

QUALIDADE DO SOLO APÓS OITO ANOS DA APLICAÇÃO DE PÓ DE NEFELINA SIENITO

Humberto Sansevero Gama Neto¹, João Luiz Gadioli², Julio Cesar Raposo de Almeida²

¹ Aluno de Agronomia: Universidade de Taubaté – Taubaté/SP - Bolsista PIBIC; ² Professor Universidade de Taubaté – Taubaté/SP

Autor correspondente: e-mail: julio.cralmeida@unitau.br

RESUMO

Em um experimento instalado na Fazenda Piloto do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté para avaliar a eficiência do pó de rocha nefelina sienito como fonte alternativa de nutrientes o cultivo de cana de açúcar retirou-se, após oito anos de cultivo, amostras de solo em duas profundidades (0-10 e 10-30cm) para determinação os teores de macro e micronutrientes e estimativa dos Diâmetros Médios Ponderados a seco (DMPs) e úmido (DMPu) para se calcular o Índice de Estabilidade de Agregados. Os resultados demonstraram que as doses de a nefelina sienito de 1650 e 3300 kg/ha, aplicadas no sulco de plantio ou incorporadas ao solo, não alterou o DMPs (4,07mm) e DMPu (3,74mm) possibilitando elevado IEA (92%). Ao final do período de cultivo de cana, contatou-se que os tratamentos não afetaram significativamente ($P>0,05$) a fertilidade do solo com relação ao pH, teores de matéria orgânica, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, soma de bases, a acidez potencial (H+Al), a capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%). Esses resultados evidenciam que após 8 anos de aplicação do pó de rocha nefelina sienito não houve alteração no tamanho e na estabilidade dos agregados não sendo observado efeito residual sobre a fertilidade do solo.

Palavras-chave: Rochagem, Agrominerais, Sustentabilidade.

SOIL QUALITY AFTER EIGHT YEARS OF APPLICATION OF NEPHELINE SYENITE POWDER

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effects of nepheline syenite rock powder application on the soil fertility and on aggregate stability index of an Oxisol in a sugarcane plantation in Taubaté, São Paulo, Brazil. In an experiment with sugar cane carried out by eight years, soil samples were collected in two layers (0-10 and 10-30cm) to determine the macro and micronutrient contents and estimate the Mean Weighted Diameters obtained by dry sieving

(MWDd) and in water immersion and oscillation (MWDw) to calculate the soil Aggregate Stability Index [ASI=(MWDw)/(MWDd)]. The results showed that the nepheline syenite applied in the furrow or incorporated into the soil, did not change the WADd (4.07mm) and WADw (3.74mm) enabling high ASI (92%). Eight years after sugarcane planting, no effects on soil fertility were found ($P>0.05$) in pH, organic matter, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, H+Al, cation exchange capacity (CEC) and base saturation (V%).

Keywords: Rocking, Agrominerals, Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O pó de rocha Nefelina Sienito é proveniente de uma rocha ígnea plutônica extraída do maciço da Serra da Mantiqueira em Lavrinhas (SP) muito utilizada pela indústria. Trata-se de um subproduto que contém potássio e cálcio que são elementos fundamentais para a nutrição das plantas que podem ser empregados para agricultura.

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de alimento, mas depende da oferta de potássio comercializado no mercado externo, uma vez que 96% de todo o potássio consumido no país seja proveniente de importação (Santos, 2022) elevando muito o custo de produção, uma vez que os solos brasileiros deficientes nesse nutriente e precisam ser adubados.

Os preços de mercado de potássio são altos, técnicas de rochagem podem ser muito favoráveis do ponto de vista econômico. Além disso, a produção de fertilizantes à partir de rochas que contenham teores de potássio elevados pode ser interessante mesmo que demandem moagem intensiva da rocha. Por outro lado, a viabilidade desta estratégia depende da eficiência de extração, com recuperações de potássio contido maiores que 20%, considerando os custos operacionais (Cesário et al., 2015).

