



RELATÓRIO TÉCNICO

USO DO REMINERALIZADOR DE SOLO REMAX (ROCHA MICAXISTO CARBONÁTICO) EM AMBIENTE DE SISTEMA PRODUTIVO SEQUEIRO

Responsáveis técnicos:

Dr. Neri Marcante

Agrônomo, Diretor da Mineragro

Dr. Vinicius Vasconcelos

Geógrafo, Diretor da Mineragro

Eng. Agron. Mathaus Mandro

Agrônomo da Mineragro

Brasília

Mai de 2020

SUMÁRIO

1. Introdução	3
2. Objetivo.....	4
3. Caracterização do material	5
4. Metodologia	7
4.1. Localização e caracterização do local.....	7
4.2 Delineamento Estatístico e Implantação Experimental.....	8
4.2. Cultura e adubação	12
4.3. Avaliações.....	12
4.3.1. Determinação da produtividade	12
4.3.2. Análise de teores de nutrientes em grãos	12
4.3.3. População de plantas	12
4.3.4. Altura de plantas.....	13
4.3.5. Vagens por hectare	13
4.3.6. Análise de fertilidade de solo	13
5. Análise de susceptibilidade Magnética	13
6. Resultados e discussões	14
6.1. Produtividade	14
6.2. Teores de nutrientes nos grãos.....	19
6.3. Altura de Plantas	20
6.4. População de Plantas	23
6.5. Vagens por hectare	25
7. Conclusões	28
Bibliografia.....	29

1. Introdução

O produto agropecuário cresceu mais de quatro vezes no período de 1975 a 2016, sendo que o índice de produto passou de 100,0 para 437,6. Nesse período, produção de grãos passou de 40,6 milhões para 187,0 milhões de toneladas (IPEA, 2018). Estima-se que a produtividade de grãos irá aumentar cerca de 30% até 2028 (BRASIL, 2018).

O aumento da produtividade agrícola ao longo de décadas se deve a utilização de fertilizantes e outros insumos de defesa agrícola. Os fertilizantes têm como finalidade repor os nutrientes e elementos absorvidos pela planta na forma de extração, mantendo a fertilidade do solo para o desenvolvimento de sucessivas culturas (DIAS & FERNANDES, 2006). Entretanto, devido aos elevados custos de importação dos fertilizantes solúveis e dos possíveis danos causados ao ambiente devido a sua má utilização é imperativo a busca por fontes alternativas de nutrientes de plantas (MARTINS et al., 2010).

A iniciativa mais recente na agricultura atual é a utilização de pó de rochas moídas que são denominados de agrominerais silicático. Apesar do uso recente, a pesquisa sobre esse tema é antiga, remontando ao Hensel (1894). No Brasil a prática está respaldada por lei definindo a classe pelo conceito de Remineralizadores. Remineralizadores de solos são definidos como material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou da atividade biológica (*Incluído pela Lei nº 12890, de 2013*).

O remineralizador de solo tem como característica principal não ser solúvel em água e assim, por meio do biointemperismo promovido pela rizosfera das plantas e microrganismos do solo quando estão em contato com os minerais de rochas moídas ocorre a liberação gradual dos nutrientes para o solo, proporcionando a diminuição de perda por lixiviação e fixação do produto aplicado (MELAMED et al., 2007).

Essa prática vem sendo pesquisada quanto ao seu potencial agrônomo, sobretudo no suprimento de K, Ca, Mg e Si em várias regiões do Brasil (COLA & SIMÃO, 2012). Estudos realizados em condições controladas (casa de vegetação) e em lavouras têm comprovado os benefícios do uso de rochas como remineralizadores de solos e insumos de excelente eficiência agrônoma (ALMEIDA, 2016).

A geodiversidade litológica em todo território nacional com diferentes rochas com potencial para uso na agricultura coloca o Brasil em um patamar econômico de mais competitividade seja pela sustentabilidade (THEODORO et al. 2013) ou pela a redução dos custos com insumos tradicionais (SILVEROL e MACHADO-FILHO, 2007; GUARÇONI e FANTON, 2011).

Outro estímulo para essa prática é a utilização dos recursos locais, aproximando a atividade de mineração da agricultura (FYFE et al. 2006). Essa relação além de trazer benefícios econômicos para agricultura, também auxilia o setor mineral a transformar rejeitos de mineração em produtos nobres para agricultura e/ou melhorar o processo de beneficiamento para reduzir a rocha na granulometria “pó” conforme estabelecido pelo MAPA (*Instrução normativa Nº 5, de 10 de março de 2016*).

A mineradora MISTEL se enquadra no grupo que beneficia a matéria-prima (rocha micaxisto carbonático) com objetivo de gerar um produto para agricultura. Os micaxistos são rochas metamórfica com protólito de origem sedimentar e fonte de potássio (BLANCK 1912, BARSHAD 1954). Na literatura destaca-se o uso dessa rocha para avaliação da disponibilidade de potássio (RESENDE et al., 2006; MANNING et al., 2010; GUELFILVA et al., 2014), além de ter sido observado desenvolvimento radicular (RESENDE et al., 2006), aumento na matéria seca (DUARTE et al., 2012) e aumento de produtividade (BATISTA et al., 2013).

2. Objetivo

O presente trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos da aplicação do remineralizador de solos - REMAX, obtido por meio da moagem do micaxisto

carbonática da Mineradora MISTEL, tendo como variável dependente doses do fertilizante fosfatado (MAP), visando incremento na produtividade da cultura da soja em sistema de sequeiro.

3. Caracterização do material

A mineradora MISTEL, com Registro de Estabelecimento Produtor Nº GO-09345-9 propõe a utilização de sua fonte de remineralizador de solos REMAX, micaxisto carbonático extraído em Luziânia no estado de Goiás, registrado no Ministério da Agricultura, Pecuário e Abastecimento (MAPA) com Nº 09345 10001-1. A Figura 1 mostra a localização da Mineradora MISTEL, situada no limite entre os municípios de Luziânia e Cristalina. As coordenadas da cava da mina são 16°31'18.45"S e 47°48'1.77"O, com altitude de 789 m. O material é proveniente de rocha do Grupo Canastra (Figura 1). No mapa geológico escala 1:250.000 (Brasil, 2002), a MISTEL está na Formação Serra do Landim, mas a composição da rocha é mais condizente com a Formação Chapada dos Pilões, onde ocorrem calcixistos (micaxistos carbonáticos).

