
APLICAÇÃO DE PÓ DE ROCHA EM SERINGUEIRA NA REGIÃO NOROESTE PAULISTA: EFEITO SOBRE OS TEORES DE NUTRIENTES FOLIARES

BORGES, Wander Luis Barbosa¹; **SCALOPPI JUNIOR** Erivaldo José¹;
FREITAS, Rogério Soares de¹; **SPORCH**, Helimar Balarone da Silva²;
CRUZ, Luan Carlos Pianta da²; **OLIVEIRA**, Douglas Yuri Osaki de²;
BORGES, João Francisco²; **SILVA**, Laryssa de Castro²

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.4125

RESUMO: O projeto foi desenvolvido na Fazenda Terra Nobre, em Meridiano/SP. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, utilizando-se cinco tratamentos, consistindo das doses de pó de rocha: T1: tratamento padrão (0 t ha⁻¹); T2: 1,25 t ha⁻¹; T3: 2,5 t ha⁻¹; T4: 5 t ha⁻¹; T5: 10 t ha⁻¹. As parcelas continham 5 linhas com 90 plantas no total, e 20 plantas úteis, sendo 1 linha central, 1 do lado direito, 1 do lado esquerdo e 1 linha bordadura do lado direito e 1 linha bordadura do lado esquerdo. Foram coletadas folhas nas linhas centrais, do lado direito e do lado esquerdo de cada parcela e encaminhadas para análise foliar dos teores de nutrientes e os dados foram submetidos à análise de variância da regressão. É necessária a continuação da experimentação para obtenção de dados mais conclusivos da utilização de pó de rocha sobre os teores de nutrientes foliares da cultura da seringueira.

Palavras-chave: *Hevea brasiliensis*. Macronutrientes. Micronutrientes.

APPLICATION OF ROCK POWDER IN RUBBER TREE IN THE NORTHWESTERN REGION OF SÃO PAULO STATE, BRAZIL: EFFECT ON LEAF NUTRIENT CONTENTS

SUMMARY: The project was developed at Fazenda Terra Nobre, in Meridiano, São Paulo State. The experimental design used was randomized blocks with four repetitions, using five treatments, consisting of the dose of rock powder: T1: Standard treatment (0 t ha⁻¹); T2: 1.25 t ha⁻¹; T3: 2.5 t ha⁻¹; T4: 5 t ha⁻¹; T5: 10 t ha⁻¹. The plots contained 5 lines with 90 plants in total, and 20 useful plants, being 1 central line, 1 on the right side, 1 on the left side and 1 line edge on the right side and 1 line edge on the left side. Leaves were collected on the central lines, the right and left side of each plot and sent for leaf analysis of nutrient content and the data were subjected to the analysis of regression variance. The continuation of experimentation is required to obtain more conclusive data from the use of rock powder on leaf nutrient contents of the rubber tree culture.

Keywords: *Hevea brasiliensis*. Macronutrients. Micronutrients.

INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca na produção agrícola em geral porque possui condições climáticas favoráveis, porém, a maioria dos solos brasileiros são fortemente intemperizados, ácidos e com baixa reserva de nutrientes, necessitando-se utilizar corretivos da acidez e fertilizantes para garantir produtividades satisfatórias. De acordo com dados do Ministério de Minas e Energia, o Brasil é o quarto maior consumidor de fertilizantes do mundo, sendo superado somente pela China, Índia e Estados Unidos, porém participa com apenas 2% da produção mundial, deixando o

¹ Pesquisador Científico, Dr. - IAC - Centro Avançado de Pesquisa e Desenvolvimento de Seringueira e Sistemas Agroflorestais (CAPDSSA), Votuporanga/SP;

² Estudante de Engenharia Agrônoma, Centro Universitário de Votuporanga, Votuporanga/SP;

Brasil extremamente dependente dos preços estabelecidos pelos países exportadores de fertilizantes e/ou de matéria prima (Theodoro; Almeida, 2013).

Em 2019, o consumo brasileiro de fertilizantes foi de 36,2 milhões de toneladas, sendo que 29,5 milhões foram importadas, ou seja, 81,5% da demanda brasileira foi atendida por importações (ANDA, 2020).

