

A aplicação do remineralizador de varvito afeta a disponibilidade do N de composto orgânico

Rafael Ricardo Cantú¹, Alexandre Visconti¹, Rafael Gustavo Ferreira Morales¹ e Euclides Schallenberger¹

Resumo – O conhecimento sobre o uso de remineralizadores do solo, constituídos por farelos ou pós de rochas silicatadas, vem sendo intensamente demandado por meio de editais de pesquisas e pelas cadeias produtivas da agricultura. O potencial de uso dos remineralizadores associados a compostos orgânicos (CO) é uma das principais demandas de estudo. Considerando que no Vale do Itajaí em Santa Catarina o pó de varvito (PV) e os compostos de resíduos de agroindústrias são encontrados abundantemente, tornam-se necessários estudos com a associação destes materiais. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar no solo o efeito da mistura do CO e PV na mineralização do N e na disponibilidade de macronutrientes. O experimento foi realizado em incubação controlada onde foram misturadas no solo, cinco doses do PV (0, 5, 10, 20 e 40Mg ha⁻¹) ao CO (30Mg ha⁻¹), além do tratamento somente com o solo. A adição do pó do PV em doses acima 5Mg ha⁻¹ afeta a mineralização de N do CO, reduzindo a amonificação, intensificando a nitrificação e ocasionando menores teores de N mineral total no solo no decorrer da incubação. Os outros macronutrientes avaliados não sofreram alterações, indicando a ausência de contribuição do PV nesses atributos.

Termos de indexação: Compostagem; Pó de rocha; Nutrição de plantas.

Application of varvite remineralizer delays N availability of organic compost

Abstract – The demand for knowledge on the use of soil remineralizers containing silicate rock crumbs or powders has been constantly increasing. The potential use of remineralizers associated with organic compounds (CO) is one of the main demands for study. Considering that in the Itajaí Valley in Santa Catarina, varvite powder (PV) and agro-industrial waste compounds are found abundantly, studies are needed on the association of these materials. Thus, the objective of the work was to evaluate the effect of the mixture of CO and PV on N mineralization and macronutrient availability in the soil. The experiment was carried out in a controlled incubation where five doses of PV (0, 5, 10, 20 and 40Mg ha⁻¹) and CO (30Mg ha⁻¹) were mixed into the soil, in addition to the treatment with soil alone. The addition of PV powder in doses above 5 Mg ha⁻¹ affects the mineralization of N from CO, reducing ammonification, intensifying nitrification and causing lower levels of total mineral N in the soil during incubation. The other macronutrients evaluated did not change, indicating the absence of contribution from PV in these attributes. The potential use of remineralizers associated with organic compounds (CO) is one of the main demands for study. Considering that in the Itajaí Valley in Santa Catarina varvite powder (PV) and agro-industrial waste compounds are found abundantly, studies are needed with the association of these materials. Thus, the objective of the work was to evaluate the effect of the mixture of CO and PV on N mineralization and macronutrient availability in the soil. The experiment was carried out in a controlled incubation where five doses of PV (0, 5, 10, 20 and 40Mg ha⁻¹) and CO (30Mg ha⁻¹) were mixed into the soil, in addition to the treatment with soil alone. The addition of PV powder in doses above 5 Mg ha⁻¹ affects the mineralization of N from CO, reducing ammonification, intensifying nitrification and causing lower levels of total mineral N in the soil during incubation. The other macronutrients evaluated did not change, indicating the absence of contribution from PV in these attributes.

Index terms: Composting; Rock dust; Plant nutrition.

Recebido em 08/01/2024. Aceito para publicação em 16/04/2024

Doi: <https://doi.org/10.52945/rac.v37i1.1803>

Editora de seção: Marlise Nara Ciota

¹Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, C.P 277 88301-970 Itajaí, SC, fone: (48) 3398-6300, e-mail: rrcantu@epagri.gov.sc.br, visconti@epagri.sc.gov.br, rafaelmorales@epagri.sc.gov.br, schallenberger@epagri.sc.gov.br.

