

Pesquisas agrárias e ambientais

volume XII



Alan M. Zuffo
Jorge G. Aguilera
org.



Pantanal Editora

2022

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizadores

Pesquisas agrárias e ambientais
Volume XII



Pantanal Editora

2022

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Allys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Mun. Rio de Janeiro
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

P472 Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume XII / Organizadores
Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT:
Pantanal Editora, 2022.

143p.; il.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-81460-55-6

DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460556>

1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente.
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González.
CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume XII” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas:

características químicas do solo submetido à incubação com pó de rocha; situação do melhoramento genético na cultura do abacaxizeiro e da bananeira; abelhas sociais (*Meliponini*) e sua participação na promoção da Agroecologia; demanda e disponibilidade hídrica para a pecuária na Microrregião do Alto Teles Pires – MT, Brasil; resistência do solo à penetração em Latossolo Amarelo distrófico cultivado com cana-de-açúcar sob diferentes ciclos de cultivo. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume XII, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Os organizadores

Sumário	
Apresentação	4
Capítulo 1	6
Efeito nas características químicas do solo submetido à incubação com pó de rocha	6
Capítulo 2	18
Situação do melhoramento genético na cultura do abacaxizeiro	18
Capítulo 3	30
Situação do melhoramento genético na cultura da bananeira	30
Capítulo 4	41
Abelhas sociais (Meliponini) e sua participação na promoção da Agroecologia	41
Capítulo 5	58
Demanda e disponibilidade hídrica para a pecuária na Microrregião do Alto Teles Pires – MT, Brasil	58
Capítulo 6	71
Resistência do solo à penetração em Latossolo Amarelo distrófico cultivado com cana-de-açúcar sob diferentes ciclos de cultivo	71
Capítulo 7	79
Características biométricas de frutos de cultivares melão produzidos no Cerrado piauiense	79
Capítulo 8	89
Aspectos sobre o melhoramento genético do eucalipto no Brasil	89
Capítulo 9	105
Perfil do consumidor de carne ovina do município de Palmeira das Missões, RS	105
Capítulo 10	115
Degradação ambiental em APP's a partir da ação antrópica, no município de Campina Grande-PB	115
Capítulo 11	130
Custos de produção e comercialização de mudas	130
Índice Remissivo	142
Sobre os organizadores	143

Efeito nas características químicas do solo submetido à incubação com pó de rocha

Recebido em: 01/08/2022

Aceito em: 02/08/2022

 10.46420/9786581460556cap1

Bárbara Davis Brito dos Santos¹ 

Lúcia Helena Garófalo Chaves^{2*} 

Andrezza Maia de Lima⁴ 

INTRODUÇÃO

Com a demanda de alimentos cada vez maior pois, as projeções apontam que a população mundial ultrapassará 9 bilhões até 2050 (ONU, 2019). Para garantir a capacidade dos solos de produzir os alimentos para suprir a demanda da população global é necessário que os cultivos sejam realizados de forma sustentável (Keesstra et al., 2016).

Entre os principais fatores que contribuem para o aumento da produção agrícola estão os nutrientes minerais, que são extraídos do solo a cada colheita e devem ser adequadamente repostos de acordo com a necessidades das culturas por fertilizantes ou outros aditivos (Swoboda, Döring e Hamer, 2022).

Sem o manejo correto, solos perdem sua fertilidade, ameaçando a produção de alimentos, a biodiversidade dos ecossistemas naturais e manejados (Brussard, Rüter e Brown, 2007). No entanto, o manejo de solos é um desafio, pois os fertilizantes NPK são solúveis e geralmente tem custos elevados (Van Straaten, 2007).

No Brasil, grande parte da economia baseia-se na agricultura, tornando o país dependente de fertilizantes minerais, onde cerca de 73% dos fertilizantes utilizados na lavoura são importados (ANDÁ, 2019). Estes insumos são derivados do petróleo e devido à alta solubilidade são facilmente lixiviados causando a eutrofização dos corpos hídricos. A aplicação de fertilizantes convencionais, especialmente nos que tem altas concentrações de cloro promovem a acidificação do solo. O uso do pó de rocha ajuda a minimizar tanto a acidificação, como os outros efeitos negativos dos fertilizantes convencionais.

No Brasil, a correção do solo acidez (calagem) é feita através da aplicação de calcário, cujos componentes são os carbonatos de cálcio e/ou magnésio que reage com liberação de hidrogênio no solo água e dióxido de carbono e alumínio na forma de hidróxido. Muitos outros materiais tem sendo testados e usados para a mesma finalidade; entre estes materiais, escória siderúrgica, que têm se mostrado promissor como corretivo da acidez do solo (Chaves e Farias, 2008) e o MB-4, um pó de rocha da

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB: bdavis.2340@gmail.com¹, zedantas1955@gmail.com³, andrezzamaia2010@hotmail.com⁴

*Autora correspondente: lhgarofalo@hotmail.com

moagem de silicato rocha que tem sido usado como melhorador de solo e mostrou sua eficiência como agente neutralizante de acidez (Mendes, Chaves, Fernandes e Chaves, 2015). A aplicação do pó de rocha surge como alternativa aos fertilizantes minerais, e sua utilização é uma prática antiga para aumentar o teor de nutrientes do solo e a produtividade das culturas, sendo mais empregados em solos tropicais. A utilização de pó de rocha promove a liberação lenta de uma variedade de nutrientes ao solo e às plantas evitando, assim, a eutrofização das águas superficiais, que é ocasionada pela lixiviação dos fertilizantes altamente solúveis (Dalmora et al., 2020).