Para diminuir essa dependência a rochagem tem se mostrado ser uma técnica efetiva para o fornecimento de nutrientes necessários às plantas e, além disso, é capaz de promover aumento da capacidade de troca catiônica dos solos, como resultados da formação de novos minerais de argila durante o processo de alteração da rocha.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito residual da aplicação do pó de nefelina sienito sobre os atributos químicos e a estabilidade de agregados num Latossolo Vermelho-Amarelo, após 8 anos de cultivo de cana-de-açúcar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido a partir do solo Latossolo Vermelho-Amarelo coletado, em uma área localizada na Fazenda Piloto do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté, em abril/ 2023, onde se realizou o plantio de cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) juntamente com aplicação do pó de rocha de nefelina sienito e fertilizante cloreto de potássio, equivalente a 120 kg/ha de K₂O, após oito anos de cultivo, conforme os seguintes tratamentos.

C: Controle (sem aplicação de potássio)

KCl: Cloreto de Potássio (200 kg/ha)

R1: Incorporação de 1650 kg/ha a 20 cm de profundidade

R2: Incorporação de 3300 kg/ha a 20 cm de profundidade

S1: Aplicação de 1650 kg/ha no sulco de plantio

S2: Aplicação de 3300 kg/ha no sulco de plantio

O Delineamento experimental foi de blocos ao acaso com parcelas medindo 6x15 metros. Em cada parcela foram retiradas 9 sub-amostras de solo na linha de plantio da cana em 2 profundidades diferentes (0-10 cm e de 10-30 cm) com auxílio de um trado sonda, perfazendo amostras compostas e para a análise do tamanho de agregados um monólito indeformado de cerca de 1 kg foi retirado no centro de cada parcela, da camada de 0-10cm.

As amostras foram encaminhadas para o Laboratório Solos e Plantas da Universidade de Taubaté. Inicialmente as amostras compostas foram secadas a sombra em temperatura ambiente, destorroadas e peneiradas em uma peneira com malha de 2.0 mm, armazenadas em sacos plásticos e submetidas às análises químicas.

As determinações químicas para fins de fertilidade (macro e micronutrientes, pH, H+Al, matéria orgânica, SB, CTC, V%, sódio trocável) foram efetuadas nas duas profundidades dos solos amostrados. A determinação do Sódio foi realizada pelo extrator acetato de amônio pH 7 e as demais determinações foi empregado os protocolos analíticos do sistema IAC de análise de solo (RAIJ et al 2001).

Para a determinação do diâmetro médio dos agregados a seco e em água destorroou-se manualmente cada um dos monólitos. Em seguida, retirou-se duas amostras de aproximadamente 50 g, sendo uma foi submetida a processo de secagem em estufa com circulação forçada de ar a 105°C, por 6 horas, para determinação da umidade e a outra destinada ao peneiramento em via seca e em via úmida.

O peneiramento a seco foi realizado colocando-se a amostra no topo de um conjunto de peneiras com aberturas de 4,76 mm, 2,00 mm, 1,00 mm; 0,50 mm, 0,25 mm, 0,149 mm e 0,053 mm e agitada em agitador mecânico vibratório durante 1 minuto, com potência de 30% e, a massa dos agregados retidos em cada peneira foi reservada em recipiente e colocada para secar em estufa com circulação de ar a 105° por 4 horas foi pesada em balança semi-analítica.

Posteriormente, reconstitui-se cada amostra e acondicionou-a um funil de papel filtro imerso em um recipiente com água por 16 horas para umedecimento por capilaridade.

As amostras foram transferidas cuidadosamente para um conjunto de peneiras com aberturas de 4,76 mm; 2,00 mm; 1,00 mm; 0,50 mm e 0,25 mm, que se encontram dentro de um balde, e acopladas a um agitador com oscilação vertical. Em cada balde foi colocado volume de água suficiente para encobrir a amostra de solo depositada na peneira de 4,76 mm, quando na posição mais elevada do curso de oscilação. Cada amostra foi distribuída de forma homogênea em toda a superfície da peneira. Em seguida as amostras foram agitadas durante 15 minutos, a 46 oscilações por minuto. Após esse período, o material retido em cada peneira foi transferido, com auxílio de jatos de água, para latas, as quais foram levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 105 °C para determinação da massa seca de terra retida em cada peneira, até massa constante. O volume de água, juntamente com o material inferior a 0,25 mm, foi passado por um conjunto de peneiras com abertura de 0,149 mm e 0,053 mm, sendo o material retido em cada peneira transferido para latas e secado em estufa e pesado, conforme descrito anteriormente (Salton, 2012).

