

TEORES DE BASES TROCÁVEIS NO PERFIL DE DOIS LATOSSOLOS APÓS A APLICAÇÃO DE VINHAÇA EM COLUNAS DE ELUIÇÃO

G. da S. Vieira¹, F. R. Cabral Filho², N. F. da Silva³, L. N. S. dos Santos⁴, F. H. F. Gomes⁵, J. K. F. Santos⁶

RESUMO: A vinhaça é considerada o principal resíduo da indústria sucroalcooleira, tendo-se como importante fator em sua aplicação na agricultura a disponibilização de nutrientes no solo. Objetivou-se com este trabalho avaliar a distribuição e concentração das bases trocáveis ao longo do perfil de dois Latossolos, após a aplicação da vinhaça em colunas de eluição. O experimento foi conduzido no laboratório de Hidráulica e Irrigação, pertencente ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Goiás, Brasil. Foram utilizados dois solos: Latossolo Vermelho distroférico, de textura média (LVdf), e um Latossolo Vermelho distrófico, de textura arenosa (LVd). Utilizou-se colunas de PVC rígido com volume de 769,69 cm³. Após a aplicação da vinhaça, as colunas foram desmontadas e efetuada a análise química da concentração de nutrientes nas camadas 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm, para os dois Latossolos. A aplicação da vinhaça promoveu aumento nos teores das bases no solo em todas as profundidades avaliadas, com maior intensidade no LVdf. O LVdf, promoveu um maior gradiente de concentração de bases, bem como as maiores concentrações, ao longo do perfil, sendo que, no LVd, foi-se observado uma maior lixiviação das bases trocáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Potássio, textura, lixiviação.

CONTENTS OF EXCHANGEABLE BASES IN THE PROFILE OF TWO LATOSOLS AFTER THE APPLICATION OF VINASSE IN ELUTION COLUMNS

ABSTRACT: Vinasse is considered the main residue of the sugar and alcohol industry, having as important factor in its application in agriculture the availability of nutrients in the soil. The objective of this work was to evaluate the distribution and concentration of the exchangeable

¹Acadêmico do curso de Agronomia, Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, Goiás. Rodovia Sul Goiana, Km 01, CEP: 75.901.-170. E-mail: gustavovieira620@gmail.com.

²Acadêmico do curso de Agronomia, IFGoiano - Campus Rio Verde. E-mail: fernandorcfilho@hotmail.com.

³Doutorando em Ciências Agrárias - Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde. E-mail: nelmiciofurtado@gmail.com.

⁴Eng. Agrônomo, Prof. Dr. em Engenharia Agrícola, IFGoiano – Campus Rio Verde. E-mail: leonardo.santos@ifgoiano.edu.br.

⁵Mestrando em Ciências Agrárias - Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde. E-mail: flaviohenriquefg@hotmail.com.

⁶Mestranda em Ciências Agrárias - Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde. E-mail: jeniferagro@gmail.com.

bases along the profile of two Latosols after the vinasse application in elution columns. The experiment was conducted in the laboratory of Hydraulics and Irrigation, belonging to the Goiano Federal Institute - Rio Verde Campus, Goiás, Brazil. Two soils were used: Medium-textured dystroferic Red Latosol (dfRL) and a dystrophic Red Latosol with sandy texture (dRL). Columns of rigid PVC with volume of 769.69 cm³ were used. After the vinasse application, the columns were disassembled and the chemical analysis of the nutrient concentration in layers 0-5, 5-10, 10-15 and 15-20 cm for the two Latosols was carried out. The application of the vinasse promoted an increase in the contents of the bases in the soil in all depths evaluated, with greater intensity in the dfRL. The dfRL promoted a higher base concentration gradient as well as the higher concentrations along the profile, and in the dRL a greater leaching of the exchangeable bases was observed.

KEYWORDS: Potassium, texture, leaching.

