



Sobreposição do efeito dispersivo causado pela valência dos cátions no complexo de troca pela matéria orgânica de vinhaça em um Cambissolo Háplico degradado por queimadas ⁽¹⁾.

Thadeu Rodrigues de Melo⁽²⁾; Rogério Resende Martins Ferreira⁽³⁾; Clarissa Tieme Matsuda Feltran⁽⁴⁾; João Tavares Filho⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da CAPES.

⁽²⁾ Aluno de pós-graduação; Universidade Estadual de Londrina; Londrina, Paraná; thadeurodrigues@hotmail.com; ⁽³⁾ Pesquisador; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; ⁽⁴⁾ Mestre; Universidade Estadual de Londrina; ⁽⁵⁾ Professor Adjunto; Universidade Estadual de Londrina.

RESUMO: A produção nacional de vinhaça é elevada e seu principal destino é o uso como fonte de nutrientes e matéria orgânica para solos cultivados. A queima de pastagens é uma prática comumente realizada na região de Nazareno – MG. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da vinhaça na dispersão de argila de um Cambissolo Háplico degradado por queimadas. Foi realizado uma amostragem composta por 40 pontos da camada de 0-20 cm do solo em questão. O solo coletado foi posto em vasos e doses equivalentes a 0; 18,8; 37,5; 56,3; 75,0; 112, e 150,0 m³ ha⁻¹ foram adicionadas. A incubação durou 60 dias e cara tratamento foi composto por 3 repetições. A dispersão de argila se correlacionou negativamente ($r^2 < 0$) com a matéria orgânica e com a proporção $K^+ / Ca^{2+} + Mg^{2+}$, com p-valor significativo ($< 0,05$) para ambos os modelos. A expectativa de correlação positiva entre a proporção $K^+ / Ca^{2+} + Mg^{2+}$ indica que, mesmo com o aumento da presença de íons monovalentes (K^+), a matéria orgânica foi capaz de aumentar a floculação das partículas primárias do solo. Conclui-se que a adição de vinhaça incrementa a floculação do solo e é potencialmente favorável à recuperação desses solos.

Termos de indexação: floculação, estabilidade estrutural, recuperação física do solo.

INTRODUÇÃO

A produção de vinhaça no Brasil na safra 2014/2015 foi de 374 bilhões de litros, considerando-se que para cada litro de etanol produzido, gera-se 13 litros desse resíduo (BARROS et al., 2010; MAPA, 2015). A principal finalidade da vinhaça é como fonte de nutrientes e matéria orgânica ao solo, com o intuito aumentar sua fertilidade e, conseqüentemente, incrementar o rendimento das plantas cultivadas. A adição de vinhaça também pode alterar os atributos físicos do solo, uma vez que os cátions presentes interferem na espessura da dupla camada elétrica (MAHANTA et al., 2012) e

no potencial zeta das partículas eletronegativas (CHOROM & RENGASAMY, 1995), resultando em aumento da dispersão quando a proporção de íons monovalentes é aumentada (ARIENZO et al., 2012). Por outro lado, a matéria orgânica tem potencial de promover dispersão ou floculação (LEE et al., 2012), dependendo da natureza e estado das partículas do solo e das moléculas orgânicas adicionadas.

A queima de pastagens é prática comum na região de Nazareno – MG (HORTA, 2006). Entretanto, sua prática contínua reduz o conteúdo de matéria orgânica do solo, favorecendo sua degradação química, física e biológica. A adição de vinhaça nessas áreas com o intuito de restaurá-las pode ser uma prática interessante, visto a grande quantidade de nutrientes e matéria orgânica presente.

A floculação é o processo inicial do fenômeno de agregação de solos (CARDOSO et al., 2013) e seu favorecimento é importante para a melhoria de diversos atributos físicos do solo (ARIENZO et al., 2012; SPERA et al., 2008).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da vinhaça na dispersão de argila de um Cambissolo Háplico degradado por queimadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O solo estudado foi um Cambissolo Háplico da bacia hidrográfica do Alto Rio Grande – MG. A área de coleta foi uma pastagem com queimadas anuais. Delimitou-se uma subárea de 2 ha para a coleta de 40 amostras aleatórias da camada de 0-20 cm. As amostras foram misturadas, secas ao ar e peneiradas (2 mm) para posteriormente serem adicionadas em vasos (2 kg) para incubação com diferentes doses de vinhaça.

A caracterização do solo avaliado é mostrada na Tabela 1.

As doses de vinhaça aplicadas foram equivalentes a 0; 18,8; 37,5; 56,3; 75,0; 112, e 150,0 m³ ha⁻¹. O período de incubação foi de 60 dias.

Os vasos foram dispostos inteiramente ao acaso, e o experimento foi constituído por 7 repetições



(doses de vinhaça), com 3 repetições cada, totalizando 21 vasos.

