

ALTERAÇÕES NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO COM ADIÇÃO DE VINHAÇA

ALTERATIONS IN CHEMICAL ATTRIBUTES IN AN ORTHIC FERRALSOL WITH ADDITION OF VINASSE

BIANCHI, S.R.¹, NOGUEIRA, A.R.A.², MOREIRA, A.², SOUZA, G.B.², MENEZES, E.A.¹, LOPES, W.V.³

¹UFSCar, Caixa Postal 676, 13565-905, São Carlos, SP.

²Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP.

³Unicastelo, Descalvado, SP

E-mail: silmarabianchi@yahoo.com.br

Resumo

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação na Embrapa Pecuária Sudeste, com o objetivo de verificar o efeito da vinhaça sobre os atributos químicos de um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (LVAd). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram aplicadas doses de vinhaça correspondentes a 0, 300, 450, 600 e 750 m³ ha⁻¹ no LVAd. Os resultados mostraram que a utilização da vinhaça promoveu aumento significativo no pH e nos teores de K e Mg trocável e reduziu o H+Al trocável e o N-NH₄⁺. A matéria orgânica e o P disponível não foram influenciados pelas doses. O uso da vinhaça causa um desbalanço na saturação de K, Ca e Mg na CTC.

Abstract

The experiment was conducted in a greenhouse at Embrapa Cattle-Southeast, with the objective of verifying the effect of vinasse on the chemical attributes in an Orthic Ferralsol. The experimental design was completely randomized, with four replicates. Vinasse rates corresponding to 0, 300, 450, 600 and 750 m³ ha⁻¹ were applied. The results showed that the use of vinasse significantly increased pH and K and Mg exchangeable and reduced the H+Al exchangeable and N-NH₄⁺. The organic matter and available P were not affected by vinasse rates. The use of vinasse caused an imbalance in the saturation of K, Ca and Mg in cations exchange capacity (CEC).

Introdução

A vinhaça, principal resíduo gerado durante a destilação do álcool (cerca de 14 litros de vinhaça para um litro de álcool), possui concentrações razoáveis de nitrogênio, magnésio e potássio (Silva et al., 2007). Com o crescimento da área plantada, estima-se que serão produzidos na safra 2007/2008, 312 bilhões de litros de vinhaça, o que corresponde a aproximadamente 31 mil toneladas de K₂O. Tal quantidade representa 1,2% do total de potássio importado, que aparentemente pode ser pouco, mas pode gerar uma economia de sete milhões de dólares na balança comercial.

Com esse potencial, além da cana-de-açúcar, outras culturas podem ser cultivadas próximas às usinas e beneficiar-se desse subproduto, como o caso da alfafa (*Medicago sativa* L.), forrageira rica em proteínas, cálcio, fósforo e vitaminas A e E (Moreira, et al., 2007). Deve-se levar em consideração que, além da adubação potássica para que a cultura obtenha a máxima resposta à adubação, outros fatores devem ser abordados, como a fertilidade do solo e o balanço de nutrientes para que não ocorram interações que prejudiquem o desenvolvimento das plantas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da vinhaça nos atributos químicos de um Latossolo Vermelho Amarelo cultivado com alfafa.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação na Embrapa Pecuária Sudeste (São Carlos - SP), com vasos de PVC medindo 25 cm x 60 cm (diâmetro x altura), providos de coletores. Foi utilizado o Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (LVAd). Os vasos foram montados representando o perfil do solo: 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm. O delineamento

experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foi aplicado calcário dolomítico na camada de 0-20 cm para elevar a saturação por bases do solo a 80%. Os vasos receberam adubação básica de nutrientes: 0,5 mg kg⁻¹ de B; 1,5 mg kg⁻¹ de Cu; 5 mg kg⁻¹ de Zn; 0,1 mg kg⁻¹ de Mo; 0,01 mg kg⁻¹ de Co; 2,5 mg kg⁻¹ de Fe; 2,5 mg kg⁻¹ de Mn; 100 mg kg⁻¹ de P (Malavolta, 1980). Todos os fertilizantes foram aplicados ao volume de solo correspondente à camada de 0-20 cm antes da adição de vinhaça, que apresentou as seguintes características químicas: 5,1 kg m⁻³ de K, 0,6 kg m⁻³ de Mg, 1,4 kg m⁻³ de Ca, 1,2 kg m⁻³ de S, 7,8 g m⁻³ de Mn, 60,2 g m⁻³ de Fe, 45,0 g m⁻³ de Si, 1,3 g m⁻³ de Zn e 0,16 kg m⁻³ de Na.