Estima-se que a eficiência dos nutrientes aplicados é de cerca de 50% ou menos para N, menor que 10% para o P e cerca de 40% para K (Baligar *et al.*, 2001). Esta baixa eficiência é devido às perdas significativas de nutrientes por lixiviação, escoamento, emissão na forma de gases e adsorção pelos colóides do solo em formas pouco disponíveis às plantas, sendo que estas perdas podem potencialmente contribuir para a degradação do solo, qualidade da água e, eventualmente, levar à degradação ambiental (Ribeiro, 2018).

A limitada eficiência dos fertilizantes altamente solúveis nas condições de solos tropicais (Baligar *et al.*, 2001), associada aos altos custos das matérias-primas no mercado internacional (Manning, 2010), têm motivado o desenvolvimento de novos produtos, pela indústria, menos solúveis e mais eficientes para as plantas (Ribeiro, 2018). Além disso, alternativas têm sido propostas para a restauração da fertilidade dos solos intemperizados a partir da adição de compostos inorgânicos naturais na forma de pó de rochas como corretivos e fertilizantes (Leonardos *et al.*, 2000).

Apesar da velocidade de liberação dos elementos ao solo ser menor que a dos fertilizantes solúveis, o pó de rocha pode contribuir com o efeito residual por um longo período (Harley; Gilkes, 2000; Souza *et al.*, 2017), conferindo fornecimento gradual de nutrientes com tendência ao aumento do pH (Fragstein, 1995; Souza *et al.*, 2017) e, segundo Theodoro e Leonardos (2006), o custo de obtenção desses produtos pode ser reduzido em cerca de 60 a 80% em relação às fontes convencionais, pois seu beneficiamento envolve apenas a moagem das rochas, aliado ao fato de serem amplamente distribuídas em várias regiões do país.

Em formas de produção agrícola alternativas, como no cultivo de produtos orgânicos, há restrições ao uso dos fertilizantes solúveis, no entanto, a utilização de pó de rochas como fontes de nutrientes, incluindo as rochas silicáticas, é permitida (Brasil, 2011). Tais materiais, quando atendem exigências mínimas da legislação brasileira, são denominados remineralizadores (Brasil, 2013; 2016).

Os remineralizadores (RM) são materiais de origem mineral que tenham sofrido apenas redução de tamanho por processos mecânicos e que alterem a fertilidade do solo por meio de adição de nutrientes para as plantas, bem como, promovam a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou da atividade biológica do solo. Esta definição consta na Lei Federal 12.890,

publicada no Diário Oficial da União de 11 de Dezembro de 2013, que institui os RM como uma nova classe de insumo agrícola (Ribeiro, 2018).

Os remineralizadores foram incluídos como insumos agrícolas numa perspectiva de que determinados rejeitos de mineração possam colaborar com o suprimento de nutrientes e outros benefícios nos solos para as culturas agrícolas. Destaca-se também a redução dos custos de produção, em torno de 89% menores em relação à uma adubação convencional solúvel (Almeida; Silva, 2009).

A técnica da “rochagem”, ou remineralização de solos, está conceitualmente fundamentada no que Straaten (2002) refere como agrogeologia, ou estudos dos processos geológicos na formação dos solos, na manutenção dos agroecossistemas, e na utilização de rochas no manejo da fertilidade dos solos e como fontes de nutrientes para as plantas.

Dentre os vários materiais utilizados e pesquisados destacam-se determinadas rochas silicáticas multinutrientes (Hinsinger *Et Al.*, 1996; Harley; Gilkes, 2000; Straaten, 2002), também definidas como agrominerais silicáticos. A utilização dessas rochas apresenta potencial de fornecer uma grande variedade de nutrientes para sistemas de produção agrícola, isolado ou em complementação aos fertilizantes solúveis (Resende *et al.*, 2006; Guelfi-Silva *et al.*, 2014), que normalmente só fornecem os macronutrientes principais N, P e K. Essas rochas são compostas por uma variedade de minerais como biotita, flogopita, feldspatoides, feldspatos, minerais máficos, que apresentam teores consideráveis de K, Ca, Mg, Si e outros nutrientes (Nascimento; Lapidou-Loureiro, 2004; Martins *et al.*, 2008; Ribeiro *et al.*, 2010; Guelfi-Silva *et al.*, 2012).

