

Inovações em pesquisas agrárias e ambientais

Volume V

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Luciano Façanha Marques
Organizadores



Pantanal Editora

2024

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Luciano Façanha Marques
Organizadores

Inovações em pesquisas agrárias e ambientais - Volume V



Pantanal Editora

2024

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Dr. Jorge González Aguilera e 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
Prof. MSc. Adriana Flávia Neu
Prof. Dra. Allys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Prof. MSc. Aris Verdecia Peña
Prof. 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
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira
Prof. 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
Prof. Dr. Luciano Façanha Marques
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Prof. 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
Prof. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Prof. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Prof. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Prof. Dra. Patrícia Maurer
Prof. 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*)
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
Dr. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Prof. 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)
Rede Municipal de Niterói (RJ)
UNMSM (Peru)
UFMT
SED Mato Grosso do Sul
UEMA
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
Sec. Mun. de Educação, Cultura e Tecnologia de Araripe
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

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

Ficha Catalográfica

Catalogação na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

I58

Inovações em pesquisas agrárias e ambientais - Volume V / Organização de Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera, Luciano Façanha Marques. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2024.
97p. ; il.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-43-3

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756433>

1. Manejo sustentável do solo. I. Zuffo, Alan Mario (Organizador). II. Aguilera, Jorge González (Organizador). III. Marques, Luciano Façanha (Organizador). IV. Título.

CDD 631.59

Índice para catálogo sistemático

I. Manejo sustentável do solo



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

Bem-vindos ao mundo fascinante das pesquisas agrárias e ambientais! É com grande entusiasmo que apresentamos o e-book “Inovações em Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume V”.

No decorrer dos capítulos deste e-book, são explorados os seguintes tópicos: análise espacial de atributos do solo em área com pasto; características químicas do solo após a aplicação de doses de pó de rocha basáltica, em área cultivada com bananeira cv. Nanica; alface produzido em função de doses de esterco caprino; a relação entre o uso terra, emissões de gases de efeito estufa e mudanças na paisagem em Conceição das Alagoas em MG; sementes de Angico de bezerro, submetidas a diferentes procedimentos de superação de dormência e posterior ciclo de hidratação – desidratação; influência da localidade de produção e da salinidade sobre o potencial germinativo de sementes de angico coletadas em diferentes anos; a cromatografia de Pfeiffer para avaliar a saúde do solo sob o algodão em sistema agroflorestal e convencional; biomarcadores em peixes de cultivo: uma perspectiva de monitoramento sanitário e ambiental para a defesa sanitária animal; presença de *Fusarium* sp. em milho nativo cultivado sob diferentes regimes de irrigação. Esses capítulos fornecem uma análise prática e detalhada sobre técnicas de manejo de solo, cultivos e monitoramento ambiental em diferentes contextos agrícolas.

Agradecemos aos autores por suas contribuições e esperamos que este e-book seja uma fonte valiosa de conhecimento para estudantes, pesquisadores e profissionais interessados nessas áreas vitais.

Boa leitura!

Os organizadores

Sumário

Apresentação	4
Capítulo 1	6
Análise espacial de atributos do solo em área com pasto	6
Capítulo 2	16
Características químicas do solo após a aplicação de doses de pó de rocha basáltica, em área cultivada com bananeira cv. Nanica	16
Capítulo 3	30
Alface produzido em função de doses de esterco caprino	30
Capítulo 4	36
A relação entre o uso terra, emissões de gases de efeito estufa e mudanças na paisagem em Conceição das Alagoas em MG	36
Capítulo 5	43
Sementes de Angico de bezerro, submetidas a diferentes procedimentos de superação de dormência e posterior ciclo de hidratação – desidratação	43
Capítulo 6	52
Influência da localidade de produção e da salinidade sobre o potencial germinativo de sementes de angico coletadas em diferentes anos	52
Capítulo 7	61
A cromatografia de Pfeiffer para avaliar a saúde do solo sob o algodão em sistema agroflorestal e convencional	61
Capítulo 8	71
Biomarcadores em peixes de cultivo: uma perspectiva de monitoramento sanitário e ambiental para a defesa sanitária animal	71
Capítulo 9	87
Presença de <i>Fusarium</i> sp. em maíces nativos cultivados bajo distintos regímenes de riego	87
Índice Remissivo	96
Sobre os organizadores	97

Características químicas do solo após a aplicação de doses de pó de rocha basáltica, em área cultivada com bananeira cv. Nanica

Recebido em: 13/09/2024

Aceito em: 23/09/2024

 10.46420/9786585756433cap2

Angélica Araújo Queiroz 

Victoria Felício Santos 

INTRODUÇÃO

De acordo com a SAE (2020), o Brasil consome aproximadamente 8% dos fertilizantes minerais produzidos no mundo, sendo o 4º país que mais consome. Nossa produção agrícola é muito importante para a economia nacional, sendo que oito dos dez produtos mais exportados no ano de 2019 foram do agronegócio, e isso explica a alta demanda por fertilizantes.

O elevado custo de utilização dos fertilizantes minerais é hoje uma das dificuldades encontradas no setor agrícola, e quando se considera estabelecimentos pequenos, familiar ou subdesenvolvidos, o despreparo tecnológico e o baixo poder aquisitivo dos agricultores também se tornam fatores limitantes ou impeditivos ao seu uso (Lapido-loureiro, Melamed & Figueiredo Neto, 2008).

Depender quase que exclusivamente da importação de fertilizantes de outros países coloca o Brasil em uma situação delicada. As principais barreiras para produção interna de fertilizantes no Brasil são o alto custo e indisponibilidade de reservas minerais consideráveis, tornando um desafio o aumento da capacidade produtiva tanto pelos setores públicos quanto pelos privados (Marin, Martha Júnior, Cassman, & Grassini, 2016).

