



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
CURSO DE AGRONOMIA

LENIR FÁTIMA GOTZ

USO DE REMINERALIZADOR E ESTERCO BOVINO EM SOLO CULTIVADO
COM TRIGO

ERECHIM

2017

LENIR FÁTIMA GOTZ

**USO DE REMINERALIZADOR E ESTERCO BOVINO EM SOLO CULTIVADO
COM TRIGO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de grau de
Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Castamann

Co-orientador: Ms. Felipe Adelio de David

ERECHIM

2017

PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

Gotz, Lenir Fátima

Uso de remineralizador e esterco bovino em solo cultivado com trigo/ Lenir Fátima Gotz. -- 2017. 28 f.:il.

Orientador: Alfredo Castamann.

Co-orientador: Felipe Adelio de David.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia , Erechim, RS , 2017.

1. Pó de rocha. 2. Basalto. 3. Adubação orgânica. 4. Adubação alternativa. 5. Triticum aestivum L.. I. Castamann, Alfredo, orient. II. David, Felipe Adelio de, co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL - UFES
CAMPUS ERECHIM

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos vinte e dois dias do mês de junho de 2017, às 15:30 horas, foi realizado a defesa pública do Trabalho de Conclusão de Curso II de **Lenir Fátima Gotz**, intitulado “**Uso de remineralizador e esterco bovino em solo cultivado com trigo**”.

A Banca Examinadora, constituída pelo (a) professor (a) orientador (a) **Alfredo Castamann**, pelo professor **Leandro Galon** e pela Dr. **Ândrea Machado Pereira Franco**, emitiu o seguinte parecer:

Aprovado com nota: 9,6

Refazer o relatório

Reprovado

Obs.: _____

Eu, Alfredo Castamann, orientador (a) do aluno (a), lavrei a presente Ata que segue por mim assinada e pelos demais membros da Banca Examinadora.

Alfredo Castamann
Orientador

Leandro Galon
Examinador

Ândrea Machado Pereira Franco
Examinador

Lenir Fátima Gotz
Discente

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	6
MATERIAL E MÉTODOS.....	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
Efeito do remineralizador, associado ou não ao esterco bovino curtido, sobre o desenvolvimento e nutrição da cultura do trigo.....	12
Efeito do remineralizador associado ou não à adubação orgânica sobre os atributos químicos e a densidade do solo.....	17
CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS.....	23

FOLHA DE ROSTO

Artigo completo

Uso de remineralizador e esterco bovino em solo cultivado com trigo

Use of remineralizer and bovine manure in soil cultivated with wheat

O estudo de fontes alternativas na reposição e na correção dos teores de nutrientes em solos é de extrema relevância, com vistas à redução dos impactos sociais, econômicos e ambientais que podem ser causados com o uso de fontes minerais solúveis. A utilização de remineralizadores como fonte de nutrientes às plantas pode ser considerada uma prática recente, e estudos a respeito do emprego desta fonte, aplicada de forma isolada ou associada ao esterco bovino, na cultura do trigo, são escassos. Ressalta-se que um dos motivos da redução na área de cultivo de trigo no Rio Grande do Sul é o alto custo de insumos, como dos fertilizantes minerais. Neste contexto, o presente trabalho trata do efeito da aplicação de remineralizador, de forma isolada ou associada e esterco bovino, no rendimento de grãos da cultura do trigo, com o intuito de resgatar o cultivo deste nesta região, com a redução do custo das fontes de nutrientes. Em se tratando de uma fonte de lenta solubilização (remineralizador), experimentos com condução superior a uma safra se tornam de grande importância, principalmente em relação aos efeitos nas propriedades químicas do solo, que podem afetar o rendimento das culturas. Destaca-se como principais finalidades do presente trabalho, a avaliação e a validação do uso de fontes que contribuam com a recuperação e com a conservação do solo, promovam melhoria de seus atributos químicos e físicos, com efeito residual prolongado, mantendo ou melhorando o rendimento das culturas, com redução de custos.

1 **RESUMO**

2 A utilização de remineralizadores como fonte de nutrientes às culturas pode constituir em
3 alternativa, tendo em vista à redução dos problemas ambientais, sociais e econômicos
4 causados por fontes minerais solúveis. O objetivo deste estudo consistiu em avaliar a
5 utilização de doses de remineralizador associado ou não ao esterco bovino, e seu efeito no
6 rendimento de grãos do trigo, em sua nutrição, nas propriedades químicas e na densidade do
7 solo. O experimento foi instalado em Erechim-RS, em um Latossolo Vermelho
8 Aluminoférrico húmico. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados,
9 em esquema fatorial, com três repetições. As fontes de nutrientes foram aplicadas ao solo,
10 sem incorporação, em dois momentos, nas doses de 0, 3, 6, 9 e 12 t ha⁻¹ de remineralizador,
11 isoladamente e associado às doses de esterco bovino de 17 e 28 t ha⁻¹, na primeira e na
12 segunda aplicação, respectivamente. Na cultura foram avaliados os componentes do
13 rendimento de grãos e os teores de N e P foliar. No solo foram avaliados acidez ativa, acidez
14 potencial, P, Ca, Mg, Al e densidade, após 390 e 171 dias da primeira e da segunda
15 aplicação, respectivamente. Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo que
16 para variáveis quantitativas usou-se regressão e para as qualitativas comparação de médias
17 pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A aplicação de esterco bovino, independente da
18 dose de remineralizador, resultou em incrementos nas variáveis: rendimento de grãos, altura
19 de plantas, número de grãos por espiga, massa de mil grãos e teores de P e Ca do solo. O N
20 foliar aumentou com a adição de esterco. Os tratamentos influenciaram a acidez potencial e o
21 teor de Mg do solo. O remineralizador, independente da dose, associado ao esterco pode ser
22 utilizado como fonte de nutrientes ao trigo e melhorar alguns atributos químicos do solo.

23 **PALAVRAS-CHAVE:** Pó de rocha, basalto, adubação orgânica, adubação alternativa,
24 *Triticum aestivum* L.