Segundo Ramos, Hower, Blanco, Oliveira e Theodoro (2022) a aplicação do pó de rocha é considerada uma prática sustentável pois, não há contaminação ou poluição dos recursos naturais, solo, água e ar. Somado a isso, estudos demonstram que a aplicação do pó de rocha está envolvida em processos de sequestro de carbono atmosférico .

A aplicação do pó de rocha nos cultivos é facilmente adotada pelos agricultores devido à simplicidade de seus pressupostos, pelo efeito positivo que provoca na produtividade das culturas e pelos baixos custos, e devido à grande disponibilidade de rochas e seus subprodutos, que são adequadas para este fim, que são os basaltos, xistos, fonólitos, kamafigites. Em geral, as rochas silicáticas são fontes naturais de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, além de uma série de micronutrientes essenciais para a nutrição das plantas (Ramos et al., 2020).

No Brasil, a utilização do pó de rocha para a o fornecimento de minerais ao solo, tem como legislação a Lei Federal nº 12.890 de 10 de dezembro de 2013 que altera a Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, para incluir os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura, e dá outras providências (BRASIL, 2013) e a Instrução Normativa Nº 5 do MAPA-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que diz no artigo 4º; “Os remineralizadores deverão apresentar as seguintes especificações e garantias mínimas: I - em relação à especificação de natureza física, nos termos do Anexo I desta Instrução Normativa; II - em relação à soma de bases (CaO, MgO, K₂O), deve ser igual ou superior a 9% (nove por cento) em peso/peso; III - em relação ao teor de óxido de potássio (K₂O), deve ser igual ou superior a 1% (um por cento) em peso/peso”.

Os primeiros trabalhos que avaliaram os efeitos da aplicação de pó de rocha como remineralizadores de solos foram realizados na década de 1930 pelo os pesquisadores Albert (1938) e Hilf, (1938), que demonstraram os benéficos da aplicação de pó de rocha na agricultura, no entanto, atualmente as pesquisas com pós de rocha ainda são incipientes, com trabalhos que mostram melhorias significativas na produtividade das culturas e no solo e pesquisas onde não houveram nenhum benefício (Van Straaten, 2007).

As diferentes respostas encontradas na aplicação do pó de rocha nos cultivos devem-se à complexidade do intemperismo das rochas, que depende de vários fatores como tipo de rocha, tipo de solo, tamanho de partícula de rocha, quantidade de aplicação, duração do estudo e espécies vegetais

(Bamberg et al., 2011). Portanto, o emprego deste material requer caracterização mineralógica e química e uma avaliação de seu desempenho agronômico (Korchagin, Caner e Bortoluzzi, 2019).

Segundo Manning (2018) é necessário entender a dinâmica de liberação de nutrientes minerais das rochas, os processos de intemperismo e alteração dos minerais, para que o pó de rocha seja utilizado como fonte de nutrientes para culturas agrícolas.

O tipo de rocha influencia diretamente nas taxas de dissolução dos minerais, rochas félsica contém feldspatos que é rico em K-/Na, já as rochas máficas contém teores menores de K-/Na (Deer, Howie e Zussman, 2013).

Os feldspatóides são estruturalmente semelhantes aos feldspatos, mas têm teores mais baixos de Si e K, mas taxas de intemperismo mais altas, embora que o intemperismo não atua de forma uniforme na superfície dos minerais. Por exemplo, o K-feldspato normalmente contém 3 a 4 vezes mais K do que a nefelina, mas se dissolve mais lentamente. Diante disso, o que deve ser considerado para a formulação de pó de uma determinada rocha, não é apenas o conteúdo de um elemento de interesse, mas principalmente as taxas de dissolução de seus minerais constituintes (Manning, 2018).

O tamanho das partículas tem influência direta na disponibilidade dos nutrientes e na taxa de intemperismo pois, quanto menor o tamanho da partícula maior a área de superfície reativa. A ação do intemperismo não atua na superfície mineral de maneira uniforme, mas ocorra preferencialmente em sítios localizados nos defeitos dos cristalinos (Holdren e Speyer, 1985).

Estudos realizados por Holdren e Speyer (1985) analisando feldspatos alcalinos observaram que com a diminuição do tamanho das partículas a solubilidade dos minerais aumentou. Resultados semelhantes foram obtidos por Wang, Zhang, Cao e Zhang (2000), com gnaiss, Gilman et al. (2001) com basalto e Basak, Sarkar, Sanderson e Naidu (2018) em rochas vulcânicas alcalinas.

Niwas, Dissanayake e Keerthisinghe (1987) observaram que diferentes taxas de intemperismo para várias rochas félsicas, com taxas de dissolução inicialmente mais altas para partículas mais finas que 60 µm em comparação com tamanhos de partículas variando de 60 a 140 e 250-350 µm, no entanto, após o período de 6 semanas todas as taxas se tornaram semelhantes.

