



ESTRUTURAÇÃO DE BANCO DE DADOS GEORREFERENCIADO DE ROCHAS ULTRAMÁFICAS EM ESTUDOS DE EFICIÊNCIA AGRONÔMICA

Pedro Victor Almeida Fracalossi **Camillato**¹; Gisele Freitas **Vilela**²

Nº 21512

RESUMO – A dependência no uso de fertilizantes importados restringe e impacta a sustentabilidade da agricultura brasileira em parâmetros econômicos, sociais e ambientais. Alternativas têm sido recomendadas a respeito da restauração da fertilidade dos solos intemperizados, com adição de compostos inorgânicos naturais na forma de pó de rochas como corretivos e fertilizantes. Dentre os remineralizadores, os agromineraissilicáticos apresentam potencial agrônomo como fonte alternativa de nutrientes (FAN) e como condicionador do solo. Os agromineraissilicáticos ocorrem em grande abundância e bem distribuídos por todo território nacional, são capazes em fornecer a alta demanda de importação de fontes convencionais, suprir os indicadores de fertilidade do solo e o desenvolvimento das suas propriedades. O projeto do Sistema de Inteligência Territorial Estratégica da Macrologística Agropecuária Brasileira, desenvolvido pela Embrapa Territorial, pretende organizar e disponibilizar, em bases territoriais de acesso público, um banco de dados e informações consolidadas sobre o uso de remineralizadores relatados nas principais referências técnico-científicas nacionais e internacionais. Este estudo apresenta revisão e avaliação de referências bibliográficas relacionadas às rochas ultramáficas. A partir do levantamento bibliográfico sobre o uso de remineralizadores na agricultura, foram selecionados trabalhos que avaliaram rochas ultramáficas do Brasil em seus estudos e que desenvolveram experimentos de eficiência agrônoma de culturas agrícolas. As informações foram analisadas para a organização dos dados e posterior meta-análise dos resultados. Os dados gerados pela meta-análise compõem o banco de dados da plataforma Sistema de Inteligência Territorial Estratégica da Macrologística Agropecuária Brasileira em adição aos dados do potencial de jazidas brasileiras.

Palavras-chave: agromineraissilicáticos, fertilidade do solo, pó de rocha, remineralizadores.

1 Autor, Estagiário da Embrapa Territorial: Graduação em Engenharia Agrônoma, UNESP, Registro-SP; pedro_camillato@hotmail.com.

2 Orientadora: Pesquisadora da Embrapa Territorial, Campinas-SP; gisele.vilela@embrapa.br.



ABSTRACT – *The dependence on the use of imported fertilizers restricts and impacts the sustainability of Brazilian agriculture in economic, social and environmental parameters. Alternatives have been recommended regarding the restoration of the fertility of weathered soils, with the addition of natural inorganic compounds in the form of rock dust as correctives and fertilizers. Among the remineralizers, silicate agrominerals have agronomic potential as alternative sources of nutrients (ANF) and as soil conditioners. Silicate agrominerals occur in great abundance and are well distributed throughout the national territory. They are capable of addressing the strong demand for imports from conventional sources, of supplying soil fertility indicators and the development of soil properties. The Strategic Territorial Intelligence System for Macrologistics of Brazilian Agriculture and Livestock project developed by Embrapa Territorial intends to organize and make available, in publicly accessible territorial bases, a database and consolidated information on the use of remineralizers reported in the main national and international technical-scientific references. This study presents a review and evaluation of bibliographic references related to ultramafic rocks. From the survey of the bibliographic database on the use of remineralizers in agriculture, works that evaluated ultramafic rocks from Brazil in their studies and that developed experiments on agronomic efficiency of agricultural crops were selected. The information was analyzed for data organization and subsequent meta-analysis of the results. The data generated by the meta-analysis will compose the database of the platform Strategic Territorial Intelligence System for Macrologistics of Brazilian Agriculture and Livestock, in addition to data on the potential of Brazilian deposits.*

Keywords: silicate agrominerals, soil fertility, rock dust, remineralizers.

