

Utilização de fonolito associado à vinhaça na cultura da cana-de-açúcar

Use of phonolite associated with vinasse in sugarcane cultivation

Uso de fonolita asociada a vinaza en el cultivo de la caña de azúcar

Recebido: 14/02/2022 | Revisado: 20/02/2022 | Aceito: 01/03/2022 | Publicado: 10/03/2022

Edevaldo Rene Tranches

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8130-0165>
Universidade José do Rosário Vellano, Brasil
E-mail: edevaldotranches@gmail.com

Flavia Romam da Costa Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0482-822X>
Universidade José do Rosário Vellano, Brasil
E-mail: flavia_romam@hotmail.com

Anderson Romão dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8383-0215>
Universidade Estadual Paulista, Brasil
E-mail: romao.santos@unesp.br

Nathália Brito dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4317-2860>
Universidade José do Rosário Vellano, Brasil
E-mail: nbsantos.agro@gmail.com

Hudson Carvalho Bianchini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3531-8233>
Universidade José do Rosário Vellano, Brasil
E-mail: hudson.bianchini@unifenas.br

Ligiane Aparecida Florentino

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9092-3017>
Universidade José do Rosário Vellano, Brasil
E-mail: ligiane.florentino@unifenas.br

Resumo

A cultura da cana-de-açúcar é bastante exigente em adubações, como o caso do potássio (K), este é aplicado na cultura através da vinhaça, um subproduto da indústria do álcool e do açúcar, que é gerado em grande quantidade pelas usinas, e ou por fertilizantes como o cloreto de potássio, uma alternativa a estes produtos é o uso de pó de rochas, que apresentam em sua composição teores de K_2O significativos, como o caso do fonolito. Sendo assim, o objetivo do experimento foi avaliar o efeito do fonolito e da associação entre o fonolito e a vinhaça em cultivo da cana-de-açúcar, bem como, o efeito desses produtos em atributos tecnológicos. O experimento foi conduzido em campo em janeiro de 2018, em um Latossolo, textura argilosa, localizado no Setor de Ciências Agrárias, no campus da Universidade José do Rosário Vellano – Unifenas, Alfenas, MG. O experimento foi instalado com delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e três repetições, constituído por 15 unidades experimentais. Os 5 tratamentos, são constituídos por: sem aplicação (controle); cloreto de potássio; vinhaça; fonolito; fonolito + vinhaça. Foram avaliados os seguintes parâmetros: número de perfilhos, tonelada de cana por hectare, sólidos solúveis, açúcares totais recuperados e sacarose aparente em cana de açúcar. A aplicação de fonolito e da associação entre fonolito e vinhaça não alteraram os atributos avaliados no cultivo da cana-de-açúcar nessas condições de estudo.

Palavras-chave: Manejo adubação; Potássio; Sustentabilidade.

Abstract

The sugarcane crop is quite demanding in terms of fertilization, as in the case of potassium (K), this is applied to the crop through vinasse, a by-product of the alcohol and sugar industry, which is generated in large quantities by the mills, or by fertilizers such as potassium chloride, an alternative to these products is the use of rock dust, which have significant K_2O contents in their composition, as in the case of phonolite. Therefore, the objective of the experiment was to evaluate the effect of phonolite and the association between phonolite and vinasse in sugarcane cultivation, as well as the effect of these products on technological attributes. The experiment was conducted in the field in January 2018, in an Oxisol, clayey texture, located in the Agricultural Sciences Sector, on the campus of Universidade José do Rosário Vellano – Unifenas, Alfenas, MG. The experiment was installed in a randomized block design, with five treatments and three replications, consisting of 15 experimental units. The 5 treatments are constituted by: without application (control); potassium chloride; vinasse; phonolite; phonolite + vinasse. The following parameters were evaluated: number of tillers, ton of cane per hectare, soluble solids, total sugars recovered and apparent sucrose in

sugarcane. The application of phonolite and the association between phonolite and vinasse did not change the attributes evaluated in the cultivation of sugarcane under these conditions of study.

Keywords: Fertilization management; Potassium; Sustainability.