O uso de pó de rocha pode ser realizado em diferentes regiões do mundo por meio da exploração de fontes geológicas locais (Manning e Theodoro, 2020). O pó de rocha pode ser oriundo de resíduos da indústria de mineração, e seu uso agrícola pode ajudar a resolver o gerenciamento destes resíduos (Bian et al., 2012).

No estado da Paraíba ocorrem várias mineradoras que durante suas explorações tem produzidos pós das suas rochas, os quais estão sendo avaliados para o uso na agricultura como agente neutralizante de acidez do solo e ou como melhorador da fertilidade do solo.

Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de um pó de rocha proveniente da Mineração Vista Bela, PB, como agente corretivo de pH em solo, em comparação com o carbonato de cálcio, e como melhorador da fertilidade de solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, no período de 20 de outubro de dois mil e vinte um a 20 de abril de dois mil e vinte e dois, utilizando o método de incubação em vasos plásticos (unidades experimentais) por 182 dias.

Para avaliar o comportamento do pó de rocha no pH e em propriedades químicas do solo e para entender como este produto neutraliza o acidez do solo, foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 cm de profundidade da Região do Agreste da Paraíba, as quais apresentaram, segundo Teixeira, Donagema, Fortana e Texeira (2017), os seguintes atributos: pH (H₂O) = 4,77; CEes = 0,22 dS m⁻¹; Ca = 0,61 cmolc kg⁻¹; Mg = 0,74 cmolc kg⁻¹; Na = 0,11 cmolc kg⁻¹; K = 0,09 cmolc kg⁻¹; H = 10,65 cmolc kg⁻¹; Al = 2,60 cmolc kg⁻¹; matéria orgânica = 17,7 g kg⁻¹; P = 10,8 mg kg⁻¹.

O pó de rocha utilizado neste experimento é proveniente da Mineração Vista Bela, do Sítio Várzea da Carneira, S/N, em Junco do Seridó, PB. Este pó de rocha foi uma mistura de duas rochas: talco e feldspato, o qual foi analisado por difração de raio X (EDX) no laboratório de Caracterização de Materiais da Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Campina Grande. A amostra deste pó de rocha foi moldada na forma de pastilha para a análise EDX, que foi utilizado para a determinação semiquantitativa dos elementos presentes na forma de óxidos no equipamento de EDX720 da Shimadzu.

Os tratamentos consistiram em oito doses crescentes de carbonato de cálcio correspondendo as quantidades necessárias para aumentar a saturação de bases do solo de 10,47% a 30,47% (2), 40,47% (3), 50,47% (4), 60,47% (5), 70,47% (6), 80,47% (7) e 90,47% (8); o tratamento 1 correspondeu a dose zero. As quantidades de carbonato de cálcio para atingirem os tratamentos foram calculados com base em 100% PRNT, porém, como não se conhece o PRNT do pó de rocha, então, foi decidido utilizar o dobro das quantidades calculadas com base no carbonato de cálcio, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Quantidades de carbonato de cálcio e pó de rocha misturadas em 500 g de solo conforme os tratamentos.

Tratamentos	1	2	3	4	5	6	7	8
	gramas dos materiais/ 500 gramas de solo							
Carbonato de cálcio	0	0,57	0,85	1,14	1,42	1,70	2,00	2,30
Pó de rocha	0	1,14	1,70	2,28	2,84	3,40	4,00	4,60

Os experimentos de incubação foram realizados colocando nas unidades experimentais 500 gramas de amostra de solo misturados com esses materiais, de acordo com os tratamentos. Em seguida estas misturas foram umedecidas com 20 mL água destilada para manter a umidade, aproximadamente,

80% da capacidade de campo. Estas unidades experimentais incubadas foram colocadas em ambiente a 28°C e foram pesados e umedecidos com água destilada a cada 8 dias. Todos os tratamentos foram realizados em triplicado.

Após o período de incubação, 180 dias, as amostras das unidades experimentais foram secas ao ar, destorroadas, peneiradas com malha de 2 mm e em seguida analisadas quimicamente conforme Teixeira et al. (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a análise difração de raio X (EDX) do pó de rocha, pode ser observada na Figura 1 os principais minerais que o compõe tal pó, ou seja, silicato de alumínio e magnésio (S), mica (M), quartzo (Q), silicato de alumínio e potássio (X) e silicato de ferro, magnésio e cálcio (O), sendo que os S e X são os minerais que predominaram nesta amostra vindo em seguida Q, O e M.

Os propósitos da aplicação de carbonato de cálcio e pó de rocha em solo foram semelhantes na correção da acidez do solo, no entanto, os valores de pH das amostras de solo incubadas com carbonato de cálcio, aumentaram conforme os tratamentos, ou seja, doses crescentes deste sal, enquanto que o uso de pó de rocha, mesmo quantidades dobradas, após o período de incubação (182 dias), os valores de pH das amostras de solo diminuíram com o aumento das doses deste pó, ou seja, acidificou o solo (Figura 2). Isto corroborou com Lopes, Carrilho e Lopes-Assad (2014) que avaliaram o pó de basalto na reação do solo, ao contrário das observações de Silva et al. (2012) e Mendes et al. (2015) que observaram aumento do pH do solo incubado com rochas de silicato e pó de rocha de MB-4, respectivamente.