Para amenizar essa questão, Rajão, Manzolli, Soares-Filho e Galéry, (2022), Lapido-Loureiro et al. (2008) e Alovisei et al. (2021) comentam sobre o uso de pó de rocha (rochagem) como complemento a adubação de culturas, pois trata-se de um produto natural com solubilidade mais lenta, e pluralidade de nutrientes.

A rochagem, portanto é, uma tecnologia que busca reduzir o uso desenfreado dos insumos químicos, vista como um processo auxiliar no rejuvenescimento ou remineralização do solo, devido alterar positivamente os parâmetros de fertilidade, mas não afetando o equilíbrio ambiental, portanto, existe uma junção de dois problemas causados ao ambiente –mineralização : com excesso de rejeitos e a agricultura: utilização excessiva de produtos sintéticos (Theodoro, Leonardos & Almeida, 2010).

A utilização de pó de rocha nossistemas convencionais e orgânicos de produção de banana pode ser viável economicamente em razão da demanda da cultura e dos elevados preços das fontes potássicas (cloreto e sulfato de potássio) Martins et al. (2010).

A utilização de pó de rochas ou rochagem apesar de não ser um conceito novo tem sido objeto de pesquisas oficiais e de portfólios de empresas, principalmente depois que o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Lei 12.890 de 10 de dezembro de 2013 e a Instrução Normativa nº 5, de 10 de março de 2016, regulamentaram a produção, registro e comércio do pó de rocha na agricultura, atualmente chamado de “Remineralizadores“, sendo o material de origem mineral que tenha passado apenas por redução e classificação de tamanho por processos mecânicos que altere os índices de fertilidade do solo, por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas, físico-químicas e/ou da atividade biológica do solo, além das quantidades máximas permitidas de contaminantes como o Arsênio (As), Cádmio (Cd), Mercúrio (Hg) e Chumbo (Pb), além de servir como parâmetro comparativo na prospecção de novos recursos (Brasil, 2016).

O uso de remineralizadores tem potencial para reduzir a dependência de insumos externos e melhorar a eficiência na manutenção da fertilidade do solo através da lenta e gradual diminuição do uso de fertilizantes industriais, em manejos que permitam o incremento de matéria orgânica no solo e promovam condições favoráveis para a sobrevivência e estabelecimento de microrganismos do solo em geral, que através de ácidos orgânicos, contribuem para a solubilidade de nutrientes e, em especial, os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), que podem acelerar o processo de intemperismo, desde que estejam em contato direto com o pó de (rocha) rochagem, assim, possivelmente se beneficiar de um maior efeito residual e liberação gradativa de nutrientes para a solução do solo (Edward, Paula & Gatto, 2016).

Klein (2020) testou doses crescentes de pó de basalto em dois Latossolos Distroférricos Vermelhos sendo um de textura argilosa e outro de textura média e constatou que houve melhora significativa nos atributos químicos do solo de textura média, enquanto, o solo de textura argilosa por apresentar maior fertilidade natural não apresentou respostas significativas para a maioria dos atributos químicos do solo.

Melo, Cátia, Uchôa e Dias (2012) relataram em sua pesquisa que a dose de 50 t ha⁻¹ de basalto proporcionou a máxima redução da acidez ativa, elevando o pH em água de 4,8 até 5,5, promovendo aumento nos teores de cálcio, magnésio, zinco, ferro e cobre no solo e, que o efeito da adição das doses de basalto apresentou, também, maior eficiência para a neutralização da acidez potencial, de forma que o pó de rocha basáltica possa ser considerado como uma fonte alternativa de fertilizante e corretivo do solo, dependendo da composição, granulometria do pó de rocha e condições do solo.

Em estudo com mármore moído, Novelino, Marchetti, Vitorino, Mauad e Hoffmann (2008) observaram incrementos no pH, cálcio, magnésio e na saturação por bases.

Groth, Bellé, Bernardi e Borges Filho (2017) ao estudarem o efeito da aplicação de pó de basalto no desenvolvimento de plantas de alface e na dinâmica populacional de insetos fitófagos, verificaram que

o pó de basalto supre as necessidades minerais dos solos e também favorece a diminuição populacional de insetos fitófagos na cultura de alface.

Por se tratar de um insumo utilizado em sua forma desintegrada, porém, com características químicas mantidas intactas, torna-se muito necessário atentar-se à sua composição, para evitar possíveis contaminantes. Martinazzo et al. (2020) comentam que devido a considerável variabilidade nos teores de metais pesados nas rochas, é complexo, porém necessário, estabelecer limites máximos desses metais nos produtos que serão destinados ao uso como insumo agrícola.

A partir de estudos bibliográficos, infere-se que os benefícios do pó de basalto não são perceptíveis no primeiro ano, mas sim com uma aplicação consistente e ao decorrer dos anos (Moraes, 2021).

A partir disso, entende-se que o pó de basalto é um fertilizante alternativo que apresenta indícios de ser uma boa fonte de nutrientes, porém é necessário um tempo considerável para que ocorra a liberação dos nutrientes presentes no material em estudo por se entender que é um fertilizante com disponibilização mais lenta e gradual.

Assim, o objetivo principal do presente trabalho foi de determinar o efeito de doses de pó de rocha basáltica associadas ao não a material orgânico, nas características químicas do solo em área cultivada com bananeiras cv. Nanica, após 10 meses de cultivo na área.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na Fazenda Marimbondo em área estabelecida em dezembro de 2021 com a cultura da banana cv. Nanica, na zona rural do município de Uberlândia-MG. A área está localizada em 18°52'33" S e 48°06'30" W e a 700 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima é caracterizado com AW (tropical quente e úmido e inverno frio e seco), temperatura média anual de 28°C.

