

Desempenho Agronômico de Cultivares de Soja Precoce em Função de Doses de Pós-de-Ametista

Agronomic Performance of Early Soybean Cultivars in the Function of Doses of Amethyst Powder

Karen Annie Dias de Moraes^a; Alan Mario Zuffo^{*b}; Jorge González Aguilera^b; Francisco Mendes de Oliveira Neto^a; Elicia Lidiane Santos da Silva^a; Rafael Felipe Ratke^b

^aUniversidade Federal de Mato Grosso do Sul, MS, Brasil.

^bUniversidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Agronomia, MS, Brasil.

*E-mail: alan_zuffo@hotmail.com

Resumo

A incorporação de pó-de-ametista no solo pode promover a remineralização e incrementar a produtividade da cultura da soja. Portanto, o objetivo com o presente trabalho foi avaliar o desempenho e as características agronômicas de cultivares de soja precoce após a aplicação superficial de pó-de-ametista no solo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, disposto em esquema fatorial 2×4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas cultivares de soja (Brasmax Foco IPRO e Brasmax Desafio IPRO) e quatro doses de pó de rocha [0 (controle), 3, 6 e 9 t ha⁻¹], cuja fonte é resíduo de uma mineradora de pedra ametista. Na colheita foram determinados: a altura das plantas, a inserção do primeiro legume, o número de legumes, o número de grãos por legume, a massa de mil grãos, produtividade de grãos e o teor de proteína dos grãos. A aplicação de pó-de-ametista resultou em aumento no número de legumes por plantas, todavia, não alterou a produtividade de grãos, independentemente das doses.

Palavras-chave: *Glycine max* L. Merrill. Pó-de-Rocha. Remineração.

Abstract

The incorporation of amethyst powder in the soil can promote remineralization and increase the productivity of the soybean crop. Therefore, the objective of the present work was to evaluate the performance of the agronomic characteristics of early soybean cultivars after the surface application of amethyst powder in the soil. The experimental design was a randomized complete block design, arranged in a 2×4 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of two soybean cultivars (Brasmax foco IPRO and Brasmax Desafio IPRO) and four doses of rock dust [0 (control), 3, 6 and 9 t ha⁻¹], whose source is the residue of an amethyst stone miner. At harvest, the height of the plants, the insertion of the first legume, the number of legume, the number of grains per legume, the mass of one thousand grains, the grain yield were determined and the protein content of the grains. The application of amethyst powder resulted in an increase in the number of vegetables per plant, however, it did not alter the grain yield, regardless of the doses.

Keywords: *Glycine max* L. Merrill. Rock Dust. Remineralization.

1 Introdução

A soja é uma oleaginosa de grande importância econômica no mercado mundial. O Brasil é o 2º maior produtor de soja do mundo e o maior da América Latina. No Brasil, a área ocupada pela leguminosa na safra 2018/2019 foi de aproximadamente 36 milhões de hectares e, o Estado do Mato Grosso do Sul responde por aproximadamente 8% da cultivada com soja (CONAB, 2019). Está leguminosa é dependente de uma boa nutrição do solo para que alcance altos tetos produtivos, que geralmente é realizada por meio de adubação química. Como alternativa tem sido estudado a rochagem (*rock for crops*), que se configura como a incorporação das rochas moídas no solo (SANTOS *et al.*, 2016).

A rochagem tem como objetivo a remineralização dos solos, por meio da adição de macro e micronutrientes presentes nos resíduos de rochas nas áreas agrícolas (MELO *et al.*, 2012; THEODORO *et al.*, 2012; AGUIAR, 2013) e, conseqüentemente, promove melhorias nas características químicas do solo. Entre as rochas disponíveis para o emprego na agricultura está a ametista. Santos *et al.* (2016) verificaram

que o pó-de-ametista tem elevados teores de cálcio, de magnésio, de fósforo e de potássio; e, que esses resíduos podem contribuir com a adubação dos solos, principalmente, em áreas ricas em matéria orgânica em função da contribuição das substâncias húmicas na solubilidade e disponibilidade de alguns nutrientes.

Outro fator importante, para o acréscimo da produtividade da soja é a escolha da cultivar a ser implantada. Atualmente, as cultivares mais cultivadas no Brasil são de ciclo precoce e de hábito crescimento indeterminado, tais características apresentam plasticidade e permitem o cultivo de outra cultura na segunda safra, a exemplo, o cultivo em sucessão com a cultura do milho (ZUFFO *et al.*, 2018). Assim, há tendência do uso de cultivares com essas características. Dessa forma, apesar do ciclo menor, a demanda nutricional é essencial para o desenvolvimento.