Dependendo dos materiais utilizados (rochas e minerais) e dos fatores do solo e da planta, a remineralização do solo pode traduzir as seguintes funções: correção da acidez; fonte de nutrientes; e condicionamento do solo (Luz *et al.*, 2010). Todavia, conforme Nascimento e Lapidou-Loureiro (2004), Straaten (2006) e Martins *et al.* (2010), o principal interesse volta-se à obtenção de fontes alternativas de nutrientes. No entanto, com a Lei Nº 12.890 (Brasil, 2013), tais materiais passaram a ser enquadrados como remineralizadores de solos, com efeitos no fornecimento de nutrientes para as plantas e na melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas do solo (Ribeiro, 2018).

A utilização de pós de rocha e/ou remineralizadores apresenta algumas vantagens em relação aos fertilizantes prontamente solúveis. Misturas adequadas de rochas moídas têm o potencial de fornecer aos solos vários macronutrientes, micronutrientes e elementos benéficos (Leonardos *et al.*, 1987; Souza *et al.*, 2017).

A remineralização dos solos, com a adição de macro e micronutrientes derivados de rochas moídas, podem permitir produções compatíveis e equiparáveis àquelas obtidas com o uso dos fertilizantes solúveis (Hisinger *et al.*, 1996; Carvalho, 2012; Souza *et al.*, 2017).

O uso de rochas moídas como fonte de nutrientes para o solo e plantas não é algo recente, sendo as rochas calcárias, utilizadas como corretivo da acidez e fornecimento de cálcio e magnésio aos solos, as mais comuns; há também as rochas fosfatadas (apatitas), que podem ser aplicadas na forma natural aos solos, sendo que o emprego de outras rochas como fonte de nutrientes já foi uma prática adotada por agricultores em tempos passados (Ribeiro, 2018).

Os primeiros a descreverem essa atividade foram Missoux e Hensel, no século IX (Straaten, 2006) e, no início da década de 1970, Leonardos *et al.* (1987) já sugeriam o uso das rochas para remineralizar os solos agrícolas.

Nas últimas décadas, vários estudos têm comprovado os benefícios das rochas silicáticas como remineralizadores de solos, enquanto insumos de excelente eficiência agrônômica (Leonardos *et al.*, 1987; Korndorfer *et al.*, 1995; Bizão *et al.*, 2013). Esses materiais naturais são compostos que possuem dissolução relativamente lenta quando comparados com os fertilizantes químicos. Contudo, quando cominuídos e aplicados em solos com matéria orgânica manejada, propiciam a ação de microorganismos edáficos aptos a disponibilizar com eficiência os macro e micronutrientes desses minerais para as culturas logo na primeira safra (Martins *et al.*, 2008).

No Brasil, o uso do pó de basalto na liberação de cálcio e magnésio e seu eventual efeito na correção da acidez do solo foi estudado inicialmente por Escosteguy e Klamt (1998) e posteriormente por Silva *et al.* (2012) e Korchagin *et al.* (2016).

O presente trabalho teve por objetivo verificar os efeitos da aplicação de pó de rocha, em diferentes doses, sobre os teores de nutrientes foliares da seringueira na região Noroeste Paulista.

MATERIAL E MÉTODO

Descrição do local, clima e tratamentos

O projeto foi desenvolvido na Fazenda Terra Nobre, localizada no município de Meridiano/SP em uma área de 7 ha com 3440 plantas.

O clima é o tropical com invernos secos (Aw na classificação de Köppen) com temperatura média anual de 24°C, tendo a média das máximas de 30°C e a média das mínimas de 18°C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1448,7 mm.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. Cada parcela continha 5 linhas com 90 plantas no total, e 20 plantas úteis, sendo 1 linha central, 1 do lado direito, 1 do lado esquerdo e 1 linha bordadura do lado direito e 1 linha bordadura do lado

esquerdo. As bordaduras entre blocos e entre parcelas são necessárias para evitar a competição entre as plantas por nutrientes, considerando-se que o sistema radicular lateral da seringueira pode atingir nove metros (Virgens Filho, 2014).

Foram utilizados 5 tratamentos, consistindo das doses de pó de rocha:

T1: tratamento padrão (0 t ha⁻¹);

T2: 1,25 t ha⁻¹;

T3: 2,5 t ha⁻¹;

T4: 5 t ha⁻¹;

T5: 10 t ha⁻¹.