Os resultados foram submetidos a análise de variância e, em caso de teste F significativo ($P < 0,05$) fez-se a comparação de médias utilizando o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Atributos químicos do solo

Através da análise de variância não se observou efeito significativo ($P > 0,05$) devido aos tratamentos sobre todos os atributos químicos do solo nas duas profundidades avaliadas,

exceto para o cobre na camada de 0-10 cm de solo (Tabela 1). Dessa forma, após 8 anos da aplicação do pó de rocha nefelina sienito não se constatou efeitos residuais na fertilidade do solo, para ambas as profundidades.

Tabela 1. Efeito de doses e formas de aplicação de pó de rocha nefelina sienito sobre atributos químicos do solo após oito anos de cultivo de cana-de-açúcar.

	Profundidades			
	0 -10	cm	10 -30	cm
	Média	Prob. F*	Média	Prob. F*
Acidez	5,65	p>0,19	5,64	p>0,73
Matéria Orgânica (g/dm ³)	25,86	p>0,96	14,92	p>0,51
Fósforo (mg/dm ³)	5,35	p>0,85	2,86	p>0,07
Potássio (mmol _c /dm ³)	0,88	p>0,46	0,57	p>0,79
Cálcio (mmol _c /dm ³)	28,75	p>0,77	25,25	p>0,69
Magnésio (mmol _c /dm ³)	21,1	p>0,30	16,85	p>0,36
H+ Al (mmol _c /dm ³)	21,7	p>0,56	20,47	p>0,39
Soma de Bases (mmol _c /dm ³)	50,73	p>0,60	42,67	p>0,58
CTC (mmol _c /dm ³)	72,44	p>0,77	63,15	p>0,80
V (%)	69,67	p>0,56	67,04	p>0,53
Cobre (mg/dm ³)	10,85	p>0,02	13,77	p>0,07
Ferro (mg/dm ³)	70,98	p>0,91	42,26	p>0,80
Manganês (mg/dm ³)	12,79	p>0,75	6,08	p>0,89
Zinco (mg/dm ³)	1,08	p>0,72	0,55	p>0,89
Sódio (mg/dm ³)	0,34	p>0,65	0,32	p>0,52

* probabilidade de confiança do teste F (p>0,05)

Os resultados médios da acidez, matéria orgânica, cálcio, magnésio, acidez potencial (H+Al), capacidade de troca catiônica (CTC), soma de bases (SB) e saturação em bases (V%) demonstram que para o cultivo da cana-de-açúcar a fertilidade do solo manteve-se adequado para as duas profundidades. Dessa forma, os valores de pH foram de 5,65 e 5,64 nas camadas de 0-10 e 10-30 cm de profundidade, respectivamente. Esses valores são considerados de baixa acidez. Os teores médios de matéria orgânica do solo foram de 25,86 e 14,92 g/dm³ nas camadas de 0-10 e 10-30 cm de profundidade, respectivamente. Esses valores, também, indicam valores adequados para a cultura da cana, assim como para a maioria das culturas agrícolas. A acidez potencial (H+Al) encontrada atingiu valores médios de 21,70 e 20,47 mmol_c/dm³ nas camadas de 0-10 e 10-30 cm de profundidade, respectivamente, e são considerados teores baixos para as culturas agrícolas.

De modo geral, verificou-se na camada de 0-10 cm valores de soma de bases (SB=50,73 mmol_c/dm³), da capacidade de troca catiônica (CTC=72,44 mmol_c/dm³) e da saturação em bases (V=69,67%) maiores que na camada de 10-30 cm (SB=42,67 mmol_c/dm³), (CTC= 63,15 mmol_c/dm³) e (V= 67,04%). Vale salientar que estes resultados calculados são considerados valores médios na fertilidade do solo, bem como é um solo considerado eutrófico (V%>50), portanto sem a necessidade de fazer nova calagem para a reforma do canavial, pois apresenta V% acima de 60%, segundo o Boletim 100 (2022).

Os teores de cálcio encontrados nas camadas de 0-10 e 10-30 cm de profundidade foram de 28,75 e 25,25 mmol_c/dm³, respectivamente. Em relação ao Magnésio verificou-se teores

de 21,10 e 16,85 mmol/dm³ nas camadas de 0-10 e 10-30 cm de profundidade, respectivamente. Os resultados são considerados altos para a maioria das culturas agrícolas.

