



GUSTAVO HENRIQUE TAVARES COSTA

**EFEITO DO PÓ DE ROCHA E BIOESTIMULANTE SOBRE A PRODUTIVIDADE
DO MILHO SAFRINHA**

**BAMBUÍ - MG
2019**

GUSTAVO HENRIQUE TAVARES COSTA

**EFEITO DO PÓ DE ROCHA E BIOESTIMULANTE SOBRE A PRODUTIVIDADE
DO MILHO SAFRINHA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *campus* Bambuí, como requisito parcial para a obtenção do grau de Agrônomo.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Sheila Isabel do Carmo Pinto

C837e
2019

Costa, Gustavo Henrique Tavares.
Efeito do pó de rocha e bioestimulante sobre a produtividade do
milho safrinha. / Gustavo Henrique Tavares Costa. – Bambuí, 2019.

30 f. : il.

Orientadora: Sheila Isabel do Carmo Pinto.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)
– Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas
Gerais. Campus Bambuí.

1. Rochagem. I. Pinto, Sheila Isabel do Carmo (orientadora).
II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas
Gerais - Campus Bambuí. III. Título.

CDD: 633.15

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus. Sem ele nada seria possível!
Aos meus pais, José Carlos e Rita pelo apoio, incentivo, compreensão e amor incondicional!

AGRADECIMENTO

Agradeço ao meu Deus, que sempre me deu forças para seguir em frente.

À professora Sheila, pela grande ajuda e paciência, pela confiança e pela generosidade em transmitir seus conhecimentos e por aceitar ser minha orientadora. Obrigado professora!

Ao grande apoio de Rúbio Belchior no estágio oferecido e pela grande experiência profissional compartilhada.

Aos meus pais que foram responsáveis pela formação que tenho hoje, por acreditarem e não medirem esforços para me ajudar.

Aos familiares pela grande generosidade e apoio.

Aos amigos pelos bons momentos proporcionados.

Agradeço ao IFMG Bambuí pela oportunidade.

E a todos aqueles que contribuíram de alguma forma.

“Faça algo que ame e você nunca mais precisará trabalhar na vida.”

Willie Hill

RESUMO

COSTA, Gustavo Henrique Tavares. **Efeito do pó de rocha e bioestimulante sobre a produtividade do milho safrinha**. Bambuí: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *campus* Bambuí, 2019. 30p.

Do total dos fertilizantes usados no país 70% são provenientes de fontes convencionais de nutrientes importadas, compostas, basicamente, de fontes variantes de NPK, de alta concentração e solubilidade. O uso do pó de rocha na agricultura é uma alternativa para diminuir os impactos causados pelo uso desenfreado de fertilizantes químicos. As rochas moídas e aplicadas no solo têm vários benefícios, como: a melhoria da fertilidade pela remineralização de macro e micronutrientes; proporciona aumento da CTC e incrementa a atividade da microbiota do solo. Como o pó de rocha tem liberação lenta de nutrientes, a sua associação com aplicação de bioestimulante proporciona uma maior eficiência na liberação dos nutrientes, conseguindo níveis de liberação adequados à velocidade de absorção das plantas. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a produtividade do milho safrinha adubado com pó de rocha associado à aplicação de bioestimulante. O experimento foi realizado no município de Bambuí em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico cambissólico. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com sete tratamentos (diferentes doses de pó de rocha (3 e 5 ton ha⁻¹), associadas ou não à aplicação de bioestimulante, adubação com NPK e testemunha) e quatro repetições, totalizando vinte e oito parcelas experimentais. As variáveis avaliadas foram: altura da planta; altura de inserção da espiga; diâmetro da espiga; comprimento das espigas; número de fileiras de grãos por espiga; número de grãos por fileira e produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. Nas condições em que o presente trabalho foi realizado pode-se concluir que o uso do pó de rocha, independentemente da aplicação de bioestimulante, interferiu no desenvolvimento vegetativo do milho safrinha proporcionando maior produtividade. No entanto, novas pesquisas devem ser desenvolvidas com o uso do pó de rocha associado à aplicação de bioestimulantes, sem a interferência da restrição hídrica, para que se possa atestar sobre a eficiência do produto na liberação dos nutrientes necessários para a manutenção da produção da cultura.

Palavras-chaves: Rochagem. Remineralização.

ABSTRAT

COSTA, Gustavo Henrique Tavares. **Effect of rock dust and biostimulant on the yield of safrinha corn.** Bambuí: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *campus* Bambuí, 2019. 30p.

The total of fertilizers used in the country 70% are from imported nutrient sources used basically composed of sources of NPK, high concentration and solubility. The use of rock dust in agriculture is an alternative to lessen the impacts caused by the use of chemical fertilizers. Since ground and ground rocks have several benefits, such as improved fertility by remineralization of macro and micronutrients, they increase CTC and increase soil microbiota activity. Because rock dust has slow nutrient release, its association with the biostimulant application provides greater nutrient release savings, achieving allowable release levels at plant absorption velocity. In this context, the objective of the present study was to evaluate a rock corn fertilized maize test associated with the application of biostimulant. The experiment was carried out in the city of Bambuí in a Cambisolic Distroferric RED Latosol. A randomized complete block design with seven effects (different doses of rock dust (3 and 5 tons ha⁻¹), associated or not with the application of biostimulant, fertilization with NPK and control) and four replications totaling twenty eight experimental plots. The variables evaluated were: plant height; ear insertion height; ear diameter; ear length; number of rows of grains per ear; number of grains per row and survey. Data were analyzed by analysis of variance and the media grouped by Scott-Knott test at 5% probability. Under the conditions in which this work was carried out, it can be concluded that the use of rock dust, the application of biostimulants application, interfere in the vegetative development of corn and safrinha that cause greater impact. However, new research should be used with the use of rock dust associated with the application of biostimulants, without the interference of water restriction, so that it can attest to the efficient use of products in the release of chemicals used in the maintenance of water. culture production.