Os atributos químicos do solo na camada de 0 a 30 cm antes da implantação do experimento apresentou os seguintes atributos químicos: pH (em H₂O) 5,5; 5,9 mg dm⁻³ de P (Mehlich⁻¹), 454 mg dm⁻³ de K⁺, 7,09 cmolc dm⁻³ de Ca²⁺, 2,70 cmolc dm⁻³ de Mg²⁺, 2,2 cmolc dm⁻³ de H + Al, 83% de V, 13,15 cmolc dm⁻³ de CTC total e 2,2% de M.O. A composição granulométrica do solo é de 420 (g kg⁻¹) de areia total, 130 (g kg⁻¹) de silte e 450 (g kg⁻¹) de argila, classificado como textura argilosa.

Antes da instalação do experimento, a área foi adubada previamente com adubo fosfatado, fosfato monoamônico (MAP) na dose de 200 g cova⁻¹. A adubação de formação foi realizada com o formulado (N-P-K) 14-07-28 na dose de 150 g planta⁻¹, e uma adubação complementar antes da instalação do projeto com o formulado (N-P-K) 20-25-20 na dose de 150 g planta⁻¹ juntamente com uma fonte de fósforo superfosfato simples (SSP) na dose de 50 g planta⁻¹.

A caracterização química do pó de rocha basáltica utilizado no experimento pode ser observada na Tabela 1. O pó de rocha utilizado tinha a granulometria de 1 mm de diâmetro, e, portanto, classificado como “filler”.

Tabela 1. Caracterização química do pó de rocha basáltica, utilizado no experimento, na base úmida. Fonte: elaborada pelas autoras (2024).

Óxidos analisados na base úmida (%)	Pó de rocha – basáltica Granulométrica de 1 mm
SiO ₂	50,51
TiO ₂	3,29
Al ₂ O ₃	12,31
Fe ₂ O ₃	13,43
MnO	0,19
MgO	5,20
CaO	8,31
Na ₂ O	2,08
K ₂ O	1,67
P ₂ O ₅	0,42
SOMA	99,24

O delineamento experimental do trabalho foi em blocos casualizados em esquema fatorial 6x3 com quatro repetições, onde foram aplicadas quatro doses de pó de rocha basáltica em t ha⁻¹ mais duas de matéria orgânica – esterco de ave em mistura com pó de rocha (3, 6, 9, 12 e 5L e 20L de esterco de ave), com três épocas de amostragem de solo. As seguintes quantidades de pó de rocha basáltica /planta (kg) foram utilizadas: T1 = 2,7 kg; T2 = 5,41 kg; T3 = 8,12 kg; T4 = 10,83 kg; T5 = 5,41 kg + 20L de esterco de ave e T6 = 5,41 + 5L de esterco de ave.

Os tratamentos foram aplicados em superfície e ao redor do pé da planta em dezembro de 2021. A unidade experimental era formada por 10 plantas por parcela, sendo duas plantas no início e duas plantas no final da linha como bordaduras, totalizando seis plantas úteis. As amostragens do solo, foram realizadas em julho, outubro e dezembro de 2023, e coletadas na saia da planta, sendo duas amostras simples por planta útil em cada parcela, para compor uma amostra composta, totalizando 24 amostras. A amostragem de solo era realizada em duplicada na área da parcela útil, sendo uma amostra na linha e outra na entrelinha de cultivo da bananeira.

As mudas de bananeiras variedade “Nanica” foram obtidas de laboratório, as quais foram plantas na fase “chifrinho” em julho de 2021 em fileiras duplas (2,2 x 2,2 x 6,0 m), em comprimento de 300 metros lineares com 272 plantas.

Todos os tratos culturais na cultura, durante o período de execução do projeto foram adotados conforme manejo utilizado pelo produtor.

Foram analisadas as características químicas do solo como, pH H₂O, K, Ca, Mg, SB (soma de bases), T (capacidade de troca de cátions total) e V (saturação por bases em %), em duas épocas do ano

de 2022 (junho e setembro), 6 e 10 meses após a aplicação do pó de rocha, com amostragem de solo na profundidade 0-20 cm. A metodologia utilizada para as análises químicas do solo foi conforme EMBRAPA (2017).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey e regressão para as doses, a 5% de probabilidade pelo programa ASSISTAT (Silva & Azevedo, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos pode-se verificar que houve diferença significativa para os atributos químicos analisados no solo na camada de 0-20 cm (Ca, Mg, K, CTC, pH, SB e V) após a aplicação do pó de rocha basáltica.

Para os teores de CTC, K, SB e V (Tabelas 2 e 3) verificou-se que aos 10 meses, na segunda amostragem, os teores diferiram estatisticamente da primeira amostragem, demonstrando que o tempo interferiu nestes atributos no solo, sendo estes maiores após 10 meses de instalação do experimento.

A CTC à pH 7,00 do solo estava dentro da faixa considerada boa para a fertilidade do solo, entre 8,61-15,00 cmolc dm⁻³ (Ribeiro, Guimarães & Alvarez, 1999), contudo estes valores foram maiores na segunda época de amostragem, e ainda para a CTC, pode-se observar que houve diferença significativa entre as doses de pó de rocha aplicadas no solo (Tabela 2), indicando que houve um incremento na CTC principalmente quando foi adicionado ao pó de rocha na dose de 6 t ha⁻¹ o material orgânico (esterco de ave), sendo estes teores cerca de 16% maior na primeira época e 20% maior na segunda época de amostragem (Tabela 2).