Após o período de incubação, amostras em triplicata foram tomadas em cada vaso para a determinação do teor de argila dispersa em água pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997) sem adição de agente dispersante, carbono orgânico total pela oxidação com dicromato de potássio com posterior multiplicação pelo fator de Van Bemmelen de 1,724 para obtenção da matéria orgânica total. Para o cálculo da proporção $K^+ / Ca^{2+} + Mg^{2+}$ no complexo de troca, a determinação de K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} foi realizada de acordo com Pavan et al. (1992). O efeito da adição de vinhaça na dispersão de argila, na matéria orgânica total e na proporção $K^+ / Ca^{2+} + Mg^{2+}$ foi avaliado pela análise de variância. A avaliação do efeito dessas 2 variáveis na dispersão de argila foi realizada pelo coeficiente de determinação (r^2) e p-valor de equações de regressão proveniente entre elas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses de vinhaça reduziram a dispersão de argila (ADA) e aumentaram a matéria orgânica total, bem como a proporção $K^+ / Ca^{2+} + Mg^{2+}$. O p-valor da ANAVA pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultado da ANAVA para os atributos avaliados em um Cambissolo Háplico após incubação com doses de vinhaça.

Atributo	ANAVA p-valor
Argila dispersa em água	< 0.0001
Matéria orgânica	0.0003
K / (Ca + Mg)	0.0009

O efeito do aumento do teor de matéria orgânica na dispersão de argila é variável. De acordo com Lee et al. (2012), estudando a dispersão/floculação de partículas de caulinita pela adição de poliácridamida, observaram que a resposta pode ser de floculação ou estabilização (dispersão) das partículas. Entretanto, assume-se que a matéria orgânica é importante ao processo de agregação dos solos (BRONICK & LAL, 2005). A floculação favorece diversos processos e atributos dos solos como a condutividade hidráulica (ARIENZO et al., 2012) e macroporosidade (SPERA et al., 2008), além de evitar aumentos na compactação ocasionada pelo aumento na densidade quando as argilas estão dispersas (SPERA et al., 2008) e se acumulam em determinadas camadas.

A vinhaça costuma apresentar elevado

concentração de íons monovalentes, principalmente K^+ . O aumento da concentração de íons monovalentes no complexo de troca aumenta a espessura da porção difusa da dupla camada elétrica (MAHANTA et al., 2012). Esse aumento tende a reduzir a floculação das partículas por dificultar que colisões efetivas ocorra entre as partículas.

Observa-se na Figura 1 que o aumento do teor de matéria orgânica total reduziu a dispersão de argila no solo em questão. Esse fenômeno deve ter ocorrido principalmente pela formação de pontes entre as argilas, mediadas por cátions polivalentes, como Ca^{2+} , Mg^{2+} (LEE et al., 2012), $Fe^{2+/3+}$ e Al^{3+} .

Por outro lado, a proporção $K^+ / Ca^{2+} + Mg^{2+}$ no complexo de troca se correlacionou negativamente com a dispersão de argila (Figura 2), ou seja, seu aumento está correlacionado positivamente com a floculação das partículas primárias, contradizendo a teoria vigente.

Esses resultados dão suporte para se afirmar que o efeito floculante ocasionado pelas moléculas orgânicas provenientes da vinhaça sobrepueram os efeitos dispersivos pelo aumento no conteúdo de K^+ no complexo de troca.

Essa informação é relevante pois indica que, mesmo com elevado conteúdo de K^+ , a vinhaça favorece a recuperação física de solos degradados por queimadas pelo favorecimento da floculação.

Entretanto, ressalta-se que a lixiviação do K^+ adicionado pode favorecer a dispersão em camadas mais profundas, onde esses compostos orgânicos não conseguem chegar por ficarem retidos nas camadas superficiais do solo, sendo necessários estudos com esse enfoque.

CONCLUSÕES

A vinhaça reduz a dispersão de argila de solos degradados por queimadas.

Os compostos orgânicos oriundos da vinhaça sobrepõem as forças dispersivas relacionadas ao aumento na concentração de cátions monovalentes no complexo de troca.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão da bolsa do primeiro autor.

REFERÊNCIAS

ARIENZO, M.; CHRISTEN, E.W.; JAYAWARDANE, N.S. & QUAYLE, W.C. The relative effects of sodium and potassium on soil hydraulic conductivity and implications for winery wastewater management. *Geoderma*, 173-174: 303-310, 2012.