Foi realizada uma coleta de amostras de solo para caracterização química (van RAIJ *et al.*, 2001) nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m de profundidade no dia 08/02/2021. Os resultados estão demonstrados na Tabela 1. Foram determinados: pH em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ (relação solo:solução 1:2,5), a acidez potencial (H + Al) e os teores de P, K, Ca e Mg no solo extraídos pela resina trocadora de íons (van RAIJ *et al.*, 2001); com esses resultados foram calculados os valores de saturação por bases (V) mediante a relação entre o teor de bases trocáveis no solo (Ca, Mg e K) e a capacidade de troca de cátions (CTC), em porcentagem.

Tabela 1. Caracterização química do solo, nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m, 2021, Meridiano/SP.

P	S-SO ₄	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	V
mg dm ⁻³		g dm ⁻³	(CaCl ₂)		-----mmol _c dm ⁻³ -----				%
0,0-0,2 m									
3.35	2.35	18.20	4.29	1.73	10.90	6.35	26.80	2.00	41.40
0,2-0,4 m									
1.60	2.50	13.15	4.72	0.93	10.85	5.60	23.20	2.15	42.90

O pó de rocha foi aplicado mecanicamente nos dias 24 e 25/02/2021, utilizando-se uma distribuidora de fertilizantes, calcário e gesso.

No dia 21/02/2022 foram coletadas folhas nas linhas centrais, do lado direito e do lado esquerdo de cada parcela e encaminhadas para análise foliar dos teores de nutrientes, conforme metodologia proposta por Malavolta *et al.* (1997).

Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância da regressão com o uso do programa computacional Assistat Software Version 7.7 (Silva; Azevedo, 2016).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância da regressão dos teores de nutrientes foliares estão apresentados nas Tabelas 2 a 4. Para os demais nutrientes não houve diferença entre as doses utilizadas.

Tabela 2. Análise de variância da regressão dos teores de nutrientes foliares das linhas centrais, Meridiano, SP, 2021.

Tratamento	MT ⁽¹⁾	ME ⁽²⁾	MT	ME	MT	ME
	S		B		Fe	
T1	2,48	2,56	40,33	40,33	113,75	113,75
T2	2,45	2,49	41,23	41,23	109,75	109,75
T3	2,41	2,42	36,41	36,41	95,25	95,25
T4	2,53	2,29	42,64	42,64	118,50	118,50
T5	1,91	2,02	41,07	41,07	95,50	95,50
F ⁽³⁾	5,3264*		6,8441*		5,7151*	
y	2,55701544+0,05353031.x		40,3339575+6,68173756.x+6,53258408.x ² + 1,528143.x ³ +0,09409709.x ⁴		113,75+10,70119048.x+15,825.x ² + 4,09266667.x ³ +0,26354286.x ⁴	
r ⁽⁴⁾	0,83		0,99		0,99	
R ²⁽⁵⁾	0,69		0,99		0,99	
CV,% ⁽⁶⁾	12,37		8,07		12,41	

⁽¹⁾ Médias dos tratamentos; ⁽²⁾ Médias estimadas; ⁽³⁾ Teste F; ⁽⁴⁾ Coeficiente de correlação; ⁽⁵⁾ Coeficiente de determinação; ⁽⁶⁾ Coeficiente de variação. * significativo a 5%.

Tabela 3. Análise de variância da regressão dos teores de nutrientes foliares das linhas do lado direito, Meridiano, SP, 2021.

Tratamento	MT ⁽¹⁾	ME ⁽²⁾
	B	
T1	39,36	39,36
T2	42,47	42,47
T3	45,14	45,14
T4	45,11	45,11
T5	39,65	39,65
F ⁽³⁾	0,0004*	
y	$39,3616175+2,17338619.x+0,48405933.x^2$ $+0,20566597.x^3+0,01358168.x^4$	
r ⁽⁴⁾	0,99	
R ²⁽⁵⁾	0,99	
CV, % ⁽⁶⁾	12,56	

⁽¹⁾ Médias dos tratamentos; ⁽²⁾ Médias estimadas; ⁽³⁾ Teste F; ⁽⁴⁾ Coeficiente de correlação; ⁽⁵⁾ Coeficiente de determinação; ⁽⁶⁾ Coeficiente de variação. * significativo a 5%.

Tabela 4. Análise de variância da regressão dos teores de nutrientes foliares das linhas do lado esquerdo, Meridiano, SP, 2021.