Para os teores de K no solo (Tabela 2), houve um efeito de interação entre as doses de pó de rocha e épocas de amostragens, sendo que aos 10 meses após a aplicação do pó de rocha, os teores de K foram maiores em todas as doses testadas, e na primeira época de amostragem, nas doses de 9 t ha⁻¹ e 6 t ha⁻¹ + 20L de esterco de ave, ocorreram os menores teores de K, 208 e 195,75 mg dm⁻³, respectivamente.

Tabela 2. CTC e K no solo em função das épocas de amostragem após a aplicação de doses de pó de rocha 2022. Fonte: elaborada pelas autoras (2024).

Doses de pó de rocha T ha ⁻¹	CTC – T (Cmolc dm ⁻³) Épocas de amostragem		K (mg dm ⁻³) Épocas de amostragem	
	1	2	1	2
3	10,98	10,76	330,00 A	381,75 A
6	10,67	11,66	360,00 A	380,25 A
9	10,43	10,86	208,00 B	378,25 A
12	10,26	11,64	341,00 A	357,00 A
6+20L	12,39	14,77	195,75 B	364,25 A
6+5L	12,86	13,54	346,00 A	318,25 A
Médias	11,26 b	12,20 a	297,16 b	363,29 a

Regressão Doses	27.2838 **	3.9969 ^{ns}
Teste de F Época	6.8704 *	16.7870 **
Teste F interação	1.0202 ^{ns}	4.4249 **
CV%	10,58%	16,93%

Médias seguidas por letras iguais minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (**=p<0,01; *= p<0,05). CV= coeficiente de variação, NS= não significativo.

Quanto à classificação do nível de fertilidade do solo, como o solo em questão é de textura argilosa, os teores de K observados são considerados muito bons (> 18 mg dm⁻³) conforme Ribeiro et al. (1999), e na segunda época de amostragem estes teores foram maiores do que na primeira época (363,29 mg dm⁻³).

Segundo Silva, Silva, Silva, Stamford e Macedo (2017), devido à liberação gradativa e lenta de nutrientes do pó de rocha, são promovidas alterações nas propriedades químicas do solo.

De acordo com Von Fragstein e Vogtmann (1988) e os autores Blum et al. (1989 a, b) o pó de rocha libera lentamente grandes quantidades de nutrientes às plantas, podendo elevar a CTC de solos de baixa fertilidade, os teores de cátions trocáveis e o pH do solo. O que observado em parte no presente trabalho, pois, dentro do período de 10 meses apenas a CTC foi maior, e esta pode ter sido influenciada principalmente pelo teor de K encontrado no solo, que foi relativamente alto.

Para a SB, observou-se que os teores estavam acima do indicado como bom para a fertilidade do solo, de acordo com Ribeiro et al. (1999), sendo que a época de amostragem influenciou, sendo maior na segunda época de amostragem, aos 10 meses após a aplicação do pó de rocha (9,76 cmolc dm⁻³), e houve ainda uma influência das doses de pó de rocha na SB (Tabela 3).

Quanto à saturação por bases (V%), esta foi considerada boa (60,1 – 80,0) de acordo com Ribeiro et al. (1999) nas duas épocas de amostragem do solo, sendo maior na segunda época, e as diferentes doses de pó de rocha utilizadas influenciaram na saturação por bases observadas, que foi também influenciada pelas doses testadas no trabalho (Tabela 3 e Figura 1).

Tabela 3. SB e V% no solo em função das épocas de amostragem após a aplicação de doses de pó de rocha 2022. Fonte: elaborada pelas autoras (2024).

Doses de pó de rocha T ha ⁻¹	SB (Cmolc dm⁻³)		V em %	
	Épocas de amostragem		Épocas de amostragem	
	1	2	1	2
3	8,62	8,28	78,00	76,50
6	8,18	9,00	76,25	77,00
9	7,93	8,43	76,25	77,50
12	7,77	9,15	75,50	78,50
6+20L	9,89	12,58	79,75	84,50
6+5L	10,16	11,14	79,00	82,25

Médias	8,75 b	9,76 a	77,45 b	79,37 a
Regressão	26.4876 **		13.4223 **	
Doses	7.6475 **		4.6134 *	
Teste de F	1.2734 ^{ns}		1.0238 ^{ns}	
Época	13,65 %		3,94 %	
Teste F interação				
CV%				

Médias seguidas por letras iguais minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (**=p<0,01; *= p<0,05). CV= coeficiente de variação, NS= não significativo.

Os resultados encontrados no presente trabalho podem ser também devido à característica física do pó de rocha utilizado, que possuía uma granulometria classificada como “filler”. Para Theodoro, Leonardo, Rocha e Rego (2006) os componentes mais finos, como argila e silte, com tamanhos inferiores a 0,002 mm e entre 0,002 e 0,05 mm, liberam seus principais elementos com maior facilidade, pois devido ao intemperismo ou à abrasão, esses materiais podem se converter em argilominerais de forma mais rápida.

Em estudos de Van Straaten (2006), demonstram que grãos finos de rocha contêm altas proporções de olivina, piroxênios, anfíbios e feldspato plagioclásio, rico em cálcio, bem como baixas concentrações de quartzo livre, os quais têm alta taxa de intemperização natural e que são progressivamente disponibilizados com o incremento das doses aplicadas e do tempo de sua incorporação ao solo.

Segundo Silveira (2016), regiões tropicais que apresentam solos intemperizados com caráter distrófico, alumínico, ácrico, alítico e de pH ácido, condicionam um ambiente favorável para a dissolução de minerais silicatados dos remineralizadores.

Quando se analisou os teores de Ca, Mg e valores de pH em H₂O, estes apresentaram maiores teores e valores na primeira época, quando comparado com a segunda época de amostragem (Tabelas 4).