Resumen

El cultivo de la caña de azúcar es bastante exigente en cuanto a la fertilización, como en el caso del potasio (K), este se aplica al cultivo a través de la vinaza, un subproducto de la industria del alcohol y el azúcar, que es generado en grandes cantidades por los ingenios, o por fertilizantes como el cloruro de potasio, una alternativa a estos productos es el uso de polvo de roca, que tienen contenidos importantes de K_2O en su composición, como es el caso de la fonolita. Por lo tanto, el objetivo del experimento fue evaluar el efecto de la fonolita y la asociación entre fonolita y vinaza en el cultivo de caña de azúcar, así como el efecto de estos productos sobre los atributos tecnológicos. El experimento fue realizado en campo en enero de 2018, en un Oxisol, de textura arcillosa, ubicado en el Sector de Ciencias Agrícolas, en el campus de la Universidade José do Rosário Vellano – Unifenas, Alfenas, MG. El experimento se instaló en un diseño de bloques al azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones, conformado por 15 unidades experimentales. Los 5 tratamientos están constituidos por: sin aplicación (testigo); cloruro de potasio; vinaza; fonolita; fonolita + vinaza. Se evaluaron los siguientes parámetros: número de macollos, tonelada de caña por hectárea, sólidos solubles, azúcares totales recuperados y sacarosa aparente en caña de azúcar. La aplicación de fonolita y la asociación entre fonolita y vinaza no modificó los atributos evaluados en el cultivo de caña de azúcar bajo estas condiciones de estudio.

Palabras clave: Manejo de fertilización; Potasio; Sustentabilidad.

1. Introdução

O Brasil é líder mundial na produção de cana-de-açúcar, com estimativa para a safra 2021/2022 de 628,1 milhões de toneladas (CONAB, 2021), o que demonstra a grande importância desta cultura para a economia do país. A elevação da produção nacional devido a demanda por biocombustíveis mais renováveis, faz com que aumente a demanda por fertilizantes, os quais o Brasil tem alta dependência do mercado externo (ANDA, 2021), sendo necessário a utilização de práticas de manejo eficientes, com custos reduzidos e de baixo impacto ambiental, proporcionando uma agricultura sustentável.

Um dos nutrientes mais requeridos pela cana-de-açúcar é o potássio, sendo este o mais absorvido, estando presente no metabolismo da planta, além de auxiliar na resistência de pragas e a seca, e de estimular o acúmulo de açúcar (Dreyer et al., 2017). A principal fonte deste nutriente é o cloreto de potássio, que possui elevada concentração, alta solubilidade no solo, fazendo que o mesmo esteja disponível para a planta de forma rápida, contudo, devido ao preço estar atrelado ao dólar e por ser um produto importado, tende a aumentar os custos de produção.

Uma alternativa que vem sendo estudada é a utilização do pó de rocha, que visa reduzir os custos de produção e aproveitar matérias primas abundantes no país como forma alternativa ou complementação de adubação, sendo uma técnica com baixo custo e também que reduz os danos ao meio ambiente (Aguilera et al., 2020; Ratke et al., 2020; Viana et al., 2021). O fonolito é uma rocha que apresenta teores de potássio total entre 6 e 15% devido a sua composição, basicamente composta por microclina ($K(AlSi_3O_8)$), ortoclásio ($KAlSi_3O_8$), andesina [$(Na,Ca)(Si,Al)_4O_8$] e nefelina [$(Na, K) AlSiO_4$] (Teixeira et al., 2012).

Com isto, há uma necessidade de viabilizar a utilização do fonolito como fonte alternativa ao fertilizante cloreto de potássio, alguns estudos já evidenciam a possibilidade de substituição, como para a cultura do café (Mancuso et al., 2014) e as culturas do arroz, feijão, milho e soja (Crusciol & Soratto, 2013). Contudo, o pó de rocha é considerado de liberação lenta, e com baixa solubilidade (Ribeiro et al., 2010; Martins, 2013) e uma das formas de aumentar a solubilização do K contido no pó de rocha é associando com o uso de uma fonte geradora de acidez, alguns estudos tem demonstrado esse potencial, utilizando fungos (Silva et al., 2011; Brandão et al., 2014), bactérias (Pádua & Florentino, 2022) e por ação de plantas (Manning et al., 2017).

Outra fonte que poderia ser utilizada para aumentar a solubilização do K dos pós de rochas e ao mesmo tempo fornece-lo, é a vinhaça, este subproduto gerado do resíduo da indústria sucroenergética, é um efluente marrom escuro de alta