INTRODUÇÃO

A vinhaça está entre os principais subprodutos oriundos do processamento da cana-de-açúcar, sendo esta, originária do processo de fabricação do etanol. Sua posição de destaque deve-se a sua composição química de nutrientes e matéria orgânica, principalmente o potássio, constituindo cerca de 20% do total dos compostos orgânicos e minerais (Marques, 2006).

Devido a este fato, a aplicação da vinhaça nas lavouras de cana-de-açúcar, como forma de suplementação orgânica e mineral principalmente na forma de fertirrigação, vem ganhando cada vez mais adesão pelas usinas sucroalcooleiras. Porém apesar de seus benefícios nutricionais às plantas, a vinhaça é caracterizada como efluente de destilarias com alto poder poluente (Freire e Cortez, 2000).

O constituinte principal da vinhaça é a matéria orgânica, basicamente sob a forma de ácidos orgânicos e, em menor quantidade, por cátions como o K⁺, Ca⁺² e Mg⁺² (Ribeiro et al., 2014). Segundo Silva et al. (2016), a composição da vinhaça é muito variável em função de diversos fatores como à sua origem, logo, quando se utiliza o caldo de cana para fermentação, nota-se a formação de vinhaça menos concentrada comparado à fermentação de mosto de melão ou de mosto misto.

Quando aplicada no solo, a vinhaça pode promover melhoria da fertilidade; porém, quando usada para este fim, as quantidades não devem ultrapassar sua capacidade de retenção de íons, isto é, deve-se mensurar as dosagens de acordo com as características de cada solo,

uma vez que este possui quantidades desbalanceadas de elementos minerais e orgânicos, podendo ocorrer à lixiviação de vários desses íons, principalmente do nitrato e do potássio (Silva et. al., 2007).

A capacidade do solo em reter o potássio, sódio, cálcio e magnésio aplicados é muito dependente da capacidade de troca catiônica do solo, sendo assim, as quantidades de matérias orgânica e argila, influenciadoras no grau de lixiviação. Solos com alta capacidade de troca catiônica possui grande capacidade em reter o potássio aplicado, entretanto, a lavagem deste elemento é um problema frequente em solos arenosos (Libardi, 2005).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a distribuição dos macronutrientes ao longo do perfil de dois Latossolos distintos (textura média e arenoso) após a aplicação de vinhaça em colunas de eluição.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Hidráulica e Irrigação, pertencente ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Goiás, Brasil.

Foram utilizados dois tipos de solos, o primeiro foi coletado em área de fazenda pertencente ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Goiás, classificado como Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), de textura média (Embrapa, 2013), o segundo, coletado na fazenda Rio Preto, que se encontra também no município de Rio Verde, Goiás, classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd), de textura arenosa (Embrapa, 2013), ambos cultivados com pastagem. Foram coletadas amostras deformadas de cada solo nas camadas de 0,0-0,2 m de profundidade. Inicialmente foram determinados os parâmetros físicos e químicos do solo, conforme metodologias descritas pela Embrapa (2009) (Tabela 1), para posterior preenchimento das colunas de solo.

As amostras dos diferentes solos foram levadas ao laboratório, destorroadas, peneiradas em uma malha de 2 mm e preparadas utilizando-se a metodologia TFSA (terra fina seca ao ar). Foram utilizadas colunas de policloreto de vinil (PVC) rígido com as dimensões de 0,25 m de altura e 0,07 m de diâmetro. Sendo estas preenchidas até a altura de 0,2 m, resultando em um volume de solo de 769,69 cm³.

Antes de iniciar o teste, quatro colunas de solo (4 repetições) foram lentamente saturadas com água destilada pelo processo de capilaridade, utilizando-se um recipiente plástico com volume de 0,02 m³. Para tanto, as colunas foram dispostas de forma inclinada, com água destilada até 2/3 da altura, permanecendo em repouso por 24 horas para completar a saturação

por capilaridade. Após esse período, as colunas foram fixadas em um suporte metálico, sendo instalado acima delas o reservatório de vinhaça.