25 **ABSTRACT**

26 The use of remineralizers as source of nutrients to crops may to constitute in alternative, in
27 view of reducing the environmental, social and economic problems caused by mineral soluble
28 sources. The objective of this study was to evaluate the use of doses of remineralizer,
29 associated or not to bovine manure, and its effect on grain yield of wheat, your nutrition, on
30 chemical properties and on density of soil. The experiment was installed in Erechim-RS, on a
31 Humic Hapludox. The experimental design used was randomized blocks, in factorial scheme
32 with three replications. The sources of nutrients were applied to the soil, without
33 incorporation, in two moments, in the doses 0, 3, 6, 9 and 12 t ha⁻¹ of remineralizer, isolated
34 and associated with the doses of bovine manure was 17 and 28 t ha⁻¹ in the first and in the
35 second application, respectively. In the crop, were evaluate of the grain yield components and
36 the leaf N and P content. In the soil were evaluated active acidity, potential acidity, P, Ca,
37 Mg, Al and density, after 390 and 171 days of the first application and second, respectively.
38 The results were submitted the analisys of variance, regression for quantitative variables, and
39 comparison of means by the Tukey to 5% of probability for qualitative variables. The
40 application of bovine manure, independent of the dose of remineralizer, resulted in increments
41 in the variables: grain yield, height of plant, number of grain per spike, mass of one thousand
42 grains and soil P and Ca contents. The N leaf increased with application of manure. The
43 treatments influenced the potential soil acidity and in the soil Mg content. The remineralizer,
44 independent of the dose, associated with bovine manure can be used as a source of nutrients
45 to wheat and improve some soil chemical attributes.

46 **KEYWORDS:** Powder rock, basalt, organic fertilization, alternative fertilization, *Triticum*
47 *aestivum* L.

48 INTRODUÇÃO

49 Os cereais são fundamentais à alimentação humana, sobretudo no âmbito da saúde,
50 como fonte de nutrientes e fibras. Dentre os cereais, o trigo (*Triticum aestivum* L.)
51 historicamente é considerado um dos principais alimentos da humanidade, além de ser
52 utilizado também na alimentação animal (SCHEUER et al. 2011).

53 Apesar do potencial de produção agrícola do Brasil, o país depende fortemente de
54 importações de trigo. Um dos fatores atribuídos a isto é o enfraquecimento do cultivo do
55 cereal no estado do Rio Grande do Sul, em consequência do alto custo de produção, baixo
56 preço pago pelo produto e instabilidade climática (GEORGIN et al. 2014). Deste modo, faz-se
57 necessário o estudo de alternativas que visam reduzir o custo de produção, sobretudo em
58 relação aos insumos externos, dentre eles, os fertilizantes minerais solúveis, responsáveis por
59 24,8% desse custo (BONA et al. 2016).

60 Os fertilizantes minerais solúveis são obtidos a partir da extração dos elementos dos
61 minerais que compõem as rochas, passam por processos industriais e são aplicados na forma
62 de sais, liberam rapidamente os nutrientes e, atendem as exigências das culturas (SILVA
63 2007). No entanto, devido à rápida solubilidade, pode haver lixiviação dos nutrientes,
64 contaminando os recursos hídricos superficiais e subterrâneos (NICHELE 2006).

65 As principais jazidas de minerais utilizados na produção destes fertilizantes estão
66 localizadas nos Estados Unidos, na Rússia, no Canadá e no Marrocos, o que torna esses países
67 os principais formadores de preços. Logo, além dos problemas ambientais que podem ser
68 associados a estas fontes, poderão ocorrer também problemas econômicos, visto que o Brasil
69 importa cerca de 70% do que consome (THEODORO et al. 2012). O elevado custo desta
70 fonte de nutrientes tem, muitas vezes, inviabilizado a permanência de pequenos agricultores
71 em suas propriedades, pois esses apresentam condições limitadas na aquisição, que leva a
72 redução do rendimento das culturas em função da não reposição de nutrientes ao solo

73 (NICHELE 2006).

74 Assim, a busca por fontes alternativas de nutrientes às culturas é essencial, com vistas
75 à redução dos impactos ambientais, econômicos e sociais gerados pelas fontes minerais
76 solúveis. Neste contexto, um segmento da pesquisa, que vem avançando é o da utilização de
77 insumos à base de remineralizadores (pós de rochas), como alternativa ou complementação ao
78 uso de fertilizantes minerais solúveis e orgânicos (HANISCH et al. 2013).

79 Van Straaten (2006) destacou algumas vantagens da utilização de remineralizadores na
80 agricultura, como: fornecimento de macro, micronutrientes e elementos benéficos;
81 propriedades favoráveis para o pH dos solos; baixo impacto ambiental, pois são produtos
82 naturais; muitos estão disponíveis localmente, alguns como resíduos de pedreiras e;
83 apresentam menor custo. Podem ainda promover efeitos positivos na qualidade do solo,
84 auxiliar na recuperação e na conservação do mesmo e apresentar efeito residual prolongado
85 (RAMOS et al. 2014).

86 Por outro lado, o principal desafio na utilização de remineralizadores na agricultura é a
87 lenta solubilização e liberação de nutrientes às plantas, que em curto prazo, torna esta fonte
88 menos responsiva, quando comparada às fontes minerais solúveis (COLA & SIMÃO 2012).
89 Sua solubilização envolve um processo ligado a atividades biológicas, o que pode resultar em
90 menor eficiência, se esta fonte não for associada à práticas culturais que estimulem a
91 microbiota do solo (BRUGNERA 2012). Neste contexto, devido aos microrganismos
92 presentes no esterco de animais, sua associação com remineralizadores pode acelerar a
93 decomposição da rocha, e, por consequência, a liberação dos nutrientes (FERREIRA et al.
94 2009).

95 Brugnera (2012) apontou que a utilização contínua de remineralizadores, isoladamente
96 ou associada ao esterco, representa um baixo investimento por parte do agricultor e com
97 grande possibilidade de melhoria no rendimento das culturas e no solo. Na cultura do feijão,

98 Ferreira et al. (2009), verificaram que o pó de basalto, associado ao esterco bovino,
99 apresentou potencial de incrementar o rendimento de grãos da cultura, quando comparado ao
100 uso pó de rocha isolado.

101 Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de utilização de diferentes doses
102 de remineralizador, associado ou não ao esterco bovino curtido, como fonte de nutrientes à
103 cultura do trigo, e seu efeito sobre o rendimento de grãos e a composição nutricional da
104 cultura e atributos químicos e densidade do solo.

105

106 MATERIAL E MÉTODOS

107 O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal da
108 Fronteira Sul, campus Erechim (RS), em um Latossolo Vermelho Aluminoférrico húmico
109 (STRECK et al. 2008; EMBRAPA 2013). De acordo com a classificação de Köppen, o clima
110 da região é do tipo fundamental C, subtipo fa, caracterizado como subtropical úmido, sem
111 estação seca definida, com a temperatura do mês mais quente superior a 22 °C, temperatura
112 média anual de 18,2 °C e precipitação média anual de 1.869 mm (CEMETRS 2012).

