

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL

UNIDADE UNIVERSITÁRIA EM TRÊS PASSOS

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

ÉSLEI GIOVANI SEIDEL

**DESEMPENHO DA CULTURA DA SOJA COM DIFERENTES DOSES DE PÓ DE
BASALTO EM LATOSSOLO**

TRÊS PASSOS - RS

2021

ÉSLEI GIOVANI SEIDEL

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CULTURA DA SOJA COM DIFERENTES DOSES
DE PÓ DE BASALTO EM LATOSSOLO**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Marciel Redin

TRÊS PASSOS - RS

2021

Catlogação de Publicação na Fonte

S458d Seidel, Éslei Giovanni.
Desempenho agronômico da cultura da soja com diferentes doses de pó de basalto em latossolo / Éslei Giovanni Seidel. – Três Passos, 2021.
16 f.

Orientador: Prof. Dr. Marciel Redin

Artigo (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Três Passos, 2021.

1. Adubação alternativa. 2. *Glycine max*. 3. Pó de rocha. I. Redin, Marciel. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por Laís Nunes da Silva CRB10/2176.

ÉSLEI GIOVANI SEIDEL

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CULTURA DA SOJA COM DIFERENTES DOSES
DE PÓ DE BASALTO EM LATOSSOLO**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Marciel Redin

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Marciel Redin

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

Prof. Dr. Robson Gehlen Bohrer

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

Prof^a. Dra. Divanilde Guerra

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

TRÊS PASSOS - RS

2021

Desempenho da cultura da soja com diferentes doses de pó de basalto em Latossolo¹

Resumo: A fertilidade dos solos é fator determinante para a produtividade da soja (*Glycine max*), necessitando, assim, uma boa disponibilidade de fertilizantes químicos para sua produção, considerando essa realidade surge a necessidade da busca por fontes alternativas sustentáveis de adubação, a qual destacamos o pó de basalto, aplicado através do processo de rochagem. O objetivo do estudo foi avaliar o desempenho agrônômico da cultura da soja em diferentes doses de pó de basalto em Latossolo vermelho. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, durante a safra 2019/2020. A soja foi semeada em linhas, em áreas com residual de doses de pó de basalto, subsequente ao cultivo do trigo. Os tratamentos foram: 5, 10, 20, 40, 60, 80, 120, 160 e 200 ton/ha de pó de basalto, NPK e testemunha. As avaliações foram de altura da planta, matéria seca da parte aérea, tamanho de folhas, número de vagens e grãos, produtividade de grãos e peso de mil sementes. Altura de plantas, matéria seca da parte aérea e tamanho de folhas não foram influenciadas pelos tratamentos. Já as variáveis número de vagens e de grãos, produtividade de grãos, peso de mil grãos e índice de colheita tiveram diferenças significativas entre os tratamentos. A produtividade atingiu 95 sacas/ha nos tratamentos 120 e 200 ton/ha contra 65 e 87 nos tratamentos Testemunha e NPK, respectivamente. O número de vagens e grãos teve como resultado no tratamento Testemunha 56 e 119 respectivamente, comparando ao NPK e a dose de 200 ton/ha que obtiveram 70 e 151; e 94 e 166 respectivamente, uma diferença significativa. A PMS variou de 174,7 a 196 gramas. Portanto, doses superiores a 120 Ton/ha são capazes de substituir totalmente os fertilizantes químicos utilizados atualmente na cultura e ainda possuem a facilidade de não necessitarem de reaplicação.

Palavras chaves: Adubação alternativa, *Glycine max*, Pó de rocha.

Soybean crop performance with different doses of basalt powder in an Oxisol

Abstract: Soil fertility is a determining factor for soybean productivity (*Glycine max*), thus requiring a good availability of chemical fertilizers for its production, considering this reality, there is a need to search for sustainable alternative sources of fertilization, which we highlight the basalt powder, applied through the stonemeal process. The aim of the study was to evaluate the agronomic performance of soybean crop in different doses of basalt powder in a red Oxisol. The experiment was

¹ Artigo elaborado de acordo com as normas da Revista Ciência Rural: <http://coral.ufsm.br/ccr/cienciarural/>

33 carried out in a randomized block design, with three replications, during the 2019/2020 season.
34 Soybean was sown in rows, in areas with residual doses of basalt powder, subsequent to wheat
35 cultivation. The treatments were: 5, 10, 20, 40, 60, 80, 120, 160 and 200 ton/ha, NPK and control.
36 The evaluations were plant height, shoot dry matter, leaf size, number of pods and grains, grain yield
37 and weight of a thousand seeds. Plant height, shoot dry matter and leaf size were not influenced by
38 the treatments. The variables of number of pods and grains, grain yield, weight of a thousand grains
39 and harvest index had significant differences between treatments. The productivity reached 95
40 bags/ha in the treatments 120 and 200 ton/ha against 65 and 87 in the Control and NPK treatments,
41 respectively. The number of pods and grains resulted in the treatment of Control 56 and 119
42 respectively, comparing to NPK and the dose of 200 ton/ha which obtained 70 and 151; and 94 and
43 166 respectively, a significant difference. The PMS ranged from 174.7 to 196 grams. Therefore, doses
44 above 120 Ton/ha are capable of totally replacing the chemical fertilizers currently used and still have
45 the facility of not needing to be reapplied.

46 **Keywords:** alternative fertilization, *Glycine max*, basalt powder

47

48 **Introdução**

49 Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de soja, atingindo na última safra (2020/2021)
50 uma produção de 135,409 milhões de toneladas (CONAB 2021) contra os 112,549 milhões de
51 toneladas dos Estados Unidos, segundo maior produtor (USDA 2021). Para o próximo ano agrícola
52 (2021/2022) estimativas da CONAB preveem uma produção recorde de 141,3 milhões de toneladas,
53 e assim o Brasil manteria o status de maior produtor e exportador da oleaginosa no mundo.