A vinhaça utilizada no experimento foi coletada em setembro de 2016, na usina Decal Rio Verde, localizada no município de Rio Verde, Goiás. A coleta foi realizada na unidade de saída, após passagem pela produção e sistema de resfriamento, mas antes de ser destinada aos canais de transporte no campo, o que evitou contaminação ou adição de partículas de solo. A vinhaça foi analisada no Laboratório de Química do Solo, do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Goiás, conforme metodologia descrita pela Embrapa (2009), para determinação de sua composição, tendo suas características químicas expressas na Tabela 2.

A aplicação da vinhaça deu-se até o valor de 1,67 a 1,98 número de volume de poros (NVP), que corresponde ao volume de vinhaça aplicado na coluna de solo, em função do volume total de vazios da mesma. As colunas de PVC com solo foram desmontadas e efetuada a análise físico-química para os dois Latossolos, nas camadas 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm. Os resultados da análise química dos Latossolos após aplicação da vinhaça, foram utilizados para elaboração dos gráficos de superfície no software SURFER[®], das relações de Ca/K, Mg/K, K/CTC e Na/K.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 3 a seguir apresenta as características físico-químicas do Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e Latossolo Vermelho distrófico (LVd), após a aplicação da vinhaça, nas camadas 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm das colunas de PVC. Observa-se que em relação a análise do solo inicial, antes da aplicação da vinhaça (Tabela 1), ocorreu um aumento médio de 1000 e 400% nos teores de potássio no LVdf e LVd após a aplicação de vinhaça, respectivamente. Acarretando em reduções nas relações entre bases de 30 e 53% (Na/K), 36 e 65% (Ca/Mg), 91 e 82% (Ca/K) e, 87 e 43% (Mg/K) no LVdf e LVd, respectivamente.

Ressalta-se, que, ocorreu aumento nos teores de Ca, Mg e Na após a aplicação da vinhaça, como pode ser observado nas Figuras 1, 2, 3 e 4. Porém, devido a concentração de potássio contida na vinhaça é bastante superior aos demais (Tabela 2), resultando nas alterações no balanço entre bases nos Latossolos.

A textura argilosa e maior CTC do LVdf (Tabela 1), promoveram as maiores concentrações de K no perfil de solo para todos os nutrientes, conforme pode ser observado na Tabela 3. Segundo Melo et al. (2006), o potássio, devido seu caráter catiônico é tanto mais facilmente adsorvido à matriz do solo quanto maior for a capacidade de troca de cátions (CTC)

desse solo, o que é observado na comparação entre o LVdf e LVd neste estudo. Predizendo-se uma lixiviação do K para camadas mais profundas, conforme o avanço da frente de molhamento, quando se aplicada a vinhaça em solos de textura mais arenosa.

Cherubin et al. (2015) estudaram as propriedades químicas de solos tropicais brasileiros e observaram que o aumento no teor de argila promoveu maior acúmulo de potássio, após a aplicação de vinhaça em solos cultivados com cana-de-açúcar.

Os teores de Ca foram distintos no perfil dos dois Latossolos, em função das concentrações de K. No LVdf a diminuição da concentração de K diante do aprofundamento da camada de solo promoveu o aumento nos teores de Ca (Figura 1A). Já para o LVd, os maiores teores de Ca foram observados na camada de 5-14 cm de solo, o que coincidiu com as menores concentrações de K (Figura 1B).

O maior teor de Ca foi verificado na camada mais profunda do LVdf, sendo igual a 530 mg dm^{-3} , quando comparada essa camada com a camada inicial e intermediária verificou-se reduções de 39 e 25%, respectivamente. Os teores de Ca no LVdf foram superiores ao LVd cerca de 47, 41, 67 e 70% nas camadas 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm, respectivamente.