1. INTRODUÇÃO

Os solos agrícolas brasileiros são, em sua grande maioria, pobres em nutrientes, ácidos e com elevada saturação de alumínio trocável. Estas características estabelecem uma necessidade de manejo da fertilidade com a utilização de condicionadores de solo e de fertilizantes para suprir a demanda nutricional na produção agrícola. Os dados apontam que 70% do total dos fertilizantes produzidos no país são derivados de fontes convencionais de nutrientes (FCN) importadas (Rodrigues, 2009, 2010). Em 2019, o Brasil bateu seu recorde de importação com aproximadamente 24 milhões de toneladas e, entre todos os fertilizantes o detentor de maior importação foi o cloreto de potássio, com um volume de cerca de 4,9 milhões de toneladas



(Globalfert, 2021). A dependência no uso de fertilizantes importados restringe e impacta a sustentabilidade da agricultura brasileira em parâmetros econômicos, sociais e ambientais. (Lapido-Loureiro; Nascimento, 2003; Lapido-Loureiro et al., 2009).

Alternativas têm sido recomendadas a respeito da restauração da fertilidade dos solos intemperizados, a partir da adição de compostos inorgânicos naturais, na forma de pó de rochas, como corretivos e fertilizantes (Leonardos et al., 2000). A técnica da rochagem com o uso dos remineralizadores de solo auxilia na manutenção dos agrossistemas, no manejo da fertilidade dos solos e como fonte de nutrientes para as plantas tem sido uma alternativa reconhecida por produtores rurais de várias partes do país no aumento da sustentabilidade econômica e ambiental de suas propriedades (Van Straaten, 2002).

O país importa 77% de seus fertilizantes e os altos custos logísticos existentes em diversas regiões do país são problemas evidenciados no contexto operacional da agropecuária brasileira. Apesar do uso de agrominerais ser de origem antiga, no Brasil foi a partir do ano 2000 que se formaram grupos de cientistas estudando o tema, que precisou de avanços até alcançar a constatação científica de sua eficiência, culminando na normatização do uso de remineralizadores de solos na agricultura no ano de 2013. A Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013, classifica o remineralizador como material de origem mineral que tenha suportado apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que modifique os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como possibilite a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou da atividade biológica do solo (Brasil, 2013).

Dentre os remineralizadores, os agromineraissilicáticos apresentam potencial agrônomo como fonte alternativa de nutrientes (FAN) e como condicionador do solo (Stewart, 1975; Straaten, 2006, 2007). Em sua composição, os macronutrientes mais importantes encontrados são o potássio e o fósforo. Advém também nutrientes secundários essenciais, como o cálcio, o magnésio, o silício e o enxofre (Straaten, 2006, 2007; Luz et al., 2010). Os agromineraissilicáticos possuem grande abundância e ocorrência bem distribuída no território nacional, contribuindo para suprir a alta demanda de importação de fontes convencionais (como o cloreto de potássio) e permite a utilização regional das FAN nas lavouras pelos produtores rurais, da mesma forma que ocorre com o calcário agrícola. Apesar de a solubilidade em água dos silicatos ser muito baixa, o processo de biointemperismo sofrido pelos agromineraissilicáticos promovido pela rizosfera das plantas cultivadas e sua associação com os microrganismos promove a liberação de nutrientes e formação de novas fases minerais na escala de tempo agrônomo (Martins et al., 2010). Por consequência,



15º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2021
01 a 02 de setembro de 2021
ISBN 978-65-994972-0-9

os estudos sobre os agromineraissilicáticos englobam várias áreas temáticas para obter o entendimento interdisciplinar necessário de seus benefícios ao solo e às culturas, indo além de estudos de eficiência agrônômica.