resistência caracterizado por altas concentrações de matéria orgânica e compostos ácidos (Fuess & Garcia, 2014; Fuess et al., 2017). A aplicação da vinhaça na cana-de-açúcar apresenta bons resultados e incrementos a produtividade de até 10,5 t ha⁻¹, em solos arenosos (Silva et al., 2014). O uso da vinhaça para adubação da cana-de-açúcar é um método benéfico para a cultura, pois aumenta a fertilidade do solo por meio do incremento dos teores de macronutrientes e dos teores de carbono orgânico (Cardoso, 2021). Portanto, a vinhaça associada ao fonolito, aumentaria a disponibilidade de K do solo, o que poderia incrementar a produtividade da cana-de-açúcar. Desse modo, o objetivo do experimento foi avaliar o efeito do fonolito e da associação entre o fonolito e a vinhaça em cultivo da cana-de-açúcar, bem como, o efeito desses produtos em atributos tecnológicos.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Ciências Agrárias no campus da Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS, Alfenas, MG. O clima da região é do tipo tropical mesotérmico, conforme classificação de Köppen. Foi realizada a coleta de amostra de solo na camada de 0 - 25 cm de profundidade antes do plantio em que apresentou as seguintes características químicas: pH (CaCl₂): 6,3; Al³⁺: 0 mmol_c dm⁻³; K⁺: 2,4 mmol_c dm⁻³; Ca²⁺: 37 mmol_c dm⁻³; Mg²⁺: 12 mmol_c dm⁻³; H+Al: 15 mmol_c dm⁻³; CTC potencial: 66,4 mmol_c dm⁻³; P-Mehlich: 12,1 mg dm⁻³; S: 3 mg dm⁻³; Saturação por bases (V%): 77. O solo foi caracterizado como Latossolo Vermelho Distrófico.

O plantio foi realizado em março de 2018, com densidade de 14,8 gemas em média por metro de sulco, com 24,6 cm de profundidade, quatro linhas de quatro metros de comprimento, com espaçamento de 1,5 metros por tratamentos e para desprezar a bordadura foram analisadas as duas linhas centrais, totalizando uma área útil de 90 m², e área experimental total de 360 m². A variedade de cana (*Saccharum officinarum*) utilizada foi CTC 9 que apresenta rápido crescimento inicial.

O experimento foi instalado com delineamento em blocos inteiramente casualizados, com cinco tratamentos e três repetições, constituído por 15 unidades experimentais. Os tratamentos foram o controle, sem aplicação; Aplicação de cloreto de potássio; Vinhaça; Fonolito e associação de Fonolito e vinhaça. As doses foram calculadas de acordo com a necessidade da cultura (Ribeiro et al., 1999), sendo KCl: 246,6 kg/ha⁻¹; vinhaça: 26.666,4 t/ha⁻¹; fonolito: 2.000 kg/ha⁻¹ e fonolito + vinhaça: 1.000 kg/ha⁻¹ + 13.333,2 L/ha⁻¹. Todos os tratamentos foram aplicados no sulco de plantio. As demais aplicações de nutrientes e o manejo fitossanitário foram realizados de acordo com os critérios do produtor.

Um ano após o plantio foi iniciado as avaliações, onde foram contados o número de perfilhos nas duas linhas centrais da parcela, desprezando-se a bordadura, após a contagem foi realizado a colheita da cana. A colheita foi realizada a partir do corte de 10 plantas de cana das duas linhas centrais, desprezando-se a bordadura. As plantas foram pesadas e procedeu-se a avaliação de produtividade (tonelada de cana por hectare – TCH). Uma amostra de cada parcela foi encaminhada ao laboratório para as devidas análises físico-químicas e tecnológicas da cana-de-açúcar.

As amostras encaminhadas ao laboratório, foram compostas por 10 feixes de cana de cada tratamento, o qual foram pesados em uma balança comum e posteriormente pesaram-se os caldos extraídos através da moenda e pela prensa hidráulica. Os caldos extraídos pela moenda foram utilizados nas avaliações físico-químicas e os caldos extraídos pela prensa hidráulica foram utilizados nas análises tecnológicas da cana-de-açúcar.

As determinações analíticas foram feitas em ambos os caldos extraídos, moenda e prensa hidráulica. As análises consistiram nas determinações de: sólidos solúveis (BRIX) por leitura direta do caldo em refratômetro digital automático; sacarose aparente (POL) de acordo com os procedimentos do Centro de Tecnologia Canavieira (2011). Após as análises procederam-se os cálculos da sacarose aparente (POL) e açúcares totais recuperável (ATR) segundo metodologia (Consecana (2015).

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias quando significativas foram submetidas ao teste Tukey a 5% de probabilidade. O software utilizado foi o Software SISVAR 5.7 (Ferreira, 2014).

3. Resultados e Discussão

Em relação as variáveis analisadas como o número de perfilhos, tonelada de cana por hectare (TCH), sólidos solúveis (BRIX), açúcares totais recuperados (ATR) e sacarose aparente (POL) não foi possível encontrar diferenças significativas entre os tratamentos aplicados (Tabela 1).