113 Anterior à aplicação dos fertilizantes foi realizada a caracterização edáfica, por meio
114 da coleta de amostras de solo na camada 0 a 0,10 m (Tabela 1), para determinação dos
115 atributos químicos e físicos do solo. Os dados indicam que o solo no estado inicial
116 apresentava boas condições de fertilidade, à exceção do P.

117 As fontes de nutrientes foram aplicadas ao solo em dois momentos (novembro de 2015
118 e junho de 2016) nas doses de 0,0; 3,0; 6,0; 9,0 e 12,0 t ha⁻¹ de remineralizador (pó de
119 basalto), isoladamente e associado ao esterco bovino, totalizando 10 tratamentos. No ano de
120 2015 a dose de esterco bovino foi de 17 t ha⁻¹, enquanto no ano de 2016 foi de 28 t ha⁻¹. As
121 diferentes doses de esterco utilizadas foram estabelecidas a partir dos resultados da análise de
122 solo, tendo por base as indicações que constam no Manual de Adubação e calagem

123 para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (SBCS 2004).

124

125 Tabela 1 – Teor de argila e atributos químicos do solo antes da implantação do experimento,
126 na camada 0 a 0,10 m.

127 Table 1 – Clay content and chemical attributes of the soil before the implantation of the
128 experiment, in the layer 0 to 0,10 m.

Camada 0 a 10 cm										
Argila %	pH (H ₂ O)	Índice SMP	P mg dm ⁻³	K mg dm ⁻³	MOS %	Al	Ca	Mg	Al + H	CTC _{pH7,0}
						----- cm _c dm ⁻³ -----				
> 60	5,6	6,0	4,5	155	3,8	0,0	6,4	3,0	4,4	14,2
% Sat da CTC		Relações			S	Zn	Cu	B	Mn	
Bases	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	----- mg dm ⁻³ -----					
69	0,0	2,1	16	8	10	2,0	3,8	0,7	50	

129

130 O remineralizador aplicado em novembro de 2015 foi oriundo de uma mineradora
131 localizada no município de São Domingos do Sul (RS) e continha as seguintes características:
132 pH: 7,9; N: 0,04%; P total: 0,10%; K total: 0,38%; Ca total: 0,38%; Mg: 0,21% e; S: <0,01%.

133 Já o esterco bovino curtido aplicado em novembro de 2015 apresentava os seguintes teores:
134 0,35% de P₂O₅; 0,35% de K₂O e; 0,77% Ca. O remineralizador aplicado em junho de 2016
135 possuía as seguintes características: SiO: 51,13%; Al₂O₃:13,99%; CaO: 19,79%; MgO: 6,7%;
136 K₂O: 0,41%; Na₂O: 2,10%; MnO: 0,19% e; P₂O₅: 0,12%. Já o esterco bovino aplicado em
137 junho de 2016 apresentava os seguintes teores: 1,2% de N; 0,41% de P₂O₅ e; 0,46% de K₂O.

138 O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), arranjado
139 em esquema fatorial 5 x 2, com três repetições. No fator A alocou-se as doses de
140 remineralizador e no B com e sem esterco de bovinos. Cada unidade experimental
141 apresentava 5 m de comprimento por 2,72 de largura, totalizando 13,6 m². As fontes foram
142 distribuídas isoladamente, de forma manual, sobre a superfície do solo, sem incorporação, na
143 área útil de cada parcela (3 x 2m).

144 Anterior à semeadura da cultura foi realizado o controle das plantas daninhas presentes
145 na área, afim de que a cultura emergisse livre de infestação. A semeadura foi realizada no dia
146 28 de junho de 2016, utilizando a cultivar TBIO Sinuelo, com espaçamento de 0,17 m, 16
147 linhas por unidade experimental e visava população final de 310 plantas m⁻². Durante a
148 condução do experimento foi realizado o manejo fitossanitário, para controle de insetos-praga
149 e doenças.

150 A colheita da cultura foi realizada no dia 20 de novembro de 2016. Foram avaliadas as
151 seguintes variáveis respostas: rendimento de grãos (kg ha⁻¹), pela colheita manual das oito
152 linhas centrais em 3 m, totalizando 4,08 m², cujo valor obtido foi corrigido para 13% de
153 umidade; altura de plantas; número de grãos por espiga, determinados em cinco plantas na
154 área útil de cada parcela, definidas aleatoriamente; massa de mil grãos de cada unidade
155 experimental, verificada de acordo com a metodologia indicada por BRASIL (2009) e
156 corrigido para 13% de umidade; número de espigas por área, obtido a partir da contagem das
157 espigas em 1 m² e; peso hectolitro, determinado com o uso de balança, o valor foi corrigido
158 para umidade de 13%. A determinação da umidade dos grãos seguiu metodologia indicada
159 por BRASIL (2009).

160 Realizou-se a análise da composição química foliar da cultura do trigo. As amostras de
161 tecido vegetal foram coletadas no início do florescimento, 50 plantas por parcela, retirando-se
162 a folha bandeira (SBCS 2004). As folhas foram secas em estufa à 60 °C até peso constante. A
163 seguir foram moídas e passaram pelo processo de digestão por H₂O₂, H₂SO₄ e com mistura de
164 digestão, para a determinação dos teores de N e P foliar, conforme procedimentos descritos
165 em TEDESCO et al. (1995).

166 Com o objetivo de avaliar a variação dos atributos químicos, amostras de solo foram
167 coletadas na área útil de cada unidade experimental, no dia 12 de dezembro de 2016 (390 dias
168 após a primeira aplicação das fontes de nutrientes e 171 dias após a segunda aplicação) com o

169 auxílio de um trado calador, na camada 0 a 0,10 m. Cada amostra foi composta por 8
170 subamostras. Após a coleta, as amostras foram secas em estufas à 50 °C, para posterior
171 realização das seguintes análises químicas: acidez ativa, pH em água, na relação solo: água
172 1:1 (TEDESCO et al. 1995) e pH em CaCl₂ na relação solo: solução 1:2,5 (EMBRAPA
173 2009); acidez potencial ([H+Al]), extraídos com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ pH
174 7,1-7,2 e determinados por titulometria (EMBRAPA 2009); teor de P₂O₅ disponível, extraído
175 com duplo ácido TEDESCO et al. 1995); teor de Ca e Mg, extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ e
176 determinado por espectrofotometria de absorção atômica; e Al, extraído com KCl 1 mol L⁻¹ e
177 determinado por titulometria (TEDESCO et al. 1995).