Keywords: Rocking. Remineralization.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo Geral	11
2.2	Objetivos Específicos	11
3	REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1	A cultura do milho e sua importância	12
3.2	A agricultura brasileira e a demanda por fertilizantes	12
3.3	Rochagem	13
3.4	Processos para aumentar a eficiência da liberação de nutrientes do pó de rocha	14
4	MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1	Caracterização da área experimental	16
4.2	Delineamento experimental	17
4.3	Características do híbrido utilizado	17
4.4	Características do Pó de Rocha	17
4.5	Características do Bioestimulante	18
4.6	Condução do experimento	18
4.7	Precipitação pluviométrica	19
4.8	Variáveis avaliadas	20
4.8.1	<i>Antes da colheita</i>	20
4.8.2	<i>Pós colheita</i>	20
4.9	Análise estatística	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6	CONCLUSÃO	26
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) está entre os cereais mais cultivados no mundo, fornecendo produtos para a alimentação humana e animal, além de matéria-prima para a indústria (BUSATO; BUSATO, 2011). Ocupa uma posição significativa na economia, contando com uma área cultivada de 15,12 milhões de hectares e produção de 82 milhões de toneladas. A produção dessa cultura, no entanto, ainda deve se expandir devido à demanda por alimentos que crescem com o aumento populacional, sendo o Brasil um país estratégico, pois, é o terceiro maior produtor e o segundo maior exportador mundial de milho (PEIXOTO, 2014).

No Brasil a produção do milho é caracterizada pelo plantio em duas épocas, primeira safra (ou safra de verão) e segunda safra (ou safrinha). O plantio de verão que é conhecido como primeira safra é realizado em todos os estados, na época tradicional, durante o período chuvoso, que ocorre no final de agosto, na região Sul, até os meses de outubro/novembro, no Sudeste e Centro-Oeste. Já na região Nordeste, esse período ocorre no início do ano. O plantio da safrinha, conhecido também como segunda safra, é realizado geralmente logo após a colheita da soja, entre os meses de janeiro a março, denominando-se milho de sequeiro, abrangendo a região Centro-Oeste e os estados do Paraná, São Paulo e Minas Gerais (PEREIRA FILHO, 2015).

Com os anos, a cultura do milho no Brasil vem passando por importantes mudanças tecnológicas, trazendo resultados significativos de aumento de produção e produtividade. Dentre essas tecnologias, destaca-se a necessidade da melhoria na qualidade dos solos, visando uma produção sustentada. Essa melhoria está geralmente relacionada ao adequado manejo dos solos, à rotação de culturas, ao plantio direto e ao manejo da fertilidade, entre outros (COELHO *et al.*, 2011).

Como forma de manejar racionalmente a fertilidade dos solos agrícolas, o uso de pó de rocha permite reiniciar o processo de formação de solo na camada mais superior, imitando o que a natureza faz, mas na velocidade do desenvolvimento das plantas cultivadas. O resultado da interação entre o pó de rocha com o solo e as plantas é a liberação de nutrientes e formação de novos minerais que ficarão no solo no longo prazo, aumentando a capacidade de troca de cátions (CTC) e a capacidade de retenção de água do solo (EMBRAPA, 2017).

O pressuposto básico desta tecnologia é a busca do equilíbrio dos nutrientes nos solos agricultáveis por meio da remineralização ou do rejuvenescimento dos mesmos, favorecendo o alcance da fertilidade plena, que é o parâmetro fundamental para tornar os solos mais produtivos (THEODORO; LEONARDOS, 2006).

A substituição de fertilizantes minerais convencionais por pós de rochas tem apresentado resultados positivos tanto em estudos em casa-de-vegetação (BAKKEN; GAUTNEB; MYHR, 1997) quanto em estudos a campo (LEONARDOS; FYFE; KRONBERG, 1987), possibilitando a redução do custo de produção das culturas (MADELEY, 1999). Toda vez que se aplica uma nova dose de pó de rocha, além da liberação dos nutrientes, há o acúmulo de novos minerais, aumentando a qualidade do solo (EMBRAPA, 2017). O uso de bioestimulantes também podem contribuir para a liberação mais rápida dos nutrientes do pó de rocha devido ao potencial que oferecem no processo de solubilização das rochas e disponibilização dos nutrientes contidos nas mesmas.

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a produtividade do milho safrinha adubado com pó de rocha associado à aplicação de bioestimulante.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a produtividade do milho safrinha adubado com pó de rocha associado à aplicação de bioestimulante.

2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos foram avaliar o crescimento em altura das plantas milho, determinar a altura de inserção das espigas, o número de grãos por espiga, o número de fileiras de grãos por espiga e quantificar a produtividade por hectare das plantas milho em função das diferentes doses de pó de rocha e adição de bioestimulante.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A cultura do milho e sua importância

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais cultivados no mundo, do qual obtém-se produtos utilizados para a alimentação humana, animal e matérias-primas para a indústria (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). Segundo indicações técnicas da EMBRAPA na Reunião Técnica Anual de Milho (2013) a produção de milho representa mais de 30% do total de grãos produzidos, destacando a sua importância na produção de combustível etanol, principalmente nos Estados Unidos, além de poder ser utilizado na fabricação de medicamentos.

O milho é amplamente cultivado no Brasil. Isto deve-se tanto à sua multiplicidade de usos na propriedade rural quanto à tradição de cultivo desse cereal pelos agricultores brasileiros (MAGALHÃES *et al.*, 2002). Entre os anos de 2004 e 2013 a produção de milho no Brasil teve um crescimento anual de 4,7%, enquanto que o consumo cresceu 2,8% no mesmo período (REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO, 2013). Essa cultura apresenta grande importância econômica devido à grande área cultivada e ao volume de produção, principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

A adubação das culturas de interesse agrícola, como o milho, tem grande importância no que diz respeito à produção de grãos (SILVA, 2009). As exigências nutricionais do milho são grandes e estão relacionadas à quantidade de nutrientes que a planta extrai durante seu ciclo, tanto para produção de grãos quanto de silagem (COELHO; FRANÇA, 1995).