Tratamento	MT ⁽¹⁾	ME ⁽²⁾	MT	ME
	Ca		Fe	
T1	7,81	7,79	106,50	106,50
T2	7,05	7,10	108,00	108,00
T3	7,36	7,31	107,75	107,75
T4	8,98	8,99	105,25	105,25
T5	7,59	7,59	98,50	98,50
F ⁽³⁾	9,3860**		0,0004*	
y	$7,78857211+0,99723475.x+$ $0,39698412.x^2+0,02992173.x^3$		$106,5+2,1952381.x+0,93.x^2+$ $0,11333333.x^3+0,00502857.x^4$	
r ⁽⁴⁾	0,99		0,99	
R ²⁽⁵⁾	0,99		0,99	
CV, % ⁽⁶⁾	10,81		16,69	

⁽¹⁾ Médias dos tratamentos; ⁽²⁾ Médias estimadas; ⁽³⁾ Teste F; ⁽⁴⁾ Coeficiente de correlação; ⁽⁵⁾ Coeficiente de determinação; ⁽⁶⁾ Coeficiente de variação. ** significativo a 1%; * significativo a 5%.

Para se verificar se haveria diferença entre as linhas coletadas (centrais, lado direito e lado esquerdo) comparou-se as médias dos nutrientes de cada linha dentro de cada tratamento. Os resultados estão demonstrados nas Tabelas 5 a 9.

Tabela 5. Teores foliares de nutrientes da cultura da seringueira, com o tratamento T1 (tratamento padrão - 0 t ha⁻¹), Meridiano, SP, 2022.

Linha amostrada	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----g kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----				
Central	33,88 ^(ns)	2,42	9,24	7,66	2,61	2,48	40,33	9,00	113,75	206,00	19,00
Direita	32,52	2,50	10,42	8,06	2,82	2,71	39,36	9,50	101,25	195,00	21,83
Esquerda	34,16	2,54	9,07	7,81	2,51	2,61	41,72	9,75	106,50	181,25	19,50
F ⁽¹⁾	3,0779 ^{ns}	1,8401 ^{ns}	0,9859 ^{ns}	0,1446 ^{ns}	2,1863 ^{ns}	0,2035 ^{ns}	0,3649 ^{ns}	0,8400 ^{ns}	1,4483 ^{ns}	1,1872 ^{ns}	2,5728 ^{ns}
CV,% ⁽²⁾	2,99	3,72	15,44	13,58	8,17	19,56	9,68	8,85	9,73	11,73	9,37

^(ns) Não-significativo; ⁽¹⁾ Teste F; ⁽²⁾ Coeficiente de variação.

Tabela 6. Teores foliares de nutrientes da cultura da seringueira, com o tratamento T2 (1,25 t ha⁻¹), Meridiano, SP, 2022.

Linha amostrada	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----g kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----				
Central	34,70 ^(ns)	2,57	9,56	7,98	2,64	2,45	41,23	8,75	109,75	195,50	19,25
Direita	32,90	2,58	10,31	9,01	2,73	2,22	42,47	9,50	140,50	199,00	26,25
Esquerda	33,79	2,51	9,37	7,05	2,46	2,66	41,23	9,75	108,00	212,00	20,50
F ⁽¹⁾	0,7491 ^{ns}	0,0829 ^{ns}	0,6190 ^{ns}	1,6998 ^{ns}	1,1547 ^{ns}	0,5852 ^{ns}	0,1094 ^{ns}	1,1143 ^{ns}	1,7752 ^{ns}	0,3568 ^{ns}	3,0455 ^{ns}
CV,% ⁽²⁾	6,16	9,83	12,91	18,79	9,77	23,91	10,33	10,56	22,98	14,40	19,45

^(ns) Não-significativo; ⁽¹⁾ Teste F; ⁽²⁾ Coeficiente de variação.

Tabela 7. Teores foliares de nutrientes da cultura da seringueira, com o tratamento T3 (2,5 t ha⁻¹), Meridiano, SP, 2022.

Linha amostrada	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----g kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----				
Central	32,95 ^(ns)	2,37	10,00	7,32	2,65	2,41	36,41	8,50	95,25	176,25	19,00 b ⁽¹⁾
Direita	33,11	2,61	10,68	8,41	2,75	2,00	45,14	9,00	118,00	199,00	22,75 a
Esquerda	33,60	2,49	9,24	7,36	2,58	2,40	39,14	9,50	107,75	207,25	20,00 ab
F ⁽²⁾	0,2258 ^{ns}	4,6971 ^{ns}	2,0145 ^{ns}	1,6504 ^{ns}	0,4969 ^{ns}	1,1917 ^{ns}	3,6536 ^{ns}	3,0000 ^{ns}	1,3268 ^{ns}	1,4817 ^{ns}	6,5422*
CV,% ⁽³⁾	4,28	4,60	10,20	12,56	9,05	19,05	11,61	6,42	18,49	13,59	7,38

^(ns) Não-significativo; ⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; ⁽²⁾ Teste F; ⁽³⁾ Coeficiente de variação. * significativo a 5%.