Enquanto que os teores de fósforo e potássio apresentam valores baixos. Dessa forma, os teores de fósforo encontrados nas camadas de 0-10 e 10-30 cm de profundidade foram 5,35 mg/dm³ e 2,86 mg/dm³, respectivamente e os teores de potássio nas camadas de 0-10 e 10-30 cm de profundidade foram de 0,88 mmol/dm³ e 0,57 mmol/dm³, respectivamente, necessitando de uma adubação corretiva desse solo para as necessidades de nutrição da cana-de-açúcar.

Os micronutrientes ferro e manganês no solo apresentam valores considerados altos para a cultura de cana-de-açúcar. Os teores de ferro com 70,98 e 42,26 mg/dm³ nas camadas de 0-10 e 10-30 cm de profundidade, respectivamente e os teores de manganês foram de 12,79 e 6,08 mg/dm³ nas camadas de 0-10 e 10-30 cm de profundidade, respectivamente. Em relação aos teores de zinco foi de 1,08 mg/dm³ na camada de 0-10 e 0,55 mg/dm³ na camada 0-30 cm de profundidade. Esses valores são considerados médio e baixo, respectivamente, para a cultura da cana.

Os teores médios de sódio foram de 0,34 e 0,32 mg/dm³ nas camadas de 0-10 e 10-30 cm de profundidade, respectivamente. Tais valores não demonstram que o solo não apresenta restrições para o desenvolvimento de culturas agrícolas.

Embora tenha sido encontrado efeito significativo ($P < 0,05$) dos tratamentos no teor de cobre na camada de 0-10 cm de profundidade, verificou-se diferença apenas entre os tratamentos R2 (14,18 mg/dm³) quando incorporado 3300 kg/ha do pó de rocha e S1 (8,65 mg/dm³) aplicado 1350 kg/ha no sulco de plantio (Figura 1). Todavia, esses resultados não aparentam estar relacionado com a dose utilizado do pó de rocha ou mesmo com a forma de aplicação. Para a profundidade de 10-30 cm não houve efeito significativo e o teor médio de 13,77 mg/dm³. Esses valores são considerados teores altos na interpretação da fertilidade do solo.

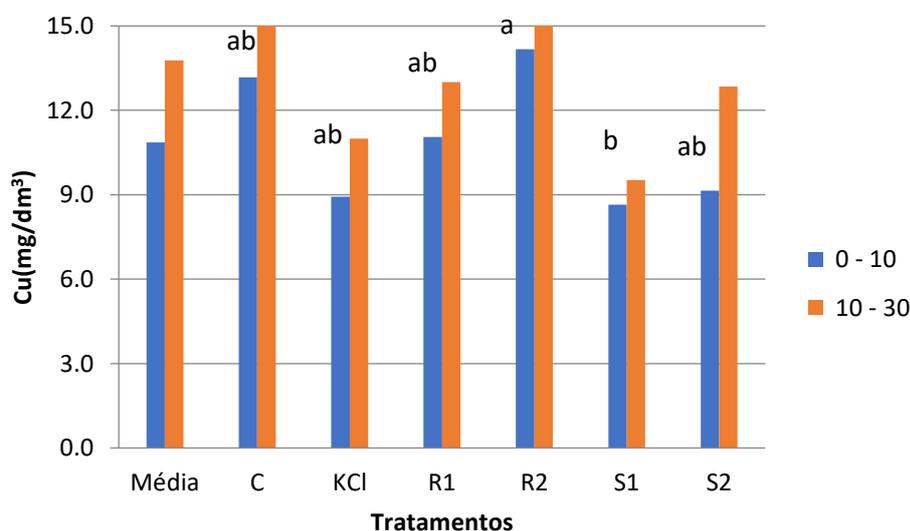


Figura 1. Efeito de doses e formas de aplicação de pó de rocha Nefelina Sienito em Latossolo Vermelho-Amarelo sobre o teor de cobre, após oito anos de cultivo de cana-de-açúcar.