Os teores de Mg observados no solo, foram considerados como muito bom (>1,50 cmol_c dm⁻³), conforme Ribeiro et al. (1999), sendo que na segunda época estes foram menores que na primeira época, e houve diferença significativa entre as doses de pó de rocha testadas, conforme pode ser observado na Tabela 4.

Para os teores de Ca no solo obtidos no estudo, pode-se observar que nas duas épocas de amostragens os teores são considerados muito bom (>4 cmol_c dm⁻³) de acordo com Ribeiro et al. (1999), contudo o teor na primeira época foi quase 45% maior que na segunda época. Essa diferença nos teores pode-se devido à absorção deste nutriente ter ocorrido e conseqüentemente diminuído sua disponibilidade no solo na segunda época (Tabela 4). Foi observado ainda um efeito das doses no teor de Ca no solo.

Para o pH os valores, estes estão dentro da faixa considerado alta (6,1-7,0) na primeira época e boa (5,5-6,0) na segunda época de amostragem, conforme Ribeiro et al. (1999). Assim como ocorreu com

o teor de Ca, Mg no solo, para o pH, não foi verificada influência do tempo de contato do pó de rocha com o solo, não ocorrendo efeito residual, além de 6 meses, contudo vale observar que o pH no solo foi maior do o observado na época de instalação do estudo, que foi de 5,5. Esse aumento nos valores de pH, pode evidenciar o efeito corretivo do pó de rocha, o que se torna benéfico para o desenvolvimento das plantas, pois a disponibilidade de nutrientes no solo é aumentada.

Silva, Almeida, Schmitt e Coelho (2012) observaram incrementos no pH do solo, CTC, disponibilidades de nutrientes e redução da saturação de alumínio com uso de pós de rochas. Von Fragstein et al. (1988) relataram que o pH dos solos tendem a aumentar quando do uso de rochas vulcânicas básicas, como basalto, com efeitos mais intensos, corroborando com os dados observados neste trabalho.

Tabela 4. Ca, Mg e pH em H₂O no solo em função das épocas de amostragem após a aplicação de doses de pó de rocha 2022. Fonte: elaborada pelas autoras (2024).

Doses de pó de rocha T ha ⁻¹	pH		Mg (Cmolc dm ⁻³)		Ca (Cmolc dm ⁻³)	
	Épocas de amostragem		Épocas de amostragem		Épocas de amostragem	
	1	2	1	2	1	2
3	5,95	5,90	2,58	2,26	9,97	5,38
6	6,42	5,77	2,20	2,03	9,06	5,17
9	6,35	5,75	2,21	1,92	9,70	5,04
12	6,22	5,75	2,33	1,66	10,37	5,19
6+20L	6,20	5,67	2,57	2,20	11,91	6,76
6+5L	6,17	5,77	2,43	2,05	12,11	7,29
Médias	6,22 a	5,77 b	2,38 a	2,02 b	10,52 a	5,80 b
Regressão Doses	0.2172 ^{ns}		5.6636 *		46.3161 **	
Teste de F Época	51.3079 **		14.6206**		364.9078 **	
Teste F interação	1.9531 ^{ns}		0.4999 ^{ns}		0.6194 ^{ns}	
CV%	3,63 %		15,00 %		10,47%	

Médias seguidas por letras iguais minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (**=p<0,01; *= p<0,05). CV= coeficiente de variação, NS= não significativo.

Em ensaio de longa duração em florestas no sudeste da Alemanha com o uso de 6 t ha⁻¹ de pó de rochas fonolíticas, verificou-se aumento do pH do solo e fornecimento de potássio e de cálcio suficiente para atender a cultura (Von Wilbert & Lukes 2003).

Segundo Pádua (2012), o pó de basalto possui efeito alcalinizante, que atua na correção da acidez do solo. Isto ocorre, provavelmente, devido a reação dos óxidos de Ca e Mg presentes na composição do material, liberando hidroxilas (OH), ocorrendo a redução da acidez, devido ao aumento do pH.

Perozini et al. (2019) numa avaliação das características agronômicas da cana-de-açúcar, cultivada em doses crescentes do condicionador pó de rocha de origem “basalto gabro”, concluiu que a aplicação do pó de rocha “basalto gabro” como condicionador de solo na cultura da cana-de-açúcar é amplamente

recomendada, uma vez que mantém níveis elevados de produtividade e características químicas favoráveis no solo. Além disso, ele desempenha um papel importante na promoção da agricultura sustentável, sendo facilmente acessível devido à sua produção regionalizada.

Para Malavolta (2006), a disponibilidade de nutrientes é influenciada pela acidez do solo (Figura 7), uma vez que a solubilidade dos compostos minerais e a capacidade de troca de cátions do solo (CTC) estão diretamente relacionadas à atividade hidrogeniônica. A limitação ao desenvolvimento das plantas decorre, principalmente, dos efeitos indiretos do pH, como o aumento da disponibilidade de alumínio e de manganês a níveis tóxicos ou a indução de deficiências de Ca, Mg, P, Fe, Cu e Zn, que prevalecem sobre os efeitos diretos do H⁺ (Marschner, 1995).

Leonardos, Fyfe e Kronberg (1987) mostram que as culturas do feijão (*Phaseolus vulgaris*), do capim napier (*Penisetum purpureum*) e mesmo árvores de crescimento lento responderam positivamente ao uso de pó de rocha.

De acordo com resultados para o teste de regressão, foram obtidos os dados com tendência e comportamento quadrático para a SB, CTC, Ca e Mg no solo, sendo os tratamentos com pó de rocha na dose de 6 t ha⁻¹ em mistura com 20 L de esterco de ave, as que apresentaram os maiores teores de CTC, SB e Ca, indicando que a presença de esterco de ave em mistura com o pó de rocha basáltica, tende a elevar os teores destes atributos químicos no solo (Figura 1).