- BARROS, R.P.; VIÉGAS, P.R.A.; SILVA, T.L.; SOUZA, R.M.; BARBOSA, L.; VIEGAS, R.A.; BARRETTO, M.C.V. & MELO, A.S. Chemical changes in soils cultivated with sugarcane and addition of vinasse. *Pesq. Agropec. Trop.*, 40(3):341-346, 2010.
- BRONICK, C.J. & LAL, R. Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124:3-22, 2005.
- CARDOSO, E.J.B.N.; VASCONCELLOS, R.L.F.; BINI, D.; MIYAUCHI, M.Y.H.; SANTOS, C.A.; ALVES, P.R.L.; PAULA, A.M.; NAKATANI, A.S.; PEREIRA, J.M. & NOGUEIRA, M.A. Soil health: looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health?. *Scientia Agricola*, 70(4):274-289, 2013.
- CHOROM, M. & RENGASAMY, P. Dispersion and zeta potential of pure clays as related to net particle charge under varying pH, electrolyte concentration and cation type. *European Journal of Soil Science*, 46:657-665, 1995.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997. 212p. : il. (EMBRAPA-CNPS. Documentos ; 1)
- HORTA, I.M.F. Levantamento dos solos e ocupação da superfície do município de Nazareno, MG. 74p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Brasil.
- LEE, B.J.; SCHLAUTMAN, M.A.; TOORMAN, E. & FETTWAIS, M. Competition between kaolinite flocculation and stabilization in divalent cation solutions dosed with anionic polyacrylamides. *Water Research*, 46:5696-5706, 2012.
- MAHANTA, K.K.; MISHRA, G.C. & KANSAL, M.L. Estimation of electric double layer thickness from linearized and nonlinear solutions of Poisson-Boltzman equation for single type of ions. *Applied Clay Science*, 59-60:1-7, 2012.
- MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Produção brasileira de cana-de-açúcar, açúcar e etanol. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/estatisticas/producao/ABRIL_2015/07_%20prod_cana_acucar_etanol\(1\).pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/estatisticas/producao/ABRIL_2015/07_%20prod_cana_acucar_etanol(1).pdf)>.
- PAVAN, M.A. et al. Manual de análise química de solo e controle de qualidade. Londrina: IAPAR, 1992. 39 p. (IAPAR. Circular, 76).
- SPERA, S.T.; DENARDIN, J.E.; ESCOSTEGUY, P.A.V.; SANTOS, H.P. & FIGUEROA, E.A. Dispersão de argila em microagregados de solo incubado com calcário. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:2613-2620, 2008.

Tabela 1 – Caracterização física e química do Cambissolo Háplico avaliado.

Atributo	Cambissolo Háplico
Argila (g kg ⁻¹)	380
Silte (g kg ⁻¹)	250
Areia (g kg ⁻¹)	370
Silte/Argila	0,67
Argila dispersa em água (g kg ⁻¹)	91,0
Densidade de partículas (Mg m ⁻³)	2,67
pH _{H2O}	4,5
CTC _{pH7} (cmol _c dm ⁻³)	6,5
Matéria orgânica total (g dm ⁻³)	8,0

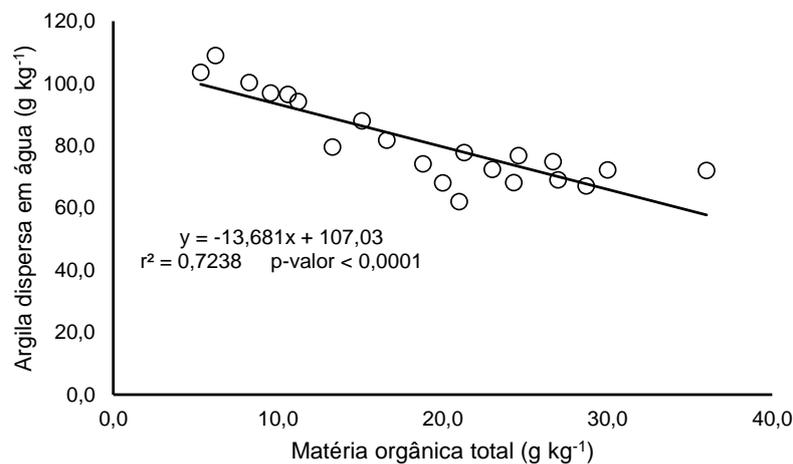


Figura 1 – Relação entre a argila dispersa em água e matéria orgânica total em um Cambissolo Háplico submetido a diferentes doses de vinhaça.

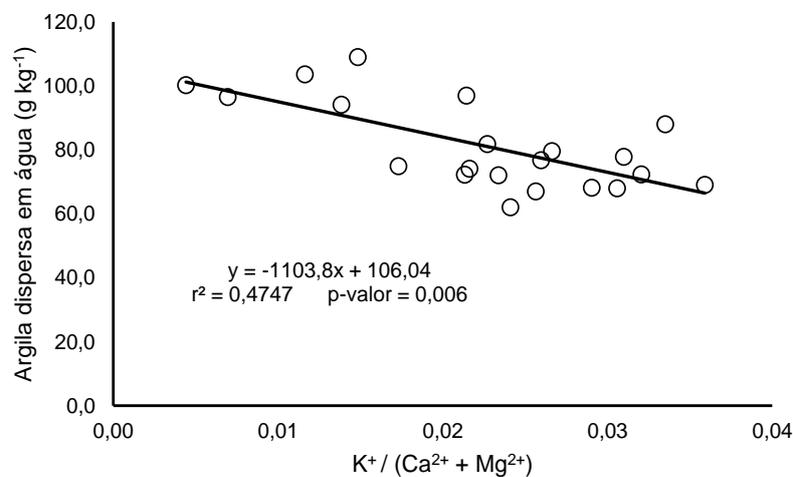


Figura 2 – Relação entre a argila dispersa em água e a proporção $K^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+})$ em um Cambissolo Háplico submetido a diferentes doses de vinhaça.