Introdução

Os remineralizadores são materiais assim caracterizados, por formar novos argilominerais ao longo do tempo e assim ‘rejuvenescer’ solos intemperizados (MAPA, 2016; EMBRAPA, 2020). São, na maioria, pós de rochas silicatadas e recebem essa exclusiva classificação pelo Ministério da Agricultura e Pecuária - Mapa, devendo apresentar algum benefício ao agroecossistema (MAPA, 2016).

Apesar dos remineralizadores estarem disponíveis em abundância nas diversas regiões do país, há escassez e dubiedade de resultados que comprovem os benefícios da rocha moída, tal como PV (EMBRAPA, 2020). Todavia, instituições de pesquisa têm direcionado esforços para avaliar a eficiência agrônômica desses materiais, fomentados por editais, pelas cadeias produtivas da agricultura e mineração.

Entre os materiais com potencial remineralizador, o pó da rocha varvito (PV) é encontrado com abundância na região do Vale do Itajaí, gerado pelas diversas mineradoras da ‘pedra ardósia’ da região. O Varvito é uma rocha sedimentar estratiforme formada pela alternância rítmica, resultando numa textura listrada marcante e aspecto laminar (LARROYD et al., 2018).

A utilização de remineralizadores, como o PV, associados a compostos orgânicos (CO) pode ser uma alternativa para a aplicação simultânea em cultivos (CARNEIRO et al., 2013). Isso porque, em muitas regiões, como o Vale do Itajaí, há a produção de CO próximo aos locais de oferta dos remineralizadores, como o PV. Nesta região, existem empreendimentos de agroindústrias da produção de carne, que transformam os resíduos em CO de elevada qualidade. Todavia, apesar de já haver avaliações agrônômicas deste insumo (HIGASHIKAWA et al., 2022), ainda há

escassez de informações sobre o uso em cultivos do PV associado ao CO.

Neste contexto, consideramos que são de elevada importância estudos para avaliar o efeito da mistura do PV associado ao CO, na disponibilidade dos nutrientes ao solo. Assim, o objetivo do estudo foi avaliar se a associação de PV ao CO, em incubação controlada, influencia na mineralização do N e na disponibilidade de macronutrientes no solo.

Material e métodos

A avaliação do efeito do PV sobre a mineralização de N do CO foi realizada na Estação Experimental da Epagri de Itajaí – EEI, SC, no ano de 2020. O experimento de incubação foi conduzido no Laboratório de Microbiologia Ambiental e Agrícola (LAMAG) da EEI. As análises do N total, mineral amoniacal (NH_4^+) e nítrico (NO_3^-) foram realizadas no LAMAG, conforme Tedesco et al. (1995). A determinação dos macronutrientes, pH e das características do composto orgânico utilizado foi realizada no laboratório de solos do Centro de Pesquisa para

Agricultura Familiar – CEPAF/Chapecó, utilizando as metodologias da Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solos e de Tecido Vegetal dos estados do RS e SC - Rolas.

O CO, a base dos resíduos do abate e da criação de suínos (HIGASHIKAWA et al., 2022), foi obtido no município de Rio de Sul e o PV, obtido junto a uma pedreira no município de Trombudo Central, ambos localizados no Vale do Itajaí em SC. O solo utilizado no experimento foi um Cambissolo Háplico (0 a 15cm), em área de pastagem localizada dentro da EEI, a mais de 15 anos sem manejo de adubação e calagem (Tabela 1).

Os tratamentos utilizados estão descritos na Tabela 2, sendo que a dose do CO (30Mg ha^{-1}) foi estabelecida com base em testes já realizados (HIGASHIKAWA et al., 2022) e as recomendações da CQFS-RS/SC (2016) para cultivos com adubação exclusivamente orgânica, baseada na demanda do N. As doses do PV foram misturadas ao solo e ao CO, nas quantidades de 0, 5, 10, 20 e 40Mg ha^{-1} , adaptadas de estudos realizados com outros pós de rochas (ANDA et al., 2015).