178 Foi realizada a caracterização da densidade do solo por meio da coleta de uma amostra
179 indeformada, na área útil de cada unidade experimental, com o auxílio de um trado
180 amostrador do tipo Uhland. Anterior à coleta, foi obtido o diâmetro interno, a altura e a massa
181 do cilindro. Os cilindros com solo foram retirados do trado e ajustou-se o volume do solo ao
182 seu volume. Posteriormente as amostras foram colocadas na estufa a 105 °C até atingir massa
183 constante (KLEIN 2014).

184 Os resultados foram submetidos à análise de variância, em havendo significância
185 foram testadas por Tukey (variável qualitativa) e avaliação da capacidade preditiva do modelo
186 proposto (variável quantitativa). Todas as análises foram realizados através do *software*
187 estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA 2014). Para o teor de Ca do solo, utilizou-se os
188 dados de coeficiente de variação transformados ($\sqrt{y + 0,5}$).

189

190 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

191 Neste tópico, serão apresentados os resultados obtidos com a aplicação de
192 remineralizador, associado ou não ao esterco bovino, relativos ao rendimento de grãos e a
193 composição nutricional da cultura do trigo e atributos químicos e densidade do solo.

194 **Efeito do remineralizador, associado ou não ao esterco bovino curtido, sobre o**
195 **desenvolvimento e nutrição da cultura do trigo**

196 A aplicação de doses crescentes do remineralizador não influenciou as respostas das
197 variáveis: rendimento de grãos, altura de plantas, número de grãos por espiga, massa de mil
198 grãos, número de espigas por área e peso hectolitro (dados não apresentados). Do mesmo
199 modo, não houve interação entre os fatores testados (dose de remineralizador x esterco) sobre
200 estas variáveis (dados não apresentados). Tal comportamento deve-se à lenta solubilização
201 dos nutrientes presentes no remineralizador e a consequente lenta liberação dos nutrientes às
202 plantas (HANISCH et al. 2013).

203 Hanisch et al. (2013) não observaram efeito de doses de remineralizador no
204 rendimento de grãos das culturas do milho e da soja. Quanto à altura de plantas, Nichele
205 (2006), na cultura do feijão, observou menor capacidade do remineralizador em proporcionar
206 porte mais elevado, em comparação com adubação mineral solúvel.

207 Por outro lado, houve efeito sobre as variáveis: rendimento de grãos, número de grãos
208 por espiga, altura de plantas e massa de mil grãos, quando o remineralizador, independente da
209 dose, esteve associado ao esterco bovino curtido (Tabela 2). Tal desempenho pode ser
210 explicado pela disponibilização de nutrientes de forma imediata por parte do esterco, com
211 destaque ao N, visto que este é o elemento mais demandado pela cultura do trigo, e a sua
212 disponibilidade é considerado fator determinante do potencial de rendimento da cultura
213 (MALAVOLTA 2006; BONA et al. 2016).

214 Pauletti et al. (2008) verificaram aumento de forma linear no rendimento de grãos do
215 trigo com o acréscimo da dose de esterco líquido de gado (0, 15, 30 e 45 m³ ha⁻¹). Os autores
216 destacaram que tal resultado foi possivelmente, por que a adubação orgânica contribuiu
217 plenamente para atender as necessidades da cultura.

218

219 Tabela 2 – Efeito da presença e ausência de esterco bovino, independente da dose de
 220 remineralizador na altura de plantas, no número de grãos por espiga, na massa de mil grãos e
 221 no rendimento de grãos do trigo, da cultivar de trigo TBIO Sinuelo.

222 Table 2 – Effect of the presence or absence of bovine manure, independent of the dose of
 223 remineralizer in the height of plant, in the number of grain per spike, in the mass of one
 224 thousand grain and in the grain yield, the cultivar of wheat TBIO Sinuelo.

Esterco	Altura de plantas (m)	Número de grãos espiga ⁻¹	Massa de mil grãos (g)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Com	1,06 a *	28,31 a	36,73 a	2.169,70 a
Sem	0,98 b	21,05 b	33,30 b	1.390,20 b
C.V. (%)	7,44	18,60	6,27	20,72

225 * Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de
 226 probabilidade.

227 De acordo com Bredemeier & Mundstocko (2001), a forte demanda de N pelas plantas
 228 de trigo ocorre preferencialmente entre a emergência e a emissão da sétima folha do colmo
 229 principal, visto que neste período há o estabelecimento do número de espiguetas diferenciadas
 230 e, em consequência, do número de grãos por espigas, o qual está diretamente relacionado com
 231 o rendimento final da cultura. Logo, o maior número de grãos obtido com a aplicação de
 232 esterco bovino (Tabela 2), independente da dose do remineralizador, pode estar atribuído ao
 233 suprimento da demanda de N pela cultura, no momento do estabelecimento do número de
 234 espiguetas por espiga, o que não foi verificado com a aplicação de crescentes doses de pó de
 235 rocha e sem a adição de esterco bovino curtido.

236 A disponibilização de N por meio da adição do esterco (fonte de N), independente da
 237 dose de remineralizador, também pode ter contribuído com o aumento do índice de área foliar
 238 da planta. Essa por sua vez, influenciou a interceptação da radiação solar, promovendo
 239 incrementos nos componentes de rendimento do trigo (número de grãos por espiga e massa de
 240 mil grãos) e, conseqüentemente, no rendimento de grãos. Tal desempenho foi observado por

241 Melero et al. (2013), ao avaliarem a influência de resíduos de coberturas vegetais e doses de
242 N em trigo. Ressalta-se que um dos efeitos da deficiência de N é a redução do crescimento da
243 planta (PÖTFKER & ROMAN 1998).

244 O número de espigas por área não resultou em diferenças entre os tratamentos testados
245 (dados não apresentados). No entanto, tal desempenho foi compensado pela modificação nos
246 demais componentes do rendimento (número de grãos por espiga e massa de mil grãos).
247 Valério et al. (2009) destacaram que há genótipos que demonstram reduzido potencial de
248 afilhamento, em razão de apresentarem maior relação de efeito compensatório com os
249 demais componentes.