54 A produção de soja em escala comercial somente é possível com a utilização expressiva de
55 fertilizantes e defensivos no cultivo (HAKANSSON e MEDVEDEV, 1995), porém este intenso uso
56 de fertilizantes coloca em risco o futuro do sistema de produção brasileiro (HURTADO et al, 2012).
57 O Brasil é um dos maiores importadores mundiais de fertilizantes (INACIO, 2013), cerca de 70% dos
58 insumos consumidos tem origem de fora do país (DAHER, 2008) devido a carência natural dos solos
59 brasileiros, sobretudo de Fósforo (P) e Potássio (K) (COLA e SIMÃO, 2012 e RAIJ, 1991). Ainda,
60 as fontes de reserva de nutrientes não são renováveis, assim, é totalmente imaginável que são escassos
61 ou finitos. Com isso, aumenta a necessidade de encontrar fertilizantes alternativos e que apresentem
62 um bom custo-benefício (ALOVISI, 2017).

63 Neste contexto, surgem opções de fertilizantes alternativos como a rochagem, que consiste na
64 utilização de pós de rochas, sobretudo de basalto como fertilizante do solo (WRITZL et al. 2019).
65 Além de ser uma alternativa sustentável para o manejo da fertilidade do solo, a rochagem pode
66 também ser considerada como um tipo de remineralização, para regenerar solos pobres ou lixiviados

67 de nutrientes (MARTINS, 2003). O uso do pó de rocha na agricultura é uma técnica que fornece
68 nutrientes para as plantas para mais de uma safra agrícola, e, também promove o aumento da
69 capacidade de troca de cátions do solo (MELAMED e GASPAR, 2005), podendo se tornar-se um
70 mecanismo eficiente e economicamente viável na reposição de nutrientes removidos pelas culturas.
71 De maneira geral, os pós de rocha possuem solubilidade lenta, disponibilizando os nutrientes às
72 plantas, por um período maior do que o de fertilizantes convencionais (MARTINS e THEODORO,
73 2009), podendo também se tornar uma alternativa sob o aspecto social e ambiental, uma vez que
74 promove o reaproveitamento de grandes quantidades de rejeitos de pedreiras e mineradoras
75 (BERGMAN; THEODORO, 2009).

76 Neste contexto, ainda, o uso de pó de basalto na agricultura é muito incipiente, visto os
77 benefícios que ele pode trazer para o solo e o ambiente. Levantamento da Embrapa comprova que 2
78 milhões de hectares no Brasil utilizam este método de adubação, isto representa apenas 3% de toda
79 área agricultável do país (EMBRAPA, 2017). Contudo, nos últimos anos, surgem regularmente novos
80 estudos sobre a técnica de rochagem, muitos com pós de diferentes tipos de rochas, nas mais
81 diferentes culturas com o objetivo de avaliar seus resultados e desenvolver metodologias que possam
82 maximizar ainda mais o uso dessa técnica no país. Por exemplo: WRITZL et al. (2019), avaliaram o
83 desempenho do milho pipoca sob doses de pó de basalto associado a cama de frango; DE MORAIS,
84 (2020) avaliou o desempenho da soja precoce sob o efeito do pó de ametista; e DA SILVA et al.
85 (2020) analisou o desempenho do feijão preto sob o efeito de diferentes doses de pó de basalto.
86 Devido à falta de informações agronômicas a respeito do uso do pó de rocha de basalto na cultura da
87 soja, este trabalho se torna importante para o estudo das potencialidades deste método de adubação,
88 provando aos produtores rurais, que o pó de basalto poderá substituir parcialmente ou totalmente a
89 adubação convencional de NPK com um menor custo, e ainda, sendo uma prática mais sustentável.

90 Face a importância da cultura da soja nos cenários nacional e internacional, e a constante
91 busca por novas alternativas aos adubos minerais, este trabalho avaliou o desempenho agrônômico
92 da cultura da soja em diferentes doses de pó de basalto em Latossolo vermelho.

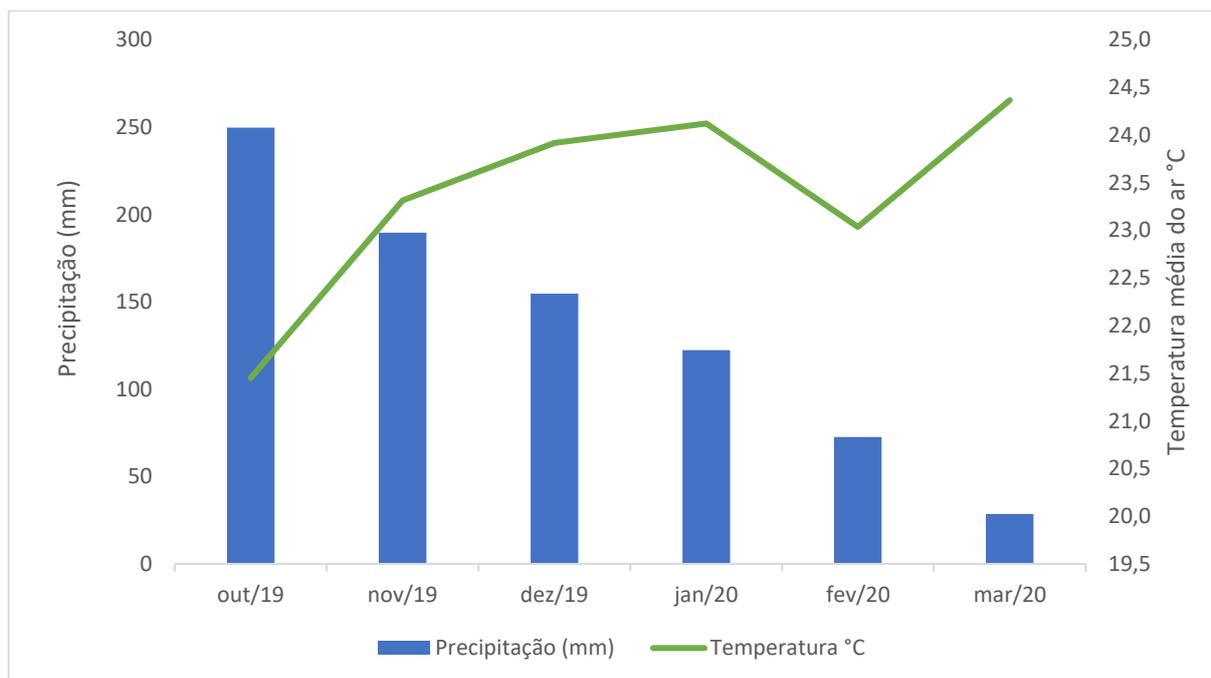
93

94 **Materiais e métodos**

95 O experimento foi conduzido no município de Bom Progresso, Rio Grande do Sul, no período
96 de outubro de 2019 a março de 2020, em um Latossolo Vermelho Distrófico típico (SANTOS et al,
97 2018) sob condições naturais de temperatura e disponibilidade de água (Figura 1). O clima da região
98 corresponde, segundo a classificação de Köppen, ao tipo Cfa, temperado úmido e com verão quente.