Silva et al. (2016) observaram que o excesso de potássio proveniente da aplicação de vinhaça pode deslocar outros cátions ($\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$) do complexo de troca em maior proporção que os solos de menor saturação por bases, possibilitando maior lixiviação. Nesse sentido, o maior deslocamento do Ca pode acarretar déficit desse nutriente às plantas (Lelis Neto, 2008).

O Mg apresentou comportamento inverso ao do Ca em ambos os solos. A diminuição nas concentrações de K conforme o aumento da profundidade promoveu redução dos teores de Mg no LVdf (Figura 2A). No LVd (Figura 2B), as maiores concentrações de K apresentaram-se nas camadas de 0-10 e 15-20 cm, acarretando nos maiores teores de Mg.

Os teores de Mg no LVdf foram superiores ao LVd cerca de 47, 41, 67 e 70% nas camadas 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm, respectivamente.

Bebé et al. (2009) avaliando solos sob diferentes períodos de aplicação de vinhaça, comprovaram correlação negativa entre os teores de K e a profundidade dos solos, havendo redução na concentração com a profundidade. Camargo et al. (1987) observaram aumento dos cátions (K, Ca, Mg e Na) nas profundidades avaliadas devido à quantidade desses elementos fornecidos pela aplicação da vinhaça.

No LVdf e LVd, o aprofundamento das camadas em função da diminuição das concentrações de K, promoveram a redução nos teores de Na (Figura 3A e 3B). Os maiores teores de Na foram verificados no LVdf, sendo iguais a 13, 9, 9 e 8 mg dm^{-3} , quando comparado

ao LVd verificou-se reduções de 46, 33, 44 e 25% nas camadas 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm, respectivamente.

Nota-se, um menor gradiente nos teores de Na ao longo do perfil em função das concentrações de K para os dois Latossolos, quando se comparado ao Ca e Mg (Figuras 1 e 2). Segundo Silva et al. (2012) íons com alta mobilidade podem se perder facilmente por lixiviação e contaminar águas subterrâneas. Como por exemplo o K^+ e o Na^+ , que possuem boa mobilidade no solo, principalmente pelo seu caráter monovalente em relação as demais bases e, potencial salinizante de solos e águas.

Como era esperado, ocorreu o aumento na CTC de ambos os solos, devido ao acréscimo de bases no solo. Sendo que, os valores da CTC, variaram em função da profundidade do solo em função das concentrações de potássio. No LVdf e LVd, na camada 0-5 cm foi-se observada as maiores concentrações de K, e por conseguinte os maiores valores de CTC (Figura 4A e 4B).

Os maiores valores de CTC foram observados no LVdf, iguais a 16, 16, 14 e 13 $cmolc\ dm^{-3}$ nas camadas 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm, respectivamente. Sendo superiores em média 60% aos valores encontrados no LVdf. Silva et al. (2007) estudaram os impactos da aplicação da vinhaça nas propriedades do solo e no lençol freático, e concluíram que a dosagem a ser aplicada que apresentaria menores chances de contaminação do lençol freático, está relacionada a classe textural do solo, uma vez que esse exerce influência sobre a CTC do solo. O que pode ser observado na relação e entre a profundidade em função das concentrações de K para com os valores de CTC no LVdf e LVd em estudo.

Devido os solos do Cerrado serem altamente intemperizados, principalmente os Latossolos, estes possuem predominância de minerais aluminossilicatos do tamanho de partículas na fração argila com carga negativa (Raij, 1986), logo, apresentam grande afinidade com as bases do solo (K, Na, Ca e Mg), principalmente quando em solos de textura média a argilosa. O que justifica os resultados encontrados, onde, os maiores valores tanto de CTC e dos nutrientes, foram observados no LVdf.

CONCLUSÕES

A aplicação da vinhaça promoveu aumento nos teores das bases no solo em todas as profundidades avaliadas, com maior intensidade no LVdf.