A extração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio aumenta linearmente com o aumento na produção e a maior exigência do milho refere-se a nitrogênio e potássio, seguidos do cálcio, magnésio e fósforo (COELHO; FRANÇA, 1995). Ainda, para os referidos autores, no que se refere à exportação dos nutrientes nos grãos, o fósforo é o elemento que é em grande parte translocado para as sementes (80 a 90%), seguido do nitrogênio (75%), enxofre (60%), magnésio (50%), potássio (20-30%) e em menor quantidade do cálcio (10-15%).

3.2 A agricultura brasileira e a demanda por fertilizantes

A produção agrícola nacional é questionada em relação às aplicações de fertilizantes convencionais, de defensivos agrícolas e sobre o uso de espécies geneticamente modificadas. Mas um fato proeminente é que 70% do total dos fertilizantes usados no país são provenientes

de fontes convencionais de nutrientes importadas, compostas, basicamente, de fontes variantes de NPK, de alta concentração e solubilidade (RODRIGUES, 2008). Essa situação de dependência externa de insumos partilhada pelo Brasil, e por vários países, é bem delicada e já é motivo suficiente para a busca de novas alternativas.

Porém a grande oscilação de preços dos fertilizantes no mercado, o elevado custo de transporte e, de modo geral, a realidade do meio rural brasileiro, onde a maioria dos produtores possuem pequenas propriedades, nas quais se pratica a agricultura familiar e ainda não se aplica qualquer tipo de fertilizante, a busca de alternativas mais acessíveis e inteligentes para que o setor agropecuário siga crescendo é fundamental. Com isso as pesquisas vêm sendo impulsionadas em todo o mundo, abrindo novos caminhos e novas fontes de fertilizantes, a serem empregadas na agricultura, que vão atender à qualidade e à demanda alimentar e também à responsabilidade socioeconômica e ambiental (LAPIDO-LOUREIRO; RIBEIRO, 2009).

3.3 Rochagem

A técnica da rochagem é uma tecnologia que vem ganhando espaço no mercado e está sendo amplamente empregada para o fornecimento de nutrientes para os solos por meio de aplicação de rochas moídas. Esta é uma opção de baixo custo para diminuir e/ou substituir o elevado uso de fertilizantes químicos, diminuindo também os impactos ao meio ambiente causados pelos mesmos (RAMOS *et al.*, 2014).

Nos últimos anos houve um incentivo das pesquisas para estudar o potencial da utilização de rochas em âmbito nacional, onde vários tipos de rochas têm se mostrado promissoras no fornecimento de potássio, dentre outros nutrientes (RESENDE *et al.*, 2006). Segundo Silva *et al.* (2012), o pó de rocha pode representar uma grande opção aos fertilizantes químicos como fonte de nutrientes, principalmente se associado a materiais que proporcionam grande atividade biológica, como os estrumes animais ou produtos biológicos que influenciam na liberação de nutrientes para o solo, acelerando o processo de alteração dos minerais. De acordo com Melo *et al.* (2012), o pó de rocha pode ser utilizado como uma alternativa de fertilizante, também para a correção do solo, o que vai depender da composição e condições da rocha e solo, respectivamente, além do tamanho dos grãos do pó de rocha.

O uso do pó de rocha visa aumentar a fertilidade do solo, causando um enriquecimento mineral, proporcionando uma boa produtividade e maior sustentabilidade agrícola (PRATES *et al.*, 2012). Sendo assim, o pó obtido da britagem de rochas, pode ser aproveitado na agricultura em vez de ser descartado no final do processo. Com isso a junção do aproveitamento

desse resíduo de rocha e a sua utilização de forma natural traz grandes benefícios, como a diminuição de impactos causados pela lixiviação, melhorando as condições físico químicas do solo, promovendo vida e desenvolvimento de microrganismos benéficos, desde que não apresente contaminantes (EHLERS; ARRUDA, 2014).

O pó de rocha apresenta um grande potencial para ser utilizado como insumo agrícola, contendo elementos minerais importantes, como macronutrientes, principalmente fósforo e potássio (EHLERS; ARRUDA, 2014). A rochagem proporciona aumento nos teores de nutrientes no solo, apresentando um baixo custo para a agricultura (MELO *et al.*, 2012). As rochas contribuem muito para a fertilidade dos solos em função do predomínio de minerais, algumas com facilidade de intemperismo e ricas em cátions (REZENDE; PELÁ; PELÁ, 2013).

3.4 Processos para aumentar a eficiência da liberação de nutrientes do pó de rocha

Sabe-se que o pó de rocha apresenta uma liberação lenta dos nutrientes, portanto a velocidade de intemperismo, solubilidade e a disponibilização de nutrientes podem ser aceleradas através de mudanças físicas, aumentando a área de contato do mineral, realizando a moagem, mudanças químicas, como a acidulação dos minerais e também por processos térmicos, como relata Straaten (2006). Contudo, nem sempre estes processos são viáveis economicamente, devido ao alto gasto de energia, aos custos elevados com mão de obra ou às dificuldades técnicas para uma execução em grande escala.

No solo, a dissolução dos minerais é reforçada por um desequilíbrio entre a solução do solo e superfícies minerais por meio da remoção de íons por processos como a absorção de nutrientes pelas plantas e a lixiviação. A interferência da rizosfera e outras atividades biológicas podem aumentar a dissolução de minerais por meio da liberação de íons H^+ e da complexação realizada por compostos orgânicos que reagem com as superfícies dos minerais (KÄMPF; CURI; MARQUES, 2009).

A dissolução das partículas dos minerais ocorre especialmente em defeitos, rachaduras, trincas em suas superfícies e a abrangência dessas reações podem levar a procedimentos para controlar a liberação e disponibilização de nutrientes. Em muitos casos, é preciso interferir de algum modo nas taxas de intemperismo para acelerar a liberação dos nutrientes contidos nos minerais. Segundo Theodoro, Leonardos e Almeida (2010), a moagem é o primeiro passo para facilitar a disponibilização dos nutrientes, pois a diminuição do tamanho das partículas causa o aumento da área de ação dos agentes intempéricos (físicos, químicos e biológicos), aumentando a solubilidade mineral.