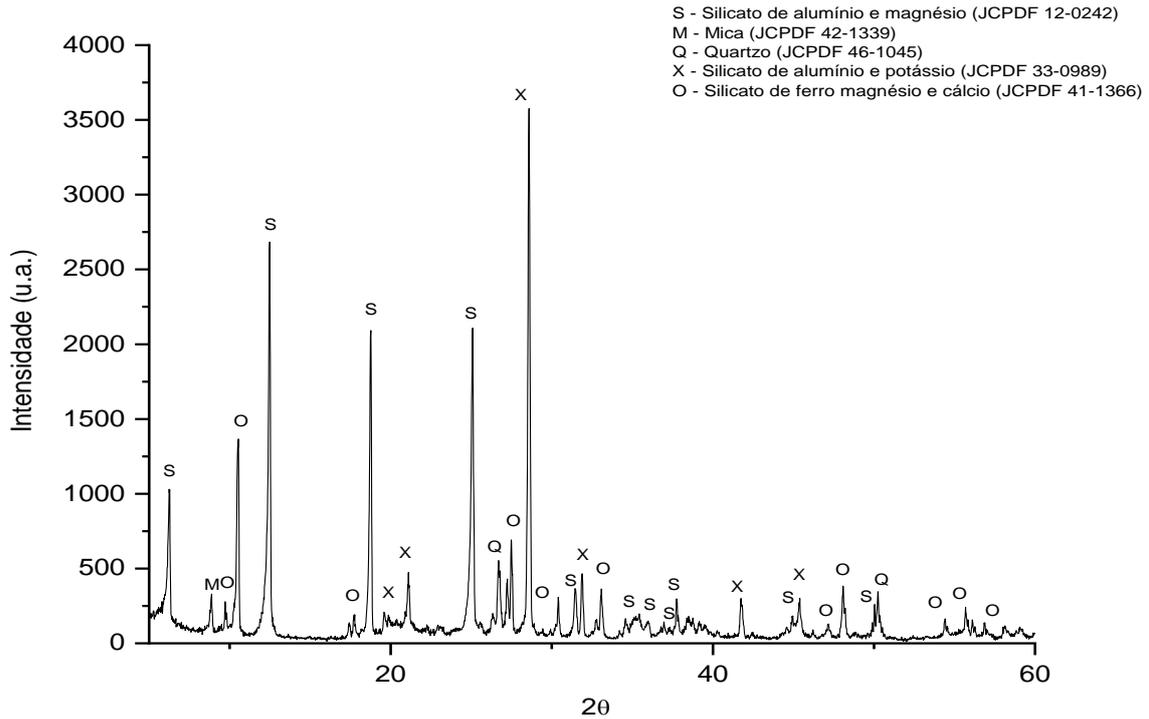


Figura 1. Difração de raio X de pó de rocha proveniente de Jundo do Seridó, PB

Provavelmente, no presente trabalho, este comportamento do pó de rocha na reação do solo foi devido à liberação muito baixa dos ânions de silicato (SiO_3^{2-}) que influencia na neutralização de prótons (H^+), ou, devido à atuação dos silicatos de alumínio nas amostras de solo.

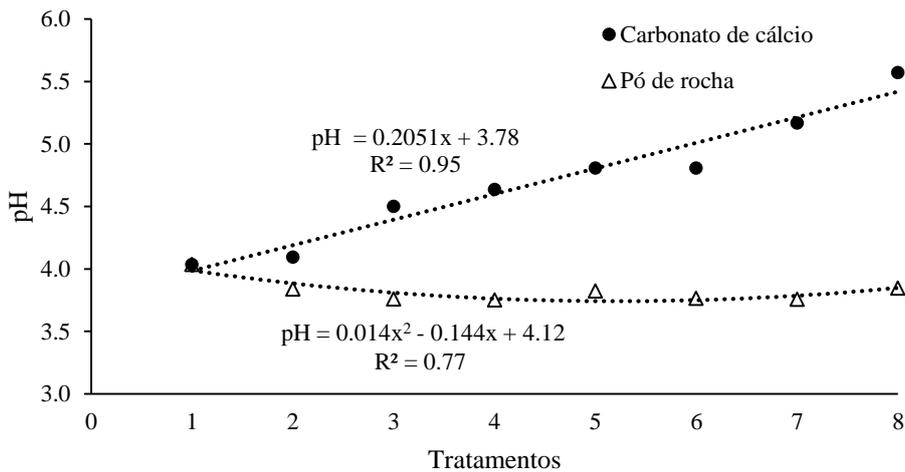


Figura 2. Comportamento do pH das amostras de solo após incubação de 182 dias com doses crescentes de carbonato de cálcio e pó de rocha

Da mesma forma, na Figura 3, pode ser mostrado que os valores do pH das amostras de solo incubadas com as doses crescentes de pó de rocha, foram semelhantes entre si, no entanto, ficaram abaixo

do pH original do solo, 4,77, antes da incubação. Isso mostrou, mais uma vez, que este pó de rocha, não deve ser usado como material neutralizante de acidez de solo, ao menos pelo período que foi utilizado. Pode ser que ao longo do tempo de aplicação deste material ao solo pode reagir de outra forma, melhorando o pH do solo.