Apesar da maioria das rochas do Grupo Canastra não apresentarem biotita em sua composição, já foram encontrados xistos com biotita (Silva et al., 2012).

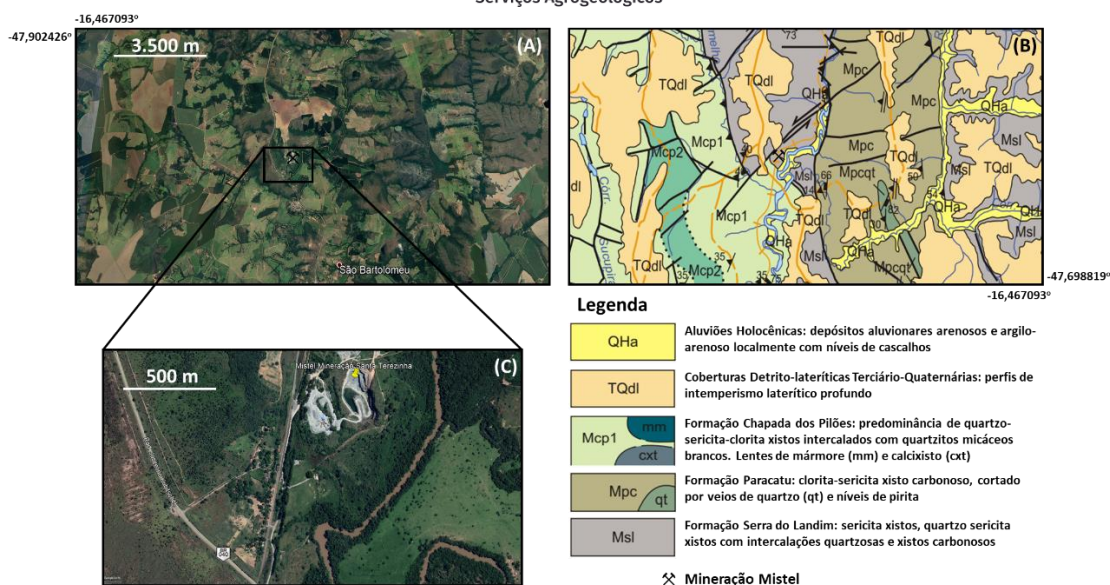


Figura 1. (A e C) Localização da Mineração MISTEL. (B) Mapa geológico da área apresentada em A (Brasil, 2002).

A produção do remineralizador se dá através de britagem, moagem e peneiramento da rocha, que contém 2,68% de K_2O , 13,1% de CaO e 7,25% de MgO como descrito na Tabela 1. A composição mineralógica é apresentada na Tabela 2.

Tabela 1. Composição geoquímica do remineralizador de solos REMAX (fonte: <https://www.remax-agricola.com/>)

Óxidos(%)	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O
REMAX	42,8	9,32	4,84	13,1	7,25	2,68
	Na_2O	P_2O_5	MnO	TiO_2	PF*	Total
	0,81	0,1	0,12	0,52	17,73	99,27

* Perda ao fogo

Tabela 2. Composição mineralógica do remineralizador REMAX.

Minerais (%)	Dolomita	Calcita	Biotita	Muscovita	Albita	Ilmenita	Quartzo	Total
REMAX	35,4	7,4	15,6	14,6	7,1	0,5	19,8	~100

*Mineralogia calculada com programa Modan (Paktunc, 2001)

A composição mineralógica do remineralizador de solo REMAX mostra que os minerais reativos perfazem 80,1%, sendo: 42,8% de carbonatos (dolomita e calcita), 30,2% de micas (biotita e muscovita), 7,1% de plagioclásio (albita). Os carbonatos são reconhecidamente reativos, promovem correção de acidez e fornecem cálcio e magnésio. As micas são fontes de potássio, mas a biotita apresenta maior potencial para liberar esse nutriente no curto e no médio prazo, enquanto a muscovita tende a fornecer potássio no médio e no longo prazo. A albita é uma fonte de silício e de sódio no longo prazo. Os minerais considerados inertes na escala de tempo agrônômica são o quartzo e a ilmenita, perfazendo em torno de 20% do material.

A granulometria do material é descrita como pó, assim como rege a obrigatoriedade da Instrução Normativa Nº 5/2016 do MAPA para a classe de remineralizador de solo. Sendo 99,8%, 95,4% e 78,80 passantes respectivamente as peneiras 10, 20 e 50 da norma ABNT.

4. Metodologia

4.1. Localização e caracterização do local

O experimento foi conduzido no período de safra 2019/2020, em um talhão de sequeiro da Fazenda Riacho Frio, na região do PAD-DF, Brasília, Distrito Federal. A parte central do talhão tem por suas coordenadas: 16° 2'29.73"S e 47°37'15.05"O, assim como mostra a Figura 2.

O clima da região é classificado como Aw segundo Köppen, ou tropical de savana com estações bem definidas, sendo invernos secos e verões chuvosos.

Temperaturas médias mensais sempre superiores a 18 °C e precipitação média de 1.540 milímetros anuais, concentrados entre os meses de outubro e abril. Durante a estação da seca (maio a setembro), os níveis de umidade relativa do ar caem bastante, ficando muitas vezes abaixo de 30%.