Alguns microrganismos do solo, como bactérias e fungos, também são alvos de pesquisas, devido ao potencial que oferecem no processo de solubilização das rochas e disponibilização dos nutrientes contidos nas mesmas. Essa interação com os microrganismos, como ocorre na fixação biológica realizada por bactérias e na micorrização feita pelos fungos, beneficia a obtenção de nutrientes pelas plantas. Nesse contexto, cita-se a exsudação de ácidos orgânicos, como por exemplo, oxálico, cítrico e salicílico, feita pelos fungos ectomicorrízicos, bactérias e pelas próprias plantas na região da rizosfera, que promove a liberação dos nutrientes da rede cristalina dos minerais (THEODORO; LEONARDOS; ALMEIDA, 2010).

Lopes-Assad *et al.* (2006), estudando a influência do fungo *Aspergillus niger* na solubilização dos agrominerais de rocha ultramáfica alcalina e flogopitito, com conteúdo de K_2O de 3,32% e 5,13%, respectivamente, constataram que, após 21 dias, o total solubilizado foi maior no tratamento do fungo com a rocha ultramáfica alcalina. Este fungo tem sido descrito como eficiente na solubilização de rochas fosfáticas, graças à produção de ácidos orgânicos que atacam diretamente a rocha. A influência mútua de fatores, como as características do pó de rocha (mineralogia, química, granulometria e solubilidade), atributos e propriedades do solo (pH, textura, conteúdo de matéria orgânica, presença de microrganismos, umidade) e características da cultura (espécie, ciclo da cultura, exigências nutricionais), entre outros fatores ambientais e de manejo, certamente influenciam os resultados agrônômicos do pó de rocha.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Araras no município de Bambuí, na região centro-oeste do Estado de Minas Gerais, no ano agrícola de 2019. O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico cambissólico, de textura argilosa. De acordo com a classificação de Köppen o clima da região é do tipo subtropical úmido, com temperatura média anual de 21,7 °C e precipitação pluviométrica média anual de 1272,1 mm (KOPPEN, 1948).

A área foi escolhida após avaliação do terreno mediante a facilidade de acesso ao local. Na área experimental é empregado o sistema de plantio direto há 8 anos e a cultura plantada anteriormente foi a soja.

Para a caracterização da fertilidade do solo, realizou-se a coleta de amostra de solo que foi encaminhada ao laboratório de fertilidade do IFMG *campus* Bambuí onde foi realizada a análise química completa (Tabela 1).

TABELA 1 - Análise química do solo da área experimental (camada 0-20 cm)

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+ Al	SB	t	T	V	m
H ₂ O	-----mg dm ⁻³ ----		-----cmol _c dm ⁻³ -----					-----%-----			
6,1	8,0	58,0	2,97	0,66	0,0	2,67	3,8	3,8	6,4	58,6	0,0
M.O	C.O	P (rem)	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S			
--dag kg ⁻¹ --		mg L ⁻¹	-----mg dm ⁻³ -----								
2,32	1,35	13,4	0,18	2,10	18,10	15,70	3,6	33,19			

P = fósforo (Extrator Mehlich), K = potássio, Ca = cálcio trocável, Mg = magnésio, Al = alumínio, H+Al = acidez potencial, SB = soma de bases, t = capacidade efetiva de troca de cátions, T = capacidade efetiva de troca de cátions a pH 7,0, V = saturação por bases, m = saturação por alumínio, M.O = matéria orgânica, C.O = carbônico orgânico, P (rem) = fósforo remanescente, B = boro disponível, Cu = cobre disponível, Fe = ferro disponível, Mn = manganês disponível, Zn = zinco disponível, S = enxofre.

4.2 Delineamento experimental

O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando vinte e oito unidades experimentais. Os tratamentos avaliados foram:

T1- Testemunha (controle)

T2- Adubação mineral (500 kg ha⁻¹ de 4:30:16 - plantio) e (400 kg ha⁻¹ de ureia - cobertura)

T3- Bioestimulante (26 L ha⁻¹)

T4- 3 t ha⁻¹ de Pó de Rocha

T5- 3 t ha⁻¹ de Pó de Rocha + Bioestimulante (26 L ha⁻¹)

T6- 5 t ha⁻¹ de Pó de Rocha

T7- 5 t ha⁻¹ de Pó de Rocha + Bioestimulante (26 L ha⁻¹)

Cada unidade experimental foi composta por cinco linhas de plantio com cinco metros de comprimento, com espaçamento entre linhas de cinquenta centímetros, totalizando 10 m² por parcela. Para avaliação foram utilizadas as três linhas centrais de cada unidade experimental descontado um metro em cada extremidade.

4.3 Características do híbrido utilizado

Na execução do experimento foi utilizado o híbrido comercial NS90 com a tecnologia PRO 2, pertencente à empresa de melhoramento NIDERA Sementes. As principais características agronômicas do híbrido utilizado, conforme dados da própria empresa são: Ótima sanidade geral; Qualidade de raiz e colmo; Ampla adaptação na safrinha; Alta produtividade; Ciclo: médio; Colmo: boa qualidade; Grão: semiduro, alaranjado; Colheita: 137 a 153 dias; População recomendada: Verão: 60 a 70 mil plantas ha⁻¹; Safrinha: 50 a 60 mil plantas ha⁻¹; Finalidade para Grãos e silagem.

4.4 Características do Pó de Rocha

O produto denominado Pó de Rocha (Rocha Ardosiana) é constituído por: Potássio (3,5% K₂O); Cálcio (2,78% CaO); Magnésio (2,14% MgO); Sílica (10% SiO₂); Arsênio (1,9 mg kg⁻¹); Cadmio (<0,2 mg kg⁻¹); Mercúrio (<0,2 mg kg⁻¹) e Chumbo (<0,2 mg kg⁻¹). Possui

uma granulometria de 100 mesh, alta solubilização e eficiência na lavoura e é um material rico em silício.