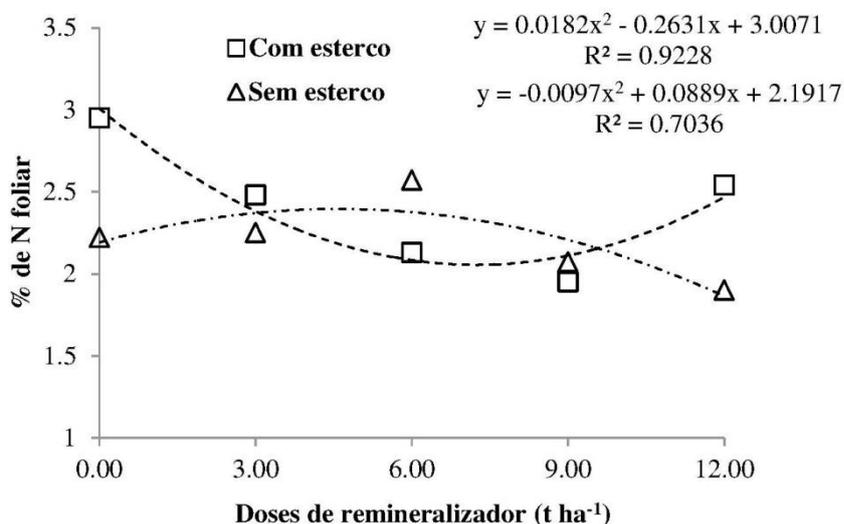
250 A adubação com doses crescentes de remineralizador, associada ou não ao esterco
251 bovino, não modificou o peso hectolitro (PH) dos grãos (dados não apresentados). O PH pode
252 ser influenciado pela uniformidade, forma, densidade e tamanho do grão, pelo teor de
253 matérias estranhas e grãos quebrados da amostra. Serve como parâmetro para a
254 comercialização, visto que, na prática, o valor recebido pelo produtor é menor quando o PH
255 apresenta-se abaixo de 78 kg hl^{-1} (TRINDADE et al. 2006; MIRANDA et al. 2009). Ressalta-
256 se que os valores médios de PH no presente trabalho ficaram acima de 78 kg hl^{-1} , sem
257 diferença estatística entre os tratamentos.

258 Quanto ao teor de N foliar, a análise da variância indicou que houve interação entre os
259 fatores testados. Constatou-se efeito de doses de remineralizador, associado ou não ao uso de
260 esterco bovino (Figura 1). Com relação às doses de pó de rocha, ocorreu um comportamento
261 diferenciado entre a série com esterco e sem esterco (Figura 1).

262 Quando o esterco bovino foi aplicado de forma isolada, ou seja, sem a aplicação do
263 remineralizador (0 t ha^{-1}) resultou em maior teor de N foliar (Figura 1). A aplicação de 3 t ha^{-1} ,
264 6 t ha^{-1} e 9 t ha^{-1} de remineralizador, associado ao esterco bovino, reduziu o teor de N foliar,
265 em comparação à aplicação do esterco de forma isolada. Já quando o esterco bovino foi

266 aplicado juntamente com 12 t ha⁻¹ de remineralizador houve incremento no teor de N foliar,
 267 como pode ser observado na Figura 1.

268



269

270 Figura 1 – Efeito de doses de remineralizador, associado ou não ao esterco bovino, no teor de
 271 N foliar do trigo, cultivar TBIO Sinuelo.

272 Figure 1 – Effect of the doses of remineralizer, associate or not to bovine manure, at the N
 273 leaf content of wheat, cultivar TBIO Sineulo..

274 A faixa de suficiência de N no tecido foliar, para a cultura do trigo, é de 2,0 a 3,4%
 275 (SBCS 2004). Ao se observar a Figura 1, constata-se que somente a dose de 9 t ha⁻¹,
 276 associada ao esterco bovino, apresentou teor de N foliar abaixo da faixa de suficiência da
 277 cultura. Ferreira et al. (2009) verificaram maior teor de N foliar em feijão, com a aplicação de
 278 10 t ha⁻¹ de pó de basalto associado ao esterco bovino, o qual diferiu estatisticamente do
 279 tratamento NPK e de 5 t ha⁻¹ de pó de basalto.

280 Quando o remineralizador não esteve associado ao esterco bovino, com exceção da
 281 dose de 6 t ha⁻¹, ocorreu uma significativa redução do teor de N foliar, em comparação à série
 282 com esterco. Tal desempenho está atribuído ao fato do pó de basalto não ser uma fonte de N
 283 às plantas, necessitando o fornecimento de fonte de N associada (FEIDEN 1991). Do mesmo

284 modo, Feiden (1991) observou redução no teor de N da cultura do trigo com a aplicação de pó
 285 de basalto (0, 20, 40, 80, 160 e 320 t ha⁻¹) na série sem aplicação de fertilizante solúvel.

286 Observou-se na Tabela 3 que há dois tratamentos em que o teor de N foliar é superior
 287 com a aplicação de esterco, o que pode ter contribuído com o fato de a cultura ter resultado
 288 em maior produção de grãos, conforme foi discriminado na comparação de médias realizada
 289 com esta variável resposta, como efeito isolado (sem interação). Isto explica ainda o efeito
 290 isolado (valor médio) da aplicação do esterco junto com o remineralizador,
 291 independentemente das doses desse, sobre o teor de N foliar e sobre o rendimento de grãos
 292 (Tabela 3).

293

294 Tabela 3 – Teor de N foliar da cultivar de trigo TBIO Sinuelo, em função da interação de
 295 remineralizador e esterco bovino, e valores médios do efeito isolado de esterco, independente
 296 da dose do remineralizador.

297 Table 3 – N leaf content of the wheat cultivar TBIO Sinuelo, due the interaction of
 298 remineralizer and bovine manure, and mean values of the isolated manure effect, independent
 299 of the dose of remineralizer.

Tratamentos	Doses aplicadas de remineralizador (t ha ⁻¹)					Média
	0	3	6	9	12	
N foliar (%)						
Com esterco	2,95 a*	2,48 a	2,13 b	1,95 a	2,54 a	2,41 a
Sem esterco	2,22 b	2,25 a	2,57 a	2,07 a	1,90 b	2,20 b
C.V. (%)	9,42					

300 *Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de
 301 probabilidade, comparando-se o uso de esterco ou não dentro de cada dose de
 302 remineralizador.

303 O teor de P foliar do trigo não apresentou diferença estatística com a aplicação de
 304 doses de remineralizador, associado ou não ao esterco bovino curtido (dados não

305 apresentados). Entretanto, ressalta-se que as plantas podem ter apresentado a mesma
306 concentração, porém, não resultaram em mesma massa, visto que com a aplicação de esterco
307 as plantas desenvolveram-se mais, logo não necessariamente absorveram a mesma
308 quantidade.

309 Ferreira et al. (2009) ao avaliarem o teor foliar de P em feijão, verificaram diferença
310 significativa ao tratamento NPK e 10 t ha⁻¹ de pó de basalto, associado ao esterco bovino. O
311 maior teor de P, observado pelos autores, foi no tratamento NPK, pelo fato do elemento
312 encontrar-se na forma mineral, prontamente disponível para a planta.

