

# **PÓ DE ROCHA BASÁLTICA NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR: UMA TENDÊNCIA PARA REDUÇÃO DE CUSTOS E SUSTENTABILIDADE**

**César Martoreli da Silveira** – Eng. Agr. Dr. em Produção Vegetal, Docente do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos – UNIFEB e do Colégio Técnico Agrícola – UNESP, Câmpus de Jaboticabal. E-mail: [cesar.silveira@unifeb.edu.br](mailto:cesar.silveira@unifeb.edu.br)

**Gabriel Vinícius Lima de Souza e Luiz Gustavo Rosa Campos** – Graduandos em Agronomia FCAV/UNESP; **MSc. Carlos Roberto de Toffoli** – Consultor Plantsan

**Fabio Olivieri de Nobile** - Eng. Agr. Dr. em Ciências do Solo, Docente do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos – UNIFEB

## **INTRODUÇÃO**

O Brasil possui solos de origem tropical, com elevado nível de intemperismo e pobreza de nutrientes. O uso de tecnologias de manejo, muitas das vezes, oriundas de regiões de climas temperados, dificulta e limita a produção. Tal fato é relevante quanto aos gastos com fertilizantes minerais importados, limitando o processo produtivo, uma vez que o país depende de mais de 30 milhões de toneladas, a um custo que supera os 9 bilhões de dólares, encarecendo a produção e os custos dos alimentos (ANDA, 2020).

A busca pela sustentabilidade nos sistemas agrícolas tem feito com que pesquisas se desenvolvam na referida área e encontrem soluções para uma nova agricultura, moderna e produtiva. O uso de produtos de fontes naturais pode minimizar a demanda por fertilizantes inorgânicos nos sistemas produtivos, sendo um fato positivo, uma vez que a aquisição e preparo desses fertilizantes tem um alto custo. Dentro desta premissa, é necessário pesquisar o potencial de produtos capazes de garantir os processos agrícolas e ainda manter a qualidade alimentar dos produtos e subprodutos gerados, por meio de um manejo sustentável. Para isso, é importante considerar ações positivas para com a base da produção, que são os solos.

Deste modo, partindo-se do tripé do conceito sustentável com base nas condições econômicas, sociais e produtivas, surgem novas fontes de produção para a base dos sistemas agrícolas, dentre elas a técnica de rochagem e obtenção de remineralizadores de solos, através do uso de pós de rochas pode reduzir os custos e os impactos ambientais causados por fertilizantes minerais, além de tratar-se de um produto multielementar e benéfico aos solos, garante melhores condições para o crescimento das plantas, com incrementos nos atributos físico-químicos e nutricional

disponíveis por meio de rochas. Alguns exemplos são as rochas graníticas (Silva et al., 2013), de basalto (RAMOS et al. 2014), fonólito (TAVARES et al., 2018) e andesito (DALMORA et al. 2020).

As aplicações destas fontes de pós de rochas para os diferentes sistemas de cultivos, deu origem aos agrominerais regionais, outro fator de extrema importância na garantia da produção e logística desse processo. Os remineralizadores de solos são considerados materiais silicáticos naturais que sofreram apenas diminuição do tamanho de partículas no processo de produção (BRASIL, 2013), sem a ocorrência de produtos químicos, tratando-se apenas de aplicações físicas, de modo geral, dadas pela moagem e peneiramento das rochas até obtenção do produto pó.

Neste sentido, destaque também a importância de uma nova cadeia a ser incorporada aos sistemas produtivos, que é a da construção civil, por meio das mineradoras, uma vez que parte do material gerado era tratado como resíduo e armazenado nas mesmas, em suas áreas de produção de britas.

A partir da Lei N°. 12890/2013(BRASIL, 2013), esses materiais passaram a ser tratados como passivo ambiental e devendo-se então, ter um fim devido. Ao fato, e com desenvolvimento das pesquisas e envolvimento das áreas de Geologia e Ciências Agrárias, tratou-se de caracterizar o produto residual dentro de padrões específicos para uso agrícola, ajustando as caracterizações geoquímicas, físico-químicas, mineralógicas e de granulométricas, transformando o passivo em um ativo ambiental interessante para as mineradoras e sistemas de produção agrícola.

Em 2016, por meio da Instrução Normativa N°.05 (BRASIL, 2016), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), estabeleceu-se padrões, garantias e protocolos para avaliação da eficiência agronômica desses pós oriundos de rochas, permitindo seu registro como insumo agrícola (remineralizador), uma vez que vale ressaltar, que nem toda rocha tem esse potencial de remineralizar solos. Assim, a adição de pós de rochas aos solos mais pobres ou intemperizados é uma prática que visa a reestruturação de solos, da correção e da fertilidade, por meio da inserção de novos minerais.