Para ambos os solos estudados a concentração de K diminuiu conforme a profundidade, porém, observou-se maior lixiviação do mesmo no LVd.

O aumento nas concentrações de K após a aplicação da vinhaça promoveu o carreamento, principalmente do Ca e Mg, para camadas mais profundas, em ambos os solos estudados. Sendo que, a profundidade em função da diminuição das concentrações de K são inversamente proporcionais aos teores de Ca e Mg, no LVdf e LVd, após a aplicação da vinhaça.

Para os demais parâmetros, Na e CTC, a profundidade em função da diminuição das concentrações de K promoveram reduções nos teores de Na e nos valores de CTC, no LVdf e LVd, sendo, em maior intensidade da camada mais superficial (0-5 cm) para as demais (5-10, 10-15 e 15-20 cm) no LVdf.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Goiás (IFGoiano).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEBÉ, F. V. ROLIM, M. M. PEDROSA, E. M. R. SILVA, G. B. and V. S. OLIVEIRA. 2009. Avaliação de solos sob diferentes períodos de aplicação com vinhaça. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 13:781-787.
- CAMARGO, O. A. VALADARES, J. M. A. S. and R. N. GERALDI. 1983. Características químicas e físicas de solo que recebeu vinhaça por longo tempo. In *Boletim n. 76*, 39. Instituto Agrônomo: Campinas.
- CHERUBIN, M. R. FRANCO, A. L. C. CERRI, C. E. P. OLIVEIRA, D. M. DA S. DAVIES, C. A. and C. C. CERRI. 2015. Sugarcane expansion in Brazilian tropical soils - Effects of land use change on soil chemical attributes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 211:173-184.
- EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). 2013. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro: Embrapa solos.
- EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). 2009. Manual de métodos de análise de solos, plantas e fertilizantes. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, CNPS.

FREIRE, W. J. AND L. A. B. CORTEZ. 2000. *Vinhaça de cana-de-açúcar*. Guaíba: Agropecuária.

LELIS NETO, J. 2008. Monitoramento de componentes químicos da vinhaça aplicados em diferentes tipos de solo. Mestrado em Agronomia – Concentrado em Irrigação e Drenagem. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

LIBARDI, P. L. 2005. *Dinâmica da água no solo*. São Paulo: Edusp.

MARQUES, M. O. 2006. Aspectos técnicos e legais da produção, transporte e aplicação de vinhaça. In *Atualização em produção de cana-de-açúcar*, Segato, S. V. Pinto, A. S. Jendiroba, E. J. C. M. and NÓBREGA. 369-375. Piracicaba: Editorial.

MELO, R. F.; FERREIRA P. A. MATOS, A. T. RUIZ, H. A. and L. B. OLIVEIRA. 2006. Deslocamento miscível de cátions básicos provenientes da água residuária de mandioca em colunas de solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 10:456-465.

RAIJ, B. V. 1986. Propriedades Eletroquímicas de Solos. In *Simpósio Avançado de Química e Fertilidade do Solo*, 9-39. Campinas: Fundação Cargill.

RIBEIRO, P. H. P. LELIS NETO, J. A. TEIXEIRA, M. B. GUERRA, H. O. C. SILVA, N. F. and F. N. CUNHA. 2014. Distribuição de potássio aplicado via vinhaça em Latossolo vermelho amarelo e Nitossolo vermelho. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* 8:403 – 410.

SILVA, M. A. S. GRIEBELER, N. P. and L. C. BORGES. 2007. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 11:108-114.

SILVA, N. F. DA CUNHA, F. N. TEIXEIRA, M. B. and J. A. LELIS NETO. 2016. Distribution of solutes NO_3^- e Ca in soil columns with vinasse. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* 10:777 – 786.