Os tratamentos consistiram em quatro doses de vinhaça 0, 300, 450, 600 e 750 m³ ha⁻¹ e um tratamento adicional de 150 mg kg⁻¹ de K, aplicado na forma de KCl. A caracterização química da vinhaça foi feita após liofilização e digestão por radiação microondas. A determinação dos elementos foi feita por espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP OES). Após a aplicação da vinhaça, o solo foi incubado nos vasos por 20 dias, sendo em seguida realizado o plantio da alfafa, cultivar Crioula, peletizada com *Sinorhizobium meliloti*. Durante todo o período do experimento, as plantas eram regadas diariamente. Foram realizados dois cortes da parte aérea a 4 cm acima do nível do solo, quando as plantas apresentavam 10% de florescimento.

Concomitantemente ao corte da alfafa foi realizada uma amostragem de solo na camada de 0-20 cm para determinação do pH, MO, P, K, Ca, Mg, H+Al, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, SB e CTC (Rajj et al., 2001). Além desses fatores foram determinadas as saturações de K, Ca, Mg e Al (Tomé Júnior, 1997). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste F e regressão e comparação de médias com o teste de Tukey a 5% de significância (Pimentel Gomes & Garcia, 2002).

Resultados e Discussão

Nas Tabelas 1 e 2 são mostradas as principais modificações químicas do solo com adição de vinhaça. Tais resultados demonstram aumento significativo no pH do solo, passando de 5,05 na testemunha para 6,18 com aplicação de 750 m³ ha⁻¹, o inverso ocorreu com Al e H+Al trocável. Esses resultados também foram verificados por Pereira et al (1992), em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico cultivado com milho. Mesmo não havendo efeito da adição da vinhaça no conteúdo de matéria orgânica no solo, para esses autores, esse resultado pode ser devido à decomposição contínua da matéria orgânica contida na vinhaça, atuando como tampão na alteração do pH do solo e como fonte de bases, neutralizando a acidez trocável.

No caso do Ca e Mg trocável, houve diferenças estatísticas somente entre a testemunha e os tratamentos 300 m³ ha⁻¹ de vinhaça e 150 mg kg⁻¹ de KCl, não ocorrendo diferenças entre as doses de vinhaça (Tabela 1). O uso de calcário dolomítico para elevação da saturação por bases a 80%, possivelmente, deve ter minimizado o efeito da vinhaça como fonte de Ca e Mg para as plantas. O mesmo foi observado com o P disponível, que variou de 119 a 252 mg kg⁻¹ (Tabela 1), valor considerado alto por Moreira et al. (2007), para o cultivo da alfafa nas condições dos trópicos.

Tabela 1. Modificações dos atributos químicos do solo em função da aplicação de vinhaça na alfafa cultivada em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico.

| Tratamentos | pH | MO | P | K | Ca | Mg | H+Al |
|-------------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-------|------------------------------------|-------|-------|
| | CaCl ₂ | g kg ⁻¹ | mg kg ⁻¹ | ----- | cmol _c dm ⁻³ | ----- | ----- |
| 0 | 5,05b | 64,7a | 252a | 0,2c | 7,2b | 0,5b | 5,5a |
| 300 m ³ ha ⁻¹ | 5,65a | 63,0a | 188c | 6,0a | 9,3a | 2,5a | 2,8c |
| 450 m ³ ha ⁻¹ | 5,98 | 72,3 | 125 | 7,9 | 10,4 | 3,3 | 2,4 |
| 600 m ³ ha ⁻¹ | 6,05 | 59,8 | 225 | 8,2 | 8,9 | 3,0 | 2,2 |
| 750 m ³ ha ⁻¹ | 6,18 | 65,5 | 119 | 9,7 | 8,4 | 2,8 | 1,8 |
| Linear | * | ns | ns | * | ns | * | * |
| Quadrático | * | ns | ns | * | ns | * | * |
| KCl | 5,65a | 63,7a | 218b | 1,4b | 8,4a | 1,8a | 4,1b |

*significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo.

** Médias seguidas por letras distintas nos tratamentos 0, 300 m³ ha⁻¹ e KCl diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os teores de K trocável foram influenciados pelo o aumento das doses de vinhaça, passando de 0,2 a 9,7 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ da testemunha para 750 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça (Tabela 1). Diversos trabalhos citam a elevação nos teores de potássio sob a influência da aplicação da vinhaça no solo. Independentemente dos tratamentos, os teores ficaram acima de 0,16 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ considerado como médio na classe de interpretação para K trocável no solo obtido com o extrator resina trocadora de íons (Moreira et al., 2007).

Quanto à soma de bases (SB) e à capacidade de troca de cátions (CTC), o comportamento foi semelhante ao observado para os teores de K trocável (Tabelas 1 e 2). Nestas duas variáveis (SB e CTC), os maiores efeitos foram verificados com aplicação de 450 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça. Na comparação entre fontes, a aplicação de vinhaça diferiu estatisticamente do KCl e da testemunha (Tabela 2).