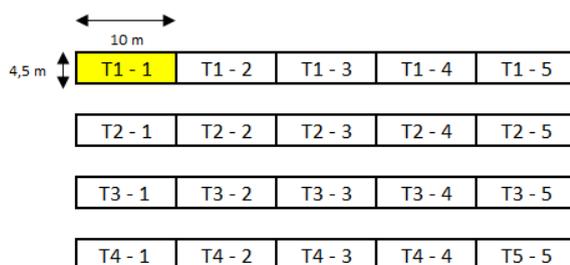
Dessa forma, a referida pesquisa objetivou avaliar a produtividade na soqueira de cana-de-açúcar de sétimo corte, com aplicação de pó de rocha basáltica e redução de 20% da adubação de cobertura/soqueira.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob condições de campo, em uma área de canavial de sétimo corte, no município de Bebedouro, no Estado de São Paulo, no período de setembro de 2019 a setembro de 2020. O clima da região é classificado como Aw segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, com temperatura média de 21,7 °C e pluviosidade média anual de 1340 mm.

O solo do local foi caracterizado como Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico (PVAe), classificação Embrapa (2018), cuja análise dos atributos químicos e físicos apresentaram os seguintes valores:  $pH_{CaCl_2}=4,72$ ;  $M.O.=10,72 \text{ g dm}^{-3}$ ;  $P=9,95 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $S=7,05 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $Ca=18,13 \text{ mmolc dm}^{-3}$ ;  $Mg=4,86 \text{ mmolc dm}^{-3}$ ;  $K=2,12 \text{ mmolc dm}^{-3}$ ;  $Al_3+=1,06 \text{ mmolc dm}^{-3}$ ;  $H+Al=18,60 \text{ mmolc dm}^{-3}$ ;  $SB=25,11 \text{ mmolc dm}^{-3}$ ;  $CTC=43,71 \text{ mmolc dm}^{-3}$ ;  $V=57,44 \%$ ;  $m=4,00 \%$ ;  $Si=4,52 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $B=0,33 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $Cu=2,20 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $Fe=19,00 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $Mn=3,80 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $Zn=1,2 \text{ mg dm}^{-3}$ .

Para o mesmo, foi aplicado o pó de rocha basáltica (PR) da COPLAN - Construtora Planalto Ltda., da pedreira localizada no município de Embaúba, no Estado de São Paulo. O delineamento experimental foi disposto em faixas (Split pots) com comprimento de 100,0 m por largura de 10,5 m (Figura 1), com 5 pontos de coleta por faixa, obtidos em 7 linhas de 20 m de comprimento x 10,50 m de largura, caracterizando as unidades experimentais (parcelas), coletadas na área útil de 45,0 m<sup>2</sup> (3 linhas de 10 m de comprimento x 4,5 m de largura), conforme Figura 1.



**Figura 1.** Croqui da área experimental útil. T1 – 1: ponto de coleta número 1, do tratamento sem pó de rocha basáltica Coplan (PR); T2 – 1: ponto de coleta número 1, do tratamento com 2,5 t ha<sup>-1</sup> de PRB e; T3 – 1: ponto de coleta número 1, do tratamento com 5,0 t ha<sup>-1</sup> de PRB; T4 – 1: ponto de coleta número 1, do tratamento com 7,5 t ha<sup>-1</sup> de PRB. Bebedouro, 2019.

O pó de rocha de basalto (PR) na soqueira de cana-de-açúcar, de sétimo corte, foi aplicado a lanço 20 dias após o corte da safra 2018/19, em novembro de 2019, avaliando a produtividade por meio de dados biométricos de campo. Os tratamentos com PR foram aplicados junto com a redução de adubação de cobertura em 20%, junto aos demais tratos padrões da propriedade (PP). O PP continha uso de vinhaça (192 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) aplicada 10 dias após do corte da soqueira, aplicação de adubo de cobertura 20-05-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) com 450 kg ha<sup>-1</sup>. Com a redução de adubação, os tratamentos com PR tiveram a aplicação de apenas 360 kg ha<sup>-1</sup> do adubo de cobertura, destacando-se assim: T1- padrão da propriedade (PP); T2- PP+ 2,5 t ha<sup>-1</sup> de PR; T3- PP+ 5,0 t ha<sup>-1</sup> de PR e; T4- PP+ 7,5 t ha<sup>-1</sup> de PR, com cinco repetições. A aplicação do PR foi realizada por meio de distribuidor de corretivos e fertilizantes tratorizado, cobrindo a largura da faixa com 12 m. A regulagem da máquina foi dada para 2,5 t ha<sup>-1</sup>, utilizando-se de número de passadas para obter os demais tratamentos.