SILVA, N. F. LELIS NETO, J. A. TEIXEIRA, M. B. CUNHA, F. N. MIRANDA, J. H. AND R. D. COELHO. 2012. Distribuição de solutos em colunas de solo com vinhaça. *Irriga* Edição especial:340-350.

Tabela 1. Características físico-químicas do Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e Latossolo Vermelho distrófico (LVd), na camada 0,0-0,2 m.

Solo	Ca	Mg	Ca+Mg	Al	H+Al	K	K	S	P	CaCl ₂
	cmol _c dm ⁻³					mg dm ⁻³				
LVdf	2,00	0,80	2,8	0,05	6,9	0,08	31	3,9	1,8	4,76
LVd	1,06	0,22	1,3	0,15	2,6	0,14	56	6,0	2,0	4,57
Solo	Na	Fe	Mn	Cu	Zn	B	CTC	SB	V%	m%
	Micronutrientes (mg dm ⁻³)					cmol _c dm ⁻³		Sat. Bases	Sat. Al	
LVdf	1,0	28,5	23,6	3,3	1,0	0,3	9,8	2,9	29	1,7
LVd	3,0	46,7	27,2	0,4	0,4	0,3	4,0	1,4	36	9,5
Solo	Textura (%)			M.O.	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC
	Argila	Silte	Areia	g dm ⁻³	Relação entre bases					
LVdf	60	10	30	44,4	2,5	25,3	10,0	0,20	0,08	0,01
LVd	10	3	87	14,2	4,9	7,4	1,5	0,74	0,15	0,10

P (Mel), K, Na, Cu, Fe, Mn e Zn = Melich 1; Ca, Mg, e Al = KCl 1N; S = Ca(H₂PO₄)₂ em HOAc; M.O. = Método colorimétrico; B = BaCl₂.

Tabela 2. Caracterização físico-química da vinhaça utilizada na coluna de solo.

N	P	K	Ca	Mg	Na	S-SO ₄	M.O.
Macronutrientes (g L ⁻¹)							g L ⁻¹
1,1	0,04	2,50	0,13	0,12	1,4	0,04	0,9
Fe	Mn	Cu	Zn	pH	Densidade	M.S.	
Micronutrientes (mg L ⁻¹)					g L ⁻¹	%	
83,6	4,0	0,2	1,8	3,98	1000	0,6	

P (Mel), K, Na, Cu, Fe, Mn e Zn = Melich 1; Ca e Mg = KCl 1N; S = Ca(H₂PO₄)₂ em HOAc; M.O. = Método colorimétrico.

Tabela 3. Características físico-químicas do Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e Latossolo Vermelho distrófico (LVd), após aplicação da vinhaça nas camadas 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm de solo das colunas.

Solo (cm)	Textura (%)			K	pH	Relação entre bases				
	Argila	Silte	Areia	mg dm ⁻³	CaCl ₂	Na/K	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	K/CTC
LVdf 0-5	63	13	24	470	4,18	0,03	1,2	1,4	1,2	0,28
LVdf 5-10	46	13	40	380	4,33	0,02	1,5	1,7	1,2	0,26
LVdf 10-15	63	13	24	390	4,70	0,02	1,8	2,4	1,3	0,21
LVdf 15-20	60	13	27	330	4,87	0,02	1,9	3,2	1,6	0,17
LVd 0-5	10	7	83	270	4,25	0,03	1,2	1,2	1,1	0,30
LVd 5-10	10	3	87	230	4,25	0,03	2,7	1,7	0,6	0,30
LVd 10-15	10	3	87	230	4,23	0,02	1,3	1,3	1,0	0,30
LVd 15-20	10	3	87	250	4,35	0,02	1,7	1,2	0,7	0,33