Tabela 1. Atributos de fertilidade do composto orgânico (CO), do pó de varvito (PV) e dos solos utilizados nos experimentos

Table 1. Fertility attributes of organic compost (CO), varvite powder (PV) and soils used in the experiments

Material	pH	P	K	N	MO	Relação C/N
	mg dm ⁻³			%	
CO	6,5	2087	730	2920	-	14
PV	8,7	-	36,4	-	-	-
Solo	5,3	40,8	37,3	-	2,5	-

* Análises com metodologia da Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solos e de Tecido Vegetal dos Estados do RS e SC - Rolas.

* Analysis using the methodology of the Official Network of Soil and Plant Tissue Analysis Laboratories of the States of RS and SC - Rolas.

Tabela 2. Tratamentos utilizados nos experimentos para avaliações agrônômicas de composto orgânico (CO) misturado ao pó de varvite (PV)

Table 2. Treatments used in experiments for agronomic evaluations of organic compost (CO) mixed with varvite powder (PV)

Tratamento	Dose de CO Mg ha ⁻¹	Dose de PV g kg de solo ⁻¹	Dose de CO	Dose de PV
T1 - Testemunha	0	0	0	0
T2 - CO	30	0	20	0
T3 - CO + PV	30	5	20	3,3
T4 - CO + PV	30	10	20	6,7
T5 - CO + PV	30	20	20	13,3
T6 - CO + PV	30	40	20	26,7

* Análises com metodologia da Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solos e de Tecido Vegetal dos Estados do RS e SC - Rolas.

* Analysis using the methodology of the Official Network of Soil and Plant Tissue Analysis Laboratories of the States of RS and SC - Rolas.

O estudo foi conduzido em condições controladas no período de abril a junho de 2020, analisando a mineralização do N, com incubação em estufa BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio). Para adequar as doses do CO e PV de Mg ha⁻¹ para g L⁻¹ de solo (Tabela 2), foi estabelecida a quantidade de solo em 150L m², correspondente a profundidade de incorporação do CO no solo (15cm de profundidade) em cultivo no campo.

A instalação e o manejo da incubação foram adaptados com base nos estudos realizados por Cordovil et al. (2019), onde as misturas foram acondicionadas em frascos 'snap cap' contendo 200g cada, considerando peso seco. Em seguida, foi corrigida a umidade de 15% para 18% adicionando-se água destilada, ficando próximo a 70% da capacidade de campo (CARNEIRO et al., 2013), que é um índice convencionalmente utilizado em incubações. Os recipientes foram identificados com os tratamentos, as repetições e os tempos de incubação,

para controlar as extrações. Deste modo, o experimento foi constituído por seis tratamentos, com quatro repetições e seis períodos de avaliação, constituindo um total de 144 'snap caps'. Os recipientes contendo os tratamentos foram mantidos em BOD a 25°C, em ambiente aeróbico, com fotoperíodo de 12 horas. A correção da umidade no decorrer do experimento, foi realizada semanalmente por diferença de peso dos recipientes, adicionando água destilada.

Para determinar a taxa de mineralização do N foram realizadas seis extrações ao longo do tempo, aos 01, 10, 28, 41, 60 e 90 dias de incubação. Foram analisadas as dinâmicas das mineralizações do N entre os tratamentos, por meio de análise de variância e testes de separação de médias, utilizando os programas estatísticos Sisvar 5.6 e Excel.

Resultados e discussão

A mineralização do N do CO foi

afetada pelas doses do PV, variando de forma e intensidade conforme o aumento das quantidades do remineralizador (Figura 1). Observando os resultados é possível constatar que nos tratamentos T2 (que recebeu somente o CO) e no T3 (que recebeu CO e a menor dose do PV - 5Mg ha⁻¹), os teores de NH₄⁺ se mantiveram mais elevados durante a incubação, em comparação aos tratamentos T4, T5 e T6, que receberam CO misturado às maiores doses de PV (10, 20 e 40Mg ha⁻¹). Por outro lado, os tratamentos com maiores doses de PV (T4, T5 e T6) mantiveram os teores de NO₃⁻ superiores ao T2 e T3 (Figura 1A).