No Brasil, com o avanço do cultivo e a maior utilização do solo traz a necessidade do uso de novas ferramentas para minimizar os impactos causados pelo setor produtivo. Ao mesmo tempo, é necessário fazer uma agricultura mais

sustentável com menores gastos de insumos químicos e aproveitamento de resíduos que sobram das indústrias de mineração. Haja vista, segundo Korchagin *et al.* (2019), que grandes quantidades de resíduos de pedra de ametista são acumuladas ao lado de diferentes minas exploradoras no Sul do Brasil e, se tornando uma questão ambiental insustentável.

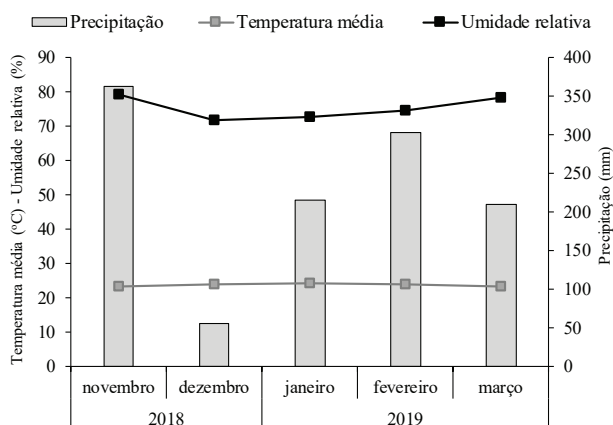
Portanto, percebe-se que é de fundamental relevância elucidar assuntos dessa temática, envolvendo cultivares precoces e o pó-de-ametista. Cabe salientar, que o uso do pó-de-ametista pode ser uma alternativa ou complementação ao uso de fertilizantes solúveis e como opção na recuperação de solos degradados e permitir que os agricultores mantenham um solo saudável e produtivo para as culturas sem degradar o agroecossistema (SANTOS *et al.*, 2016). Portanto, o objetivo do estudo foi avaliar o desempenho e as características agronômicas de cultivares de soja precoce após a aplicação superficial de pó-de-ametista no solo.

2 Material e Métodos

O experimento foi realizado em área experimental na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS, Chapadão do Sul, MS (18°46'17,9 de latitude Sul; 52°37'25,0" de longitude Oeste e altitude média de 810 m), na safra 2018/2019. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (Aw), com verão chuvoso e inverno seco, com precipitação, temperatura média e umidade relativa anual de 1.261 mm, 23,97 °C, 64,23%, respectivamente. Os dados de precipitação durante a condução

dos experimentos são mostrados na Figura 1.

Figura 1 - Médias mensais da temperatura, umidade relativa do ar e, o acúmulo da precipitação pluvial, ocorridas em Chapadão do Sul-MS na safra 2018/19, durante o ciclo da soja



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho baseado no Sistema Brasileiro de Classificação do solo (SANTOS *et al.*, 2018). Antes de iniciar o experimento, o solo foi amostrado na camada 0-0,20 m e as principais propriedades químicas são apresentadas no Quadro 1. O solo da área experimental apresentou textura média, contendo 490 g kg⁻¹ de argila, 460 g kg⁻¹ de areia e 50 g kg⁻¹ de silte, conforme análise granulométrica realizada na amostra de solo (TEIXEIRA *et al.*, 2017).

Quadro 1 - Principais propriedades químicas do solo utilizado no experimento.

pH CaCl ₂	MO	P _{Mehlich-1}	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	CTC	V
	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	cmol dm ⁻³						%
4,3	22,8	12,8	5,7	0,37	2,20	0,40	0,27	8,6	33,5

MO: Matéria orgânica. CTC: Capacidade de troca de cátions à pH 7,0. V: Saturação por bases.

Fonte: Dados da pesquisa.