Os agromineraissilicáticos com potencial agrônômico para suprir os indicadores de fertilidade do solo e o desenvolvimento das suas propriedades podem ser divididos em: rochas básicas, rochas potássicas, rochas alcalinas, e rochas ultramáficas. As rochas ultramáficas são ricas em olivina, piroxênio, serpentina; apresentam capacidade como corretivo de acidez e podem fornecer magnésio, silício, ferro, níquel e cromo para as plantas (Ramos et al., 2006; Pereira et al., 2007; Santos et al., 2009; Martins et al., 2014).

Muitas pesquisas e experimentos sobre o uso de agrominerais foram feitos nos últimos anos, mas ainda não há uma base de dados consolidada dos resultados obtidos nessas pesquisas e que possa orientar análises de contexto territorial do uso destes materiais.

Uma atividade está sendo desenvolvida pela Embrapa Territorial no âmbito do projeto do Sistema de Inteligência Territorial Estratégica da Macrologística Agropecuária Brasileira e pretende organizar e disponibilizar, em bases territoriais e de acesso público, um banco de dados, informações consolidadas sobre o uso de remineralizadores relatados nas principais referências técnico-científicas nacionais e internacionais. O sistema poderá ser utilizado pelo poder público no estabelecimento de novas políticas de incentivo à adoção dos remineralizadores pelos produtores rurais e pelo setor privado em atividades de orientação e apoio nas tomadas de decisão relacionadas à logística dos insumos para nutrição mineral das plantas.

Até maio de 2021 estavam registrados no país pela Agência Nacional de Mineração (ANM) sete títulos minerários de serpentinito e um de dunito, conforme levantamento feito pela equipe do projeto e apresentado na Figura1.

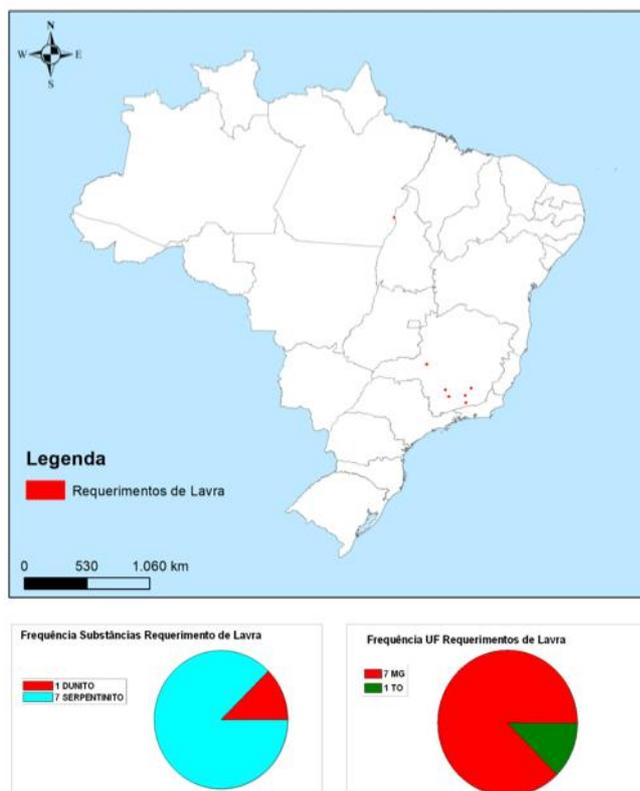


Figura1. Requerimentos de lavra das rochas serpentinito (7) e dunito (1) do Brasil.
Fonte: Brasil (2021).

Em relação aos requerimentos de lavra pela frequência por estado, notam-se sete títulos minerários em Minas Gerais e um título minerário em Tocantins.

No banco de dados estarão contempladas informações como o tipo de rocha utilizada, em qual cultura foi aplicada, em qual tipo de solo, as dosagens, o resultado obtido (positivo, negativo ou neutro) e principalmente, o local de aplicação. Também deverá ser fornecido link de acesso para os trabalhos científicos que alimentaram o banco de dados.