99

100



102

103 **Figura 1.** Precipitação e temperatura média do ar no período experimental, safra 2019/20.

104 **Fonte:** INMET 2021.

105

106 O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados, com três repetições, em
 107 parcelas experimentais de 6 m², sob uma área com efeito residual de três anos de nove doses de pó de
 108 basalto, o pó de basalto foi aplicado no ano de 2017, e após a aplicação teve dois cultivos de feijão
 109 preto e trigo, sendo as seguintes doses: 5; 10; 20; 40; 60; 80; 120; 160 e 200 toneladas/ha. Ainda, foi
 110 avaliado uma parcela com adubação química (NPK) recomendada de acordo com as necessidades
 111 apontadas na análise do solo e seguindo as recomendações do Manual de Adubação e Calagem para
 112 os estados do RS e SC da Comissão de Química e Fertilidade do RS (CQFRS, 2016), e outra parcela
 113 testemunha, sem adição de nenhum tipo de fertilizante. A semeadura da cultura da soja foi realizada
 114 em outubro de 2019. Foi utilizada a cultivar Nidera 6909, com uma densidade de 250 mil plantas por
 115 hectare, e espaçamento entre linhas de 40 cm. Antes da semeadura as sementes receberam tratamento
 116 com inseticida e fungicida, além da inoculação com *Rhizobium* em todos os tratamentos. A limpeza
 117 das parcelas foi através de capina manual e o uso de herbicidas registrados pelo Mapa. O uso dos
 118 inseticidas e fungicidas seguiu um calendário de aplicação preventivo.

119 No estágio de plena floração da cultura da soja (R2), foi realizado a avaliação da altura das
 120 plantas, na qual com o auxílio de uma trena, aleatoriamente quatro plantas por parcela foram medidas
 121 desde a superfície até o ápice do racemo principal. Também, nas mesmas plantas, foi avaliado o
 122 comprimento e largura do limbo de três folhas de plantas distintas no interior de cada parcela. Nesse
 123 mesmo estágio fenológico, ainda foi realizado a coleta de dois segmentos de 0,5 metros lineares em

124 duas linhas aleatórias no centro de cada parcela, para após isso serem secas em estufa a 65°C, pesadas
125 e determinada a produção de matéria seca da parte aérea (MSPA).

126 No estágio de maturação fisiológica da soja (R8) foi realizada em seis plantas por parcela a
127 contagem das vagens por planta e grãos por vagens. Para avaliação da produtividade de grãos foi
128 colhido dois segmentos de 1 metro linear em duas linhas aleatórias no interior de cada parcela, os
129 grãos foram separados da palha e determinada a produtividade de grãos corrigida para 13% de
130 umidade. Também, nesse estágio, foi realizado a pesagem e contagem dos grãos, afim de determinar
131 o peso de mil sementes, o qual para soja é determinado através da pesagem de 800 sementes, divididas
132 por oito repetições de 100 sementes, obtendo se o peso médio da amostra pela seguinte formula: PSM
133 = Peso da amostra x 1000/número de grãos (800). Por fim, com os dados de matéria seca e rendimento
134 de grãos, foi possível determinar o índice de colheita (IC), o qual é obtido pela seguinte formula: IC
135 = Produtividade de grãos / Massa seca total.

136 Os dados foram submetidos a análise de variância ANOVA e quando significativo, seguido
137 pelo teste de Tukey a 5% de nível de significância utilizando o software STATISTIC 9.0.

138

139 **Resultados e discussão**

140 A análise de variância mostrou que para altura de plantas, matéria seca da parte aérea e
141 tamanho de folhas não houve diferenças significativas. Porém, para número de vagens/planta e
142 grãos/vagem, rendimento de grãos, peso de mil grãos e índice de colheita houve diferenças. A altura
143 das plantas de soja variou de 69,0 a 72,8 cm, para a testemunha e para o tratamento 160 ton/ha,
144 respectivamente (Tabela 1).

145

146 **Tabela 1** – Altura das plantas de soja, tamanho das folhas e matéria seca da parte aérea das plantas
147 de soja. Bom Progresso, Rio Grande do Sul, safra 2019/20.

Tratamentos	Altura das plantas (cm)	Tamanho das folhas (cm)		Matéria seca parte aérea (Kg/ha)
		Comprimento	Largura	
Testemunha	69,0 *ns	13,69 *ns	8,88 *ns	5117 *ns
NPK	70,5 *ns	14,57 *ns	9,24 *ns	5325 *ns
5 Ton./ha	69,8 *ns	14,84 *ns	9,31 *ns	5233 *ns
10 Ton./ha	70,4 *ns	14,24 *ns	9,08 *ns	5308 *ns
20 Ton./ha	69,8 *ns	14,24 *ns	8,92 *ns	5217 *ns
40 Ton./ha	71,4 *ns	14,53 *ns	9,33 *ns	5275 *ns
60 Ton./há	70,6 *ns	14,00 *ns	8,84 *ns	5317 *ns
80 Ton./ha	72,0 *ns	15,10 *ns	9,29 *ns	5500 *ns
120 Ton./ha	71,1 *ns	14,87 *ns	9,24 *ns	5608 *ns
160 Ton./ha	72,8 *ns	14,67 *ns	9,38 *ns	5517 *ns
200 Ton./ha	72,2 *ns	14,32 *ns	9,21 *ns	5633 *ns