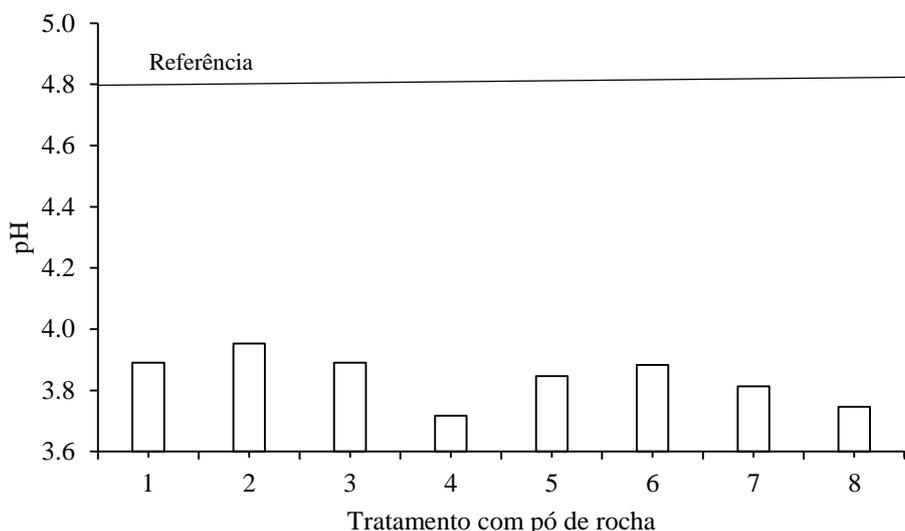


Figura 3. Valores de pH das amostras de solo incubadas com pó de rocha em função dos tratamentos e em relação a referência (pH original do solo).

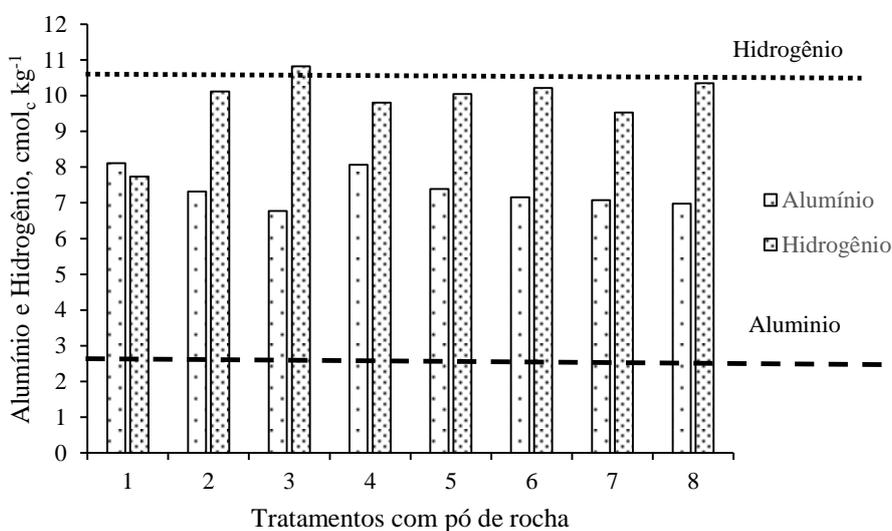


Figura 4. Valores do hidrogênio e alumínio nas amostras de solo incubadas com pó de rocha em função dos tratamentos e em relação as referências (H e Al originais do solo).

Analisando quimicamente as amostras de solo, após a incubação, apresentaram que os teores de hidrogênio, com todos os tratamentos, ficaram um pouco abaixo do valor de referência, ou seja, abaixo do valor 10,65 cmolc kg^{-1} , com exceção do tratamento 3, que mostrou o valor de 10,83 cmolc kg^{-1} , no entanto, entre os valores dos tratamentos não houve muitas mudanças (Figura 4). O baixo efeito do pó

de rocha na reação do solo, provavelmente foi devido à liberação muito baixa dos ânions silicato (SiO_3^{2-}) que influencia na neutralização de prótons (H^+).

Devido à presença dos minerais na composição do pó de rocha, silicato de alumínio e magnésio e silicato de alumínio e potássio, e o período de incubação, talvez houve liberação de alumínio nas amostras de solo como pode ser visto os valores deste elemento em todos os tratamentos, acima do valor de referência, $2,60 \text{ cmolc kg}^{-1}$ (Figura 4).

A pequena variação dos teores de cálcio e magnésio nas amostras de solo incubadas com o pó de rocha, em função dos tratamentos, indicou a baixa solubilidade e liberação destes elementos que compõe no silicato de ferro, magnésio e cálcio ao solo.