Este estudo apresenta a revisão e avaliação de referências bibliográficas relacionadas às rochas ultramáficas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A partir do levantamento de uma base de dados bibliográfica sobre o uso de remineralizadores de solo na agricultura, foram estabelecidos alguns critérios de seleção dos trabalhos. Os critérios utilizados selecionaram trabalhos que utilizaram rochas do Brasil em seus



estudos e trabalhos que desenvolveram experimentos de eficiência agrônômica de culturas agrícolas. O levantamento da revisão bibliográfica sobre uso de rochas ultramáficas corresponde a trabalhos que foram publicados até o ano de 2020.

A base de dados bibliográfica abrangeu todos os tipos de rochas indicadas para uso na agricultura. São elas: rochas alcalinas, rochas básicas, rochas potássicas e as rochas ultramáficas.

Neste trabalho, são apresentados os resultados obtidos em relação à revisão feita para as rochas ultramáficas. Para a organização e análise dos dados dos trabalhos científicos, foi feita uma planilha para estruturar o banco de dados contidos nos experimentos.

Cada trabalho revisado recebeu uma numeração específica para identificação. Conforme foram efetuadas as revisões dos arquivos, o preenchimento na planilha era feito com a inserção dos itens do trabalho na tabela. Os itens foram elaborados para a organização das informações e posterior meta-análise dos resultados. O banco de dados modelará as tabelas utilizadas na revisão bibliográfica e também diversas tabelas auxiliares utilizadas na entrada de dados. O banco de dados disponibilizará várias informações, tais como: tipo de rocha utilizada, cultura aplicada, tipo de solo, dosagens, resultados obtidos, local de aplicação e um link de acesso para os trabalhos científicos que alimentaram o banco de dados. A partir desse conjunto de resultados obtidos será feita uma meta-análise que possibilitará uma visão integrativa dos dados.

Para a organização dos dados será utilizado o software R e posteriormente os sistemas Postgres e PHP. Os dados gerados pela meta-análise irão compor o banco de dados da plataforma Sistema de Inteligência Territorial Estratégica da Macrologística Agropecuária Brasileira, em adição aos dados do potencial de jazidas brasileiras.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A planilha para a estruturação do banco de dados foi dividida em subplanilhas e identificadas como “Entrada” (informações gerais do arquivo), “Granulometria” (granulometria da rocha), “Química” (elementos químicos presentes na rocha) “Solo” (aspectos do solo utilizado no estudo) e “Resultados” (dados e informações sobre os resultados obtidos no arquivo em estudo). A planilha teve o objetivo de organizar e selecionar as principais informações presentes nos trabalhos, conforme apresenta a Tabela 1.



15º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2021

01 a 02 de setembro de 2021

ISBN 978-65-994972-0-9

Tabela 1. Subplanilhas da planilha elaborada para a revisão bibliográfica.

Entrada	Granulometria	Química	Solo	Resultados 1	Resultados 2
Número do trabalho	Número do trabalho	Número do trabalho	Número do trabalho	Número do trabalho	Família
Tipo de publicação	Material	Material	Tipo do local	Local	Gênero
Ano	Processo	Elementos maiores	Parcela experimental	Parcela experimental	Espécie
Autor	Quantidade	Elementos traços	Área, Massa, Volume	Delineamento experimental	Estirpe
Título	Classe	Valor dos elementos	Unidade	Safra/tempo	Microrganismos associados
Tipo de rocha	Granulometria da rocha	Unidade dos elementos	Tipo de solo	Unidade do tempo	Dose dos microrganismos
Processo de produção			Profundidade	Cultura	Unidade da dose
Município de origem			Atributo	Variedade	Parâmetro Solo/Foliar
Latitude da origem			Valor do atributo	Fase da planta	Parâmetro da Planta
Longitude da origem			Unidade do atributo	Tipo de solo	Parâmetro do Produto
Município do experimento				Adubação e corretivo	Valor/Equação (parâmetro)
Latitude do experimento				Efeito residual	Tipo de equação
Longitude do experimento				Tipo de rocha testada	R ²
Fazenda do experimento				Dose aplicação	CV
				Unidade da dose	Tipo do parâmetro
				Tipo de biossolubilizador	Unidade do parâmetro

A Tabela 2 apresenta de forma compacta e resumida a subplanilha “Resultados” com os principais parâmetros de eficiência agrônômica obtidos na revisão bibliográfica dos trabalhos no período até 2020.