4.5 Características do Bioestimulante

No presente trabalho foi utilizada uma mistura dos bioestimulantes Bacsol e Bioax. O bioestimulante BacSol é um fertilizante orgânico 100% natural que tem em sua composição microrganismos benéficos ao solo e à planta. Este é um produto biológico que atua suprimindo patógenos, protegendo as raízes e acelerando a liberação de nutrientes retidos no solo e em partículas como fertilizantes e pó de rocha. Possui uma fórmula que permite a aplicação simplesmente misturando às sementes ou sendo associado à calda de pulverização. Sua composição é formada por N (5%), CTC ($600 \text{ mmol}_c \text{ kg}^{-1}$), carbono orgânico total (48%), C/N (9,6) e CTC/C (12). A recomendação é de 1 kg de Bacsol ha^{-1} , para culturas anuais.

O Bioax é um bioestimulante hormonal com alto teor de citoquininas indicado para aplicação no solo ou foliar. Sua composição é composta por N (2,29%), citoquininas (3000 ppm), giberelinas (15 ppm), auxinas (50 ppm). A recomendação é de 0,5 a 1 L ha^{-1}

4.6 Condução do experimento

A dessecação da área não foi necessária pois não havia nenhuma planta infestante, condição proporcionada pela palhada da soja que foi colhida no mesmo mês de plantio do milho.

O plantio do milho foi realizado no dia 24 de março de 2019 quando se abriram todas as linhas de plantio com auxílio de um implemento com enxadas sulcadoras acoplado ao trator, deixando os sulcos com cerca de 10 centímetros de profundidade. Nas parcelas com adubação mineral o adubo foi adicionado no fundo do sulco e coberto com 5 centímetros de terra. Em seguida as sementes foram dispostas na linha de plantio em todos os tratamentos, de forma que a população final de plantas fosse de 60.000 por hectare. A adubação recomendada foi baseada na análise de solo. No plantio aplicou-se 20 kg de nitrogênio, 150 kg de P_2O_5 e 80 kg de K_2O por hectare e na cobertura 180 kg de nitrogênio por hectare. O fertilizante utilizado no plantio foi o formulado 4:30:16 e na cobertura foi utilizada a ureia (45% N).

Após o plantio do milho foi distribuído o Pó de Rocha manualmente a lança nas parcelas, na quantidade ministrada para cada tratamento. O bioestimulante foi aplicado com

pulverizador costal de acordo com as parcelas em que incluíam esse tratamento no volume de calda de 2 litros por parcela.

Passados 11 dias após a semeadura foi realizado o replantio, a fim de deixar a população recomendada para o híbrido. Com aproximadamente 15 dias do plantio foi realizada a aplicação de inseticida de contato e ingestão do grupo químico Organofosforado (Klorpan[®] 480 EC) para o controle da cigarrinha do milho e lagarta rosca, aplicado com pulverizador costal na dosagem de 300 ml por hectare, sendo dividido em duas aplicações, metade no solo e a outra metade na planta.

Com 25 dias do plantio foi realizada mais uma aplicação de inseticida utilizando o Engeoplano[®] e Brilhante[®] BR na dosagem de 150 ml por hectare e 750 ml por hectare, respectivamente.

A adubação de cobertura na parcela com adubação química foi realizada no estágio V3 da planta, 30 dias após a semeadura, onde foram utilizadas 400 kg de ureia por hectare.

Com 38 dias após o plantio foi realizada a terceira aplicação de inseticida utilizando-se também o Engeoplano[®] e Brilhante[®] BR na dosagem de 150 ml por hectare e 250 ml por hectare, respectivamente.

Para o controle de plantas daninhas foi realizada uma capina manual 40 dias após o plantio.

A colheita do milho foi realizada 126 dias após a semeadura, quando os grãos apresentavam teor de umidade de 18%.

4.7 Precipitação pluviométrica

A precipitação pluviométrica foi quantificada durante todo o período de realização do experimento por meio de um pluviômetro instalado na área experimental. A precipitação pluviométrica total registrada durante o cultivo foi de 150 mm, uma quantidade insignificante para a cultura do milho (Tabela 2).

TABELA 2 - Precipitação pluviométrica durante o cultivo do milho safrinha

Data	Precipitação (mm)
24/03/2019 (Plantio do milho)	-
07/04/2019	10
18/04/2019	45
23/04/2019 (Adubação de cobertura)	-
29/04/2019	2
19/05/2019	60
22/05/2019	33
30/07/2019 (Colheita do milho)	-

4.8 Variáveis avaliadas

4.8.1 Antes da colheita

As variáveis avaliadas antes da colheita do milho safrinha (10 plantas por parcela) foram: a altura da planta (determinada com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, medindo-se do nível do solo à inserção da última folha) e a altura de inserção da espiga (considerada como a distância do nível do solo ao ponto de inserção da primeira espiga).

4.8.2 Pós colheita

Após a colheita do milho safrinha foram colhidas 10 espigas por parcela para a determinação do diâmetro (medido com o auxílio de um paquímetro digital) e o comprimento de espigas (determinado com o auxílio de uma trena, medindo-se as espigas longitudinalmente). Também foi avaliado o número de fileiras de grãos por espiga, o número de grãos por fileira e a produtividade.

Para o cálculo do peso de 1000 grãos foram utilizadas para cada unidade experimental oito repetições de 100 grãos provenientes de uma porção de grãos puros. Em seguida calculou-se a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos nas pesagens. O resultado da determinação foi calculado multiplicando-se por 10 o peso médio obtido das repetições de 100 sementes.

Em seguida foi determinada a umidade dos grãos utilizando um medidor de umidade portátil, modelo Agrologic® AL-102 ECO. As massas foram ajustadas para 13% de umidade e a produtividade por hectare estimada com base no peso dos grãos de 10 espigas e o número de plantas por hectare e expressa em quilos por hectare.