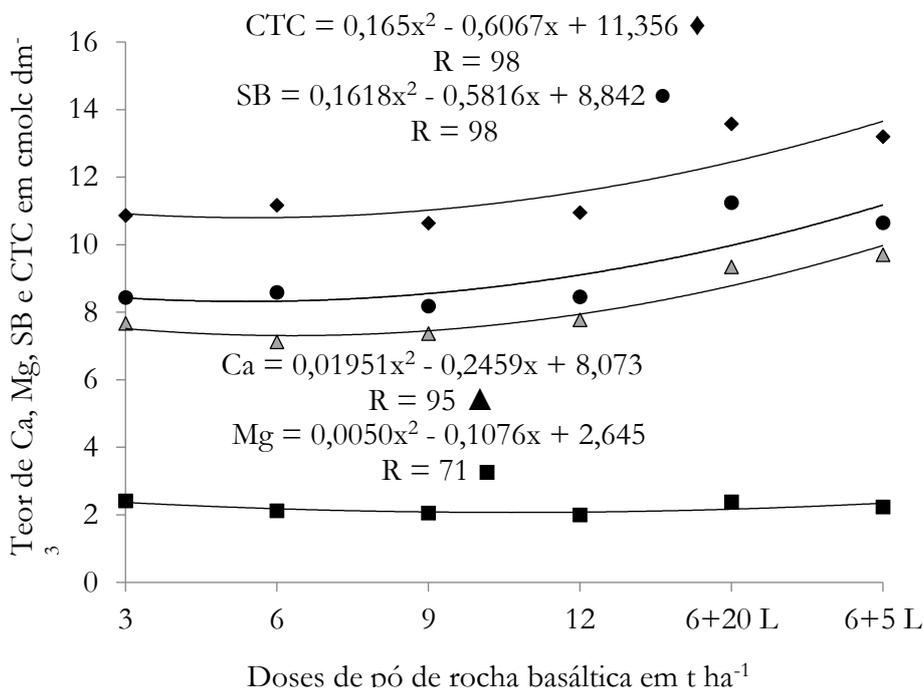


Figura 1. Teores de Ca, Mg, SB e CTC, em função das doses de pó de rocha basáltica. Fonte: elaborada pelas autoras (2024).

Em clima tropical, o uso de pó de rocha tem grande potencialidade, pois as taxas de dissolução dos minerais e as reações entre a superfície dos minerais e a solução do solo são aumentadas sob alta temperatura e regime de umidade alta (Van Straate, 2006).

Para a saturação por bases (V%) os dados tiveram um comportamento linear onde a presença do esterco de ave junto a dose de 6 t ha⁻¹ proporcionou maior V% observado, sendo de 82% e 80% respectivamente, para a mistura com 20L e 5L de esterco de ave, conforme a Figura 2.

Silva et al. (2017), destacam que a associação dos pós de rocha com materiais orgânicos que favoreçam a atividade biológica, pode influenciar no processo de alteração dos minerais.

Writzl et al. (2019) estudando a produção de milho pipoca com uso do pó de rocha de basalto associado à cama de frango em latossolo, verificaram que a associação de pó de rocha basáltica misturado com cama de frango, promoveu o melhor desenvolvimento das plantas, ou seja, altura, diâmetro de colmo e número de folhas por planta, igualando-se a fertilização química. Os mesmos autores ainda sugerem que a associação de pó de rocha e cama de frango, mesmo em solo com alta fertilidade, pode ser entendido como uma boa alternativa para substituir a fertilização química.

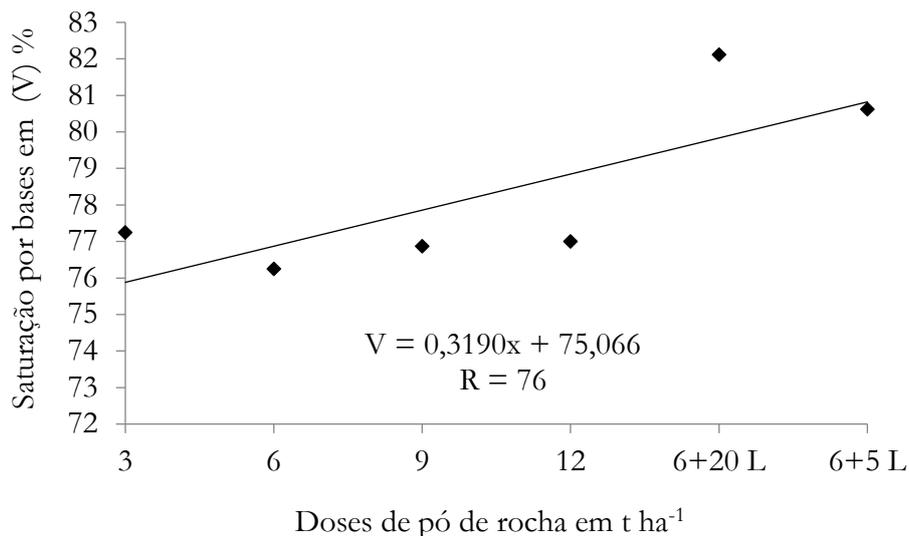


Figura 2. Saturação por bases (V%), em função das doses de pó de rocha basáltica. Fonte: elaborada pelos autores (2024).