313

314 **Efeito do remineralizador associado ou não à adubação orgânica sobre os atributos** 315 **químicos e a densidade do solo**

316 A acidez ativa, seja por meio do pH_(H₂O), seja por meio do pH_(CaCl₂), não foi
317 influenciada pelos tratamentos testados (dados não apresentados). Apesar do remineralizador,
318 derivado do basalto, apresentar teores relativamente altos de CaO e MgO (acima de 10 e 6%,
319 respectivamente), a provável não solubilização dos mesmos, ou a sua lenta solubilização, não
320 contribuiu com a modificação do valor do pH do solo (NICHELE 2006). Tal desempenho
321 também pode ser explicado pelo poder tampão do solo.

322 Hanisch et al. (2013) igualmente não observaram diferença em relação ao pH do solo,
323 após 42 meses de aplicação de pó de basalto (0, 2, 4, 8 e 12 t ha⁻¹). Já Inocêncio et al. (2009)
324 verificaram influência da aplicação de basalto triturado no pH do solo, tanto em água quanto
325 em solução de CaCl₂, após 90 dias de incubação, porém, com diferenças entre tipos de solos,
326 devido ao diferente poder tampão dos mesmos. O solo com maior teor de argila e de matéria
327 orgânica foi menos influenciado, devido ao seu maior poder tampão, enquanto que o solo com
328 menor teor de argila e matéria orgânica foi o mais influenciado, em função do seu menor
329 poder tampão.

330 Quanto à variável acidez potencial do solo ($|H+Al|$), a análise da variância indicou que
 331 houve interação entre os tratamentos testados (Tabela 4). Constatou-se efeito de doses de
 332 remineralizador, associado ou não ao uso de esterco bovino. Ao observar a Tabela, verificou-
 333 se que a aplicação de 3 t ha^{-1} de remineralizador associado ao esterco resultou em menor
 334 acidez potencial, em comparação à não associação. O esterco bovino utilizado, apresentava
 335 pH próximo da neutralidade (6,6), o que indica que a aplicação deste pode ter contribuído
 336 com a redução da acidez potencial. Entretanto, com a aplicação de 9 t ha^{-1} de remineralizador
 337 houve efeito contrário, ou seja, sem aplicação de esterco resultou em menor acidez potencial,
 338 em comparação à adição. Esse resultado encontrado possivelmente decorra de uma
 339 interferência ambiental, ou mesmo por erro experimental.

340

341 Tabela 4 – Acidez potencial do solo ($|H+Al|$) em função da interação de remineralizador e
 342 esterco bovino.

343 Table 4 – Potential soil acidity ($|H+Al|$) due the interaction of remineralizer and bovine
 344 manure.

Tratamentos	Doses aplicadas de remineralizador (t ha^{-1})				
	0	3	6	9	12
	$ H+Al \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$				
Com esterco	3,36 a*	2,48 b	2,94 a	3,36 a	2,64 a
Sem esterco	2,64 a	4,02 a	3,52 a	2,32 b	2,26 a
C.V. (%)	18,48				

345 *Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de tukey ao nível de
 346 5% de probabilidade, comparando-se o uso de esterco ou não dentro de cada dose de
 347 remineralizador.

348 Araujo et al. (2011) verificaram redução de 6% da acidez potencial do solo com a
 349 aplicação de esterco (pH 7,3). Os autores destacaram que tal desempenho resultou da adição
 350 de material orgânico básico e com quantidade considerável de cálcio em sua composição.

351 Não foram observadas diferenças no teor de P no solo em função da aplicação das
 352 doses crescentes de remineralizador (dados não apresentados). Tal comportamento deve-se à
 353 lenta solubilização e liberação dos nutrientes presentes. Por outro lado, houve efeito
 354 significativo sobre esta variável, nos tratamentos que receberam a aplicação de esterco bovino
 355 curtido, independente da dose de remineralizador (Tabela 5).

356
 357 Tabela 5 – Teores de P e Ca no solo pela presença e ausência de esterco, independente da
 358 dose de remineralizador

359 Table 5 – P and Ca contents in the soil by the presence and absence of bovine manure,
 360 independent of the dose of remineralizer.

Tratamentos	P (mg dm ⁻³)	Ca (cmol _c dm ⁻³)
Com esterco	29,34 a*	4,36 a ¹
Sem esterco	10,10 b	3,01 b
C.V. (%)	37,30	23,86

361 * Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de
 362 probabilidade.

363 ¹ Coeficiente de variação obtido com os dados transformados ($\sqrt{y + 0,5}$).

364 A interpretação dos teores de P no solo com base nos parâmetros indicados em SBCS
 365 (2004) resultou que os valores estão na faixa do Alto e Muito Alto, sem e com esterco,
 366 respectivamente (Tabela 5). O incremento no teor de P do solo também foi observado em
 367 trabalhos conduzidos por Caetano & Carvalho (2006), com a aplicação de esterco bovino. Tal
 368 desempenho pode ser explicado pela presença desse nutriente no esterco e sua disponibilidade
 369 imediata, em comparação ao remineralizador. Entretanto, tal resultado deve ser interpretado
 370 com cautela, devido ao extrator ácido utilizado (Mehlich-1), que tende a superestimar os
 371 teores de P disponível.

372 Erhart (2009) avaliou a aplicação de doses de pó de basalto (0, 10, 20 e 50 t ha⁻¹), o

373 qual apresentava 0,45% de P_2O_5 , e verificou aumento do teor de P até a dose de 20 t ha^{-1} , após
374 um ano da aplicação, pelo método Mehlich-1. Quando a extração do P foi realizada por meio
375 da resina trocadora de ânions (RTA), os valores dos teores de P foram em geral extremamente
376 baixos, porém com a mesma tendência verificada com os valores dos teores de P obtidos com
377 a extração pelo método Mehlich-1. Ressalta-se que os pós de basalto utilizado no presente
378 experimento apresentavam em média 0,11% de P_2O_5 , o que pode explicar o não incremento
379 deste nutriente com a aplicação do remineralizador.

380 A aplicação de crescentes doses de remineralizador não resultou em modificações ao
381 teor de Ca do solo (dados não apresentados). Do mesmo modo, não houve interação dos
382 fatores avaliados (dados não apresentados). Ferreira et al. (2009) não verificaram diferenças
383 estatísticas com a aplicação de $2,5$ e $5,0 \text{ t ha}^{-1}$ de doses de pó de basalto, associado ou não ao
384 esterco bovino, quanto ao teor de Ca do solo. Os autores destacaram que tal desempenho
385 pode ter ocorrido pelo curto período de condução do experimento, já que se trata de material
386 de baixa solubilidade.