148 *ns = não significativo

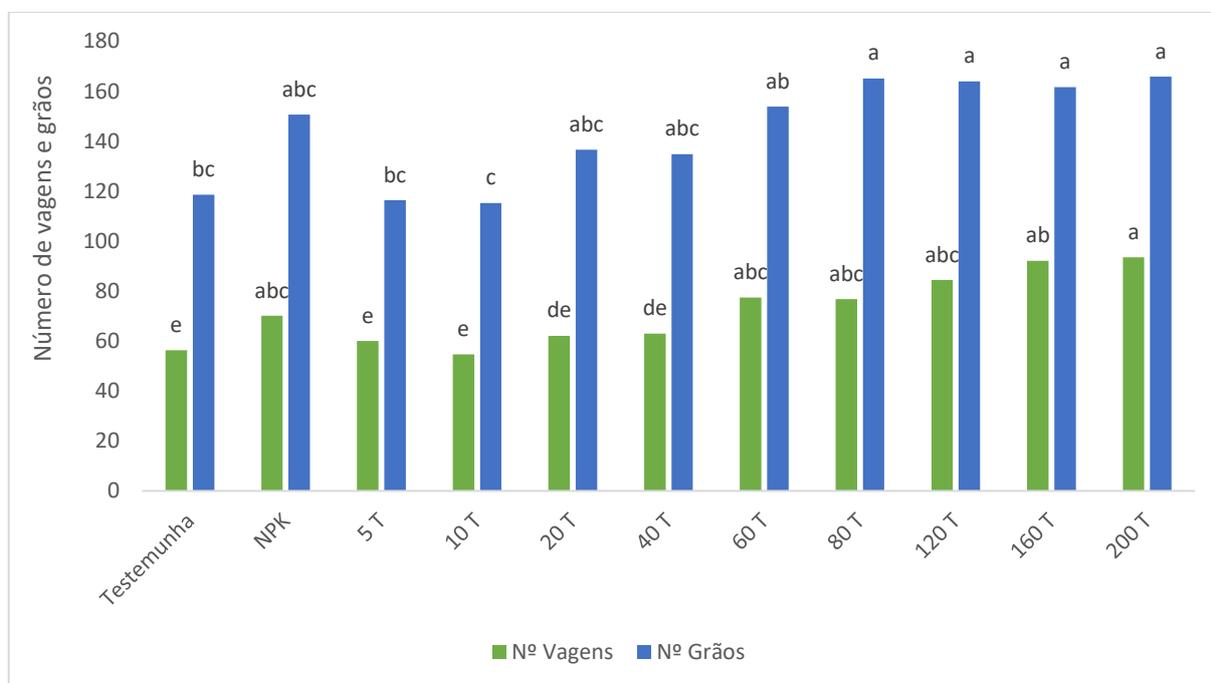
149

150 A altura média das plantas foi de 70,9 cm, ou seja, valores estes que permaneceram dentro da
151 altura média para cultivares de soja, onde a altura mínima para plantas de soja em topografia plana é
152 de 50 a 60 cm (SEDIYAMA et al., 2005). O comprimento das folhas de soja variou de 13,69 a 15,10
153 e a largura de folhas variou de 8,84 a 9,38. Essa proximidade entre os tratamentos também é vista em
154 trabalhos com pó de rocha em outras culturas. Dalcin (2018), avaliou a massa fresca, massa seca e
155 área foliar da alface sobre as doses de 0; 2; 4; 6; 8 ton/ha de pó de basalto, e seus resultados indicaram
156 que não houve diferenças significativas entre os tratamentos. A matéria seca da parte aérea (MSPA),
157 teve uma variação de 5117 a 5633 kg/ha, nos tratamentos testemunha e 200 ton/ha, respectivamente.
158 O rendimento médio de MSPA foi de 5368 kg/ha. Para BATISTA FILHO et al (2000), a avaliação
159 da MSPA na cultura da soja sob diferentes doses de pó de basalto não diferiu significativamente,
160 somente obteve diferenças quando o pó de basalto estava consorciado com bioestimulante.

161 O número de vagens variou de 55 a 94, nos tratamentos 10 ton/ha e 200 ton/ha,
162 respectivamente (Figura 2).

163

164 **Figura 2** – Número de vagens e de grãos das plantas de soja sob diferentes tratamentos com doses de
165 adubação de pó de basalto, NPK e testemunha (sem adubação). Letras iguais para número de vagens
166 e grãos entre os tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre tratamentos pelo teste
167 de Tukey a 5%.



168

169 Doses de pó de basalto acima de 60ton/ha apresentaram número de vagens igual ou superior
170 ao tratamento NPK. Estudo realizado por SILVA (2019) também obteve resultados similares no
171 número de vagens na planta de soja, onde doses crescentes de pó de basalto apresentaram valores

172 significativamente superior aos tratamentos que não receberam nenhum tipo de adubação. O número
 173 de grãos por vagem variou de 115 a 166, nos tratamentos 10 ton/ha e 200 ton/ha, respectivamente.
 174 Também doses a partir de 60 ton/ha já apresentaram resultados iguais ou superiores ao tratamento
 175 com adubação convencional (NPK). Doses acima de 80 ton/ha não diferiram entre si, na variável
 176 número de grãos, porém apresentaram diferenças significativas entre si no número de vagens por
 177 planta, assim, maiores doses de pó de basalto, 160 e 200 ton/ha, apresentaram em média, menor
 178 quantidade de grãos por vagem, se comparadas com as doses e 80 e 120 ton/ha. No entanto, o número
 179 de vagens foi significativamente relacionado com número de grãos por planta (Tabela 2; $R^2 = 0,91$).

180

181 **Tabela 2** – Matriz de correlação de Pearson, relacionando todas as variáveis.