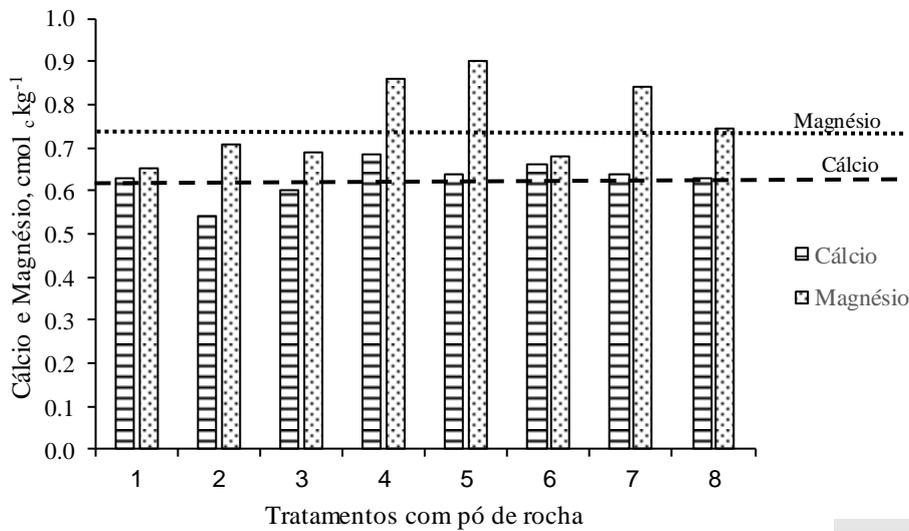


Figura 5. Valores do magnésio e cálcio nas amostras de solo incubadas com pó de rocha em função dos tratamentos e em relação as referências (Mg e Ca originais do solo).

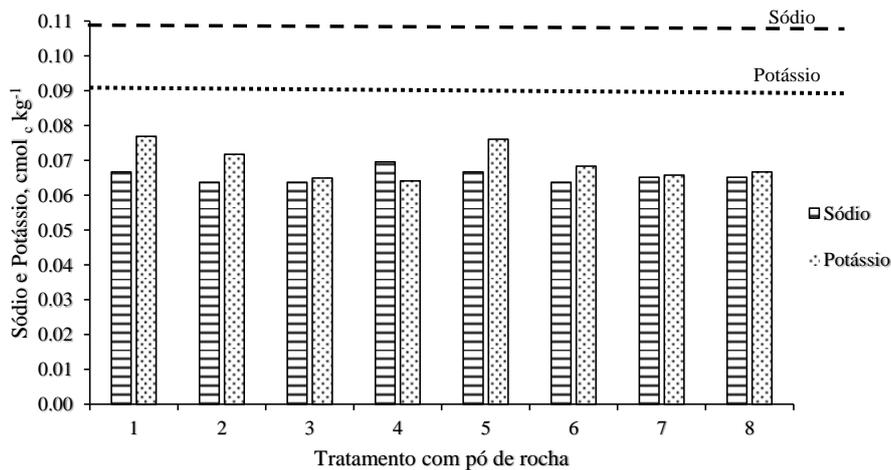


Figura 6. Valores do sódio e potássio nas amostras de solo incubadas com pó de rocha em função dos tratamentos e em relação as referências (Na e K originais do solo).

Da mesma forma, os teores de sódio, potássio (Figura 6) e fósforo (Figura 7) nas amostras de solo incubadas, ficam abaixo dos teores de referência. Provavelmente, deve ter havido algumas reações

químicas nas misturas das amostras de solo com os tratamentos, durante a incubação, diminuindo a disponibilidade destes elementos.

Teoricamente quando diminui o pH do solo aumenta as cargas positivas no complexo sortivo, aumentando assim a adsorção de ânions. Como o fósforo no solo se comporta como ânion, a diminuição do pH nas amostras de solo em função das doses crescentes de pó de rocha, como foi apresentado na Figura 2, deve ter aumentado a adsorção do fósforo, diminuindo o teor disponível deste elemento no solo. Esses teores de fósforo apresentados na Figura 7 ficaram muito abaixo do valor de referência (valor de fósforo no solo antes da incubação), não variando o nível de fertilidade do solo corroborando Chaves e Mendes (2016) quando trabalharam com o pó de rocha MB-4.

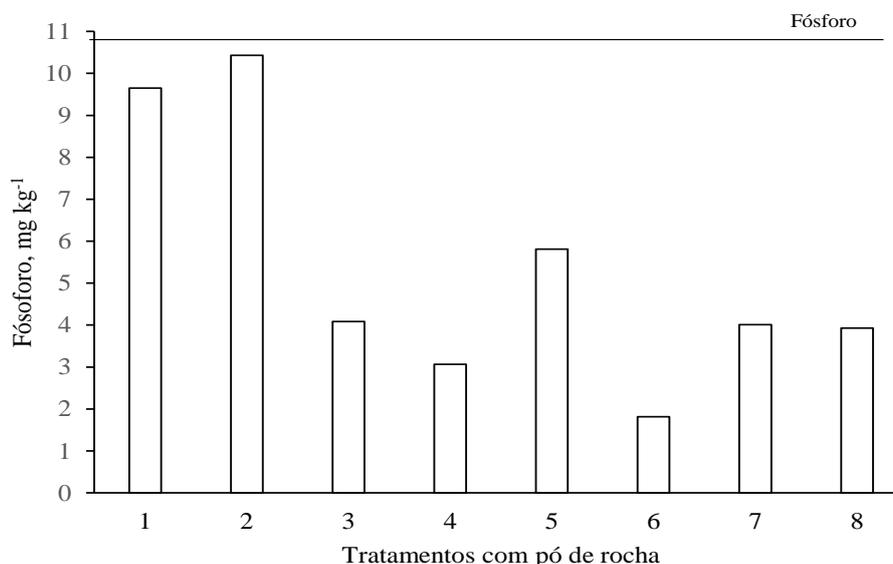


Figura 7. Valores do fósforo nas amostras de solo incubadas com pó de rocha em função dos tratamentos e em relação a referência (P original do solo).