A mineralização e a manutenção mais elevada do N, na forma amoniacal no início da incubação, declinando somente próximo aos 40 dias, nos tratamentos T2 e T3, sem PV e com a menor dose, respectivamente (Figura 1A), seguem a tendência de estudos com materiais orgânicos (ARAUJO et al., 2020). Neste caso, apresentando uma nitrificação mais lenta do NH₄⁺ (Figura 1B). Por outro lado, ocorreu uma nitrificação do NH₄⁺ maior e mais antecipada nos tratamentos com maiores doses do PV (T4, T5 e T6) (Figura 1B).

Considerando estes efeitos significativos na dinâmica dos teores de N mineral (NH₄⁺ e NO₃⁻), proporcionados pelas doses do PV sobre o CO, é possível presumir que o pó da rocha interferiu na atividade microbiana relacionada à decomposição da matéria orgânica e nas bactérias Nitrosomonas, que oxidam o NH₄⁺ transformando-o em NO₃⁻. É possível constatar que houve uma maior intensificação na nitrificação do NH₄⁺ nos tratamentos com as maiores doses de PV (Figura 1B), sugerindo uma maior atividade das Nitrosomonas. Por outro lado, ocorreu uma menor mineralização total do N, respectivamente (Figura 1C), sugerindo uma menor atividade dos microrganismos heterotróficos, que decompõe a matéria orgânica no