O PR possuía soma de bases (CaO + MgO + K<sub>2</sub>O) de 16,35%, e o teor de K<sub>2</sub>O de 1,05%. A soma de bases é superior a 9% e o óxido de potássio é maior que 1%, conforme a Lei N.º 12.890/2013 e Instrução Normativa N.º 5.

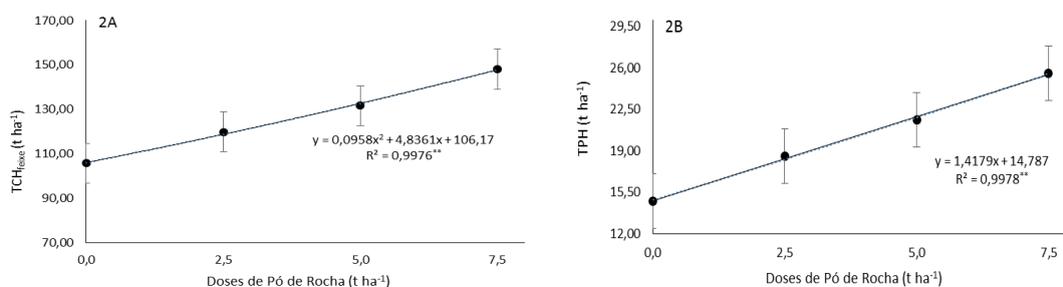
Para análise da produtividade, foram utilizadas as avaliações em cada parcela experimental, obtendo-se das áreas úteis (Figura 1) os feixes (em cada ponto), contendo 10 canas, e confeccionando a avaliação biométrica a partir do peso dos feixes, com balança de precisão de duas casas decimais (kg), do diâmetro de colmo (cm), altura média do feixe (m) e, número de colmos por metro. Com esses dados, foram estimados os valores de toneladas de colmo por hectare (TCH<sub>feixe</sub>), calculados conforme metodologia IAC (MIRANDA et al., 2008). Os valores da tonelada de POL por hectare (TPH) também foram determinados, por meio das análises tecnológicas realizadas em usina parceira, após entrega dos feixes na unidade.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (ANOVA), teste de Tukey para comparação de médias, ambos a 5% de probabilidade, seguidos de estudos de regressão polinomial respostas significativas e/ou efeito das doses para os

valores de  $TCH_{\text{feixe}}$  e TPH, por meio do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos com PR apresentaram um efeito crescente, linear e significativo para as doses testadas, junto com a redução de adubação da cobertura em 20%, caracterizados pela sigla PR apenas, sendo que a dose de  $7,5 \text{ t ha}^{-1}$  diferiu-se do padrão da propriedade (PP), mas não das demais doses de PR, quando para  $TCH_{\text{feixe}}$ , em valores médios. Os incrementos de produtividade foram de  $105,83$  para  $148,17 \text{ t ha}^{-1}$ , do PP para a maior dose de PR, com aumento de  $42,34 \text{ t ha}^{-1}$  (28,57%), conforme visto na Figura 2 (A).



**Figura 2.2A:** Valores médios de produtividade ( $TCH_{\text{feixe}} - \text{t ha}^{-1}$ ); **2B:** POL (TPH –  $\text{t ha}^{-1}$ ) para a cultivar de cana-de-açúcar RB93-5744 mediante a aplicação das doses de pó de rocha basáltica (PR), no sétimo corte de soqueira. Bebedouro-SP, 2020.

Para os teores de TPH, os valores médios apresentaram um incremento crescente, linear e significativo, quando do uso das doses de PR, sendo que a dose de  $7,5 \text{ t ha}^{-1}$  se diferiu do padrão da propriedade (PP), mas não da dose de  $5,0 \text{ t ha}^{-1}$  de PR. Os incrementos de produtividade foram de  $14,75$  para  $25,55 \text{ t ha}^{-1}$ , do PP para a maior dose de PR, com aumento de  $10,80 \text{ t ha}^{-1}$  (42,27%), conforme visto na Figura 2 (B). Esses incrementos, de forma significativa, demonstram que seu uso do pó de rocha basáltica (PR) na agricultura, respeitando as condições adequadas para o produto, mediante legislação vigente, o caracteriza como um novo insumo para os processos produtivos, e que se enquadra na categoria remineralizadores de solos (BRASIL, 2016).

No estudo realizado, as observações consideradas visaram consolidar a hipótese do uso de PR, como descreve a literatura nacional e internacional. Silva et al. (2013), Von Fragstein et al. (1988) e Barrow (2017) observaram incrementos no pH do solo,

CTC, disponibilidades de nutrientes e redução da saturação de alumínio, contribuindo com a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, e podendo diminuir ou até mesmo zerar o uso de fertilizantes minerais, como observado neste estudo. Silveira et al. (2021), observaram para o cultivo de cana de ano, no primeiro corte, que o uso de pó de rocha basáltica proporcionou um aumento no número de perfilhos, altura de plantas e diâmetro de colmos, aos 60 dias após a aplicação. Desta forma, nota-se um efeito do produto pó de rocha basáltica (PR) proporcionando o bom desenvolvimento agrônômico de plantas, de forma sustentável, por ser um produto de origem regional e natural.