Diversos trabalhos apontam que a rochagem pode contribuir para o incremento dos teores de macro e micronutrientes no solo (Silva et. al, 2012; Martins et. al, 2015, Santos, 2020), com efeito residual a longo prazo, muito embora isso se deva ao tempo de reação, origem, granulometria do material, além de aspectos do manejo que também influenciam na eficiência

de liberação de nutrientes para o cultivo das plantas (Melo et al. 2012; Tebar et. al, 2021; Almeida, et al. 2022). Fato que não foram constatados neste trabalho.

3.2. Atributos físicos do solo

Os Diâmetros Médios Ponderados em via Seca (DMPs) e em via úmida (DMPu), das amostras coletadas na profundidade de 0 – 10 cm, apresentaram diâmetro médio de 4,07mm e de 3,74 mm, respectivamente, não sendo observados efeito significativos ($p>0,05$) devido aos tratamentos (Figura 2A e 2B). Os resultados deste trabalho são semelhantes aos apresentados por Torres et al. (2015) que estudando o efeito da cobertura do solo sobre o DMP de um Latossolo Vermelho encontraram valores médios variando de 3,29 mm a 4,34 mm e também aos apresentados por Fernandes et. al (2012) que encontraram valores entre 2,7 mm e 3,6 mm ao avaliarem diferentes coberturas para sistemas de plantio direto.

Souza, et.al (2012) verificaram diminuição no diâmetro médio dos agregados em Latossolo Vermelho em função do tempo de cultivo reduzindo de 4,01 mm no ciclo da cana planta para 2,04 mm após a quarta colheita mecanizada.

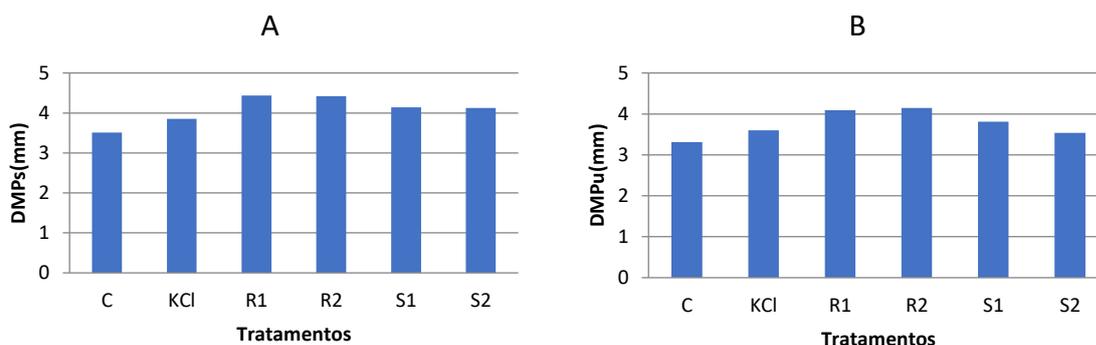


Figura 2. Diâmetro médio ponderado dos agregados em via seca (A: DMPs) e em via úmida (B: DMPu), em função de diferentes doses e formas de aplicação de KCl e pó de Nefelina Sienito, após oito anos de cultivo de cana-de-açúcar.

O índice de estabilidade de agregados não foi influenciado significativamente ($p>0,49$) pelos tratamentos e apresentaram valor médio de 92% (Figura 3). Os elevados valores de IEA são decorrentes da proteção proporcionada pelos resíduos vegetais que protegem o solo contra a desagregação causada pelo impacto das chuvas (Torres et al, 2015). Esses resultados estão próximos dos apresentados por Fernandes et. al (2012) que encontraram valores entre 92 e 93% ao avaliarem diferentes coberturas para sistemas de plantio direto e superiores aos obtidos por Torres et al. (2015) que verificaram valores entre 78,5 até 93.1 %.