387 Por outro lado, a aplicação de esterco bovino, independente da dose de
388 remineralizador, modificou o teor de Ca do solo (Tabela 5). O teor de Ca anterior à instalação
389 do experimento era interpretado como alto (SBCS 2004). Com a aplicação de esterco,
390 independente da dose do pó de rocha, o teor manteve-se alto. Já sem a aplicação de esterco, o
391 teor deste nutriente foi interpretado como médio (SBCS 2004). Tal desempenho demonstra
392 que o remineralizador não disponibilizou Ca, devido sua lenta solubilização, enquanto a
393 aplicação de esterco, devido à presença de Ca em sua composição e sua pronta
394 disponibilidade, incrementou o teor deste no solo.

395 Araujo et al. (2011) avaliaram cinco proporções de esterco bovino em associação com
396 ureia (0, 25, 50, 75 e 100%) e observaram incremento no teor de Ca no solo com a aplicação
397 do esterco, nas profundidades 0 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m. A maior contribuição de Ca, no

398 experimento conduzido por estes autores, resultou do tratamento 100% de esterco bovino.

399 Quanto ao teor de Mg no solo, a análise da variância indicou que houve interação entre
 400 os fatores testados (Tabela 6). Dentro de cada nível de dose, observou-se que somente na dose
 401 3 t ha⁻¹ houve diferença entre a presença e ausência de esterco. Sob a aplicação das demais
 402 doses de remineralizador, o uso de esterco não produziu diferenças nos valores desta variável
 403 analisada. A utilização da dose 3 t ha⁻¹ de pó de basalto na presença de esterco bovino
 404 apresentou maior teor de Mg no solo, comparado a utilização apenas de remineralizador
 405 (Tabela 6).

406

407 Tabela 6 – Teores de Mg no solo obtidos em função da aplicação de doses de remineralizador
 408 associada ou não ao esterco bovino.

409 Table 6 – Mg content in the soil obtained due the application of the dose of remineralizer,
 410 associated or not to bovine manure.

Tratamentos	Doses aplicadas de remineralizador (t ha ⁻¹)				
	0	3	6	9	12
	Mg (cmol _c dm ⁻³)				
Com esterco	1,30 a*	1,83 a	1,97 a	1,80 a	1,80 a
Sem esterco	1,57 a	0,93 b	1,63 a	1,87 a	1,93 a
C.V. (%)	13,64				

411 * Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de
 412 probabilidade.

413 O teor de Mg resultou em uma tendência de valores crescentes em função das doses do
 414 remineralizador, tanto de forma isolada quanto associada ao uso de esterco. Cabe salientar que
 415 se espera nestes casos uma tendência linear e crescente, entretanto os modelos matemáticos
 416 obtidos resultaram com baixa capacidade preditiva (R² 35,7% e R² 52,25%, respectivamente),
 417 razão pela qual não estão apresentadas as Figuras com esses valores.

418 Ferreira et al. (2009) não verificaram diferenças quanto ao teor de Mg do solo com a
 419 aplicação de 2,5 e de 5 t ha⁻¹ de pó de basalto, seja associado ao esterco, seja de forma isolada.

420 Hanisch et al. (2013) observaram redução no teor de Mg do solo, com o incremento das doses
421 de pó basalto (0, 2, 4, 8 e 12 ton ha⁻¹), aos 14 meses e aos 21 meses após a aplicação. Aos 9
422 meses e aos 42 meses após a aplicação, não verificaram resultados significativos para esta
423 variável.

424 Não foram observadas diferenças significativas em função dos tratamentos testados,
425 em relação a variável teor de Al trocável no solo (dados não apresentados). Do mesmo modo,
426 Silva (2007) ao avaliar o efeito da adição de doses crescentes de pó de basalto (2,5, 5,0, 10,0 e
427 20,0 t ha⁻¹) e destas associadas com esterco bovino, não observou diferenças quanto a esta
428 variável. Já Inocêncio et al. (2009) verificaram redução no teor de Al trocável com o aumento
429 das doses de basalto triturado, sendo que o maior efeito foi constatado para o solo incubado
430 que possuía menor poder tampão.

431 Deve-se ressaltar que a toxicidade do Al é teoricamente possível em solos com valores
432 de pH_(H₂O) menores que 5,5, visto que quando esse ponto é alcançado, parte do Al trocável,
433 desloca-se para a solução do solo (CAMARGO & OLIVEIRA 1981). Diante disso, a não
434 alteração dos teores deste elemento, em função dos tratamentos, pode estar relacionada com
435 os valores do pH_(H₂O) observados neste trabalho, que encontram-se acima de 5,5, o que
436 provoca a precipitação deste elemento.

437 Em relação à densidade do solo, não foi verificada interação e nem efeito isolado em
438 função dos tratamentos (dados não apresentados). Apesar de o remineralizador utilizado
439 possuir 50% do material com granulometria abaixo de 0,3 mm, não foi observado aumento da
440 densidade do solo. Logo, a granulometria fina do remineralizador – que é desejada, pois
441 quanto menor, mais rápida será a solubilização e a liberação dos nutrientes às plantas – não
442 aumenta a densidade do solo. Este resultado difere do que foi observado por Siguino et al.
443 (2011), que destacaram que materiais muito finos podem provocar um efeito cimentante no
444 solo, o que resultaria em fechamento dos poros, aumento da compactação, com consequente

445 aumento da densidade do solo.

446

447 **CONCLUSÃO**

448 A aplicação de esterco bovino, independente da dose de remineralizador, incrementa o
449 rendimento de grãos da cultura do trigo, devido ao acréscimo no número de grãos por espiga e
450 massa de mil grãos. Além disso, resulta em maior teor de N foliar da cultura. O teor de P
451 foliar do trigo não é afetado pelas doses de remineralizador, associado ou não ao esterco
452 bovino.

453 O emprego de doses crescentes de remineralizador, associado ou não ao esterco
454 bovino, não modifica a acidez ativa, o teor de Al e a densidade do solo. A aplicação de 3 t ha⁻¹
455 de remineralizador, associado ao esterco bovino, resulta em menor acidez potencial e em
456 maior teor de Mg do solo. A aplicação de esterco, independente da dose de remineralizador,
457 incrementa o teor de P e Ca do solo.

458 O remineralizador, independente de sua dose, associado ao esterco bovino, pode ser
459 utilizado como fonte de nutrientes à cultura do trigo e promover melhorias em alguns
460 atributos químicos do solo.

461

462 **REFERÊNCIAS**

463 ARAUJO AdosS et al. 2011. Substituição de nitrogênio por esterco bovino na produtividade
464 de forragem e qualidade do solo. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal 12: 852-866.

465

466 BONA FD et al. 2016. Manejo nutricional da cultura do trigo. Piracicaba: International Plant
467 Nutrition Institute. 16p. (Informações Agronômicas nº 154).