Tabela 8. Teores foliares de nutrientes da cultura da seringueira, com o tratamento T4 (5,0 t ha⁻¹), Meridiano, SP, 2022.

Linha amostrada	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----g kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----				
Central	33,57 ^(ns)	2,63	9,72	7,75	2,68	2,53	42,64	9,25	118,50	186,75	20,00
Direita	33,22	2,47	9,34	9,53	2,93	2,12	45,11	9,25	124,75	202,25	19,75
Esquerda	33,74	2,49	9,74	8,98	2,96	2,36	42,17	10,00	105,25	204,50	19,50
F ⁽¹⁾	0,8735 ^{ns}	1,5114 ^{ns}	0,4267 ^{ns}	1,5397 ^{ns}	1,5263 ^{ns}	1,4142 ^{ns}	0,6440 ^{ns}	0,7714 ^{ns}	1,3002 ^{ns}	0,3182 ^{ns}	0,0486 ^{ns}
CV,% ⁽²⁾	1,71	5,72	7,08	16,78	8,75	14,89	9,11	10,38	15,03	17,32	11,48

^(ns) Não-significativo; ⁽¹⁾ Teste F; ⁽²⁾ Coeficiente de variação.

Tabela 9. Teores foliares de nutrientes da cultura da seringueira, com o tratamento T5 (10,0 t ha⁻¹), Meridiano, SP, 2022.

Linha amostrada	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----g kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----				
Central	33,11 ^(ns)	2,44 b ⁽¹⁾	9,84	9,20	2,73	1,91	41,07	7,75	95,50	183,25	17,50
Direita	32,97	2,60 a	9,84	7,94	2,65	2,45	39,65	8,75	113,00	174,75	22,75
Esquerda	34,62	2,62 a	10,19	7,59	2,64	2,72	38,47	9,00	98,50	188,75	20,50
F ⁽²⁾	3,0103 ^{ns}	7,3649*	0,7655 ^{ns}	2,7924 ^{ns}	0,2021 ^{ns}	3,9187 ^{ns}	0,3869 ^{ns}	2,0323 ^{ns}	1,7854 ^{ns}	0,1117 ^{ns}	3,6863 ^{ns}
CV,% ⁽³⁾	3,13	2,85	4,60	12,26	7,53	17,62	10,52	10,92	13,69	23,16	13,55

^(ns) Não-significativo; ⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; ⁽²⁾ Teste F; ⁽³⁾ Coeficiente de variação. * significativo a 5%.

Nas linhas centrais das parcelas avaliadas houve aumento médio nos teores foliares de S (0,05 g kg⁻¹ com o T4 - aplicação de 5 t ha⁻¹ de pó de rocha); de B (1,32 g kg⁻¹ com o T2, T4 e T5); e de Fe (4,75 g kg⁻¹ com o T4). Nas linhas do lado direito das parcelas avaliadas houve aumento médio nos teores foliares de B (3,73 g kg⁻¹ com o T2, T3, T4 e T5). Nas linhas do lado esquerdo das parcelas avaliadas houve aumento médio nos teores foliares de Ca (1,17 g kg⁻¹ com o T4) e de Fe (1,38 g kg⁻¹ com o T2 e T3). O T3 propiciou maior teor foliar de Zn nas linhas do lado direito em relação às linhas centrais, e o T5 promoveu maior teor de P nas linhas dos lados direito e esquerdo em relação às linhas centrais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É necessária a continuação da experimentação para obtenção de dados mais conclusivos da utilização de pó de rocha sobre os teores de nutrientes foliares da cultura da seringueira.

AGRADECIMENTOS

À NOROMIX CONCRETO S/A pelo apoio financeiro ao projeto que originou este artigo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E.; SILVA, F. J. P. S. Transição agroecológica de sistemas produtivos familiares no sul do Paraná e Planalto Norte Catarinense: o relato da experiência com o pó de basalto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 1., 2009, Brasília, DF. **Anais**[...] Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2010. p. 166-171.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA A DIFUSÃO DE ADUBOS - ANDA. **Pesquisa setorial - Principais indicadores do setor de fertilizantes**. Disponível em: http://anda.org.br/wp-content/uploads/2020/06/Principais_Indicadores_2020.pdf. Acesso em: 23 jun. 2020.