4.9 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito dos tratamentos sobre todas as variáveis avaliadas no cultivo do milho safrinha ($P < 0,05$) (Tabela 3).

TABELA 3 - Resumo da análise de variância para as características avaliadas na cultura do milho safrinha em função da aplicação de pó de rocha e bioestimulante

FV	AP	AIE	DE	CE	FE	GF	PROD
TRATAMENTOS	0,0166*	0,0093*	0,0036*	0,0002*	0,0404*	0,0019*	0,0001*
CV (%)	6,77	11,22	5,69	4,55	3,21	6,15	11,85
MEDIA	1,78	0,86	44,3	16,6	15,6	30,5	4311,0

*: Significado pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação. AP: altura de planta (m). AIE: altura de inserção da espiga (m). DE: diâmetro de espiga (mm). CE: comprimento da espiga (cm). FE: número de fileiras por espiga. GF: número de grãos por fileira. PROD: produtividade (kg ha^{-1}).

Em relação à altura das plantas de milho (AP) e à altura de inserção da espiga (AIE), as plantas de milho cultivadas no tratamento controle (sem adubação) e as que receberam somente a aplicação do bioestimulante apresentaram menor desenvolvimento em relação às demais (Tabela 4). Como esses tratamentos não forneceram nutrientes na quantidade adequada houve um comprometimento do desenvolvimento em altura pelas plantas de milho.

As espigas de milho com menor diâmetro foram observadas nos tratamentos com a aplicação do adubo mineral e no tratamento controle (Tabela 4). Para os demais tratamentos não houve diferença no diâmetro das espigas.

As espigas de milho com maior comprimento foram obtidas com a adição do pó de rocha associado ou não à aplicação de bioestimulante (Tabela 4). Já as espigas de milho com mais fileiras de grãos foram obtidas com a maior dose de pó de rocha (5 t ha^{-1}), independente da aplicação do bioestimulante (Tabela 4).

Em relação ao número de grãos por fileira, este foi maior quando se aplicou a maior dose de pó de rocha associada com o bioestimulante (5 t ha^{-1} de pó de rocha + bioestimulante), seguido dos tratamentos com a aplicação de 5 t ha^{-1} de pó de rocha, 3 t ha^{-1} de pó de rocha + bioestimulante e 3 t ha^{-1} de pó de rocha, os quais não diferiram entre si (Tabela 4).

TABELA 4 - Altura de planta (AP); altura de inserção da espiga (AIE); diâmetro da espiga (DE); comprimento da espiga (CE); número de fileiras por espiga (FE); e Número de grãos por fileira (GF) do milho safrinha em função da aplicação de pó de rocha e bioestimulante

TRATAMENTOS	AP (m)	AIE (m)	DE (mm)	CE (cm)	FE	GF
T1	1,59 b	0,67 b	42,24 b	14,97 b	15,27 b	27,1 c
T2	1,81 a	0,92 a	39,24 b	16,25 b	15,07 b	30,6 b
T3	1,66 b	0,78 b	43,93 a	15,52 b	15,45 b	28,8 c
T4	1,83 a	0,90 a	46,11 a	16,85 a	15,45 b	30,8 b
T5	1,91 a	0,93 a	45,77 a	17,05 a	15,55 b	31,3 b
T6	1,82 a	0,86 a	45,53 a	17,27 a	15,97 a	31,1 b
T7	1,85 a	0,92 a	47,07 a	18,05 a	16,27 a	34,0 a

Médias seguidas da mesma letra, para cada variável avaliada, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Os tratamentos que resultaram em menor produtividade pela cultura do milho foram o controle (sem adubação), com a aplicação de adubo mineral e com a aplicação somente do bioestimulante. Os demais tratamentos apresentaram maior produtividade, no entanto, não diferiram entre si (Tabela 5). Portanto, houve efeito da aplicação do pó rocha sobre a produtividade do milho safrinha, independente da aplicação do bioestimulante.

O resultado obtido no presente trabalho diverge do apresentado por outros autores. Alovisi *et al.* (2014) avaliaram a produtividade do milho em resposta à aplicação de pó de rocha e bioestimulante e não observaram efeitos dos produtos sobre a produtividade da cultura. Hanisch *et al.* (2013) também não verificaram aumento na produtividade do milho após três anos da aplicação do pó de basalto. Ferreira *et al.* (2009) constataram que o uso do pó de basalto de duas regiões não influenciou no teor de nutrientes na fitomassa e na produtividade de grãos de feijão. Resultado semelhante foi obtido por Silva *et al.* (2012) que não verificaram aumento na produtividade do feijão com o incremento de doses de pó de basalto.

Embora a produtividade do milho safrinha tenha sido superior nos tratamentos com a aplicação do pó de rocha associado ou não à aplicação do bioestimulante, a produtividade média apresentada pelos tratamentos foi muito inferior à média do estado de Minas Gerais. Segundo a CONAB (2019) o estado de Minas Gerais possui uma área plantada de 1.169,4 milhões de hectares de milho com uma produção de 7.534,2 milhões de toneladas e com uma produtividade média de 6,52 t ha⁻¹.

TABELA 5 - Produtividade do milho safrinha em função da aplicação de pó de rocha e bioestimulante

TRATAMENTOS	PRODUTIVIDADE (kg ha ⁻¹)
T1	3764,9 b
T2	3190,8 b
T3	3758,2 b
T4	5042,9 a
T5	5128,2 a
T6	4367,8 a
T7	4661,0 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O milho é uma planta muito exigente em água, as precipitações devem ser entre 250 mm até 5000 mm anuais para que se obtenha boas produtividades, pois seu consumo está em torno de 600 mm (MAGALHÃES; DURÃES, 2006). A precipitação pluviométrica registrada durante o cultivo do milho safrinha foi muito inferior ao necessário para manter as exigências mínimas da cultura (150 mm) (Tabela 2), o que possivelmente interferiu nos resultados do presente trabalho resultando em produtividade inferior à média estadual.