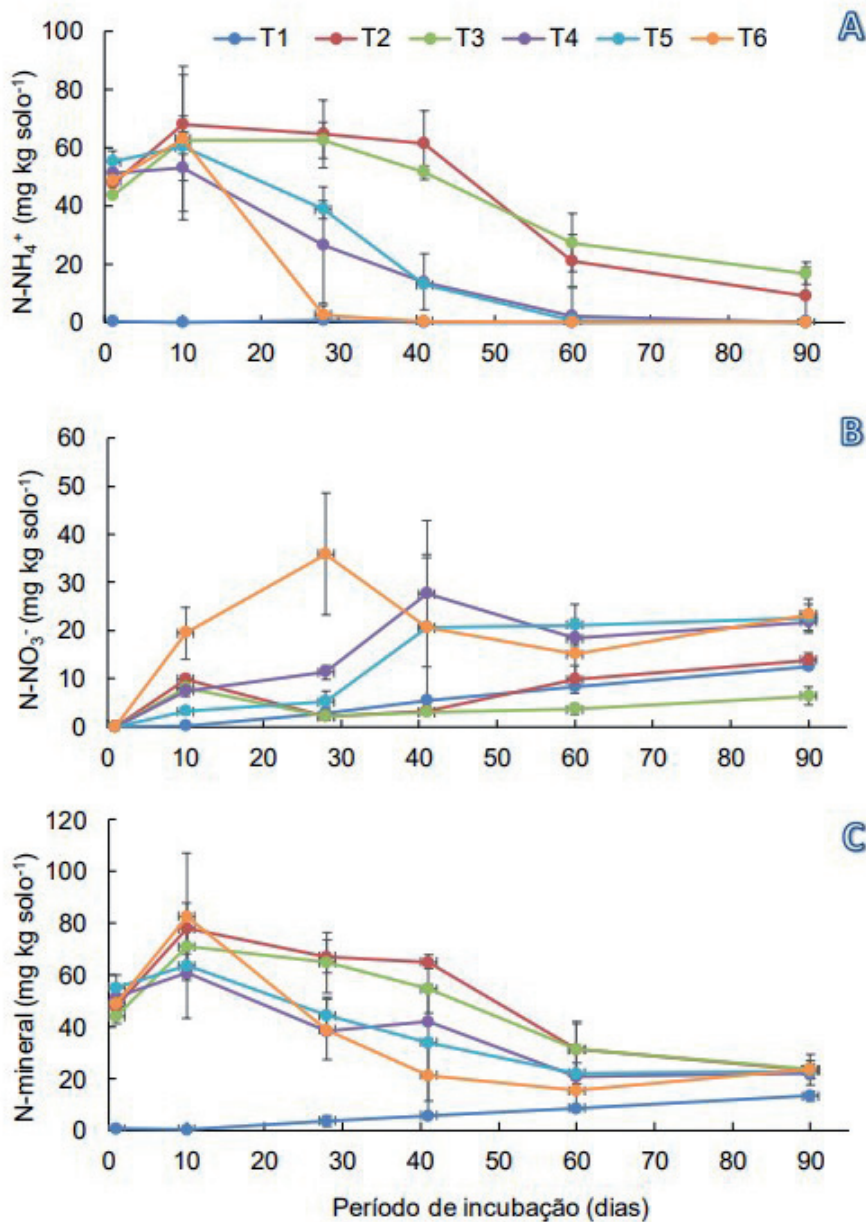


Figura 1. Teores de nitrogênio mineral de fertilizante orgânico misturado a doses de pó de varvito, no decorrer de incubação controlada. As barras no gráfico indicam a diferença mínima significativa de cada avaliação pelo teste de Tukey 5%
 Figure 1. Mineral nitrogen contents of organic fertilizer mixed with doses of varvite powder, during controlled incubation. The bars in the graph indicate the minimum significant difference for each assessment using the 5% Tukey test

solo, com o aumento das doses do PV. Ainda, não foram encontrados na literatura estudos relacionando o efeito do PV na mineralização do N, ou na biomassa microbiana, apesar de serem abundantes os estudos (GUIMARÃES et al., 2018; TEBAR et al., 2021)

sobre o efeito de microrganismos na solubilidade de P e K em outras rochas moídas.

As diferenças observadas na mineralização total do N do CO não devem estar relacionadas à contribuição do PV para os principais

componentes de fertilidade do solo analisados (Tabela 3), considerando a ausência de efeito nesses indicadores. Assim, a interferência na mineralização do N deve ser atribuída a outros efeitos do PV na comunidade microbiana, além dos indicadores de fertilidade avaliados (Tabela 3), conforme verificado por outros autores com diferentes rochas moídas e nutrientes (GUIMARÃES et al., 2018; TEBAR et al., 2021).

A imobilização microbiana também pode ter influenciado para os menores teores de N mineral observados durante a incubação, entre os 10 e 60 dias, nos tratamentos com as maiores doses do PV (Figura 1C). Todavia, essa inferência seria mais assertiva, caso fossem avaliadas a atividade ou a biomassa microbiana, como em outros trabalhos (CANTÚ et al., 2017; ARAUJO et al., 2020), podendo ser uma abordagem para estudos futuros com o remineralizador PV.

A dinâmica da forma nitrogenada mineral no solo afeta os cultivos, pois pode disponibilizar melhor o N, dependendo da melhor relação NH_4^+ / NO_3^- exigida pela planta cultivada. Sobretudo, afeta diretamente as perdas das formas nitrogenadas por lixiviação, emissão e volatilizações gasosas. É importante destacar que os teores totais de N mineral nos tratamentos se mantiveram entre 20 e 80mg kg⁻¹ do solo, que é desejável para a nutrição e aspectos ambientais em cultivos (CANTÚ et al., 2017), demonstrando a assertividade da dose do CO utilizada. No tratamento controle, com apenas solo (T1), os teores de NH_4^+ e NO_3^- variaram entre 0 e próximo de 10 mg kg⁻¹ do solo do início ao final da incubação respectivamente, conforme o esperado e encontrado recorrentemente na literatura (CARNEIRO et al., 2013; ARAUJO et al., 2020).