Tabela 1. Número de perfilhos, tonelada de cana por hectare (TCH), sólidos solúveis (BRIX), açúcares totais recuperados (ATR) e sacarose aparente (POL) em cana de açúcar, em função de diferentes fontes de potássio.

Tratamentos	Nº Perfilho	TCH	Brix	ATR	POL
		t ha ⁻¹	%	kg t ⁻¹	%
Sem aplicação – Controle	251,0a	158,4a	18,0a	128,3a	13,1a
Cloreto de Potássio (KCl)	240,0a	150,0a	17,6a	124,2a	12,2a
Vinhaça	266,3a	157,8a	17,6a	127,6a	12,9a
Fonolito	265,0a	157,1a	18,0a	128,5a	13,1a
Fonolito + Vinhaça	251,0a	162,0a	18,2a	133,1a	13,6a
CV (%)	6,97	8,23	5,26	6,57	8,68

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores (2022).

Pode-se observar que não houve resultados positivo dos tratamentos em relação ao tratamento controle, desse modo inviabilizando a aplicação desses fertilizantes. No entanto, esses resultados podem ser explicados pelas características químicas do solo utilizado no experimento, sendo estes corrigidos quanto aos valores de pH e com bons teores de nutrientes como apresentado anteriormente.

Dados semelhantes foram encontrados por Duarte et al. (2013), em que avaliaram fontes (KCl e Fonolito) e doses (50, 100 e 200 kg ha⁻¹ K₂O) em cana planta, e não observaram diferenças estatísticas para a produtividade (TCH) e as análises tecnológicas (BRIX, POL e ATR). Os autores justificam que o desempenho agrônômico do fonolito foi prejudicado pela forma de aplicação, em que foi aplicado em faixa de sulco.

A literatura mostra que a acidez auxilia na solubilização de pó de rochas potássicas (Pádua & Florentino, 2022). Vários estudos têm demonstrado que a produção de ácidos constitui o principal mecanismo para biossolubilização de minerais de rocha, dentre elas as potássicas (Kalinowski & Schweda, 1996; Malmström & Banwart, 1997). Desse modo Brandão et al. (2014), avaliando o efeito do fungo *Aspergillus niger*, linhagem CCT4355, na liberação de nutrientes contidos em pós de dois tipos de rocha (fonolito e diabásio), por meio de ensaios de solubilização *in vitro*, concluíram que o fungo promoveu a solubilização dos elementos contidos nas rochas.

Outro trabalho conduzido por Silva et al. (2011), testando três estirpes bacterianas e 10 cepas fúngicas quanto a eficiência de solubilizar o potássio do fonolito, concluíram que a bactéria B30 foi a estirpe mais eficiente na solubilização de K, com incremento de 70% de solubilização em relação ao controle não inoculado. Ambos os trabalhos evidenciam que a solubilização do K seja pelo fungo *Aspergillus niger* ou pela bactéria B30, estão relacionados ao pH, sendo esse mais ácido com maior poder de solubilização.

Uma das justificativas para que o tratamento fonolito + vinhaça não ter apresentado resultados diferentes do tratamento controle pode ser justificado pelo valor de pH (6,3) apresentado pela análise de solo, sendo impedimento para a solubilização do potássio presente no fonolito.

4. Conclusão

A aplicação de fonolito e da associação entre fonolito e vinhaça não alteraram os atributos avaliados no cultivo da cana-de-açúcar nessas condições de estudo. No entanto, considerando que o fonolito é um pó de rocha que possui liberação lenta, sugere-se que estudos como esse seja desenvolvido por alguns anos consecutivos, permitindo assim avaliar a real influência da adição do pó de rocha no desenvolvimento vegetal.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro.