Brugnera (2012) avaliou o uso de pó de rocha basáltica como fertilizante alternativo na cultura da rúcula (*Eruca sativa* L.) em vasos, aplicando os tratamentos com doses diferentes de pó basáltico, consorciando com cama de aviário e adubo organomineral, após a realização das análises concluiu que o tratamento composto pelo mix de cama de aves e pó de rocha, apresentou resultados muito superiores em todos os quesitos analisados, sendo eles o tamanho de raiz e a produção de massa verde das plantas de rúcula, o que corrobora com os resultados encontrados no presente trabalho, onde a mistura de pó com esterco de ave proporcionou maiores teores de V%, CTC, Ca, Mg e SB.

Estudos indicam que entre as práticas ou rotas tecnológicas disponíveis, a rochagem pode ser considerada como base para alterar a fertilidade, pois tem como principal função auxiliar na restituição dos constituintes minerais lixiviados ou exauridos pelo uso excessivo ou pelo tempo (Theodoro, Sander, Burbano & Almeida, 2021).

CONCLUSÕES

Conclui-se com o presente trabalho, que o uso de pó de rocha basáltica, pode interferir nas características químicas do solo em área cultivada com bananeira cv. Nanica até 10 meses após a aplicação. Para os teores de Mg e Ca e valores de pH, estes foram maiores aos 6 meses após a aplicação do pó de rocha e, para os teores de K, SB, V% e CTC, estes foram maiores aos 10 meses após a aplicação do pó de rocha basáltica. A dose de 6 t ha⁻¹ de pó de rocha basáltica associada ao material orgânico, esterco de ave na dose de 20L, proporcionou maiores teores de CTC, SB, Ca, Mg e V% indicando que a mistura de pó de rocha com material orgânico pode influenciar nestes atributos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFITM, *campus* Uberlândia pela oportunidade de realização do trabalho e ao CNPq pelo auxílio concedido ao autor do trabalho por meio de bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alovisi, A. M. T. et al. Uso do pó de rocha basáltica como fertilizante alternativo na cultura da soja. (2021) *Research, Society and Development*, 10, 6, e33710615599-e337106155. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15599>.
- Blum, W. E. H., Herbinger, B., Mentler, A., Ottner, F., Pollak, M., Unger, E., & Wenzel, W.W. (1989a). Zur Verwendung von Gesteinsmehlen in der Landwirtschaft. I. Chemisch-mineralogische Zusammensetzung und Eignung von Gesteinsmehlen als Düngemittel. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*, 152: 421– 425.
- Blum, W. E. H., Herbinger, B., Mentler, A., Ottner, F., Pollak, M., Unger, E., & Wenzel, W. W. (1989b). Zur Verwendung von Gesteinsmehlen in der Landwirtschaft. II. Wirkung von Gesteinsmehlen als Bodenverbesserungsmittel. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*, 152: 427– 430.
- Brasil. Instrução Normativa MAPA N° 05, de 10 de Março de 2016. Estabelece as regras sobre definições, classificação, especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem, rotulagem e propaganda dos remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura. *Diário Oficial da União*: sessão1. Brasília, DF, p. 10, 14 mar. 2016.

- Brugnera, R. L. (2012). Avaliação do uso de pó de rocha basáltica como fertilizante alternativo na cultura da rúcula. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia Agrônômica) -Faculdade Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu.
- Edward, W. O., Paula, A. M., & Gatto, A. (2016). Influência do uso de pó de rochas fosfáticas e basálticas na ocorrência de micorrizas arbusculares em solo de cerrado. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2017). Manual de métodos de análise de solo / Paulo César Teixeira... [et al.], editores técnicos. – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa.
- Groth, M.Z., Bellé, C., Bernardi, D., & Borges Filho, R.C. (2017). Pó-de-basalto no desenvolvimento de plantas de alface e na dinâmica populacional de insetos. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 16, 4, 433-440.
- Klein, Z. H. L. (2020). Alteração nos atributos químicos do solo após aplicação de pó de basalto como remineralizador. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá.
- Lapido-Loureiro, F. E. V., Melamed, R., & Figueiredo Neto, J. (2008). *Anais Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade*. Rio de Janeiro: CETEM/Petrobrás, p. 149-172.
- Leonardos, O. H., Fyfe, W. S., & Kronberg, B. I. (1987). The use of ground rocks in laterite systems: an improvement to the use of conventional soluble fertilizers. *Chemical Geology*, 60:361-370.
- Malavolta, E. (2006). *Manual de nutrição mineral de plantas*. Piracicaba: Ceres, 631p.
- Marin, F. R., Martha Júnior, G. B., Cassman, K. G., & Grassini, P. (2016). Prospects for increasing sugarcane and bioethanol production on existing crop area in Brazil. *BioScience Journal*, 66, 4, 307-316. DOI: <https://doi.org/10.1093/biosci/biw009>.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press, 888 p.
- Martinazzo, R. et al. (2020). Micronutrientes e metais pesados em agrominerais: caracterização de rochas do Escudo sul-rio-grandense e da Bacia do Paraná. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 49 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1516-8840, 488).
- Martins, C. E., Rocha, W. S. D., Souza Sobrinho, F., Brighenti, A. M., Miguel, P. S. B., Araújo, J. P. M., Oliveira, A.V. de, Souza, F. A. M. de, Borges, R.A., & Souza, R. C. V. (2010). Rochas silicáticas e a produtividade de sorgo na entressafra de um sistema de integração lavoura-pecuária. In: Congresso Brasileiro De Rochagem, 1., 2010, Planaltina. Anais... Planaltina: Embrapa Cerrados, 265-270.
- Melo, V. F., Cátia, S., Uchôa, P., Dias, F. D. O. (2012). Doses de basalto moído nas propriedades químicas de um Latossolo Ama relo distrófico da savana de Roraima, *Acta Amazonica*, 42(4), 471–476.
- Moraes, L. N. (2021). *Uso de pó de rocha na agricultura brasileira*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília.