Segundo Jha, Saxena e Sharma (2013), o fósforo é solubilizado pela ação de ácidos orgânicos e inorgânicos secretados por microrganismos, uma vez que, a liberação deste elemento, como outros, pode ser acelerada pela ação de microrganismos; os grupos hidroxila e carboxila destes ácidos quelam os cátions alumínio, ferro, cálcio e diminuem o pH nos solos básicos. Este comportamento, da ação dos microrganismos na aceleração da mineralização dos elementos químicos para os solos foi observado por Tito et al. (2019) ao estudarem a aplicação de vermicomposto associado com pó de rocha.

Conforme Dalmora et al. (2020), a liberação de nutrientes ao solo com a utilização de pó de rocha é muito lento, demora, de acordo com os minerais nas rochas, em torno de anos, mesmo assim, no presente trabalho, tentou-se, em pouco tempo (182 dias), avaliar o efeito do pó de rocha nas características químicas do solo, porque, até então, não se sabia a solubilidade dos minerais que compõe este pó de rocha. Apesar disso, e mesmo por não ter utilizado microrganismos durante a incubação do pó de rocha no solo (o que poderia acelerar a liberação dos nutrientes), houve liberação de alumínio e

magnésio ao solo, como pode ser observado nas Figura 4 e 5, devido à presença destes elementos no pó de rocha utilizado.

CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que o pH do solo analisado diminuiu com o aumento das doses de aplicação de pó de rocha, refletindo o fato de que o potencial da calagem não aumentou com o aumento destas doses.

Os resultados deste estudo confirmaram a não eficácia do pó de rocha para melhoria das propriedades químicas do solo durante o tempo de incubação, 182 dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albert, R. (1938). Untersuchungen über die verwendbarkeit von Gesteinsabfällen verschiedener herkunft und art zur verbesserung geringwertiger *Waldböden Forstarchiv*, 14, 237-240.
- ANDA- Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas acesso: <http://anda.org.br/estatisticas/> (2019), Acessado em: 19 de maio 2022.
- Bamberg, A.L., Silveira, C.A.P., Potes, M.L., Pillon C.N, Louzada, R.M, & Campos A.D.S. Dinâmica de liberação de nutrientes disponibilizados por rochas moídas em colunas de lixiviação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2011, Uberlândia. Anais... Uberlândia: UFMG, 2011.
- Basak, B. B., Sarkar, B., Sanderson, P., & Naidu, R. (2018). Waste mineral powder supplies plant available potassium: evaluation of chemical and biological interventions. *Journal of Geochemical Exploration* 186, 114-120. doi.org/10.1016/j.gexplo.2017.11.023.
- Bian, Z., Miao, X., Lei, S., Chen, S., Wang, W., & Struthers, S. (2012). The challenges of reusing mining and mineral-processing wastes *Science*. 337, 702-703. Doi.org/10.1126/science.1224757.
- Brasil- Lei n ° 12.890 / 2013 de 10 de dezembro de 2013 - Altera a lei n ° 6.894, de 16 de dezembro de 1980 para incluir os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/112890.htm. Acesso em: 24/06/2021.
- Brussard, L., Ruitter, P.C. de, & Brown, G.G. (2007). Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 121, 233-244. doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.013.
- Chaves, L. H. G., & Farias, C. H. A. (2008). Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo e na disponibilidade de cálcio, magnésio e fósforo. *Revista Caatinga*, 21(5), 75-82.
- Chaves, L. H. G., & Mendes, J. S. (2016). Interpretação das características químicas dos solos, submetidos à incubação com biocarvão e pó de rocha MB-4. *Espacios (Caracas)*, 37, 18-34.