O fato da produtividade obtida com a aplicação da adubação mineral se assemelhar ao tratamento controle, evidencia que os nutrientes fornecidos via adubação não foram disponibilizados para a cultura. Como o plantio foi realizado tardiamente, no final do mês de março, período com grande restrição hídrica (Tabela 2), os nutrientes aplicados na adubação não foram absorvidos, o que comprometeu o desenvolvimento inicial das plantas de milho. O nitrogênio fornecido na adubação de cobertura possivelmente foi volatilizado, uma vez que a ureia ficou exposta no solo por uma semana até que ocorreu uma chuva irrisória (2 mm). Trabalhos conduzidos por diversos pesquisadores têm mostrado que o pico de perda de nitrogênio na forma de amônia pela ureia acontece entre os primeiros sete dias após a adubação (ADOTEY *et al.*, 2017; CANCELLIER *et al.*, 2016; CHAGAS *et al.*, 2016; DOMINGHETTI *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2017; SANTOS, 2018).

A maior produtividade apresentada pelos tratamentos com a aplicação do pó de rocha pode estar associada à retenção de água pelo insumo, o que restringiu a deficiência hídrica nas parcelas com adição do produto, do que ao fornecimento direto de nutrientes, uma vez que sem

disponibilidade de água no solo os nutrientes liberados pelo pó de rocha também não seriam absorvidos pelas raízes. O pó de rocha tem uma boa capacidade de armazenamento de umidade o que o torna bastante higroscópico. Talvez essa característica tenha sido importante para suprir a demanda de água das plantas de milho por meio do armazenamento dos 150 mm de chuva registrados no período e disponibilização dessa reserva hídrica de forma mais uniforme para a cultura, resultando em maior produtividade, afinal a água é o fator mais limitante para a produção agrícola.

Deve-se considerar que pós de rocha são lentamente decompostos (HARLEY e GILKES, 2000) e que o ciclo da cultura do milho é curto. Assim, possivelmente a maior produtividade apresentada pelos tratamentos com adição do pó de rocha não está condicionada à liberação de nutrientes presentes no produto.

Portanto, novas pesquisas devem ser desenvolvidas com o uso do pó de rocha associado à aplicação de bioestimulantes, sem a interferência da restrição hídrica, para que se possa atestar sobre a eficiência do produto na liberação dos nutrientes necessários para a manutenção da produção da cultura. Assim, será possível obter conclusões seguras sobre a eficiência do uso do pó de rocha para a adubação da cultura.

6 CONCLUSÃO

Nas condições em que o presente trabalho foi realizado pode-se concluir que o uso do pó de rocha, independentemente da aplicação de bioestimulante, interferiu no desenvolvimento vegetativo do milho safrinha proporcionando maior produtividade. No entanto, novas pesquisas devem ser desenvolvidas com o uso do pó de rocha associado à aplicação de bioestimulantes, sem a interferência da restrição hídrica, para que se possa atestar sobre a eficiência do produto na liberação dos nutrientes necessários para a manutenção da produção da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADOTEY, N. *et al.* Ammonia Volatilization of Zinc Sulfate-Coated and NBPT-Treated Urea Fertilizers. **Soil Fertility & Crop Nutrition**, v. 109, p. 2918-2926, 2017.
- ALOVISI, A. M. T. *et al.* Produtividade do milho em resposta a utilização de pós de rochas. In: ENCONTRO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO, 8. 2014. **Anais**. Cidade Universitária de Dourados: UFGD, p. 10.
- BAKKEN, A. K.; GAUTNEB, H.; MYHR, K. available potassium in rocks and tailing with biotite, nepheline and K-feldspar as K-bearing minerals. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science**, v. 47, n. 3, p. 129 - 134, 01 out 1997.
- BUSATO, C.; BUSATO, C. C. M. Crescimento inicial da cultura do milho em cultivo consorciado. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 307-316, 2011.
- CANCELLIER, E. L. *et al.* Ammonia volatilization from enhanced-efficiency urea on no-till maize in brazilian cerrado with improved soil fertility. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 40, n.2 40, p. 133-144, Mar./Apr. 2016. ISSN 1981-1829
- CHAGAS, W. F. T. *et al.* Ammonia volatilization from blends with stabilized and controlled-released urea in the coffee system. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 40, n. 5, p. 497-509, Sept/Oct. 2016. ISSN 1981-1829
- COELHO, A. M. *et al.* *Árvore do conhecimento Milho: Exigências Nutricionais da Planta*. **Agitec**: Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2011. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_46_168200511159.html>. Acesso em: 16 abr 2019.
- COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. **Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação**. 2ª. ed. Piracicaba: Potafos, 1995. 25 p. (Arquivo do Agrônomo - Nº 2).
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: 11º Levantamento - safra 2018/2019**. Brasília: CONAB, v. 6, 2019. 104 p. ISBN 2318-6852. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 17 set 2019.
- DOMINGHETTI, A. W. *et al.* Nitrogen loss by volatilization of nitrogen fertilizers applied to coffee orchard. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 40, n. 2, p. 1-11, Mar./Apr. 2016. ISSN 1981-1829
- EHLERS, T.; ARRUDA, F. S. O. G. Utilização do Pó de Basalto em Substratos para Mudanças de *Eucalyptus grandis*. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 1, p. 37 - 44, jan/mar 2014. ISSN 2179-8087.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Rochagem promete melhorar a fertilidade dos solos. **Casa do produtor rural - ESALQ/USP**, 24 mar 2017. Disponível em: <www.esalq.usp.br/cprural/noticias/mostra/4449/rochagem-promete-melhorar-a-fertilidade-dos-solos.html>. Acesso em: 27 abr 2019.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p. ISBN 8585-3475-70.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov/dez 2011. ISSN 1413-7054.

FERREIRA, E.R.N.C.; ALMEIDA, J.A.; MAFRA, A.L. Pó de basalto, desenvolvimento e nutrição do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e propriedades químicas de um Cambissolo Húmico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.8, n.2, p.111-121, 2009.