A correção da acidez do solo foi realizada com a aplicação superficial de 2,5 t ha⁻¹ de calcário (CaO: 29%; MgO: 20%; PRNT: 90,1%; PN: 101,5%), visando elevar a saturação por base do solo a 60%. A calagem foi realizada 60 dias antes da implantação do experimento. A semeadura da soja foi realizada no dia 13 de novembro de 2018, mecanicamente distribuindo-se 13 sementes por metro, com espaçamento de 0,45 m. A adubação de base foi constituída de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, cuja fonte foi o superfosfato simples. A adubação de cobertura foi 100 kg ha⁻¹ de K₂O, cuja fonte foi o cloreto de potássio aos 40 dias após a emergência (DAE). Aos 40 DAE se realizou a aplicação de adubação foliar dos produtos Actilase ZM (Zn 50,22 g L⁻¹; S 41,65 g L⁻¹; Mn 30,01 g L⁻¹) e Racine (Mo 108,75 g L⁻¹; Co 10,88 g L⁻¹; Carbono total 123,25 g L⁻¹), nas doses de 1 L ha⁻¹ e 120 mL por ha⁻¹, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, disposto em esquema fatorial 2×4, com três

repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas cultivares de soja (Brasmax foco IPRO - hábito de crescimento indeterminado, ciclo médio de 109 dias, grupo de maturação relativa 7,2 e Brasmax desafio IPRO - hábito de crescimento indeterminado, ciclo médio de 113 dias, grupo de maturação relativa 7,4), e quatro doses de pó de rocha [0 (controle), 3, 6 e 9 t ha⁻¹], cuja fonte é resíduo de uma mineradora de pedra ametista no Rio Grande do Sul. Para compor essas doses foi utilizada a mistura de granulado (4,80 mm a 1,00 mm) e fino (> 0,84 mm) na proporção 3:1. Esta mistura ficou denominada nesta pesquisa como pó de rocha. A mistura de grânulos da rocha foi fragmentada com martelo, moída em moinho de bola de aço inox e esmagadas em gral de porcelana até que o pó apresentasse diâmetro de partícula inferior a 0,042 mm. Posteriormente, amostras da mistura granulada moídas com massa de 1000 g foram homogeneizadas e reduzidas por quarteação até obter uma quantidade de aproximadamente

250 g para a análise química. As amostras foram submetidas a análises químicas, seguindo o manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2014). Os teores totais dos principais elementos químicos no pó de rocha estão descritos no Quadro 2.

Quadro 2 - Principais atributos químicos do pó-de-ametista utilizado no experimento

Elementos Químicos	%
Silício (SiO ₂)	48,80
Alumínio (Al ₂ O ₃)	14,64
Ferro (Fe ₂ O ₃)	16,85
Cálcio (CaO)	8,48
Titânio (TiO ₂)	3,64
Magnésio (MgO)	4,28
Potássio (K ₂ O)	2,10
Fósforo (P ₂ O ₅)	0,74
Manganês (MnO)	0,23

Fonte: Dados da pesquisa.

Cada parcela experimental foi constituída de 4 linhas de 3 m de comprimento com 1,80 m de largura, sendo que para as avaliações foram desconsideradas as duas linhas laterais e, 0,50 m em cada extremidade, a área útil da parcela foi de 1,80 m². Durante o desenvolvimento das plantas, foi realizado o manejo de plantas daninhas, pragas e doenças.

Para o manejo das plantas daninhas na cultura da soja foi aplicado os herbicidas glifosato, com o uso do produto comercial Roundup Ready[®] (480 e.a. g/L), na dose de 2L/ha, e o herbicida haloxifope-p-metilico (120 e.a. g/L) na dose de 0,5 litros do produto comercial Verdict R[®] por hectare em pós-emergentes em dessecação pré-semeadura (10 dias antes da semeadura) e em pós-emergentes (30 dias após a semeadura).

No controle de doenças, foram realizadas aplicações preventivas de fungicidas após o estágio R₂ (pleno florescimento) em intervalos de 15 dias, totalizando três aplicações de fungicidas. Os fungicidas utilizados foram mancozeb (750 g/kg) do produto comercial Mancozeb Nortox[®], na dose de 3 kg/ha, piraclostrobina (100 g/L) + benzovindiflupir (50 g/L) na dose de 0,9 litros do produto comercial Verssarya[®] por hectare e azoxistrobina (200 g/L) + ciproconazol (80 g/L) na dose de 300 mL de produto comercial

Priori Xtra[®] por hectare, com volume de cada de 200 L/ha.

O controle de pragas foi realizado, quando necessário, com a utilização do inseticida imidacloprido (100 g/L) + beta-ciflutrina (12,5 g/L), na dose de 1 L/ha do produto comercial Connect[®], cujo volume de calda foi de 200 L/ha e os inseticidas de contato cipermetrina (250 g/L) do produto comercial Cipermetrina Nortox[®] 250 EC e clorpirifós (480 g/L) do produto comercial Lorsban[®] 480 BR na dosagem de 120 e 250 mL/ha, respectivamente.