Observa-se que com a utilização de serpentinito na cultura do café, em experimento realizado na cidade de Araguari (MG), houve aumento nos teores de magnésio em um Latossolo e na concentração foliar do nutriente na planta nas dosagens de 38, 78 e 152 kg/ha. Também houve aumento na produtividade da segunda safra do cafeeiro com o uso do pó de rocha.

Tabela 2. Resultados da revisão dos trabalhos sobre rochas ultramáficas.

Cidade	Local	Cultura	Tipo de solo	Tipo de rocha	Dose (kg/ha)	Parâmetro analisado	Tipo do parâmetro
Araguari, MG	Campo	Café arábica (<i>Coffea</i>)	Latossolo Amarelo distrófico	Serpentinito	38, 78 e 152	Teor de Mg	Análise de solo Análise foliar



15º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2021

01 a 02 de setembro de 2021

ISBN 978-65-994972-0-9

Cidade	Local	Cultura	Tipo de solo	Tipo de rocha	Dose (kg/ha)	Parâmetro analisado	Tipo do parâmetro
Naviraí, MS		<i>arabica</i>)	---		1.000 e 2.000	Produtividade (2º ano)	Produtividade
		Soja (<i>Glycine max</i>)				Teor de S	Análise foliar
		Forrageira (<i>Urochloa brizantha</i>)				Biomassa seca parte aérea	
						Taxa de cobertura (TC)	Parte aérea
Dourados, MS		Latossolo Vermelho distroférrico		2.000, 4.000, 8.000 e 16.000	Teor de Si	Análise de solo	
					Teor de Ca		
					Teor de Mg		
					Teor de Al		
		Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	Teor de Mg	Análise foliar			
			Número de espigas	Produção da planta			
			Biomassa seca parte aérea	Parte aérea			
			Produtividade	Produtividade			
Botucatu, SP	Casa de vegetação	Milho (<i>Zea mays</i>)	Arenoso e Argiloso	Dunito	84, 300, 416, 476, 1.084, 1.866 e 3.084	Teor de Mg	Análise de solo
						Teor de Si	
						Biomassa seca parte aérea	Parte aérea
						Número de	Produção da



15º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2021

01 a 02 de setembro de 2021

ISBN 978-65-994972-0-9

Cidade	Local	Cultura	Tipo de solo	Tipo de rocha	Dose (kg/ha)	Parâmetro analisado	Tipo do parâmetro
						grãos por espiga	planta
						Peso de 100 grãos	
						Rendimento de grãos	
						Teor de Mg	Análise foliar
						Teor de Si	
						pH CaCl ₂	
		Soja (<i>Glycine max</i>)				Teor de Mg	Análise de solo
						Teor de Si	
						Biomassa seca parte aérea	Parte aérea
						Peso de 100 grãos	Produção da planta
						Rendimento de grãos	
Uberlândia, MG		Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	Neossolo Quartzarênico		1.110 e 2.220	Biomassa seca parte aérea	Parte aérea

Na cultura da soja, em Naviraí (MS), a aplicação de serpentinito provocou um aumento no teor de enxofre nos tecidos da planta verificado por análises foliares com doses de 1 e 2 t/ha.

