Efeito da vinhaça aplicada sobre diferentes quantidades de palha, no pH nas profundidades 0 – 0,05 m (A.), 0,05 – 0,10 (B.), 0,10 – 0,20 (C) e 0,20 – 0,30 (D).



Segundo Silva et al., (2007), no momento em que a matéria orgânica contida na vinhaça é incorporada ao solo, ela é colonizada por fungos, os quais a transformam em húmus, neutralizando a acidez do meio, elevando assim, o pH no solo.

Embora tenha permanecido abaixo da faixa adequada para o desenvolvimento radicular, que é de 6,5, (MEDINA, 1993), a elevação do pH observada na camada de maior concentração de raízes (0 – 0,25 m) é de grande benefício para o desenvolvimento da planta, podendo refletir na produtividade final.

4. Conclusões

1. A palha de cana-de-açúcar aumentou os teores de potássio, cálcio e magnésio até 0,30m e não foi suficiente para elevar o pH em nenhuma profundidade.
2. Em Nitossolo Vermelho distroférrico de alta saturação de bases, a aplicação da vinhaça e palha de cana-de-açúcar promoveram melhorias na fertilidade do solo, uma vez que aumentaram o teor de cálcio, magnésio, potássio, além do pH. Porém, em solo com alta saturação de potássio pode ocorrer desequilíbrio catiônico, principalmente nas camadas superficiais.
3. A palha de cana-de-açúcar potencializou o efeito da vinhaça em relação aos teores de cálcio, magnésio, potássio e pH em todas as profundidades analisadas.
4. Melhores resultados foram obtidos com as doses de 300 m³ ha⁻¹ de vinhaça e 6 t ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar.

Referências

BRAUNBECK, O. A.; MAGALHÃES, P. S. G. Avaliação tecnológica da mecanização da cana-de-açúcar. In: CORTEZ, L. A. B. Bioetanol de cana-de-açúcar. 1 ed. São Paulo: Blucher, 2010. p. 451-475.

FREIRE, W. J.; CORTEZ, L. A. B Vinhaça de cana-de-açúcar. Guaíra: Livraria Agropecuária, 2000. GAVA, G.J.C.; TRIVELIN, P.C.O.; VITTI, A.C.; OLIVEIRA, M.W. Recuperação do nitrogênio (15N) da uréia e da palhada por soqueira de cana-de-açúcar (*saccharum* spp.), Revista Brasileira de Ciência de Solo, v.27, p.621-630, 2003.

MEDINA, C. C. Estudo da aplicação de gesso, calcário e vinhaça na produção e enraizamento da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp). 1993. 175 p. Tese (Doutorado em Agronomia) Botucatu: UNESP, 1993.

MEDINA, C. C. et al. Crescimento radicular e produtividade de cana-de-açúcar em função de doses de vinhaça em fertirrigação. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 23, n. 2, p. 179-184, jul./dez. 2002.

OLIVEIRA, M. W. Matéria seca e nutriente na palhada de dez variedades de cana-de-açúcar. Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, Piracicaba, v.21, n.3, p.30-31, 2003.

SILVA, M. A. S.; 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, Campina Grande, v.11, n.1, p.108-114, 2007.

UNICA. Qual a expansão prevista para o cultivo da cana-de-açúcar no Brasil nos próximos anos? Disponível em: <http://www.unica.com.br/FAQ/>. Acesso em: 15 out. 2011.