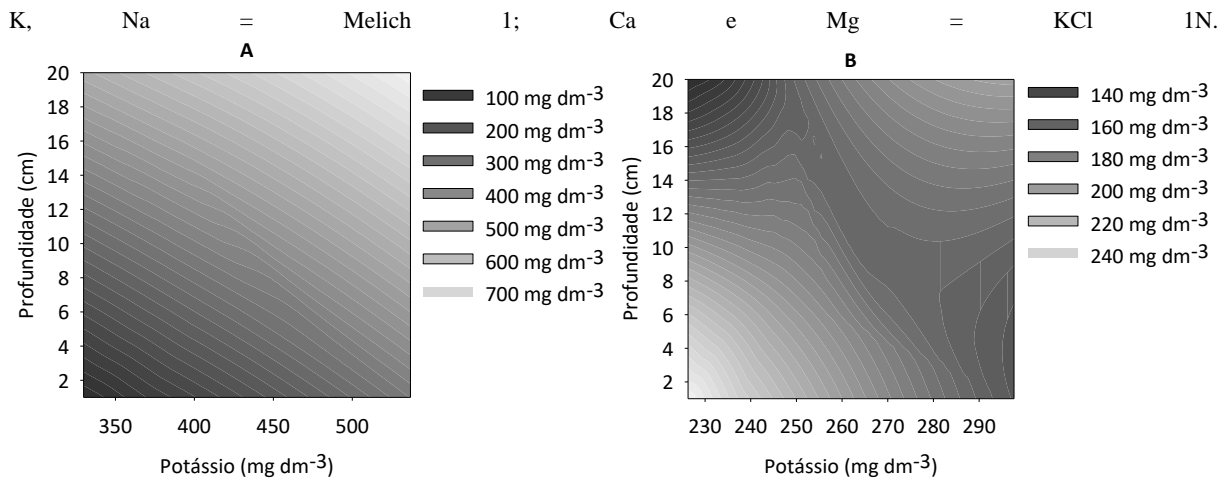


Figura 1. Profundidade em função da concentração de potássio para os teores de Cálcio no LVdf (A) e LVd (B), após a aplicação de vinhaça.

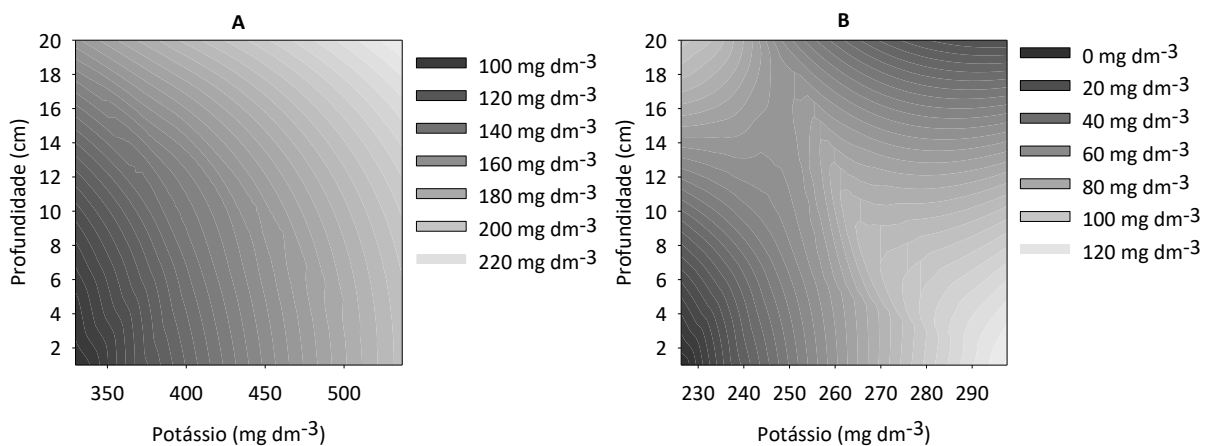


Figura 2. Profundidade em função da concentração de potássio para os teores de Magnésio no LVdf (A) e LVd (B), após a aplicação de vinhaça.