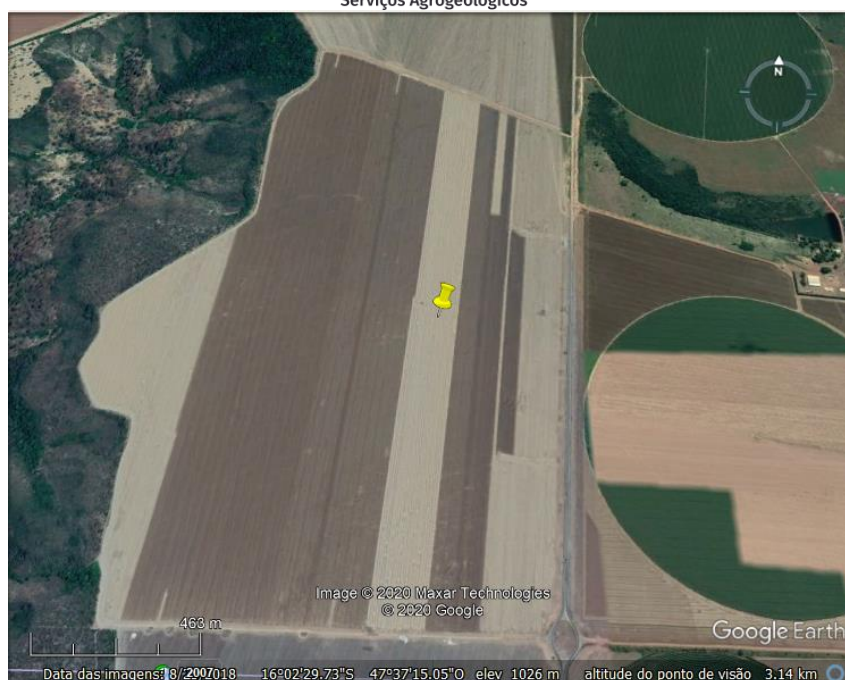


Figura 2. Marcador apontando o centro do talhão que compõe o experimento na fazenda Riacho Frio.

A litologia é formada por rochas metassedimentares pertencente ao Grupo Bambuí inserida dentro do contexto da Faixa Brasília de Dobramentos caracterizada pelo conjunto de terrenos e escamas de empurrão de escala crustal com direção para leste contra o Craton do São Francisco (MARINI et al., 1981; FUCK, 1994; DARDENNE, 2000).

A geomorfologia da região se caracteriza por ambiente planáltico. Esses planaltos são residuais da antiga superfície de aplainamento do ciclo Sul-Americano (KING, 1956; BRAUN, 1970) e se caracterizam por apresentarem perfil de intemperismo profundo com Latossolos Vermelho a Vermelho-Amarelo como mineralogia gibbsítica (REATTO et al., 2000; REATTO et al., 2008). Esses solos apresentam drenagem eficiente o que reflete em baixa densidade de drenagem (DANTAS, 2002).

4.2 Delineamento Estatístico e Implantação Experimental

Realizou-se o trabalho com testando uma dose do remineralizador de solo REMAX e quatro doses do fertilizante fosfatado MAP comparado à testemunha

(sem remineralizador e sem a fonte fosfatada), totalizando cinco tratamentos ao total. Foi utilizada a dose fixa do REMAX, 5 t ha⁻¹ e 4 doses de MAP, 0, 55, 110 e 220 kg ha⁻¹ (dose padrão fazenda), sendo cada tratamento disposto em uma parcela do talhão como demonstrado na Figura 3, o Tratamento 1 (T1) não foi aplicado REMAX nem MAP, o Tratamento 2 (T2) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 0 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 3 (T3) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 55 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 4 (T4) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 110 kg ha⁻¹ de MAP e por fim o Tratamento 5 (T5) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 220 kg ha⁻¹ de MAP. Para as avaliações foram feitas quatro repetições dentro de cada tratamento (parcela). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Cada tratamento possui uma área de 7,2 ha, totalizando uma área total do experimento de aproximadamente 36 ha.

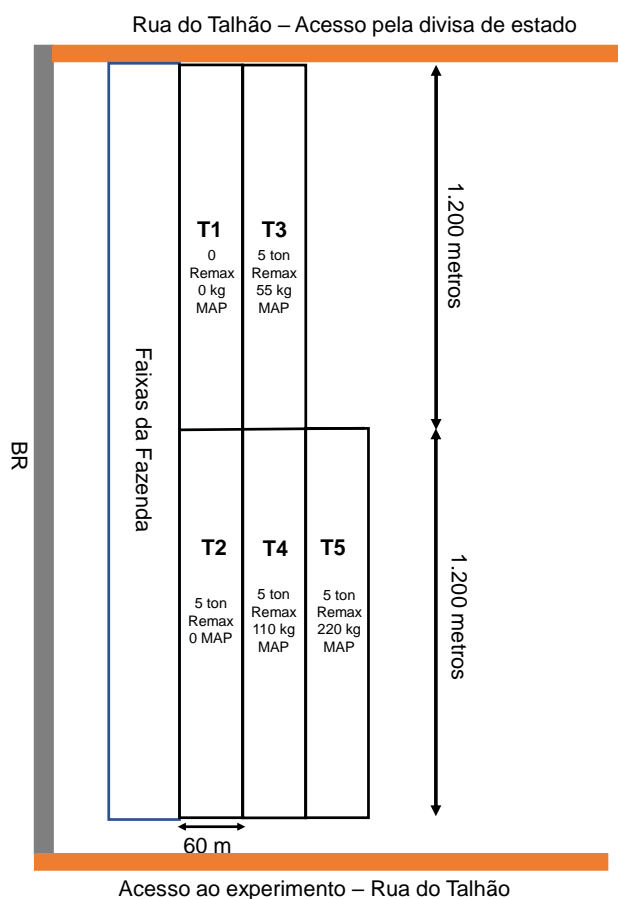


Figura 2: Croqui do experimento com os respectivos tratamentos.

A aplicação do REMAX foi realizada com o auxílio do implemento Hércules 10.000, em uma única aplicação antes da semeadura da soja em área total da parcela. O fertilizante MAP foi aplicado na linha no momento da semeadura.

A área do talhão é cultivada há mais de vinte anos e contém no geral uma fertilidade de solo construída como indica a análise de solo de caracterização inicial apresentada na Tabela 3, os teores de nutrientes estão adequados para a cultura da soja destinado a grãos considerando Alvarez, et al, 1999.

Tabela 3: Análise de Solo para a caracterização inicial de cada tratamento nas profundidades 0-20 e 20-40 centímetros.