	MSPA	AP	CF	LF	N°V	N°G	PG	IC	PMS
MSPA	1,00	0,82*	0,54	0,52	0,89*	0,84*	0,85*	0,72*	0,86*
AP		1,00	0,52	0,65*	0,81*	0,76*	0,84*	0,77*	0,87*
CF			1,00	0,83*	0,33	0,41	0,47	0,42	0,46
LF				1,00	0,37	0,31	0,41	0,33	0,46
N°V					1,00	0,91*	0,81*	0,70*	0,90*
N°G						1,00	0,91*	0,85*	0,94*
PG							1,00	0,98*	0,94*
IC								1,00	0,90*
PMS									1,00

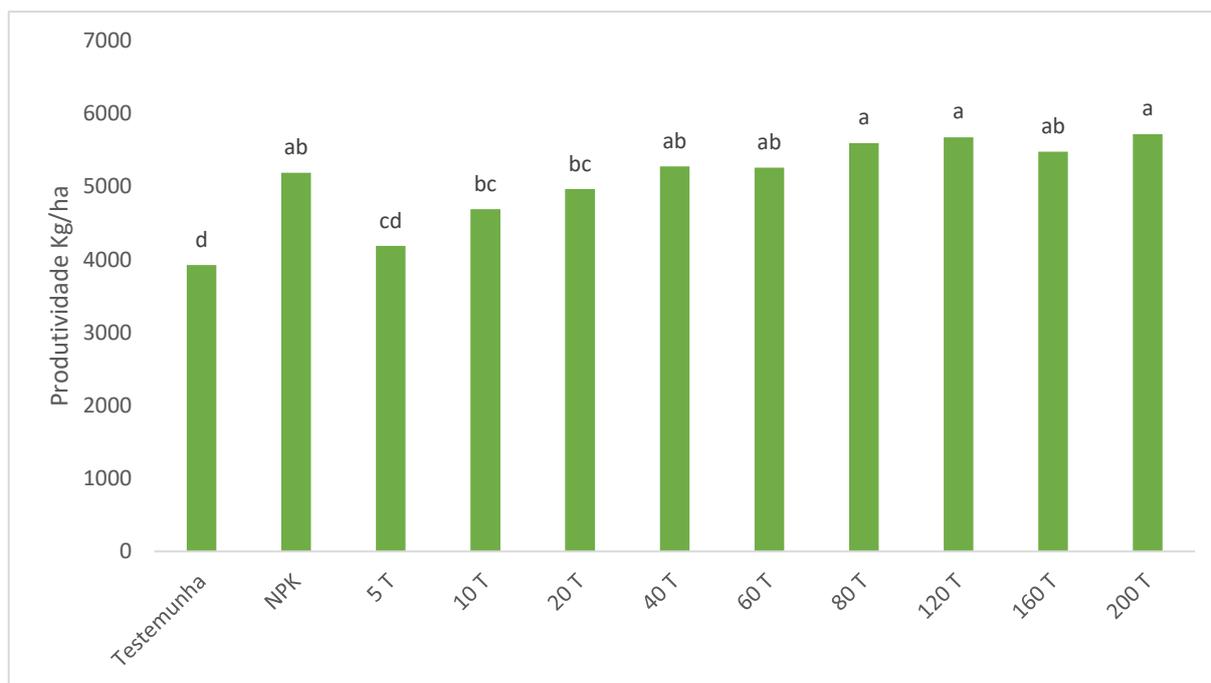
182 MSPA: matéria seca parte aérea; AP: altura das plantas; CF: comprimento das folhas; LF: largura das
 183 folhas; N°V: número de vagens; N°G: número de grãos; PG: produtividade de grãos; IC: índice de
 184 colheita; PMS: peso de mil sementes. *Significativo a 5%.

185

186 A produtividade de grãos variou de 3925 a 5721 kg/ha nos tratamentos Testemunha e 200
 187 ton/ha, correspondendo a 65 e 95 sacas/ha, respectivamente (Figura 3). A média de produção de todos
 188 os tratamentos foi de 5089 kg/ha o que corresponde a 85 sacas/ha. Doses acima de 40 ton/ha já
 189 equipararam a produtividade obtidas com a adubação química NPK, e as doses de 80, 120 e 200
 190 ton/ha apresentaram produtividade significativamente superior. RODRIGUES et al (2021), em seu
 191 estudo analisando a produtividade da soja com diferentes doses de pó de basalto, sendo elas 0; 2,5;
 192 5; 7,5; 10 Mg ha, não obteve diferenças significativas entre tratamentos. Outro estudo elaborado por
 193 HANISCH et al. (2013), o qual avaliou o efeito das doses de pó de basalto (0; 2; 4; 8; 12 Mg ha),
 194 combinadas com presença ou ausência de fertilização sobre a produtividade de milho e soja,
 195 obtiveram resultados não significativos em relação a produtividade da soja e do milho.

196

197 **Figura 3** – Produtividade de grãos de soja sob diferentes tratamentos com doses de adubação de pó
 198 de basalto, NPK e testemunha (sem adubação). Letras iguais não apresentaram diferenças
 199 significativas entre tratamentos pelo teste de Tukey a 5%.