Por ocasião da colheita, foram obtidas em cinco plantas por parcela, as seguintes variáveis: 1) altura das plantas (cm) - determinada da superfície do solo até à inserção da última folha com auxílio de uma régua milimetrada; 2) inserção do primeiro legume (cm) - determinada da superfície do solo até a inserção do primeiro legume; 3) número de legumes e número de grãos por legume (unidade) - por meio da contagem manual; 4) massa de mil grãos (g) - de acordo com a metodologia descrita em Brasil (2009); 5) produtividade de grãos (kg ha⁻¹) - foi colhida a área útil (1,8 m²), padronizada para umidade dos grãos de 13% e, 6) o teor de proteína bruta pelo método de Kjeldahl, conforme Detmann *et al.* (2012).

Os dados experimentais foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e, quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste F, em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar[®] versão 5.3 para Windows (Software de Análises Estatísticas, UFLA, Lavras, MG, BRA). Para as doses de pó-de-ametista foram utilizadas a análise de regressão e as equações significativas com os maiores coeficientes de determinação (teste F, p < 0,05) foram ajustadas. As análises de regressão foram realizadas usando o software SigmaPlot 11.0 para Windows (Systat Software, Inc., San José, CA, EUA).

3 Resultados e Discussão

Os resultados da análise de variância não mostraram efeitos significativos (p>0,05) para as interações doses de pó-de-ametista e as cultivares (C×D) para nenhuma das características avaliadas (Quadro 3). Portanto, os resultados são apresentados separadamente para as fontes de variação. A ausência das interações entre os fatores estudados indica que as doses de pó-de-ametista apresentam resposta coincidentes nas cultivares de soja.

Quadro 3 - Análise de variância das características agrônômicas obtidas no ensaio com doses de aplicação de pó-de-ametista em duas cultivares de soja precoce na safra 2018/2019. Chapadão do Sul, MS, Brasil

Fontes de variação	AP	IPL	NLP	NGL	MMG	PROD	TPG
Teste F	Probabilidade > F ¹						
Cultivar (C)	<0,01	0,168	<0,01	0,465	<0,01	<0,01	0,084
Dose (D)	0,715	0,704	<0,01	<0,01	0,658	0,713	0,323
Interação (C × D)	0,973	0,593	0,297	0,101	0,442	0,133	0,372
CV (%)	4,13	9,30	9,03	4,21	9,85	12,09	3,54

¹ Teste F de Fisher-Snedecor. CV: coeficiente de variação. AP: altura de plantas. IPL: inserção do primeiro legume. NLP: número de legumes por planta. NGL: número de grãos/legume. MMG: massa de mil grãos. PROD: produtividade dos grãos. TPG: teor de proteína no grão.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados reportaram efeitos significativos entre as cultivares de soja para as variáveis: altura de plantas, número de legume por planta, massa de mil grãos e produtividade dos grãos, sendo que com exceção da altura de plantas os maiores valores foram observados na cultivar de soja Brasmex Desafio IPRO (Quadro 4). Esses resultados corroboram com os obtidos

por Zuffo *et al.* (2018), os quais verificaram que as cultivares de soja apresentaram diferenças em relação aos componentes de produção. Estas variações estão relacionadas às diferenças no potencial genético e outras características intrínsecas de cada cultivar (FELISBERTO *et al.*, 2015; SOARES *et al.*, 2015).

Quadro 4 - Valores médios da altura e das características agrônômicas obtidas no ensaio com doses de aplicação de pó-de-ametista em duas cultivares de soja precoce na safra 2018/2019. Chapadão do Sul, MS, Brasil

Cultivar	AP	IPL	NLP	NGL	MMG	PROD	TPG
	----- (cm) -----		---- (unidade) ----		(g)	(kg/ha)	%
Brasmex foco IPRO	82,64 a	13,45 a	44,85 b	2,42 a	127,46 b	3526 b	40,08 a
Brasmex desafio IPRO	69,66 b	12,73 a	55,43 a	2,39 a	151,60 a	4623 a	41,71 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não têm diferença estatística significativa, de acordo com o teste F. AP: altura de plantas. IPL: inserção do primeiro legume. NLP: número de legumes por planta. NGL: número de grãos/legume. MMG: massa de mil grãos. PROD: produtividade dos grãos. TPG: teor de proteína no grão.