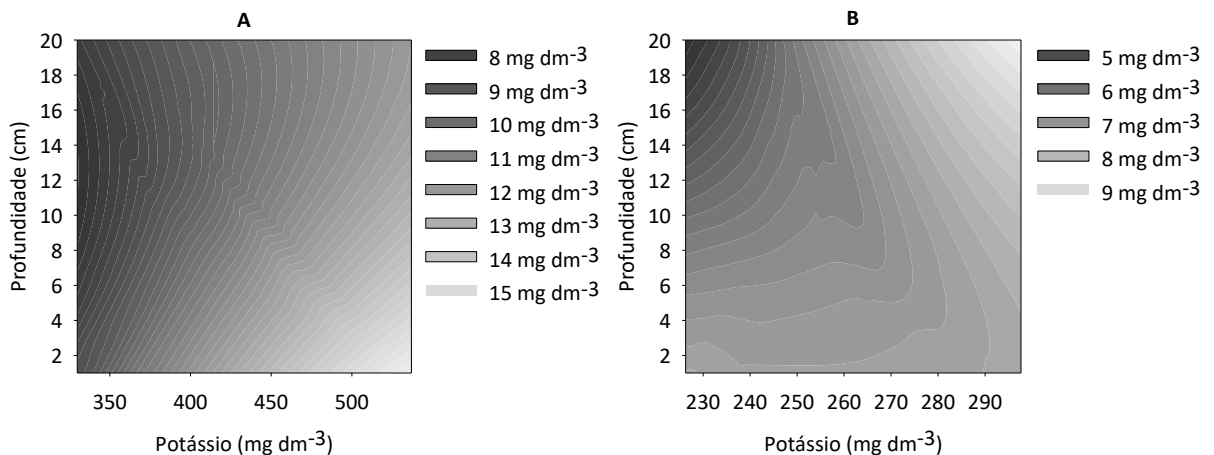


Figura 3. Profundidade em função da concentração de potássio para os teores de Sódio no LVdf (A) e LVd (B), após a aplicação de vinhaça.

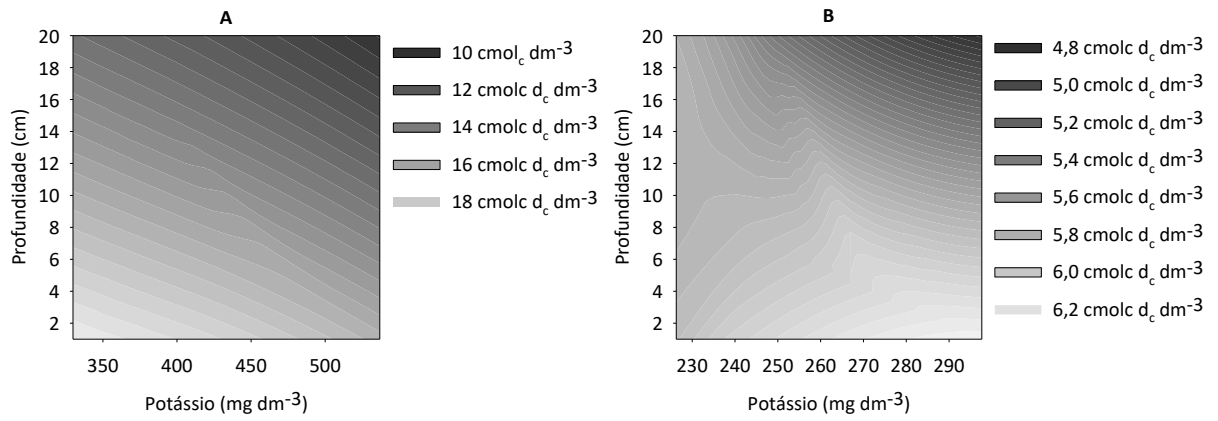


Figura 4. Profundidade em função da concentração de potássio para os valores de CTC no LVdf (A) e LVd (B), após a aplicação de vinhaça.