- Novelino, J. O., Marchetti, M. E., Vitorino, A. C. T., Mauad, M., & Hoffmann, N. T. K. (2008). Cálcio e magnésio trocáveis pH e saturação em bases de amostras de solos submetidas a aplicação de mármore triturado. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo de Nutrição de Plantas. Anais. Londrina.
- Pádua, E. J. (2012). Rochagem como adubação complementar para culturas oleaginosas. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Perozini, A. C., Almeida Junior, J. J., Smiljanic, K. B. A., Matos, F. S. A., Oliveira, S. M. A., & Camargo, H. A. (2019). Avaliação das características agrônômicas da cana-de-açúcar tratada com doses crescentes do condicionador pó de rocha de origem “Basalto Gabro. II Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar, IV Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar. p. 6.
- Rajão, R., Manzolli, B., Soares-Filho, B., & Galéry, R. (2022). A crise dos fertilizantes no Brasil: da tragédia anunciada às falsas soluções. Sociedade Brasileira Para o Progresso da Ciência. São Paulo.
- Ribeiro, A. C., Guimarães, P. T. G., & Alvarez V. V. H. (1999). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa, MG, CFSEMG/UFV, 359p.
- SAE - Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos. (2020). Produção nacional de fertilizantes. Estudo Estratégico. Desenvolvimento Econômico. Disponível em: https://www.gov.br/planalto/pt-br/assuntos/assuntos-estrategicos/documentos/estudos-estrategicos/sae_publicacao_fertilizantes_v10.pdf Acesso em: 21 janeiro. 2024.
- Silva, A. da, Almeida, J. A., Schimitt, C., & Coelho, C. M. M. (2012). Avaliação dos efeitos da aplicação de basalto moído na fertilidade do solo e nutrição de *Eucalyptus benthamii*. *Floresta*, 42, 1, 69 - 76. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v42i1.26300>.
- Silva, F. A. S. & Azevedo, C. A. V. (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, 11, 39, 3733-3740. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11522>.
- Silva, V. N. da, Silva, L. E. de S. F. da, Silva, A. J. N. da, Stamford, N. P., & Macedo, G. R. d. (2017). Solubility curve of rock powder inoculated with microorganisms in the production of biofertilizers. *Agriculture and Natural Resources*, v.51, p.142-147. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anres.2017.01.001>.
- Silveira, R. T. G. (2016). Uso de rochagem pela mistura de pó de basalto e rocha fosfatada como fertilizante natural de solos tropicais lixiviados. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade de Brasília- Instituto de Geociências, Brasília, DF.
- Theodoro, S. H., Sander, A., Burbano, D. F. M., & Almeida, G. R. (2021). Rochas basálticas para rejuvenescer solos intemperizados. *Revista Liberato*, 22(37), 45–58.
- Theodoro, S. H., Leonardo, O., Rocha, E. L., & Rego, K. G. (2006). Experiências de uso de rochas silicáticas como fonte de nutrientes. *Revista Espaço E Geografia*, 9, 2, 263-292. DOI: <https://doi.org/10.26512/2236-56562006e39794>.

- Theodoro, S. H., Leonardos, O. H., & Almeida, E. (2010). Mecanismos para disponibilização de nutrientes minerais a partir de processos biológicos. In: Congresso Brasileiro de Rochagem, 1. Brasília. Anais... Planaltina: EMBRAPA Cerrados.
- Van Straaten, P. (2006). Farming with rocks and minerals: challenges and opportunities. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 78:731-747.
- Von Fragstein, P., Per t l, & W., Vogtmann, H. (1988). Verwitterungsverhalten silikatischer Gesteinsmehle unter Laborbedingungen. Zeitschrift für Pflanzenern.hrung und Bodenkunde, 151:141–146.
- Von Wilbert & K, Lukes, M. (2003). Ecochemical effects of phonolite rock powder, dolomite and potassium sulphate in a spruce stand on an acidified glacial loam. Nutrient Cycling Agroecosystems, 65:115–127.
- Writzl, T. C., Canepelle, E., Schmitt Stein, J. E., Kerkhoff, J. T., Steffler, A. D., Weber Da Silva, D., & Redin, M. (2019). Produção de milho pipoca com uso do pó de rocha de basalto associado à cama de frango em Latossolo. Revista Brasileira De Agropecuária Sustentável, 9(2). DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v9i2.3077>.

Índice Remissivo

C

Caatinga, 52

E

Emissões, 37, 39

Épocas de amostragem, 20, 21, 23

Esterco, 32, 33

F

Fusarium sp, 87, 88, 90, 91, 93

P

Pityrocarpa moniliformis, 43, 44, 46, 47, 49

R

Remineralizadores, 17

S

Sementes, 43

Z

Zea mays, 87, 92

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 237 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 131 resumos simples/expandidos, 86 organizações de e-books, 53 capítulos de e-

books. É editor chefe da Pantanal editora e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 23 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto II 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 (2018-2022) na Universidade Federal de Mato

Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Professor substituto (2023-Atual) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, Brasil. Atualmente, possui 130 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 61 organizações de e-books, 45 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora, e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com



  **Luciano Façanha Marques**

Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Iguatu-CE (1997). Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2006). Mestre em Agronomia (Solos e nutrição de plantas) pela Universidade Federal da Paraíba (2009). Doutor em Agronomia (Solos e nutrição de plantas) pela Universidade Federal da Paraíba (2012). Professor Adjunto IV, Universidade Estadual do Maranhão. Contato: lucianomarques@professor.uema.br



Pantanal Editora

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

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 9608-6133 (Whatsapp)

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

contato@editorapantanal.com.br