200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

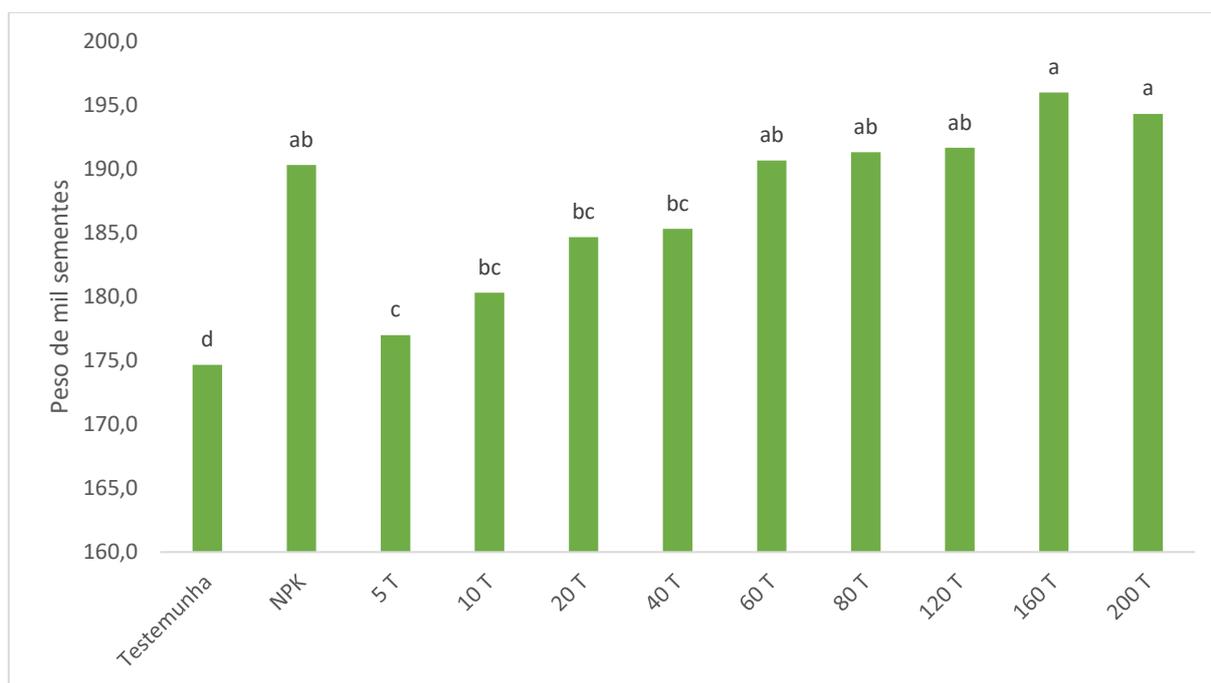
Esses resultados podem ser explicados pelas baixas doses adotadas nos dois estudos em questão, visto que, estudos que analisaram doses superiores obtiveram resultados similares a este estudo. SILVA et al (2020), estudou a produtividade do feijão sob diferentes doses de pó de basalto sendo elas: 0; 5; 10; 20; 40; 60; 80; 120; 160; 200 ton/ha, e teve como resultados que doses a partir de 60 ton/ha apresentaram maiores incrementos de produtividade. Esse aumento de produção nas doses mais elevadas de pó de basalto também pode estar relacionado ao melhor ambiente químico para a solubilização do pó de basalto, promovida pelos microrganismos do solo (SILVA et al, 2017). Essas diferenças frente os resultados de literatura se explicam em virtude da lenta taxa de solubilização dos nutrientes presentes nas rochas moídas (HANISCH et al, 2013), e considerando que este trabalho foi realizado em cima do residual de três anos de aplicação do pó de basalto, logo os nutrientes já se encontram mais disponíveis para as plantas. A produtividade de grãos tem correlação significativa com o número de vagens e de grãos por planta, ainda tem correlação com o IC e o Peso de mil sementes (Tabela 2; $R^2 = 0,81; 0,91; 0,98; 0,94$, respectivamente).

A variável peso de mil sementes (PMS) variou de 174,7 a 196 gramas nos tratamentos Testemunha e 160 ton/ha, respectivamente (Figura 4). A média de peso de sementes da cultura da soja de todos os tratamentos foi de 186,9 gramas. Doses de 5, 10, 20 e 40 ton/ha apresentaram resultados superiores ao tratamento Testemunha, porém numericamente inferiores ao resultado obtido no tratamento NPK. As doses de 60, 80 e 120 igualaram-se ao tratamento NPK, já doses superiores, como as de 160 e 200 ton/ha apresentaram resultados numéricos superiores ao tratamento NPK. ALVEZ (2021) em seu estudo referente ao uso de pó de basalto em milho de segunda safra, obteve diferenças significativas no peso de mil grãos nas parcelas com aplicação de pó de basalto se

223 comparadas com as parcelas sem aplicação. Esse aumento linear de produtividade, número de grãos
224 e peso dos grãos pode ser explicado pelo maior fornecimento de nutrientes por doses mais altas de pó
225 de basalto (TOSCANI E CAMPOS, 2017). O PMS tem correlação significativa com o número de
226 vagens e de grãos por planta, ainda tem correlação com a produtividade dos grãos e IC (Tabela 2; R^2
227 = 0,90; 0,94; 0,94; 0,90, respectivamente).

228

229 **Figura 4** – Peso de mil sementes de soja sob diferentes tratamentos com doses de adubação de pó de
230 basalto, NPK e testemunha (sem adubação). Letras iguais não apresentaram diferenças significativas
231 entre tratamentos pelo teste de Tukey a 5%.



232

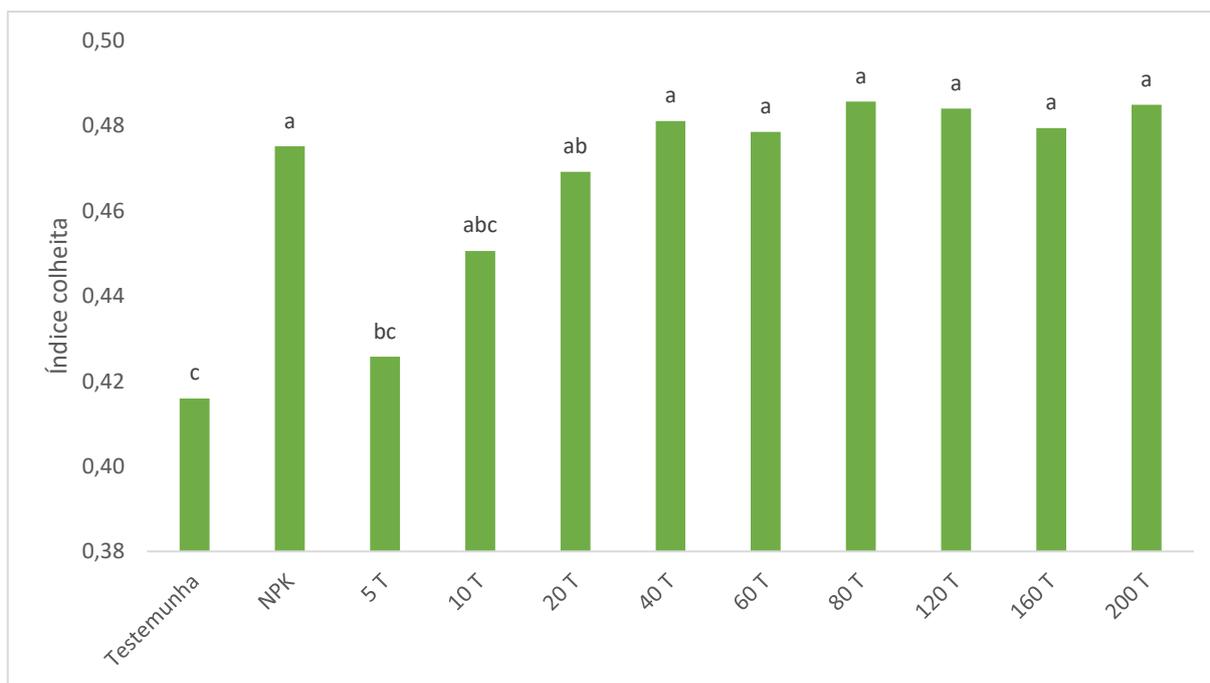
233

234 O índice de colheita (IC), refere-se a razão entre o rendimento de grãos e a matéria seca total
235 da planta, e tem como objetivo avaliar a eficiência da planta, ou seja, qual a proporção dos foto
236 assimilados que foi direcionada ao grão. No presente estudo, essa variável variou de 0,42 a 0,49 nos
237 tratamentos Testemunha e 80 ton/ha, respectivamente (Figura 5). O IC é uma variável que sofre
238 grande interferência dos genótipos, ou seja, plantas de mesmas cultivares costumam ter valores
239 próximos (SCHAPAUGH JUNIOR e WILCOX, 1980).