Na cidade de Dourados (MS), foi feito um experimento em campo com a forrageira *Urochloa brizantha* e também com a cultura do trigo. Verificou-se que o uso da rocha serpentinito na cultura da forrageira nas doses 2, 4, 8 e 16 t/ha provocou em um Latossolo o aumento do pH, ganho nos teores de silício, cálcio e magnésio e um decréscimo nos teores de alumínio. Também houve aumento da produtividade de biomassa seca na planta. Quanto à decomposição da fitomassa da *Urochloa brizantha*, verificou-se que a massa seca remanescente (MR) e a taxa de cobertura (TC) foram influenciadas positivamente pelas doses de serpentinito e constatou-se similaridade no comportamento das variáveis MR e TC, mostrando que a manutenção da massa seca sobre o solo reflete diretamente em seu potencial de cobertura ao longo do tempo. No cultivo de trigo observou-



se que as doses de serpentinito proporcionaram maior teor de magnésio na planta, número de espigas, massa seca da parte aérea e produtividade.

Na cidade de Botucatu (SP), foi realizado um experimento em uma casa de vegetação com cultura do milho e da soja utilizando a rocha dunito em um solo arenoso e outro solo argiloso. Foram utilizadas as dosagens de 84, 300, 416, 476, 1.084, 1.866 e 3.084 kg/ha do produto testado. Constatou-se que a aplicação do dunito acarretou crescimento significativo na fertilidade do solo e na nutrição da planta. Na fertilidade do solo, os aumentos foram para os parâmetros pH do solo, teores de silício e magnésio. Nos tecidos foliares, o acréscimo ocorreu para os teores de silício e magnésio. Os parâmetros estudados ocorreram para as duas culturas avaliadas. Em ambos os cultivos, tanto do milho como da soja, permitiu-se um ganho na biomassa seca da parte aérea, peso de 100 grãos e rendimento de grãos com a utilização de dunito em diferentes doses.

O uso do pó de rocha de dunito foi testado com as dosagens de 1 e 2 t/ha em um experimento em Uberlândia (MG), no cultivo do arroz em casa de vegetação em um solo tipo Neossolo. A aplicação de dunito obteve um ganho de biomassa seca da parte aérea com as dosagens descritas.

4. CONCLUSÃO

A revisão dos trabalhos de eficiência agrônômica das rochas ultramáficas demonstra o potencial do seu uso na agricultura em substituição aos adubos convencionais. Os pós de rochas têm custo menor que as fontes importadas de nutrientes, o que confere maior sustentabilidade econômica à atividade agrícola. Os estudos de eficiência agrônômica para pós de rochas analisam uma parte do que ocorre na atuação dos remineralizadores quando inseridos no sistema de produção agrícola. Uma análise completa sobre seus efeitos benéficos ao solo e às plantas deve considerar primeiramente o tempo necessário para que as conexões entre os sistemas biológicos das plantas e microrganismos do solo ocorra e promova a biodisponibilização dos materiais insolúveis, mas biodisponíveis, como os pós de rochas.

Novas linhas de pesquisa têm sido apontadas de modo a ampliar a avaliação sobre a atuação dos agrominerais silicáticos. Estes trabalhos incluem o estudo na geração de CTC, na acumulação de matéria orgânica, fluxo de nutrientes e efeito residual, mudanças morfológicas do solo, mudanças nas propriedades hídricas, estoque e fluxo de carbono, otimização econômica e



técnica, uso de recursos regionais na agricultura e a melhoria da eficiência de fontes de nutrientes solúveis.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Embrapa Territorial, pela concessão da bolsa de estágio, e ao estagiário Thiago Rivaben, pelos dados dos títulos minerários das rochas ultramáficas.

6. REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Mineração. **Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE)**. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/acesso-a-sistemas/sistema-de-informacoes-geograficas-da-mineracao-sigmine>. Acesso em: 31 maio 2021.

BRASIL. **Lei federal da inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, inoculantes, estimulantes, ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para as plantas, destinados à agricultura**. 2013. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12890.htm. Acesso em: 15 jun. 2011.

GLOBALFERT. **Brasil apresentou maior importação de Cloreto de Potássio no primeiro semestre**. Disponível em: <https://www.globalfert.com.br/noticias/logistica/brasil-apresentou-maior-importacao-de-cloreto-de-potassio-no-primeiro-semester/>. Acesso em: 15 jun. 2021.