Em relação aos indicadores de fertilidade do solo, é possível verificar que apenas o valor do pH variou no

Tabela 3. Teores dos nutrientes no solo e pH com adição do composto orgânico (CO) e pó de varvito (PV), no início (0 dias) e ao final (90 dias) do experimento

Table 3. Nutrient levels and pH in the soil with the addition of organic compost (CO) and varvite powder (PV), at the beginning (0 days) and at the end (90 days) of the experiment

Tratamento	pH inicial	pH final	P inicial	P final	K inicial	K final	Ca inicial	Ca final	Mg inicial	Mg final
		mg dm ³cmol dm ³				
T1	5,1A	5,4B	40,8b	38,5b	37,3b	42,7b	2,1b	2,2b	0,4b	0,4b
T2	5,0A	5,5B	77,9a	79,2a	175,1a	161,3a	2,9a	3,1a	1,1a	1,1a
T3	5,0A	5,5B	74,3a	86,1a	159,5a	156,3a	3,0a	3,2a	1,1a	1,1a
T4	5,1A	5,6B	84,1a	81,7a	164,0a	173,9a	3,3a	3,2a	1,2a	1,2a
T5	5,1A	5,5B	80,9a	81,6a	179,5a	164,1a	3,0a	2,9a	1,1a	1,2a
T6	5,1A	5,6B	78,9a	78,6a	168,7a	159,5a	3,0a	3,0a	1,2a	1,1a

* Letras maiúsculas comparam os tratamentos em cada característica avaliada no início e final do experimento (linha) e letras minúsculas comparam a diferença entre os tratamentos nas características avaliadas (coluna), pelo teste de Scott-Knott 5%.

* Capital letters compare treatments in each characteristic evaluated at the beginning and end of the experiment (row) and lowercase letters compare the difference between treatments in the characteristics evaluated (column), using the 5% Scott-Knott test.

decorrer da incubação, não havendo diferença significativa entre os tratamentos nos teores dos principais nutrientes entre o início e o final do experimento (Tabela 3). Portanto, a elevação do pH deve estar relacionada com a adição do CO, uma vez que fertilizantes orgânicos influenciam os atributos de acidez do solo, elevando o pH (DIKINYA & MUFWANZALA, 2010).

Resultados sobre a ausência de variação nos teores de nutrientes no solo, como o encontrado neste estudo, se assemelham a outros da literatura (CHAVES & MENDES, 2016), onde os autores não verificaram diferenças nos teores iniciais e finais da maioria dos

nutrientes, utilizando remineralizadores à base de rochas silicatadas. Todavia, outros estudos (ANDA et al., 2015) apontam disponibilização significativa de cátions ao solo pelo remineralizador, utilizando pó de basalto. O menor teor dos macronutrientes no solo (Tabela 3) encontrado no T1 na incubação se deve a não adição do CO neste tratamento, comparado aos demais que receberam o fertilizante, que conhecidamente disponibiliza nutrientes ao solo (HIGASHIKAWA et al., 2022).

Por fim, é importante destacar que a ausência no incremento dos macronutrientes no solo pela mistura do PV ao CO pode estar relacionada a

outros fatores limitantes à incubação. É que nesta condição há a ausência de plantas, precipitações, flutuações de temperatura e umidade, o que está associado ao curto período de avaliação rotineiramente adotado em experimentos dessa natureza (CORDOVIL et al., 2019).

Assim, se considera imprescindível a realização de testes a campo em diferentes cultivos, buscando verificar as respostas benéficas ou não das plantas a essas diferentes dinâmicas de disponibilidade do N, bem como a disponibilização dos demais nutrientes com a associação do PV ao CO.

Conclusão

A adição do pó de varvito (PV) em doses acima 5Mg ha⁻¹ afeta a mineralização de N do composto orgânico (CO), reduzindo a amonificação, intensificando a nitrificação e ocasionando menores teores de N mineral total no solo no decorrer da incubação.