240

241 **Figura 5** – Índice de Colheita (IC) da soja sob diferentes tratamentos com doses de adubação de pó
242 de basalto, PK e testemunha (sem adubação). Letras iguais não apresentaram diferenças significativas
243 entre tratamentos pelo teste de Tukey a 5%.

244



245

246

247

248

249

250

251

252

253

Conclusões

254

255

256

257

258

259

260

261

Referências

262

263

264

265

266

- ALOVISI, Alessandra Mayumi Tokura et al. Atributos de fertilidade do solo e produtividade de milho e soja influenciados pela rochagem. **Acta Iguazu**, v. 6, n. 5, p. 57-68, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/4441>. Acesso em 02 dez. 2021.
- ALVES, ZILNETE. Efeito residual de doses de pó de basalto no milho segunda safra. 2021. Disponível em:

267 <https://repositorio.ufms.br/bitstream/123456789/3949/1/Artigo%20Milho%20e%20Po%CC%81%2>
268 [Ode%20rocha%202021.pdf](https://repositorio.ufms.br/bitstream/123456789/3949/1/Artigo%20Milho%20e%20Po%CC%81%2). Acesso em 30 nov. 2021

269 BATISTA FILHO, C.G. et al. Efeito do stimulate® nas características agrônômicas da soja. **Acta**
270 **Iguazu**. v. 2, n. 4, p. 76–86, 2000. Disponível em: [https://e-](https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/9112)
271 [revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/9112](https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/9112). Acesso em: 28 out. 2021. doi:
272 10.48075/actaiguaz.v2i4.9112

273 BERGMANN, M. F. THEODORO, S. M. de C. H. **Rochagem Viabilizando o uso sustentável dos**
274 **descartes de mineração no Distrito mineiro de Ametista do Sul (DMAS), RS, BRASIL**. In: I
275 CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM: Rochagem e fertilidade do solo, 2009, Brasília.
276 Anais... Brasília – DF: Embrapa Cerrados, 2010, p 137-145

277 COLA, G. P. A.; SIMÃO, J. B. P. Rochagem como forma alternativa de suplementação de potássio
278 na agricultura agroecológica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** , v.
279 7, n. 4, pág. 3, 2012. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7422237.pdf>.
280 Acesso em 25 de nov, 2019.

281 COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. **Manual de Calagem e Adubação para os**
282 **Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Núcleo Regional Sul, Sociedade
283 Brasileira de Ciência do Solo, 2016. 376p.

284 DALCIN, G. et al. Efeitos da Aplicação do Pó de Rocha em Argissolo sobre o Crescimento de
285 Alface. **XVII mostra de iniciação científica, pós graduação, pesquisa e extensão**. UCS, 2018.
286 Disponível em: <https://www.readcube.com/articles/10.18226%2F610001%2Fmostraxviii.2018.75>.
287 Acesso em 20 de set. 2021

288 DA SILVA, D. W. et al. Pó de basalto como fertilizante alternativo na cultura do feijão preto em
289 Latossolo vermelho. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 15, n. 4,
290 p. 373-378, 2020. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7634380>.
291 Acesso em 12 de nov. 2021. doi: 10.18378/rvads.v15i4.7784

292 DE MORAIS, K. A. D. et al. Desempenho Agrônômico de Cultivares de Soja Precoce em Função
293 de Doses de Pó-de-Ametista. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 24, n. 4,
294 pág. 343-347, 2020. Disponível em:
295 <https://revista.pgsskroton.com/index.php/ensaioeciencia/article/view/7706>. Acesso 28 de nov. 2021.
296 doi: 10.17921/1415-6938.2020v24n4p343-347

297 EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Territorial. **NASA confirma dados da**
298 **Embrapa sobre área plantada no Brasil**. Dezembro de 2017. Disponível em:
299 [https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30972114/nasa-confirma-dados-da-embrapa-](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30972114/nasa-confirma-dados-da-embrapa-sobre-area-plantada-no-brasil)
300 [sobre-area-plantada-no-brasil](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30972114/nasa-confirma-dados-da-embrapa-sobre-area-plantada-no-brasil). Acesso 20 Jan. 2020.

301 HÅKANSSON, I. & MEDVEDEV, V.W. Protection of soils from mechanical overloading by
302 establishing limits for stresses caused by heavy vehicles. **Soil Till. Res.**, 35:85- 97, 1995.
303 Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0167198795004769>. Acesso em
304 03 dez. 2021. doi: 10.1016/0167-1987(95)00476-9

305 HANISCH, Ana Lúcia et al. Efeito de pó de basalto no solo e em culturas anuais durante quatro
306 safras, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, 2013.
307 Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2815>. Acesso em 16 out. 2021 doi:
308 <https://doi.org/10.21206/rbas.v3i2.224>

309 HURTADO, S. C. M.; et al. **Avaliação de uma Rocha Silicática como Fonte de Potássio**. In:
310 FERTBIO 2012: Maceió, AL, 17 a 21 de setembro, 2012. Disponível em:
311 <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/938284/1/Avaliacaorocha.pdf>. Acesso em 9 nov.
312 2021.

313 INACIO, et al. Produção e comercialização de insumos para produção de Fertilizantes: Um
314 Panorama Mundial e os Paradigmas do Brasil. **Piracicaba: ESALQLOG**, 2013.