468

469 BRASIL. 2009. Regras para análise de sementes. 1 ed. Brasília: Mapa/ACS.399 p.

470 BREDEMEIER C & MUNDSTOCKO CM. 2001. Estádios fenológicos do trigo para a
471 adubação nitrogenada em cobertura. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 25:317-323.

472

473 BRUGNERA RL. 2012. Avaliação do uso de pó de rocha basáltica como fertilizante
474 alternativo na cultura da rúcula. Trabalho final de graduação (Curso de Engenharia
475 Agrônômica). Foz do Iguaçu: UDC. 54 p.

476

477 CAETANO LCS & CARVALHO AJC de. 2006. Efeito da adubação com boro e esterco
478 bovino sobre a produtividade da figueira e as propriedades químicas do solo. Ciência Rural
479 36:1150-1155.

480

481 CAMARGO CEO & OLIVEIRA OFde. 1981. Tolerância de cultivares de trigo a diferentes
482 níveis de alumínio em solução nutritiva e no solo. Bragantia 40: 21-31.

483

484 CEMETRS. 2017. Atlas climático do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 198p. Disponível em:
485 < http://www.cemet.rs.gov.br/area/7/Atlas_Clim%C3%A1tico>. Acesso em: 20 mai. 2017.

486

487 COLA GPA & SIMÃO JBP. 2012. Rochagem como forma alternativa de suplementação de
488 potássio na agricultura agroecológica. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento
489 Sustentável 7: 15-27.

490

491 EMBRAPA. 2009. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed.
492 Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 627p.

493

494 EMBRAPA. 2013. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3 ed. Brasília: Embrapa.353p.

- 495 ERHART J. 2009. Efeito do pó de basalto nas propriedades químicas do solo e nutrição da
496 videira (*Cabernet sauvignon*). Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Lages: UDESC.
497 72p.
498
- 499 FEIDEN A. 1991. Efeito de doses crescentes de pó de rocha basáltica sobre a absorção de
500 macro e micronutrientes pela cultura do trigo. Dissertação (Mestrado em Agronomia).
501 Curitiba: UFPR. 185p.
502
- 503 FERREIRA DF. 2014. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons.
504 Ciências e agrotecnologia 38:109-112.
505
- 506 FERREIRA ERN et al. 2009. Pó de basalto, desenvolvimento e nutrição do feijão comum
507 (*Phaseolus vulgaris*) e propriedades químicas de um Cambissolo Húmico. Revista de
508 Ciências Agroveterinárias 8: 111-121.
509
- 510 GEORGIN J et al. 2014. Desenvolvimento inicial de trigo (*Triticum aestivum*) com uso de
511 fitohormônios, zinco e inoculante no tratamento de sementes. Revista Eletrônica em Gestão,
512 Educação e Tecnologia Ambiental-REGET 18: 1318-1325.
513 <<http://dx.doi.org/10.5902/2236117014615>>.
514
- 515 HANISCH AL et al. 2013. Efeito de pó de basalto no solo e em culturas anuais durante quatro
516 safras, em sistema de plantio direto. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável 3: 100-
517 107.
518
- 519 INOCÊNCIO F et al. 2009. Efeito da aplicação de basalto triturado nas características

- 520 químicas de amostras de solo do estado de Mato Grosso do Sul. Revista Caatinga 22: 145-
521 151.
- 522
- 523 KLEIN VA. 2014. Física do solo. 3 ed. Passo Fundo: UPF. 263p.
- 524
- 525 MALAVOLTA E. 2006. Manual de nutrição mineral de plantas. 1 ed. São Paulo: Editora
526 Agronômica Ceres. 638p.
- 527
- 528 MELERO MM et al. 2013. Coberturas vegetais e doses de nitrogênio em trigo sob sistema
529 plantio direto. Pesquisa Agropecuária Tropical 43: 343-353.
- 530
- 531 MIRANDA MZde et al. 2009. Qualidade comercial do trigo brasileiro: Safra 2006. Passo
532 Fundo: Embrapa Trigo. 95p. (Documentos Online 112).
- 533
- 534 NICHELE ER. 2006. Utilização de minerais no desenvolvimento de plantas e na mitigação de
535 odores em criações animais confinadas. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Lages:
536 UDESC. 97p.
- 537
- 538 PAULETTI V et al. 2008. Produtividade de culturas sob diferentes doses de esterco líquido de
539 gado de leite e de adubo mineral. Scientia Agraria 9: 199-205. <
540 <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v9i2.10969>>.
- 541
- 542 PÖTFKER D & ROMAN ER. 1998. Efeito do nitrogênio em trigo cultivado após diferentes
543 sucessões de culturas. Pesquisa agropecuária brasileira 33: 501-507.
- 544

545 RAMOS CG et al. 2014. A preliminary study of acid volcanic rocks for stonemeal
546 application. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management* 1: 30-35.
547 <<http://dx.doi.org/10.1016/j.enmm.2014.03.002>>.

548
549 SCHEUER PM et al. 2011. Trigo: características e utilização na panificação. *Revista*
550 *Brasileira de Produtos Agroindustriais* 13: 211-222. SIGUINO E et al. 2011. Utilização do
551 pó-de-basalto na agricultura. *Pesquisa & Tecnologia* 8.

552
553 SILVA Ada. 2007. Efeito da aplicação de pó de basalto nas propriedades químicas do solo, na
554 nutrição e produtividade do feijoeiro e na absorção de nutrientes por *Eucalyptus benthamii*.
555 Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Lages: UDESC. 69p.

556
557 SBCS - SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. 2004. Manual de calagem e
558 adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre:
559 Comissão de Química e Fertilidade do Solo, RS/SC. 404p.

560
561 STRECK EV et al. 2008. Solos do Rio Grande do Sul. 2.ed. Porto Alegre: EMATER/RS-
562 ASCAR. 222p.

563
564 TEDESCO MJ et al. 1995. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2 ed. Porto Alegre:
565 UFRGS. 170p.

566
567 THEODORO SH et al. 2012. A importância de uma rede tecnológica de rochagem para a
568 sustentabilidade em países tropicais. *Revista Brasileira de Geografia física* 5: 1390-1407.

569

570 TRINDADE MdaG et al. 2006. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no
571 cerrado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 10:24-29.

572

573 VALÉRIO IP et al. 2009. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em
574 trigo. Semina: Ciências Agrárias 30: 1207-1218.

575

576 VAN STRAATEN P. 2006. Farming with rocks and minerals: challenges and opportunities.

577 Anais da Academia Brasileira de Ciências 78: 731-747.