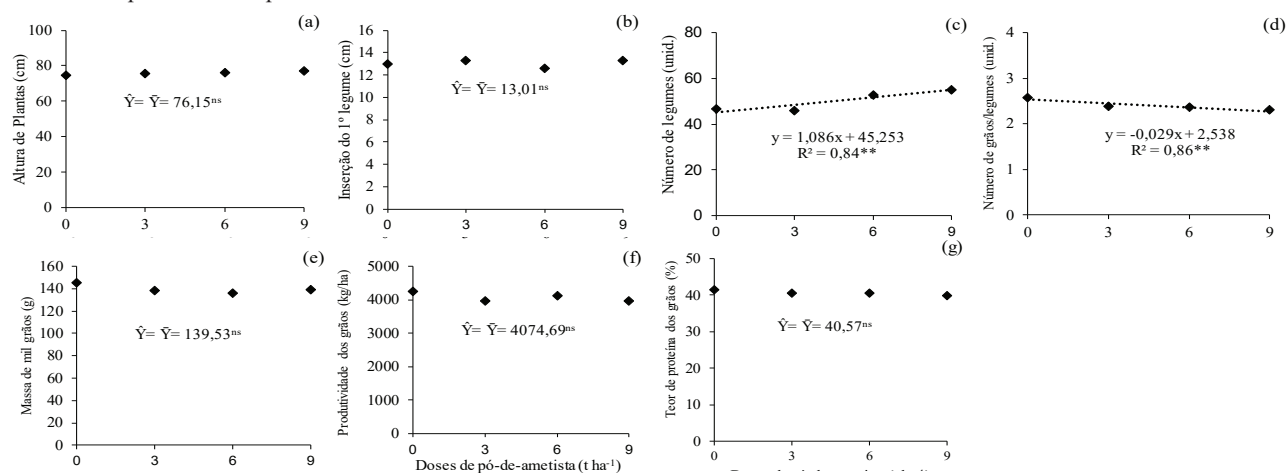
Fonte: Dados da pesquisa.

De modo geral, as cultivares apresentaram caracteres agrônômicos satisfatórios (Quadro 4). Para a produção de grãos, observou-se que todas as cultivares apresentaram desempenho produtivo acima da produtividade média para a cultura no Estado de Mato Grosso do Sul – 2960 kg ha⁻¹ alcançados na safra 2018/2019 (CONAB, 2019). Com destaque, para a cultivar Brasmex Desafio IPRO, que apresentou produtividade de grãos de 4623 kg ha⁻¹. Cabe ressaltar, que entre as cultivares avaliadas, a Brasmex Desafio IPRO apresenta o maior ciclo (Grupo de maturidade relativa 7,4). Todavia, em relação aos teores de proteínas nos grãos os valores médios variaram entre 40-42% (Quadro 4), esses

níveis são incompatíveis com o padrão exigido pelo mercado internacional (46 a 47%) (SEDIYAMA, 2016).

Quanto às características agrônômicas da soja em função das doses pó-de-ametista, percebe-se que não houve diferença nas características agrônômicas: altura de plantas (2a), inserção do primeiro legume (2b), massa de mil grãos (2e), produtividade dos grãos (2f) e teor de proteína dos grãos (2g). Para as demais variáveis houve efeito significativo (Figura 2). Esses resultados foram semelhantes aos observados por Hanisch *et al.* (2013) e Silva *et al.* (2012), os quais verificaram que o pó-de-basalto não incrementou a produtividade de grãos de soja e feijão, respectivamente.

Figura 2 - Valores médios da altura de plantas (a), inserção do primeiro legume (b), número de legumes (c), número de grãos por legumes (d), massa de mil grãos (e), produtividade dos grãos (f), e teor de proteína no grão (g), obtidas no ensaio com doses de aplicação de pó de rocha em duas cultivares de soja precoce na safra 2018/2019. Chapadão do Sul, MS, Brasil. ** e *: significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.



Fonte: Dados da pesquisa.

A ausência do efeito da aplicação de pó-de-ametista na maioria das características agrônômicas da soja pode estar atribuída ao fato da liberação dos nutrientes químicos, que constituem o material (Quadro 2) serem lentos. Segundo Duarte (2010), após a adição de pó-de-rocha ao solo, o

intemperismo químico irá decompor lentamente, podendo liberar de forma gradual os elementos químicos.