Trat.	Prof. cm	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al
		CaCl ₂	dag/kg	mg dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	cmolc dm ⁻³
T1	0-20	5,17	4,15	47,99	0,35	3,50	0,88	0,13	3,99
	20-40	5,12	3,01	7,26	0,21	2,15	0,52	0,19	3,41
T2	0-20	5,35	3,95	75,80	0,51	3,80	0,82	0,11	3,30
	20-40	5,10	3,14	14,73	0,32	1,98	0,53	0,10	3,19
T3	0-20	5,35	4,34	66,55	0,59	3,96	0,96	<0,1	3,68
	20-40	5,08	3,78	12,20	0,36	2,47	0,53	<0,1	3,38
T4	0-20	5,25	4,06	101,42	0,61	3,28	0,86	0,00	3,73
	20-40	5,00	3,28	31,45	0,38	2,55	0,63	0,11	3,44
T5	0-20	5,38	3,81	33,67	0,50	3,96	1,03	<0,1	3,41
	20-40	5,12	3,62	8,53	0,30	2,09	0,60	<0,1	3,33
Trat.	Prof. cm	CTC	V	%m	B	Zn	Fe	Mn	Cu
		cmolc dm ⁻³	%	%	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³
T1	0-20	8,73	53,33	1,33	0,51	5,73	38,93	15,96	5,53
	20-40	6,30	46,00	3,33	0,38	1,01	49,28	6,48	1,73
T2	0-20	8,40	60,00	1,00	0,46	4,27	31,13	18,13	4,58
	20-40	6,00	46,00	1,67	0,38	0,89	55,33	8,61	2,37
T3	0-20	9,17	60,00	0,00	0,59	4,81	26,39	15,02	2,99
	20-40	6,73	50,33	0,00	0,42	0,89	41,11	5,44	1,24
T4	0-20	8,47	56,00	0,00	0,54	5,70	27,43	17,13	4,23
	20-40	7,00	51,00	1,33	0,56	1,77	49,75	8,70	2,49
T5	0-20	8,90	61,00	0,00	0,57	5,33	38,07	17,97	4,21
	20-40	6,33	47,33	0,00	0,40	1,02	59,40	9,17	2,26

4.2. Cultura e adubação

A cultura utilizada para pesquisa foi a soja, *Glycine max* L., cultivar 96y90, semeada dia 8/11/2019, com espaçamento de 0,5 cm entre linhas e ciclo de 105 dias. O manejo de correção e adubação de solo, exceto fósforo, foi o mesmo para os cinco tratamentos, seguindo o padrão da fazenda. O manejo de pragas e daninhas foi realizado de modo equivalente para todos os tratamentos e intervendo quando necessário padrão fazenda.

4.3. Avaliações

4.3.1. Determinação da produtividade

A colheita da soja foi realizada de forma mecanizada com o auxílio de uma colhedora. Para a avaliação da produtividade foi definido como área útil o centro de cada tratamento descontando-se 200 metros de cada extremidade como bordadura. Cada repetição dentro de cada tratamento foi considerada uma passada da colhedora com plataforma de 9 metros, percorrendo 200 metros de comprimento, totalizando 1.800 m² por repetição. O método de pesagem foi o sistema da colhedora, que estava aferido e zerava-se no início de cada repetição. Os dados de umidade média da repetição, comprimento percorrido e peso de soja colhido foram informados pelo sistema da própria colhedora.

4.3.2. Análise de teores de nutrientes em grãos

Foram realizadas coletas de grãos para análise química para determinação de teores de nutrientes. Ao final da colheita de cada repetição, foi amostrado aproximadamente 1 kg de grãos no tanque graneleiro.

4.3.3. População de plantas

A contagem de estande foi realizada entre os estágios R6-R7, no qual foram escolhidas 2 linhas paralelas, com 5 metros de comprimento, na região central de cada repetição em cada tratamento.

4.3.4. Altura de plantas

A avaliação de altura de plantas de soja foi realizada com o auxílio de uma fita métrica. Foram realizadas a contagem de estande em duas linhas. Três plantas representativas tiveram as alturas mensuradas da base até a inserção da última vagem.

4.3.5. Vagens por hectare

Foi realizada uma avaliação de contagem de vagens por planta de soja no momento das demais avaliações biométricas. Foram contadas todas as vagens formadas com pelo menos 1 grão de 4 plantas de cada repetição de cada tratamento. Os dados foram convertidos com base no estande de plantas, para vagens por hectare.

4.3.6. Análise de fertilidade de solo

O protocolo de análise de solo para fins de caracterização de fertilidade de solo adotado foi: 3 amostras compostas para 3 repetições de cada tratamento, com profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm de solo. As amostras compostas foram realizadas utilizando como equipamento o trado holandês e em caminhamento zigue-zague para diminuir efeitos de manchas de solo dentro de cada repetição. A análise de solo é composta por química básica, pH, macronutrientes, Al, H+Al, CTC, V%, M% e micronutrientes.

A coleta de solo final será realizada após a colheita do milho safrinha para comparação com os dados da análise de caracterização inicial.

5. Análise de susceptibilidade Magnética

Para a realização da análise foram utilizadas as mesmas amostras da análise de fertilidade de solo, na caracterização inicial. A suscetibilidade magnética (SM), está relacionado com a expressão magnética de minerais formadores de solo, conforme seu processo de formação (TORRENT et al. 2010;

CAMARGO et al. 2014; SIQUEIRA et al. 2015). Além disso, mais recentemente os avanços nas pesquisas apontam que as propriedades magnéticas do solo também podem estar relacionadas à grupos de bactérias magnetotáticas e bactérias produtoras de sideróforos (CHIELLINI et al. 2019) e induzidas por mineralização biológica (LOWENSTAM, 1981) nos horizontes mais superficiais do solo. Sendo assim, a suscetibilidade magnética tem potencial para a determinação indireta dos atributos do solo (SIQUEIRA et al., 2010) e pode ser útil na compreensão da aplicação de agrominerais silicáticos no solo. Os dados de SM do tempo zero estão descritos na Tabela 4 e serão utilizados no relatório final do experimento do sequeiro em comparação com as próximas análises de SM após a colheita da safrinha (milho).

Tabela 4. Médias por tratamento* e profundidade de Susceptibilidade Magnética na caracterização inicial do solo do experimento.

Tratamento	Profundidade	Susceptibilidade Magnética ($10^{-6} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$)
T1	0-20	0,30
	20-40	0,28
T2	0-20	0,50
	20-40	0,46
T3	0-20	0,54
	40-40	0,46
T4	0-20	0,54
	20-40	0,46
T5	0-20	0,52
	20-40	0,49

*Tratamento 1 (T1) não foi aplicado REMAX nem MAP, o Tratamento 2 (T2) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 0 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 3 (T3) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 55 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 4 (T4) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 110 kg ha⁻¹ de MAP e por fim o Tratamento 5 (T5) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 220 kg ha⁻¹ de MAP.