BALIGAR, V. C.; FAGERIA, N. K.; HE, Z. L. Nutrient use efficiency in plants. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 32, n. 7-8, p. 921-950, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1081/CSS-100104098>

BIZÃO, A. A.; HACK, E.; BATISTA, N. T. F.; GÖRGEN, C. A.; RAGAGNIN, V. A., MARTINS, E. S.; MORAIS, L. F.; MARQUES, A. L. G.; CARVALHO, R. S.; ASSIS, L. B. Avaliação econômica do uso da rochagem em lavoura comercial no Sudoeste Goiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 2, 2013, Poços de Caldas, **Anais** [...], Visconde do Rio Branco: Suprema. 2013. p. 57-58.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 46 de 06 de outubro de 2011. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 outubro 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/vigilancia-agropecuaria/ivegetal/bebidas-arquivos/instrucao-normativa-no-46-de-6-de-outubro-de-2011.pdf/view>. Acesso em: 23 jun.2020.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. CASA CIVIL. SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. Lei n. 12.890, 10 dez. 2013. Altera a Lei nº 6.894 de 16 de dezembro de 1980, para incluir os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 dez 2013. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12890.htm. Acesso em: 23 jun. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 05 de 10 de março de 2016. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 mar.2016. Disponível em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/21393137/do1-2016-03-14-instrucao-normativa-n-5-de-10-de-marco-de-2016-21393106. Acesso em: 23 jun. 2020.

CARVALHO, A. M. X. **Rochagem e suas interações no ambiente solo: contribuições para aplicação em agroecossistemas sob manejo agroecológico**. 2012. 116 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

ESCOSTEGUY, P. A. V.; KLAMT, E. Basalto moído como fonte de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 11-20, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06831998000100002>

FRAGSTEIN, P. v. Silicate Rock Dusts as Natural Fertilizers. In: CAMPE, J. (Ed.). **Remineralize the Earth**. Northampton: Massachusetts, 1995. p. 73-76.

GUELFILVA, D. R.; MARCHI, G.; SPEHAR, C. R.; GUILHERME, L. R. G.; REIN, T. A.; SOARES, D. A.; ÁVILA, F. W. Characterization and nutrient release from silicate rocks and influence on chemical changes in soil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 3, p. 951-62, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000300025>

GUELFILVA, D. R.; SPEHAR, C. R.; MARCHI, G.; SOARES, D. A.; CANCELLIER, E. L.; MARTINS, E. S. Yield, nutrient uptake and potassium use efficiency in rice fertilized with crushed rocks. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 4, p. 455-64, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5897/AJAR2013.6338>

HARLEY, A. D.; GILKES, R. J. Factors influencing the release of plant nutrient elements from silicate rock powders: a geochemical overview. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**. v. 56, n. 1, p. 11-36, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1009859309453>

HISINGER, P.; BOLLAND, M. D. A.; GILKES, R. J. Silicate rock powder: effect on selected chemical properties of a range of soils from Western Australia and on plant growth as assessed in a glasshouse experiment. **Fertilizer Research**, v. 45, n. 1, p. 69-79, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF00749883>

KORCHAGIN, J.; ABREU, C. T.; DALACORTE, L.; TONINI, V.; MULLER, R.; CANER, L.; BORTOLUZZI, E. C. Atributos químicos de solos agrícolas submetidos à aplicação de pó de basalto hidrotermalizado e efeitos na produção vegetal In: DONATO, M.; DUARTE, L. C. (Eds.). **Gemas, joias e mineração: pesquisas aplicadas no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: IGEO;UFRGS, 2016. p. 98-107.

KORNDORFER, G. H.; DATNOFF, L. E. **Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz**. Piracicaba, SP: Potafos, 1995. 3 p. (POTAFOS. Informações Agronômicas, 70).