Em relação ao número de legumes (Figura 2c) e número de grãos por legumes (Figura 2d), verificou-se que houve comportamento linear das médias na forma crescente e

decrecente, respectivamente, ou seja, embora as doses de pó-de-ametista proporcionaram o aumento no número de legumes, reduziram o número de grão por legume. Este fato pode estar relacionado ao incrementar o número de legumes, há maior quantidade de drenos para a planta repartir os fotoassimilados, assim, uma forma de reduzir os drenos é produzir menos grãos por legume. Portanto, evidencia-se um efeito compensatório, não alterando a produtividade dos grãos de soja.

4 Conclusão

A aplicação de pó-de-ametista resultou em aumento no número de legumes por plantas, todavia, não alterou a produtividade e o teor de proteínas dos grãos, independentemente das doses.

Agradecimentos

Os autores expressam seus agradecimentos a Fundação Agrisus (Projeto Nº: 2530/18) pela concessão de recursos financeiros, a Fundação Chapadão e a Universidade Federal do Mato Grosso do Sul pelo apoio logístico.

Referências

AGUIAR, A.P. *Uso do resíduo da mineralização de esmeraldas da Província Esmeraldífera de Nova Era em solo agrícola*. Belo Horizonte: UFMG, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: MAPA, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos*. Brasília: MAPA, 2014.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento, agosto 2019. Brasília: Conab, 2019. 107p.

DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; CABRAL, L.S. Avaliação do nitrogênio total (proteína bruta) pelo método de Kjeldahl. In: DETMANN, E. *et al. Métodos para análise de alimentos - INCT - Ciência Animal*. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. p.51-68.

DUARTE, W.M. *Potencial das rochas flogopitito, granito e*

sienito na disponibilização de potássio em solos. Lages: Centro de Ciências Agroveterinárias, 2010.

FELISBERTO, G. *et al.* Agronomic performance of RR soybean cultivars using different pre-sowing desiccation periods and distinct post-emergence herbicides. *Afr. J. Agric. Res.*, v.10, n.34, p.3445-3452, 2015. doi: 10.5897/AJAR2015.9853

HANISCH, A. L. *et al.* Efeito de pó de basalto no solo e em culturas anuais durante quatro safras, em sistema de plantio direto. *Rev. Bras. Agropecu. Sustent.*, v.3, n.2, p.100-107, 2013.

KORCHAGIN, J.; CANER, L.; BORTOLUZZI, E. C. Variability of amethyst mining waste: A mineralogical and geochemical approach to evaluate the potential use in agriculture. *J. Clean. Prod.*, n.210, p.749-758, 2019. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.11.039

MELO, V. F. *et al.* Doses de basalto moído nas propriedades químicas de um Latossolo Amarelo distrófico da savana de Roraima. *Acta Amazon.*, v.42, n.4, p.471-476, 2012. doi: 10.1590/s0044-59672012000400004

SANTOS, E.P.; FIOREZE, M.; BENATTI, M.E. Composição química e potencialidade do uso de resíduo de extração de pedra ametista como fertilizante agrícola. *Rev. Eletr. Gest. Educ. Tecnol. Amb.*, v.20, n.1, p.515-523, 2016. doi: 10.5902/2236117019705

SANTOS, H.G. *et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2018.

SEDIYAMA, T. *Produtividade da soja*. Londrina: Mecenas, 1 ed., 2016. 310p.

SILVA, A. da. *et al.* Fertilidade do solo e desenvolvimento de feijão comum em resposta adubação com pó de basalto. *Rev. Bras. Ciênc. Agrár.*, v.7, n.4, p.548-554, 2012. doi: 10.5039/agraria.v7i4a1491

SOARES, I. O. *et al.* Interaction between soybean cultivars and seed density. *Amer. J. Plant Sci.*, v.6, n.9, p.1425-1434, 2015. doi: 10.4236/ajps.2015.69142

TEIXEIRA, P.C. *et al.* Manual de métodos de análises de solos. Brasília: Embrapa, 2017.

THEODORO, S.H. *et al.* A Importância de uma Rede Tecnológica de Rochagem para a Sustentabilidade em Países Tropicais. *Rev. Bras. Geogr. Fís.*, v.5, n.6, p.1390-1407, 2012. doi: 10.26848/rbgf.v5i6.232929

ZUFFO, A. M. *et al.* Response of early soybean cultivars to nitrogen fertilization associated with *Bradyrhizobium japonicum* inoculation. *Pesq. Agrop. Trop.*, v.48, n.4, p.436-446, 2018. doi: 10.1590/1983-40632018v48s42637.