6. Resultados e discussões

6.1. Produtividade

Os dados de produtividade de soja foram submetidos a análise estatística com o sistema do Agroestat (BARBOSA & MALDONADO, 2011). A Tabela 5 apresenta as informações gerais da estatística do experimento. A média de

produtividade de todos os tratamentos apresentou 4,14 toneladas por hectare, o desvio padrão foi de 0,9051, o erro padrão da média foi 0,2024 e o coeficiente de variação (CV) atingido foi de 14,255%. O coeficiente de variação é a medida de variabilidade dos dados em relação à média, quanto menor a porcentagem, mais homogêneo é o conjunto de dados. Para experimentos de campo o ideal é que o CV seja menor ou próximo a 20%.

Tabela 5. Informações estatísticas gerais da variável produtividade.

Média (t ha ⁻¹)	4,1425
Desvio Padrão Residual	0,9051
Erro padrão da média	0,2024
Coeficiente de variação (%)	14,255

Os dados de produtividade foram submetidos a análise de variância (Tabela 6). O valor P, quando menor que 0,01, demonstra que houve diferença entre os tratamentos, com probabilidade de acerto de 99%. No caso da variável produtividade o valor P foi de <0,0001. Verifica-se que houve diferenças significativas quanto aos tratamentos para a produtividade da soja.

Tabela 6. Análise de variância para efeitos principais e interações.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	4	45,542	11,386	13,900**	<0,0001
Resíduo	15	12,287	0,8191		
Total	19	57,829	0		

** significativo a 1% de probabilidade

Os resultados estatísticos de comparação das médias de cada tratamento (Tukey a 5% de probabilidade), estão apresentados na Tabela 7. O tratamento 5, com uma produtividade de 5,23 toneladas por hectare, foi o único tratamento que diferiu estatisticamente dos demais tratamentos.

Tabela 7. Médias obtidas em toneladas por hectare em função dos tratamentos de REMAX e MAP submetidos ao teste de Tukey.

Tratamento*	Média (t ha ⁻¹)
1	3,56 b
2	4,15 b
3	4,00 b
4	3,77 b
5	5,23 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade no teste de Tukey.

*Tratamento 1 (T1) não foi aplicado REMAX nem MAP, o Tratamento 2 (T2) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 0 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 3 (T3) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 55 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 4 (T4) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 110 kg ha⁻¹ de MAP e por fim o Tratamento 5 (T5) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 220 kg ha⁻¹ de MAP.

A Figura 3 apresenta no eixo y as produtividades obtidas em toneladas por hectare, em função do eixo x, os tratamentos do experimento.

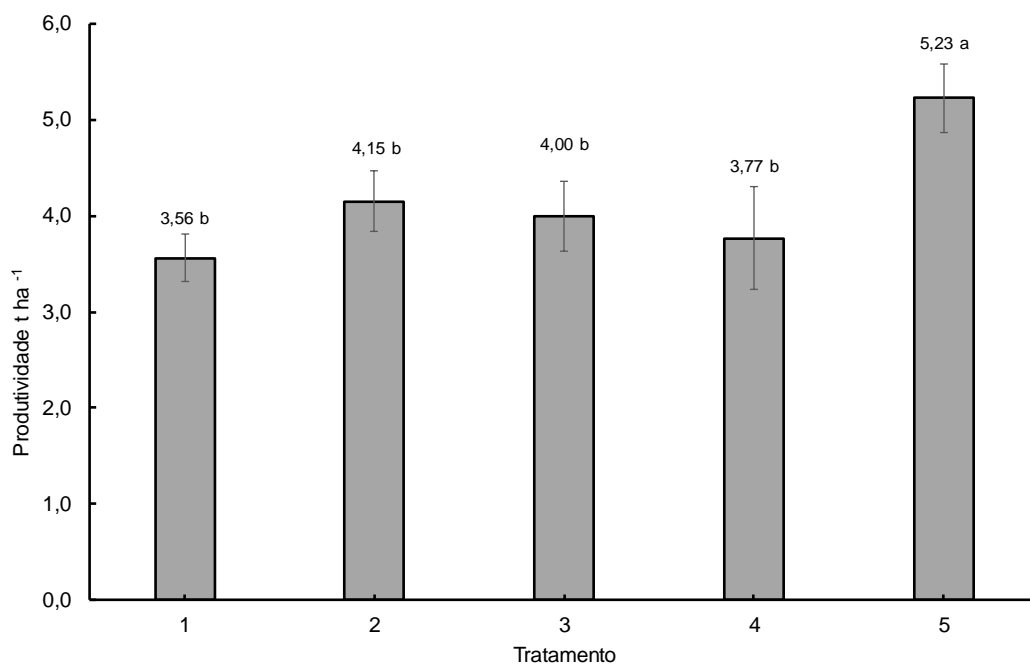


Figura 3. Gráfico de produtividade expressa em toneladas por hectare em função dos tratamentos* do experimento.

*Tratamento 1 (T1) não foi aplicado REMAX nem MAP, o Tratamento 2 (T2) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 0 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 3 (T3) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 55 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 4 (T4) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 110 kg ha⁻¹ de MAP e por fim o Tratamento 5 (T5) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 220 kg ha⁻¹ de MAP.

Os dados de produtividade da soja (Tabela 7 e Fig. 3) demonstraram que houve um acréscimo de 35,24% em função da interação da maior dose do MAP, 220 kg ha⁻¹ com a aplicação de 5 toneladas por hectare de REMAX no tratamento 5, comparando com as médias dos demais tratamentos. O resultado do tratamento 5 (uma dose de REMAX de 5 ton ha⁻¹ consorciada à adubação de MAP de 220 kg ha⁻¹) apresentou diferença estatística quando comparado com o tratamento 1 (testemunha). É importante destacar esse resultado, pois em trabalhos equivalentes a diferença estatística não foi observada. Silva et al. (2012) e Gotz et al. (2016) com diferentes dosagens de pó de basalto em dois anos sucessivos de feijão não observaram diferença entre os tratamentos com pó de rochas e a adubação convencional, o que pode ser explicado pelo fato das rochas basálticas serem fontes em Si, Ca e Mg, enquanto que o REMAX apresenta também outros nutrientes, como o potássio, sendo este de grande importância na fertilização e remineralização dos solos tropicais, pois os mesmos são pobres (LEONARDOS et al., 1987).