LEONARDOS, O. H.; FYFE, W. S.; KRONBERG, B. I. The use of ground rocks in laterite systems: an improvement to the use of conventional soluble fertilizers? **Chemical Geology**, v. 60, p. 361-370, 1987. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(87\)90143-4](https://doi.org/10.1016/0009-2541(87)90143-4)

LEONARDOS, O. H.; THEODORO, S. H.; ASSAD, M. L. Remineralization for sustainable agriculture: A tropical perspective from a Brazilian viewpoint. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 56, n. 1, p. 3-9, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1009855409700>

LUZ, A. B.; LAPIDO-LOUREIRO, F. E.; SAMPAIO, J. A.; CASTILHOS, Z. C.; BEZERRA, M. S. Rochas, minerais e rotas tecnológicas para produção de fertilizantes alternativos. In: FERNANDES, F. R. C.; LUZ, A. B.; CASTILHOS, Z. C. (Eds.). **Agrominerais para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM, 2010. p. 61-89.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MANNING, D. A. C. Mineral sources of potassium for plant nutrition. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 30, n. 2, p. 281-94, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/agro/2009023>

MARTINS, E. S., OLIVEIRA, C. G., RESENDE, A. V.; MATOS, M. S. F. Agrominerais - rochas silicáticas como fontes minerais alternativas de potássio para a agricultura. In: LUZ, A. B.; LINS, F. (Eds.). **Rochas e Minerais Industriais - Usos e Especificações**. Rio de Janeiro: CETEM, 2008. p. 205-221.

MARTINS, E. S.; RESENDE, A. V.; OLIVEIRA, C. G.; FURTINI NETO, A. E. Materiais silicáticos como fontes regionais de nutrientes e condicionadores de solos. In: FERNANDES, F. R. C.; LUZ, A. B.; CASTILHOS, Z. C. (Eds.). **Agrominerais para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM, 2010. p. 89-104.

NASCIMENTO, M.; LAPIDO-LOUREIRO, F. E. **Fertilizantes e sustentabilidade: o potássio na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2004. 66 p. (Série Estudos e Documentos, 61).

RESENDE, A. V.; MACHADO, C. T. T. M.; MARTINS, E. S.; SENA, M. C.; NASCIMENTO, M. T.; SILVA, L. C. R.; LINHARES, N. W. Rochas como fontes de potássio e outros nutrientes para culturas anuais. **Revista Espaço e Geografia**, v. 9, n. 1, p. 135-61, 2006.

RIBEIRO, G. M. **Caracterização de pós de rochas silicáticas, avaliação da solubilidade em ácidos orgânicos e potencial de liberação de nutrientes como remineralizadores de solos agrícolas**. 2018. 107 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2018.

RIBEIRO, L. S.; SANTOS, A. R.; SOUZA, L. F. S.; SOUZA, J. S. Rochas silicáticas portadoras de potássio como fontes de nutrientes para as plantas solo. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, v. 34, n. 3, p. 891-897, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000300030>

SILVA, A.; ALMEIDA, J. A.; SCHMITT, C.; COELHO, C. M. M. Avaliação dos efeitos da aplicação de basalto moído na fertilidade do solo e nutrição de *Eucalyptus benthamii*. **Floresta**, v. 42, n. 1, p. 69-76, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v42i1.26300>

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016. Disponível em: <http://www.academicjournals.org/journal/AJAR/article-abstract/5E8596460818>

SOUZA, F. N. S.; OLIVEIRA, C. G.; MARTINS, E. S.; ALVES, J. M. Efeitos condicionador e nutricional de um remineralizador de solos obtido de resíduos de mineração. **Revista Agri-Environmental Sciences**, v. 3, n. 1, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.36725/agries.v3i1.204>

STRAATEN, P. Van. **Rocks for Crops: Remineralizadores of Sub-Saharan Africa**. Nairobi, Kenya: ICRAF, 2002. 338 p.

STRAATEN, P. Van. Farming with rocks and minerals: challenges and opportunities. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v. 78, n. 4, p. 731-747, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0001-37652006000400009>

THEODORO, S. H.; ALMEIDA, E. Agrominerais e a construção da soberania em insumos agrícolas no Brasil. **Agriculturas**, v. 10, n. 1, p. 22-28, 2013.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. The use of rocks to improve Family agriculture in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 78, p. 721-730, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0001-37652006000400008>

van RAIJ, B.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Eds). **Análise química para avaliação da fertilidade do solo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 285p.

VIRGENS FILHO, A. C. Sistemas Agroflorestais com a Seringueira. In: ALVARENGA, A. P; CARMO, C. A. F. S. **Seringueira**. 2. ed. Viçosa: EPAMIG, 2014. p. 793-840.