LAPIDO-LOUREIRO, F. E.; NASCIMENTO, M. **Importância e função dos fertilizantes numa agricultura sustentável**. Rio de Janeiro: CETEM, 2003. 75 p. (Série Estudos e Documentos, v. 53).

LAPIDO-LOUREIRO, F. E.; NASCIMENTO, M.; NEUMANN, R.; RIZZO, A. C. Tecnologias de aplicação de glauconita como fonte de potássio na agricultura: o caso brasileiro e a experiência indiana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 1., 2009, Brasília. **Anais...**, Brasília, DF: Petrobras: Embrapa: MCT: MME, 2009. p. 111-119, cap. 12.

LEONARDOS, O. H.; THEODORO, S. H.; ASSAD, M. L. Remineralization for sustainable agriculture: a tropical perspective from a Brazilian viewpoint. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 56, n. 1, p. 3-9, 2000. DOI: doi.org/10.1023/A:1009855409700

LUZ, A. B.; LAPIDO LOUREIRO, F. E.; SAMPAIO, J. A.; CASTILHOS, Z. C.; BEZERRA, M. S. **Rochas, minerais e rotas tecnológicas para produção de fertilizantes alternativos**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. p. 61-89.

MARTINS, E. S.; RESENDE, A. V.; OLIVEIRA, C. G.; FURTINI NETO, A. E. Materiais silicáticos como fontes regionais de nutrientes e condicionadores de solos. In: FERNANDES, F. R. C.; DA LUZ, A. B.; CASTILHOS, Z. C. (Ed.). **Agrominerais para o Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: CETEM, 2010. p. 89-104. v. 1.

MARTINS, E. S.; SILVEIRA, C. A. P.; BAMBERG, A. L.; MARTINAZZO, R.; BERGMANN, A. R. S. Silicate agrominerals as nutrient source and as soil conditioners for agricultural agriculture. In: BENITES, V. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, A.; PAVINATO, P. S.; TEIXEIRA, P. C.; MORAES, M. F.; LEITE, R. M. V. B. C.; OLIVEIRA, R. P. (Ed.). **World Fertilizer Congress of CIEC, 16., Rio de Janeiro, 2014. Technological innovation for a sustainable tropical agriculture: proceedings**. Rio de Janeiro: CIEC, 2014. p. 138-140.

PEREIRA, H. S.; BARBOSA, N. C.; CARNEIRO, M. A. C.; KORNDÖRFER, G. H. Avaliação de fontes e de extratores de silício no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 239-247, 2007.



15º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2021

01 a 02 de setembro de 2021

ISBN 978-65-994972-0-9

RAMOS, L. A.; NOLLA, A.; KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. Reatividade de corretivos de acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 849-857, 2006.

RODRIGUES, A. F. S. Agronegócio e mineralnegócio: relações de dependência e sustentabilidade. **Informe Mineral: Desenvolvimento e Economia Mineral**, Brasília, n. 7, p. 28-47, 2009.

RODRIGUES, A. F. S. Mineração para o Agronegócio. In: RODRIGUES, A. F. S. (Coord.). **Economia Mineral do Brasil**. Brasília, DF: DNPM, 2010. p. 532-595, n. 7.

SANTOS, A. B; PRABHU, A. S; FERREIRA, E.; FAGERIA, N. K. Fertilização silicatada na severidade de brusone e na incidência de insetos-praga em arroz irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 5, p. 537-543, 2009.

STEWART, B. A. Soil Conditioners. **Soil Science Society of America**, Special Publication, Madison, n. 186, 7 p. 1975.

STRAATEN, P. Farming with rocks and minerals: challenges and opportunities. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 78, p. 731-747, 2006.

STRAATEN, P. **Agrogeology – The use of Rocks for Crops**. Canadá: Universidade de Guelph, P. van Straaten., 2007. 440 p.

VAN STRAATEN, P. **Rocks for Crops**: Agrominerals of sub-Saharan Africa. Nairobi, Kenya: ICRAF, 2002.