- Dalmora, A. C., Ramos, C. G., Plata, L. G., Costa, M. L., Kautzmann, R. M., & Oliveira, L. F.S. (2020). Understanding the mobility of potential nutrients in rock mining by-products: An opportunity for more sustainable agriculture and mining. 710, (25) 1-25 doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136240
- Deer, W.A., Howie, R.A., & Zussman, J. (2013). *An Introduction to the Rock-Forming Minerals*. London: The Mineralogical Society.
- Gillman, G. P., Burkett, D. C., & Coventry, R. J. (2001). A laboratory study of application of basalt dust to highly weathered soils: effect on soil cation chemistry. *Australian Journal of Soil Research* 39(4) 799 - 811. doi.org/10.1071/SR00073
- Hilf, H.H. (1938). The manuring of poor soils with basalt grit (in German). *Forstarchiv*, 14, 93-100.
- Holdren, G. R., & Speyer, P. M. (1985). Reaction rate-surface area relationships during the early stages of weathering—I. Initial observations *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 49 (3), 675-681. doi.org/10.1016/0016-7037(85)90162-0
- Jha, A., Saxena, J., & Sharma, V. (2013). Investigation on phosphate solubilization potential of agricultural soil bacteria as affected by different phosphorus sources, temperature, salt and pH. *Commun Soil Sci Plant Anal* 44:2443–2458. doi.org/10.1080/00103624.2013.803557.
- Keesstra, S.D., Bouma, J., Wallinga, J., Tittonell, P., Smith, P., Cerdà, A., Montanarella, L., Quinton, J., Pachepsky, Y., Van, W.H. D. P., Bardgett, R.D., Moolenaar, S., Mol, G., Jansen, B., & Fresco, L.O. (2016). The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals. *Soil*, 2, 111-128. doi.org/10.5194/soil-2-111-2016
- Korchagin, J., Caner, L., & Bortoluzzi, E.C. (2019). Variability of amethyst mining waste: a mineralogical and geochemical approach to evaluate the potential use in agriculture. *Journal of Cleaner Production* 210, 749-758. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.039
- Lopes, O. M. M., Carrilho, R. N. V. M., & Lopes-Assad, M. L. R. C. (2014). Effect of rock powder and vinasse on two types of soils. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 38,1547-1557. doi.org/10.1590/S0100-06832014000500020
- Manning, D. A., & Theodoro, S. H. (2020). Enabling food security through use of local rocks and minerals. *Environmental Science & Policy*, 2, 480-487. doi.org/10.1016/j.exis.2018.11.002
- Manning, D.A. (2018). Innovation in resourcing geological materials as crop nutrients. *Natural Resources Research*, 2, 217-227. https://doi.org/10.1007/s11053-017-9347-2
- Mendes, J. S., Chaves, L. H. G., Fernandes, J. D., & Chaves, I. B. (2015). Using MB-4 rock powder, poultry litter biochar, silicate and calcium carbonate to amend different soil types. *Australian Journal of Crop Science*, 9(10),987-995.
- Niwas, J. M., Dissanayake, C. B., & Keerthisinghe, G. (1987). Rocks as fertilizers: preliminary studies on potassium availability of some common rocks in Sri Lanka ppl. *Geoscience Frontiers*, 2 (2), 243-246. https://doi.org/10.1016/0883-2927(87)90039-4

- ONU, 2019- Perspectivas mundiais de população 2019: <https://population.un.org/wpp/>.
- Ramos, C. G., Hower, J. C., Blanco, E., Oliveira, M. L. S., Theodoro, S. H. (2022). Possibilities of using silicate rock powder: An overview. : *Geoscience Frontiers*. 13(1), 1-18. doi.org/10.1016/j.gsf.2021.101185
- Ramos, C.G., Medeiros, D. S., Gomez, L., Oliveira, L.F.S., Schneider, I.A.H., Kautzmann, R.M. (2020), Evaluation of soil re-mineralizer from by-product of volcanic rock mining experimental proof using black oats and maize crops *Natural Resources Research*, 56 (1), 1-53. doi.org/10.1007/s11053-019-09529-x.
- Silva, D. R. G., Marchi, G., Spehar, C. R., Guilherme, L. R. G., Rein, T. A., Soares, D. A., & Ávila, F. W. (2012). Characterization and nutrient release from silicate rocks and influence on chemical changes in soil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36,951-962. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000300025>
- Swoboda, P., Döring, T. F., & Hamer, M. (2022). Remineralizing soils? The agricultural usage of silicate rock powders: A review. *Science of The Total Environment*, 807(3).1-21. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150976
- Teixeira, P. C., Donagemma, G. K., Fontana, A., & Teixeira, W. G. (2017). *Manual de métodos de análise de solo*. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos. ISBN 978-85-7035-771-7
- Tito, G. A., Chaves, L. H. G., Souza, F. G. de, Cavalcante, A. R., Fernandes, J. D., Vasconcelos, A. C. F. (2019) Efeito do vermicomposto enriquecido com pó de rochas na química do solo e cultura de rabanete. *Revista Verde* 14 (4) 506-511 [doi: 10.18378/rvads.v14i4.6562](https://doi.org/10.18378/rvads.v14i4.6562)
- Van Straaten, P. (2007). *Agrogeology: The Use of Rocks for Crops*. Ontario Canada: Enviroquest Ltd. Cambridge. ISBN: 978-0-9680123-5-2
- Wang, J.G., Zhang, F.S., Cao, Y., & Zhang, X.L. (2000). Effect of plant types on release of mineral potassium from gneiss. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 56, 37-44. <https://doi.org/10.1023/A:1009826111929>

Índice Remissivo

A

Áreas de Preservação Permanente, 116, 117,
118, 119, 125, 126, 127, 128

C

Cultivares, 83
Custos, 131, 132, 133, 134, 135, 139

D

Degradação ambiental, 115
Dessedentação animal, 64

E

Eucalyptus, 89, 90, 91, 92, 94, 98

M

Mudas, 132, 139, 140
Musa spp, 30

P

Piauí, 79, 80, 82

Q

Qualidade de fruto, 88

S

Saccharum officinarum L., 71
Substratos, 135

V

Viveiro, 142

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 66 organizações de e-books, 45 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 74 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 50 organizações de e-books, 37 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br