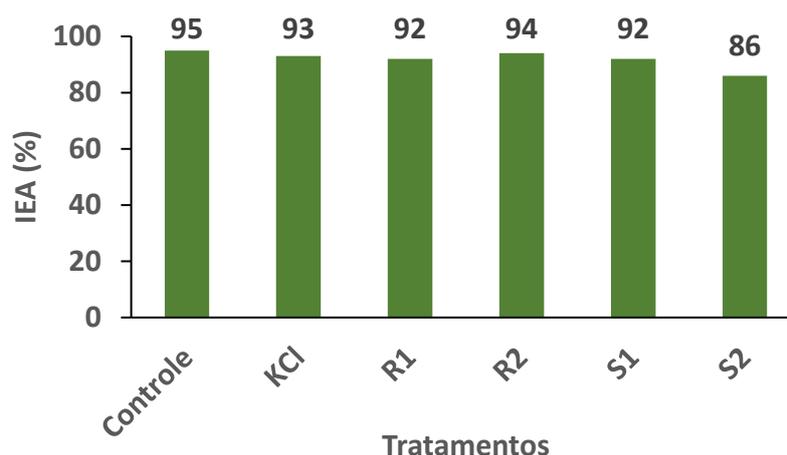


Figura 3. Índice de estabilidade de agregados (IEA) em função de diferentes doses e formas de aplicação de KCl e Nefelina Sienito, após oito anos de cultivo de cana de açúcar.

4. CONCLUSÃO

O uso pó de rocha nefelina sienito como fonte alternativa de nutrientes para agricultura não alterou o tamanho e o estabilidade dos agregados no Latossolo Vermelho Amarelo.

Após 8 anos do cultivo de cana de açúcar com a aplicação do pó de rocha nefelina sienito não foi observado efeito residual sobre a fertilidade do solo.

5. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, G. O. de M.; HEBERLE, D.A.; MAFRA, A. L. Potencial do pó da rocha olivina melilitito como remineralizador de solos de acordo com tamanho de partículas e doses. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.57, 2022.
- CESÁRIO, Isabelle de Amaral Souza et al. AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E DA LIBERAÇÃO DE POTÁSSIO DA NEFELINA SIENITO PARA USO NA AGRICULTURA. 70º Congresso Anual da ABM. Internacional e ao 15º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, parte integrante da ABM Week, realizada de 17 a 21 de agosto de 2015, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
- FERNANDES, C.; Corá J. E.; MARCELO, A. V. Soil uses in the sugarcane fallow period to improve chemical and physical properties of two latosols (Oxisols). **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, n.36, p.283-294, 2012.
- MARTINS, V.; SILVA, D.R.G.; MARCHI, G. LEITE, M. C. A.; MARTINS, E. S.; GONÇALVES, A. S. F.; GUILHERME, G. Effect of alternative multinutrient sources on soil chemical properties. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, n.39, p.194-204, 2015.
- MELO, V. F.; UCHOA, S. C. P.; DIAS, F. de O.; BARBOSA, G. F. Doses de basalto moído nas propriedades químicas de um Latossolo Amarelo distrófico da savana de Roraima. **ACTA AMAZÔNICA**. v. 42, n.4, p.471-478, 2012.
- SALTON, Julio Cesar et al. Determinação da agregação do solo - Metodologia em uso na Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico 184. *ISSN 1679-0472. Dezembro, 2012. Dourados, MS*

- SANTOS, R. A. **Avaliação da capacidade de troca de cátions (CTC) em pó de rocha e solo que recebeu aplicação**, 2020, 74p. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) , Piracicaba, 2020.
- SANTOS, Renato Aparecido. **PÓ DE ROCHA DE NEFELINA SIENITO COMO FONTE POTÁSSICA: EFEITOS NA SOJA E NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO**. Mestrado profissional em tecnologia e grãos. Instituto Federal de Goiás
- SILVA, D. R. G.; MARCHI, G., SPEHAR, C. R.; GUILHERME, L. R. G.; REIN, T. A.; SOARES, D. A.; ÁVILA, F. W.; Characterization and nutrient release from silicate rocks and influence on chemical changes in soil. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, n.36, p.951-962, 2012.
- SOUZA, H. A. de; MARCELOS, A. V.; CENTURION, J. F. Carbono orgânico e agregação de um Latossolo Vermelho com colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza (CE), v. 43, n. 4, p. 658-663, out/dez. 2012.
- TEBAR, M. M.; ALOVISI, A. M. T.; MUGLIA, G. R. P.; VILLALBA, L. A.; SOARES, M. S. P. Efeito Residual do pó de rocha basáltica nos atributos químicos e microbiológicos do solo e no estado nutricional da cultura da soja. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e375101119612-e375101119612, 2021.
- TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ASSIS, R. L. de; SOUZA, Z. M. de. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho cultivado com plantas de cobertura, em semeadura direta. *Revista brasileira de Ciência do Solo*. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, n.39, p.428-437, 2015.