Os teores de N-NO_3^- e de N-NH_4^+ na camada de 0-20 cm variaram de 89,5 a 136,5 mg kg^{-1} e de 27,6 a 60,6 mg kg^{-1} , respectivamente (Tabela 2). No caso do N-NO_3^- , o maior teor foi verificado no tratamento 150 mg kg^{-1} de KCl, diferindo estatisticamente da testemunha e de 300 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça, enquanto no N-NH_4^+ , o maior teor foi verificado na testemunha. Alguns fatores como, provável menor lixiviação do KCl e maior potencial de lixiviação da vinhaça podem ter interferido no resultado.

Tabela 2. Modificações dos teores de nitrato, amônio, alumínio (Al), soma de base (SB) e capacidade de troca de cátions (CTC) do solo em função da aplicação de vinhaça na alfafa cultivada em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico.

| Tratamentos | N-NO_3^- | N-NH_4^+ | Al | SB | CTC |
|----------------------------------|---------------------|-------------------|------|-------|-------|
| | mg kg^{-1} | | | | |
| 0 | 128,1b | 60,6a | 2,2a | 7,8c | 13,3b |
| 300 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ | 136,5b | 36,2b | 0,4b | 17,8a | 20,6a |
| 450 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ | 89,5 | 27,6 | 0,0 | 21,6 | 24,0 |
| 600 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ | 105,6 | 28,0 | 0,0 | 20,1 | 22,3 |
| 750 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ | 117,8 | 35,5 | 0,0 | 20,1 | 22,7 |
| Linear | ns | * | * | * | * |
| Quadrático | * | * | * | * | * |
| KCl | 168,9a | 35,5b | 0,9b | 11,6b | 15,7b |

*significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo.

** Médias seguidas por letras distintas nos tratamentos 0, 300 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e KCl diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com o uso da vinhaça, observou-se um desbalanço na saturação de K, Ca e Mg na CTC (Tabela 3). O solo fértil, com boas condições nutricionais, apresenta as seguintes saturações: Ca - 50 a 70%, Mg - 10 a 15% e K - 3 a 5% (Tomé Júnior, 1997). No caso da saturação do Al, exceto a testemunha com 16,5%, a ausência de Al trocável a partir de 450 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça ocasiona em valores considerados baixos. Moreira et al. (2005) relatam que o desbanço na saturação de cátions na CTC pode influenciar negativamente a produção da alfafa.

Tabela 3. Saturação de K, Ca, Mg e Al na CTC do solo tratado com vinhaça.

| Tratamentos | K | Ca | Mg | Al |
|----------------------------------|---------|-------|-------|-------|
| | % ----- | | | |
| 0 | 1,3c | 53,9a | 3,4b | 16,5a |
| 300 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ | 29,2a | 45,3b | 11,9a | 1,9b |
| 450 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ | 32,8 | 43,5 | 13,7 | 0,0 |
| 600 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ | 36,6 | 40,0 | 13,6 | 0,0 |
| 750 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ | 42,8 | 37,1 | 12,2 | 0,0 |
| Linear | * | * | * | * |
| Quadrático | * | * | * | * |
| KCl | 8,7b | 53,8a | 11,3a | 4,5b |

*significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo.

** Médias seguidas por letras distintas nos tratamentos 0, 300 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e KCl diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Conclusões

A utilização da vinhaça promoveu aumentos significativos no pH e nos teores de K e Mg trocável e reduziu o H+Al trocável e no N-NH₄⁺. A matéria orgânica e o P disponível não foram influenciados pelas doses. O uso da vinhaça causa um desbalanço na saturação de K, Ca e Mg na CTC.

Referências

- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.
- MOREIRA, A.; BERNARDI, A.C.C.; RASSINI, J.B. et al. **Fertilidade do solo e estado nutricional da alfafa cultivada nos trópicos**: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. p.40 (Documentos 67).
- MOREIRA, A.; CARVALHO, J.G.; EVANGELISTA, A.R. Relação cálcio e magnésio na fertilidade de um Latossolo Vermelho Escuro distrófico cultivado com alfafa. **Ciência e Agrotecnologia**. V.29, n.4, p.786-794, 2005.
- PEREIRA, J.P.; ALVARENGA, E.M.; TOSTES, J.R.P.; FONTES, L.E.F. Efeito da adição de diferentes dosagens de vinhaça a um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico na germinação e vigor de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.14, n.2, p.147-150, 1992.
- PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 284p.
- SILVA, M.A.S.; GRIEBELER, N.P.; BORGES, L.C. Uso de vinhaça e impacto nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.1, p.108-114, 2007.
- TOMÉ JÚNIOR, J.B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.