HANISCH, A, L., *et al.* Efeito de pó de basalto no solo e em culturas anuais durante quatro safras, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.3, n.2, p.100-107, 2013.

HARLEY, A. D.; GILKES, R.J. Factors influencing the release of plant nutrient elements from silicate rock powders: A geochemical overview. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 56, p. 11-36, 2000.

KÄMPF, N.; CURI, N.; MARQUES, J. J. Intemperismo e ocorrência de minerais no ambiente do solo. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (Ed.). **Química e mineralogia do solo: conceitos básicos**. Viçosa: SBCS, v. 1, 2009. Cap. V, p. 333-379.

KOPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 479 p.

LAPIDO-LOUREIRO, F. E. V.; RIBEIRO, R. C. C. Fertilização natural: rochagem, agricultura orgânica e plantio direto: breve síntese conceitual. In: LAPIDO-LOUREIRO, F. E.; MELAMED, R.; FIGUEIREDO NETO, J. (Ed.) **Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: CETEM/Petrobrás, 2009. p. 149-172.

LEONARDOS, O. H.; FYFE, W. S.; KRONBERG, B. I. The use of ground rocks in laterite systems: An improvement to the use of conventional soluble fertilizers? **Chemical Geology**, v. 60, n. 1-4, p. 361-370, 10 mar 1987.

LOPES-ASSAD, L. *et al.* Solubilização de pó-de-rocha por *aspergillus niger*. **Espaço & Geografia**, v. 9, n. 1, p. 1 - 17, 2006. ISSN 1516-9375.

MADELEY, P. H. C. **Soil Remineralisation**. 1999. 48f. Dissertação (Bacharel em Ciências em Gestão Ambiental) - Manchester Metropolitan University. Manchester. 1999.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da Produção de Milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2006. 10 p. ISSN 1679-1150. (Circular Técnica, 76).

MAGALHÃES, P. C. *et al.* **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2002. 65 p. ISSN 1679-1150. (Circular Técnica, 22).

MELO, F. V. *et al.* Doses de basalto moído nas propriedades químicas de um Latossolo Amarelo distrófico da savana de Roraima. **ACTA Amazônica**, v. 42, n. 4, p. 471 - 476, 2012. ISSN 0044-5967.

PEIXOTO, C. D. M. O milho no Brasil, sua importância e evolução. **Pioneer**, p. 1, fev 2014. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/media-center/artigos/165/o-milho-no-brasil-sua-importancia-e-evolucao>>. Acesso em: 05 abr 2019.

PEREIRA FILHO, I. A. Cultivo do Milho. **Embrapa Milho e Sorgo: Sistema de Produção**, Brasília, n. 9, p. 1, nov 2015. ISSN 1679-012X. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8>. Acesso em: 10 abr 2019.

PRATES, S. B. F. *et al.* Crescimento de mudas de pinhão-manso em resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha. **Revista Ciência Agronômica**, v. 432, p. 1 - 7, 2012. ISSN 1806-6690.

RAMOS, G. C. *et al.* Caracterização de rocha vulcânica ácida para aplicação em rochagem. **Comunicações Geológicas**, Porto, n. 101, p. 1161-1164, 2014. (Edição especial III).

RESENDE, V. Á. *et al.* Suprimento de potássio e pesquisa de uso de rochas “in natura” na agricultura Brasileira. **Espaço & Geografia**, v. 9, n. 1, p. 19 - 42, 2006. ISSN 1516-9375.

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO. **LVIII Reunião Técnica Anual de Milho e XLI Reunião Técnica Anual de Sorgo**: indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul safras 2013/2014 e 2014/2015. Editores técnicos, Beatriz Marti Emygdio, Ana Paula Schneid Afonso. Brasília: EMBRAPA, v. 58, 2013. 124 p. ISBN 978-85-7035-225-5.

REZENDE, P. T.; PELÁ, A.; PELÁ, M. G. Uso de Pó de Basalto como Alternativa na Adubação da Cultura da Alfaca. **Revista Processos Químicos**, v. 7, n. 13, p. 67-72, 2013. ISSN 1981-8521.

RODRIGUES, A. F. S. AGRONEGÓCIO E MINERALNEGÓCIO: Relações de Dependência e Sustentabilidade. In: _____ **Informe mineral**: desenvolvimento e economia. Brasília: DIDEM, v. 6, 2008. Cap. IV, p. 28 - 47.

SANTOS, C. F. **Volatilização de amônia da ureia tratada com inibidores da urease associados a polímero orgânico**. 2018. 57f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo/Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2018.

SILVA, A. C. A. **Efeito do silício aplicado no solo e em pulverização foliar na incidência da lagarta do cartucho na cultura do milho**. 2009. 67f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Proteção de plantas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu. Botucatu. 2009.

SILVA, D. A. *et al.* Avaliação dos efeitos da aplicação de basalto moído na fertilidade do solo e nutrição de *Eucalyptus benthamii*. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 69 - 76, jan/mar 2012. ISSN 1982-4688.

SILVA, A.; ALMEIDA, J.A.; SCHMITT, C.; AMARANTE, C.V.T. Fertilidade do solo e desenvolvimento de feijão comum em resposta adubação com pó de basalto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.7, n.4, p.548-554, 2012.

SOUZA, T. L. *et al.* Ammonia and carbon dioxide emissions by stabilized conventional nitrogen fertilizers and controlled release in corn crop. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 41, n. 5, p. 494-510, Sept./Oct. 2017.

STRAATEN, P. V. Farming with rocks and minerals: challenges and opportunities. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 4, p. 731-747, dez 2006. ISSN 1678-2690.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 4, p. 721-730, Jan/Dez 2006. ISSN 1678-2690.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H.; ALMEIDA, E. Mecanismos para disponibilização de nutrientes minerais a partir de processos biológicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 1., 2010, BRASÍLIA. **Anais**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2010. p. 173 – 181.