## CONCLUSÃO

O uso do pó de rocha basáltica (PR) para o cultivo da soqueira de sétimo corte da cultura da cana-de-açúcar apresentou acréscimos lineares, crescentes e significativos de 28,57% para a produtividade estimada ( $TCH_{\text{feixe}}$ ), e de 42,27% para a TPH, sugerindo-se as doses de 5,0 e 7,5 t ha<sup>-1</sup> de PR, quando comparado ao tratamento padrão da propriedade e, garantindo uma redução de 20% na adubação de cobertura/soqueira.

## AGRADECIMENTOS

Ao Grupo COPLAN – Construtora Planalto Ltda., no município de Embaúba - SP, pelo apoio na disponibilidade do produto e custeio de projetos de pesquisa na referida área de estudo.

## REFERÊNCIAS CONSULTADAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS – ANDA. **Pesquisa setorial:** Macro indicadores. Disponível em: <[http://anda.org.br/wp-content/uploads/2020/07/Principais\\_Indicadores\\_2020.pdf](http://anda.org.br/wp-content/uploads/2020/07/Principais_Indicadores_2020.pdf)>. Acesso em jul. 2020.

BARROW, N.J. The effects of pH on phosphate uptake from the soil. **Plant Soil**. 410:401-410. 2017. DOI 10.1007/s11104-016-3008-9.

BRASIL. (2013). **Lei no. 12.890** - Altera a Lei n. 6.894 para incluir os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura. Brasília, DF: Diário Oficial da União - Palácio do Planalto. <https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/112213899/lei-12890-13>.

BRASIL. (2016). **Instrução Normativa 5** - Regras sobre definições, classificação, especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem, rotulagem e propaganda dos remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura. Brasília, DF: Diário Oficial

da União - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.  
<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=317444>

DALMORA, A.C.; RAMOS, C.G.; OLIVEIRA, M.L.S.; OLIVEIRA, L.F.S.; SCHNEIDER, I.A.H.; KAUTZMANN, R.M. **Journal of Cleaner Production** **256** (2020a) 120432.

DINARDO-MIRANDA, L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Org.). **Cana-de-açúcar**. 1ed.Campinas: Instituto Agronômico. 2008.v. 1, 898p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. SANTOS, H. G. et al. (Coord.) 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Available at: <<http://www.biometria.ufra.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Date accessed: 13 may 2020.

RAMOS, C. G., MELLO, A. G., KAUTZMANN, R. M., 2014. **A preliminary study of volcanic rocks for stonemeal application**. ENMM 1–2, 30–35.

SILVA, M. H. M.; SANTOS, C. C.; SANTANA, A. P.; ALVES, J. M. Uso da rochagem como fonte alternativa de nutrientes na produção de cana-de-açúcar (*Saccharumofficinarum*) para a indústria de etanol. **Anais...**, XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Florianópolis, SC. 2013. \_p.

SILVEIRA, C. M.; SOUZA, G. V. L.; MOURA, L. C. B.; MALMEGRIM JUNIOR, R. N.; SANTOS, P. H. B.; NOGUEIRA, R.; BIZÃO, A. A. Aplicação de pó de rocha basáltica (PRB) em cultivo de cana de ano. In: Congresso Brasileiro de Rochagem (4:2021) **Anais do [...] / IV Congresso Brasileiro de Rochagem, 08-10 novembro 2021**; Org.: Theodoro, S. H.; Monte, M. B. M.; Martins, E. S. – Rio de Janeiro, RJ: Autografia, 2021. 320 p.; 25 cm

TAVARES, L. F.; CARVALHO, A. M. X.; CAMARGO, L. G. B.; PEREIRA, S. G. F.; CARDOSO, I. M. Nutrients release from powder phonolite mediated by bioweathering actions. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture** (2018) 7:89–98 <https://doi.org/10.1007/s40093-018-0194-x>.

VON FRAGSTEIN, P.; PERI, W.; VOGTMANN, H. 1988. Verwitterungsverhalten silikatischer Gesteinsmehle unter Laborbedingungen. **Zeitschrift für Pflanzenern. und Bodenkunde**, 151:141–146.

## ANEXO



**ANEXO.A**-monte de pó de rocha. Embaúba-SP; **B**-Cana: B1- com ( $5,0 \text{ t ha}^{-1}$ ) e B2- sem PR; **C**- aplicação a lanço do produto. Bebedouro-SP, 2019.**FONTE:** Autores.