No trabalho de Toscani & Campos (2017), medindo a área foliar do feijoeiro, observaram diferenças estatísticas entre os tratamentos utilizados quando comparado ao tratamento testemunha. Os autores utilizaram tratamentos com combinações variadas entre calagem, adubação convencional, doses diferentes de fosforito basalto e dolomito fosfatado, avaliando por 3 anos consecutivos. No primeiro ano, todos os tratamentos com doses de fosforito apresentaram valores maiores comparados com o tratamento de adubação convencional. Diferente dos resultados do presente trabalho, no qual os tratamentos 2, 3 e 4 não obtiveram diferenças estatísticas em relação ao tratamento 1 (testemunha). Isso demonstra que tanto a remineralização como a adubação de manutenção com P foram essenciais para a obtenção de uma maior produtividade da soja.

Segundo Toscani & Campos (2017), os tratamentos com pó de basalto isolado ou com calagem não tiveram diferença estatística quando comparados ao tratamento com adubação convencional sem calagem e ao tratamento

testemunha. Esse comportamento é semelhante ao ocorrido no experimento atual, no qual o tratamento 2, com 5 toneladas de REMAX por hectare, não obteve diferença estatística em relação ao tratamento 1 (testemunha).

Entretanto, o trabalho de Toscani & Campos (2017) aprestou efeitos positivos na produtividade quando comparado ao tratamento testemunha, que podem ser explicados devido à baixa saturação de bases do solo (V 27%), e uma CTC média de $8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Esses resultados demonstraram que o solo foi responsivo à correção e condicionamento de solo através da remineralização. No experimento atual mesmo se tratando de um solo com fertilidade construída (Tabela 3), foi observada diferença estatística para produtividade entre o tratamento 5 e o tratamento testemunha.

Souza et al. (2016) avaliaram o efeito de um remineralizador de solo, pó de biotita-xisto, em duas variedades distintas de mandioca em um Neossolo Quartzarênico com baixa fertilidade. No tratamento que foi utilizado o remineralizador somado ao fertilizante convencional como fontes de potássio, a média apresentada foi superior ao tratamento testemunha em uma das variedades avaliadas. Comportamento semelhante ao apresentado no tratamento 5 (5 t ha^{-1} de REMAX + 220 kg ha^{-1} de MAP) quanto a produtividade da cultura, o que pode evidenciar o efeito do remineralizador como um insumo que aumenta a eficiência de fertilizante convencional.

Menezes & Golinski, (2016), avaliaram o pó de micaxisto em couve para exploração de folha. Os resultados de produtividade dos tratamentos com a aplicação do pó de rocha não apresentaram diferenças estatísticas em relação à testemunha nas duas colheitas avaliadas pelos autores. Essa situação pode ser explicada devido a disponibilização lenta dos nutrientes do pó de micaxisto para a planta, levando em conta o ciclo curto das olerícolas. O mesmo pode ter ocorrido para o presente experimento no tratamento 2 (5 t ha^{-1} de REMAX e 0 kg ha^{-1} de MAP), que não apresentou diferença estatística quando comparado ao tratamento 1 (0 t ha^{-1} de REMAX e 0 kg ha^{-1} de MAP). A boa fertilidade do solo

tamponou os efeitos das aplicações, possivelmente será observado efeitos residuais dos tratamentos nas próximas safras.

O pó de micaxisto, quando aplicado por Batista et al. (2013), em uma cultura semi-perene (cana-de-açúcar) resultou em um incremento na ATR/ha. A aplicação desse pó de rocha resultou em um alongamento do ciclo da cana, uma vez que ela não atingiu o florescimento no momento da colheita, aumentando o teor de açúcar total no colmo da planta, o que é desejável para a indústria e mais rentável para o produtor.

6.2. Teores de nutrientes nos grãos

Os teores dos nutrientes foram obtidos a partir da análise química dos grãos da soja, apresentadas na Tabela 8. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para os teores de nutrientes analisados. Entretanto, houve um pequeno aumento nos teores de Nitrogênio e Potássio comparando os tratamentos que receberam doses do MAP mais o REMAX com o tratamento 1 (testemunha). Isso se deve provavelmente a maior liberação de potássio no solo para os tratamentos que receberam o REMAX. Em contrapartida os valores dos demais macro e micronutrientes tiveram poucas variações entre os similares entre os tratamentos com REMAX e MAP.

Tabela 8. Análise química de nutrientes dos grãos de soja.

Trat.*	N (g kg ⁻¹)	P (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	Ca (mg kg ⁻¹)	Mg (mg kg ⁻¹)	S (mg kg ⁻¹)
1	68,57	10,43	15,80	2,45	2,33	2,89
2	74,54	7,81	13,73	2,15	1,99	2,32
3	74,10	10,66	15,76	2,57	2,31	3,03
4	73,00	10,06	15,85	2,54	2,26	2,93
5	73,22	9,85	15,19	2,69	2,22	2,83
	B (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	
1	4,84	32,17	68,70	38,80	9,07	
2	5,89	26,17	61,23	35,20	8,33	
3	5,12	31,77	73,20	38,50	9,17	
4	5,53	34,93	66,30	37,10	10,13	
5	5,39	29,53	68,67	37,63	9,53	

* Tratamento 1 (T1) não foi aplicado REMAX nem MAP, o Tratamento 2 (T2) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 0 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 3 (T3) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 55 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 4 (T4) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 110 kg ha⁻¹ de MAP e por fim o Tratamento 5 (T5) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 220 kg ha⁻¹ de MAP.

6.3. Altura de Plantas

A Tabela 9 apresenta as informações gerais da estatística do experimento para a variável altura de plantas. A média de altura de todos os tratamentos deu 79,42 cm, o desvio padrão foi de 2,67, o erro padrão da média 1,34 e o coeficiente de variação (CV) de 3,37%. Os dados de altura de plantas foram submetidos a análise de variância (Tabela 10). O valor P, quando menor que 0,01, demonstra que houve diferença entre os tratamentos, com probabilidade de acerto de 99%. No caso da variável altura o valor P foi de 0,00030193, inferior a 0,01. Verificou-se que houve diferenças significativas entre os tratamentos para a variável altura de plantas.

Tabela 9. Informações estatísticas gerais da variável altura de plantas.