Referencias

- Aguilera, J. G., Zuffo, A. M., Ratke, R. F., Trento, A. C. S., Lima, R. E., Gris, G. A., Morais, K. A. D., Silva, J. X. & Martins, W. C. (2020). Influência de dois de polvo de basalto sobre cultivares de soja. *Revista Research, Society and Development*, 9 (1), e51973974.
- ANDA. (2021). Associação Nacional para Difusão de Adubos. Relatório sobre o Mercado de Fertilizantes. http://anda.org.br/pesquisa_setorial/
- Brandão, J. A. V., Lopes-Assad, M. L. R. C. & Ceccato-Antonini, S. R. (2014). Solubilization of diabase and phonolite dust by filamentous fungus. *Revista Ceres*, 61 (5), 740-745.
- Cardoso, E. N. L. (2021). *Impactos da aplicação de vinhaça por longo período em solos de textura argilosa e arenosa*. Mestre em Agronomia (Ciência do Solo) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp Campus de Jaboticabal. Jaboticabal – SP, p. 47.
- Companhia Nacional de Abastecimento-CONAB. (2021). *Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar*, Brasília, DF, 8 (1). 56 p.
- Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo-Consecana. (2015). *Manual de Instruções*. Piracicaba, 112 p.
- Crusciol, C. A. C. & Soratto, R. P. (2013). Eficiência de rocha fonolito móida como fonte de potássio para as culturas do arroz, feijão, milho e soja. *Anais do II Congresso Brasileiro de Rochagem*. p. 327-337.
- Dreyer, I., Gomez-Porras, J.L. & Riedelsberger, J. (2017). The potassium battery: a mobile energy source for transport processes in plant vascular tissues. *In New Phytologist*, 216 (4), 1049–1053.
- Duarte, I. N., Korndorfer, G. H., Pereira, H. S. & Santos, D. S. (2013). *Rochagem com o fonolito em cana planta*. In: Congresso Brasileiro de Rochagem. *Anais*. Poços de Caldas-MG.
- Ferreira, D. F. (2014). Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35 (6), 1039-1042.
- Fuess, L. T. & Garcia, M. L. (2014). Implications of stillage land disposal: a critical review on the impacts of fertigation. *Journal of Environmental Manage*, 145 (1), 210-229.
- Fuess, L. T., Rodrigues, I. J. & Garcia, M. L. (2017) Fertirrigation with sugarcane vinasse: foreseeing potential impacts on soil and water resources through vinasse characterization. *Journal of Environmental Science and Health*, 52 (11), 1063-1072.
- Kalinowski, E. B. & Schwerda, P. (1996). Kinetics of muscovite, phlogopite, and biotite dissolution and alteration at pH 1-4, room temperature *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 60 (3), 367-385.
- Malmström, M. E., & Banwart, S. A. (1997). Biotite dissolution at 25°C: The pH dependence of dissolution rate and stoichiometry. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 61 (1), 2779-2799.
- Mancuso, M. A. C., Soratto, R. P., Crusciol, C. A. C. & Castro, G. S. A. (2014). Effect of potassium sources and rates on Arabica coffee yield, nutrition, and macronutrient export. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 38 (5), 1448-1456.
- Manning, D. A. C., Baptista, J., Limon, M. S. & Brandt, K. (2017). Testing the ability of plants to access potassium from framework silicate minerals. *Science of the Total Environment*, 1 (574), 476-481.
- Martins, V. (2013). *Solubilização de fontes de potássio e seu efeito em atributos do solo e no crescimento e nutrição do capim marandu*. Tese (Doutorado em Agronomia – UFLA), Lavras. 98 p.
- Pádua, S. D. & Florentino, L. A. (2022). Use of Phonolite and Potassium-Solubilizing Bacteria in Bean Crops. *Research, Society and Development*. 11 (2), e53711226248.

Ratke, R. F., Andrade, T. G., Rocha, S. G., Sousa, A., Dai, P. V. S., Silva-Filho, E. C., Bertolino, L. C., Zuffo, A. M., Oliveira, A. M. & Aguilera, J. G. (2020). Regional rock dust as a source of phosphorus and potassium for plants. *Research, Society and Development*, 9 (7), e497974257.

Ribeiro, A. C., Guimarães, P. T. G. & Alvarez, V. H. (1999). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5a Aproximação*. Viçosa, MG: CFSEMG. 359 p.

Ribeiro, L. S., Santos, A. R., Souza, L. F. S. & Souza, J. S. (2010). Rochas silicáticas portadoras de potássio como fontes do nutriente para as plantas solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 34 (3), 891-897.

Silva, U. C., Gomes, E. A., Paiva, C. A. O., Dias, F. E. S., Frade, Y. S. & Marriel, I. E. (2011). *Biossolubilização de fonolito por microrganismos do solo solubilizadores de potássio*. In: Congresso Brasileiro de Ciência Do Solo, *Anais*. Uberlândia.

Silva, A. P. D., Bono, J. A. & Pereira, F. D. A. (2014). Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: Efeito no solo e na produtividade de colmos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18 (1), 38-43.

Teixeira, M. A. S., Sampaio, J. A., Garrido, F. M. S. & Medeiros, M. E. (2012). Avaliação da rocha fonolito como fertilizante alternativo de potássio. *Holos*, 5 (1), 21-33.

Viana, L. S. B.; Caitano, T. B. S. & Pontes, A. N. (2021). Soil remineralization as an initiative for sustainable development. *Research, Society and Development*, 10 (4), e45101421516.