315 MARTINS, E. S. et al. Agrominerais – Rochas Silicáticas como Fontes Minerais Alternativas de
316 Potássio para a Agricultura. **CETEM: Centro de Tecnologia Mineral**, p. 1-19, 2003. Disponível
317 em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1098/1/09.%20MRI%20%20P%C3%B3%20de%20Rochas.pdf>. Acesso em 19 de Set. 2019.

318 MARTINS, ES THEODORO SH. Apresentação do Congresso Brasileiro de Rochagem. In: **Anais**
319 **do I Congresso Brasileiro Rochagem**. 2009. p. 3-4.

320 MELAMED, R.; GASPAR, J. C.. Eficiência de pó de rocha na bio-disponibilidade de potássio em
321 sistemas de produção agrícola sustentáveis. **Encontro nacional de tratamento de minérios e**
322 **metalurgia extrativa**, v. 21, p. 546-552, 2005. Disponível em:
323 https://www.artigos.entmme.org/download/2005/minera%C3%A7%C3%A3o_e_desenvolvimento_sustent%C3%A1vel/1639%20Ricardo%20Melamed_Jos%C3%A9%20Carlos%20Gaspar%20-%20EFICI%C3%8ANCIA%20DE%20P%C3%93%20DE%20ROCHA%20NA%20BIODISPONIBILIDADE%20DE%20POT%C3%81SSIO%20EM%20SISTEMAS%20DE%20PRODU%C3%87%C3%83O%20AGR%C3%8DCOLA%20SUSTENT%20VEIS.pdf. Acesso em: 15 nov.
324 2019.

325 THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. O uso das rochas para o aprimoramento da agricultura
326 familiar no Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 78, p. 721-730, 2006. Disponível
327 em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/NzpRHbGTrG7hLJrKJ8tYBDQ/?lang=en&format=html>.
328 Acesso em 22 de nov. 2019.

334 RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do
335 Fosfato, Piracicaba (Brasil), 1991. Disponível em: [http://www.sidalc.net/cgi-](http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=orton.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=05070)
336 [bin/wxis.exe/?IsisScript=orton.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=05070](http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=orton.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=05070)
337 [6](#). Acesso em 22 de nov. 2019

338 RODRIGUES, Rodrigo Bastos et al. Influência da rochagem nos atributos químicos do solo e na
339 produtividade da soja. 2020. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/4441>.
340 Acesso em 12 nov. 2021

341 SANTOS, H. et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 5 ed.

342 SCHAPPAUGH JR, WT; WILCOX, JR Relação entre índices de colheita e outras características de
343 plantas em soja 1. **Crop Science**, v. 20, n. 4, pág. 529-533, 1980. Disponível em:
344 <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2135/cropsci1980.0011183X002000040028x>.
345 Acesso em 06 de dez. 2021

346 SEDIYAMA, T. et al. **Melhoramento da soja**. In: BORÉM, A. Melhoramento de espécies
347 cultivadas. Viçosa: UFV, 2005. 969 p.

348 SILVA, V. J. A. et al. Avaliação dos caracteres agronômicos da soja tratada com doses crescentes
349 de pó de rocha. **Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar (ISSN-2527-2500) &**
350 **Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar**. 2019. Disponível em:
351 <https://www.unifimes.edu.br/ojs/index.php/coloquio/article/view/681/734>. Acesso em 12 nov. 2021.

352 SILVA, V. N. et al . Solubility curve of rock powder inoculated with microorganisms in the
353 production of biofertilizers. **Agriculture and Natural Resources**, v.51, n.1, p.142-147, 2017.
354 Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452316X17303320>. Acesso em
355 16 out. 2021. doi: 10.1016/j.anres.2017.01.001

356 TOSCANI, R. G.; CAMPOS, J. E. G.. Uso de pó de basalto e rocha fosfatada como
357 remineralizadores em solos intensamente intemperizados. **Geociências**, v. 36, n. 2, p. 259-274,
358 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Rafael-Silveira-](https://www.researchgate.net/profile/Rafael-Silveira-9/publication/319302853_Use_of_basalt_and_phosphate_rock_powder_as_fertilizers_in_weathered_soils/links/5fa3385f458515157bebed6e/Use-of-basalt-and-phosphate-rock-powder-as-fertilizers-in-weathered-soils.pdf)
359 [9/publication/319302853_Use_of_basalt_and_phosphate_rock_powder_as_fertilizers_in_weathered](https://www.researchgate.net/profile/Rafael-Silveira-9/publication/319302853_Use_of_basalt_and_phosphate_rock_powder_as_fertilizers_in_weathered_soils/links/5fa3385f458515157bebed6e/Use-of-basalt-and-phosphate-rock-powder-as-fertilizers-in-weathered-soils.pdf)
360 [_soils/links/5fa3385f458515157bebed6e/Use-of-basalt-and-phosphate-rock-powder-as-fertilizers-](https://www.researchgate.net/profile/Rafael-Silveira-9/publication/319302853_Use_of_basalt_and_phosphate_rock_powder_as_fertilizers_in_weathered_soils/links/5fa3385f458515157bebed6e/Use-of-basalt-and-phosphate-rock-powder-as-fertilizers-in-weathered-soils.pdf)
361 [in-weathered-soils.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rafael-Silveira-9/publication/319302853_Use_of_basalt_and_phosphate_rock_powder_as_fertilizers_in_weathered_soils/links/5fa3385f458515157bebed6e/Use-of-basalt-and-phosphate-rock-powder-as-fertilizers-in-weathered-soils.pdf). Acesso em 14 Jan. 2020.

362 WRITZL, T. C. et al. Produção de milho pipoca com uso do pó de rocha de basalto associado à
363 cama de frango em Latossolo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 101-
364 109, 2019. Disponível em:
365 [https://scholar.archive.org/work/n5gdt52levhifekqvmvq4brsua/access/wayback/https://periodicos.uf](https://scholar.archive.org/work/n5gdt52levhifekqvmvq4brsua/access/wayback/https://periodicos.ufv.br/rbas/article/download/3077/pdf)
366 [v.br/rbas/article/download/3077/pdf](https://scholar.archive.org/work/n5gdt52levhifekqvmvq4brsua/access/wayback/https://periodicos.ufv.br/rbas/article/download/3077/pdf). Acesso em 30 Out. 2021.