Média (cm)	79,42
Desvio Padrão Residual	2,67
Erro padrão da média	1,34
Coeficiente de variação (%)	3,37

Tabela 10. Análise de variância para efeitos principais e interações.

Causas de variação	de GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	4	382,29375	95,5734375	10,438	0,00030193**
Resíduo	15	137,34375	9,15625		
Total	19	519,6375			

** significativo a 1% de probabilidade

Os resultados estatísticos de comparação das médias de cada tratamento (Tukey a 5% de probabilidade) para altura das plantas, estão apresentados na Tabela 11 e na Figura 4. Os tratamentos 1 e 2 foram os que apresentaram maiores médias. O Tratamento 4 foi igual estatisticamente entre os tratamentos 1 e 2 e o tratamento 5. Já o tratamento 3 apresentou a menor média entre todos e estatisticamente igual ao tratamento 5.

Tabela 11. Médias obtidas em cm em função dos tratamentos de REMAX e MAP submetidos ao teste de Tukey.

Tratamento*	Média (cm)
1	84,69 a
2	83,19 a
3	74,25 c
4	80,62 ab
5	74,37 bc

*Tratamento 1 (T1) não foi aplicado REMAX nem MAP, o Tratamento 2 (T2) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 0 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 3 (T3) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 55 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 4 (T4) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 110 kg ha⁻¹ de MAP e por fim o Tratamento 5 (T5) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 220 kg ha⁻¹ de MAP.

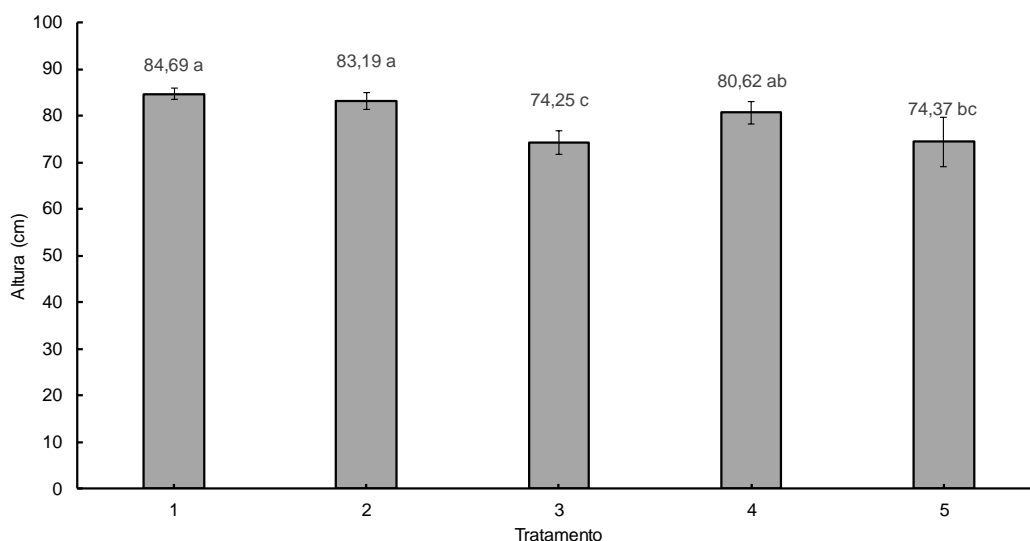


Figura 4. Altura de plantas expressa em cm dado os tratamentos* estudados. Valores seguidos de letras diferentes, diferem entre si no teste de Tukey a 5% de confiabilidade.

*Tratamento 1 (T1) não foi aplicado REMAX nem MAP, o Tratamento 2 (T2) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 0 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 3 (T3) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 55 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 4 (T4) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 110 kg ha⁻¹ de MAP e por fim o Tratamento 5 (T5) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 220 kg ha⁻¹ de MAP.

Os dados de altura sugerem que apesar do Tratamento 5 obter a maior produtividade (Tabela 7 e Fig. 3) comparado com os demais tratamentos, o tratamento obteve a segunda menor média de altura do experimento, evidenciando que a variável altura não foi correlacionada com a variável produtividade nesse teste de campo. Esses resultados corroboram com os resultados encontrado por Batista (2013), onde a autora observou que a altura de planta dos tratamentos que receberam das doses de pó de basalto mais calcário não foram maiores do que os tratamentos que não receberam pó de basalto, em contrapartida, foi observado que com aumento da dosagem do pó de rocha sem a presença do calcário houve um aumento na altura das plantas de soja. Estes resultados sugerem que alguns remineralizadores de solo como o REMAX podem ser opções interessantes para a fertilização, correção e condicionamento de solos em substituição parcial a fertilizantes solúveis e calcários. Claro que a variável econômica deve ser sempre considerada nesses cenários. Dificilmente, um agromineral vai substituir totalmente um fertilizante concentrado solúvel ou um corretivo de solo num primeiro momento, mas há que

se buscar a possibilidade de substituição parcial, sem perda de produtividade e com algum ganho econômico para o agricultor (Resende et al. 2012).

6.4. População de Plantas

A Tabela 12 mostra as informações gerais da estatística do experimento para a variável população de plantas. A média de população de todos os tratamentos foi de 282.000 plantas por hectare, o desvio padrão foi de 0,0486, o erro padrão da média 0,0109 e o coeficiente de variação (CV) de 0,3871%. Os dados de população de plantas foram submetidos a análise de variância (Tabela 13). O valor P, quando menor que 0,01, demonstra que houve diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 12. Informações estatísticas gerais da variável população de plantas.

Média	282.000
Desvio Padrão Residual	0,0486
Erro padrão da média	0,0109
Coeficiente de variação (%)	0,3871

Tabela 13. Informações estatísticas gerais da variável população de plantas.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	4	0,204	0,051	21,634	<0,0001**
Resíduo	15	0,0354	0,0024		
Total	19	0,2394			

** significativo a 1% de probabilidade

Os resultados de cada tratamento estão apresentados na Tabela 14 e Figura 5. O tratamento 2 foi o que apresentou maior média entre todos, 318 mil plantas, o tratamento 1 (testemunha) obteve uma média de 302,5 mil plantas, semelhante ao tratamento 2 e ao 4. Já o tratamento 4, 284,5 mil plantas, é semelhante estatisticamente ao tratamento 5 com 266,5 mil plantas. Já o tratamento 3 obteve a menor média de população, 238,5 mil plantas.