Nas condições de incubação não foi verificada a disponibilização dos macronutrientes avaliados pelo PV, quando associado ao CO. Assim, se entende necessário aprofundar os estudos com incubações mais prolongadas e estudos a campo com diferentes cultivos.

Referências

- ANDA, M.; SHAMSHUDDIN, J.; ISHAK, C. Improving chemical properties of a highly weathered soil using finely ground basalt rocks. **Catena**, v.124, p.147-161, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.09.012>.
- ARAÚJO, M.D.M.; FEITOS, M.M.; PRIMO, A.A.; TANIGUCHI, C.A.K.; SOUZA, H.A. Mineralization of nitrogen and carbon from organic compost from animal production waste. **Revista Caatinga**, v.33, p.310-20, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33204rc>.
- CANTÚ, R.R.; AITA, C.; DONEDA, A.; GIACOMINI, D.A.; DESSBESELL, A.; ARENHARDT, M.; BASTIANI, G.G.; PUJOL, S.B.; ROCHETTE, P.; CHANTIGNY, M.H.; GIACOMINI, S.J. Alternatives to regular urea for abating N losses in lettuce production under sub-tropical climate. **Biology And Fertility Of Soils**, Berlin, v.53, n.6, p.589-599, 2017.
- CARNEIRO, W.J.O.; SILVA, C.A.; MUNIZ, J.A.; SAVIAN, T.V. Mineralização de nitrogênio em Latossolos adubados com resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.37, n.8, p.715-725, 2013.
- CHAVES, L.H.G.; MENDES, J.S. Interpretação das características químicas dos solos submetidos à incubação com biocarvão e pó de rocha MB-4. **Revista Espacios**, Caracas, v.37, n.30, p.18, 2016.
- CORDOVIL, C.M.D.S.; PINTO, R.; SILVA, B.; SAS-PASZT, L.; SAKRABANI, R.; SKIBA, U.M. The impact of woody biochar on microbial processes in conventionally and organically managed arable soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.50, p.1387-1402, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1614609>.
- DIKINYA, O.; MUFWANZALA, N. Chicken Manure-Enhanced Soil Fertility and Productivity: Effects of Application Rates. **Journal of Soil Science and Environmental Management**, v.1, p.46-54, 2010.
- EMBRAPA. **Esclarecimentos sobre uso de agrominerais silicáticos (remineralizadores) na agricultura**. Brasília, DF, 2020. (Embrapa. Esclarecimentos Oficiais).
- GUIMARÃES, G.G.F.; KLAIC, R.; GIROTO, A.S.; MAJARON, V.F.; AVANSI, W.; FARINAS, C.S. Smart fertilization based on sulfur-phosphate composites: synergy among materials in a structure with multiple fertilization roles. **ACS Sustain Chem Eng.**, v.6, n.9, p.12187–12196. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.8b02511>
- HIGASHIKAWA, F.S.; CANTÚ, R.R.; KURTZ, C.; GONÇALVES, P.A.S.; VIEIRA NETO, J. Aplicações anuais de adubação mineral e orgânica em plantio direto de cebola: efeito no rendimento e na fertilidade do solo. **Revista Thema**, Pelotas, v.21, n.1, p. 130-153, 2022.
- LARROYD, F.; RECUERO, J.C.; CENTENO, C.L.; HEIDER, M. “Ardósia” de Trombudo Central (SC) – Varvito– Florianópolis: DNPM, 2018. 39 p.
- MELO, V.F.; CASTILHOS, R.M.V.; PINTO, L.F.S. Reserva mineral do solo. *In*: MELO, V.F.; ALLEONI, L.R.F. (Ed.). **Química e mineralogia do solo: conceitos básicos**. Viçosa, MG: SBCS, 2009. v.1, p.251-332.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, RS: SBCS/Núcleo Regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2004. 400p.
- 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, e375101119612, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19612>.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5).