Tabela 14. Médias obtidas em plantas ha⁻¹ em função dos tratamentos de REMAX e MAP submetidos ao teste de Tukey.

Tratamento*	Média (plantas ha ⁻¹)
1	302.500 ab
2	318.000 a
3	238.500 d
4	284.500 bc
5	266.500 c

* Tratamento 1 (T1) não foi aplicado REMAX nem MAP, o Tratamento 2 (T2) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 0 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 3 (T3) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 55 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 4 (T4) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 110 kg ha⁻¹ de MAP e por fim o Tratamento 5 (T5) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 220 kg ha⁻¹ de MAP.

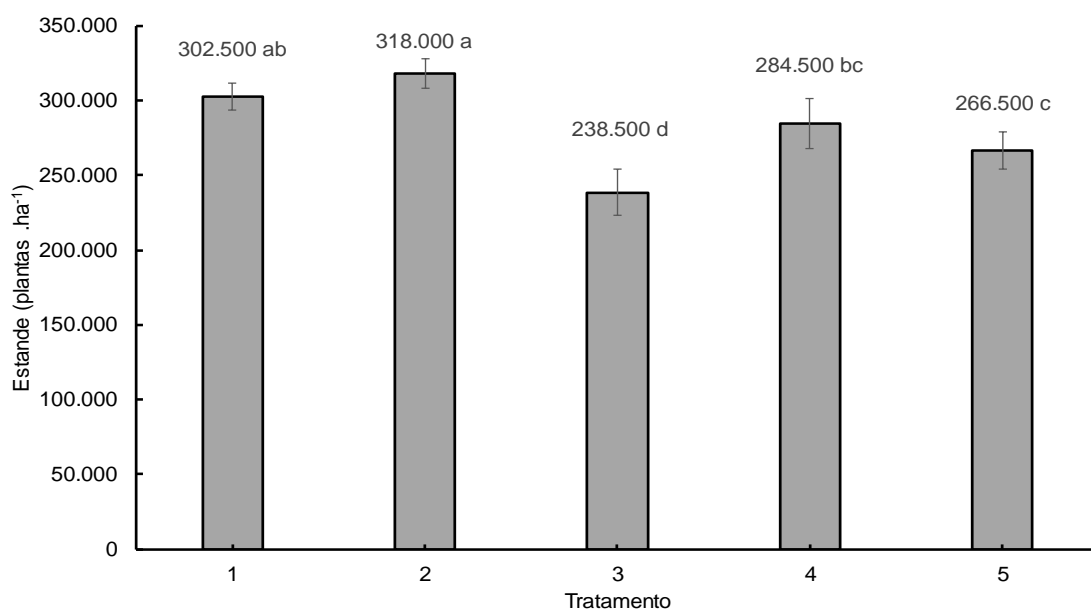


Figura 5. Estande de plantas expresso em plantas por hectare dado os tratamentos* estudados. Valores seguidos de letras diferentes, diferem entre si no teste de Tukey a 5% de confiabilidade. *Tratamento 1 (T1) não foi aplicado REMAX nem MAP, o Tratamento 2 (T2) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 0 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 3 (T3) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 55 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 4 (T4) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 110 kg ha⁻¹ de MAP e por fim o Tratamento 5 (T5) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 220 kg ha⁻¹ de MAP.

Os dados de população, assim como os de altura, sugerem que apesar do Tratamento 5 ter obtido a maior produtividade, o tratamento teve a segunda menor média de população entre os tratamentos, evidenciando que a variável população também não se correlacionou com a produtividade.

Segundo Resende et al. (2012), existe uma dificuldade de isolar os efeitos de fontes complexas como os remineralizadores obtidos a partir de rochas silicáticas, pois acabam sendo multinutrientes e nem sempre é possível observar diferenças entre os tratamentos para as características biométricas das plantas como altura e população. Dessa forma, o desenvolvimento das plantas não pode ser atribuído somente ao efeito decorrente do fornecimento de um nutriente específico, mas também de outros nutrientes presentes no remineralizador e até mesmo pelo efeito condicionante do solo.

6.5. Vagens por hectare

O parâmetro número de vagens por hectare pode nos dar uma estimativa de produtividade de soja, pois há relação direta entre peso de grãos, grãos por vagem, vagens por plantas e plantas por hectare. Todos os valores de números de vagens por hectare estão apresentados em milhar com exponencial de $\times 10^3$ para facilitar a visualização. A Tabela 15 mostra as informações gerais da estatística para número de vagens por planta. A média de vagens por hectare deu $12392,4 \times 10^3$, o desvio padrão foi de 0,1041, o erro padrão da média 0,0233 e o coeficiente de variação (CV) de 1,106%.

Tabela 15. Informações estatísticas gerais da variável vagens por planta.

Média	12392,4
Desvio Padrão Residual	0,1041
Erro padrão da média	0,0233
Coeficiente de variação (%)	1,106

Os dados de vagens por hectare foram submetidos a análise de variância (Tabela 16). O valor P, quando menor que 0,01, demonstra que houve diferença significativa de 99,9% entre os tratamentos. Os resultados estão apresentados na Tabela 17 e na Figura 6. O tratamento 2, 4 e 5 foram os que apresentaram as maiores médias, $13689,62 \times 10^3$, $13023,87 \times 10^3$ e $14760,62 \times 10^3$ vagens por hectare respectivamente. O tratamento 1 (testemunha) e o tratamento 3

apresentaram médias inferiores quando comparados aos outros tratamentos, $10363,25 \times 10^3$ e $10124,37 \times 10^3$ vagens por hectare.

Tabela 16. Informações estatísticas gerais da variável vagens por plantas.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	4	0,4727	0,1182	10,912**	0,0002
Resíduo	15	0,1624	0,0108		
Total	19	0,6351	-		

** significativo a 1% de probabilidade

Os resultados do número de vagens por hectare do tratamento 3 foram influenciados negativamente devido ao baixo estande apresentado. Era esperado que o tratamento 1 apresentasse um valor menor do que os outros tratamentos para o número de vagens por hectare, por ser o tratamento testemunha. O tratamento 5 também sofreu efeito negativo do estande. Esse efeito impediu que o tratamento 5 se diferenciasse dos demais tratamentos, igualando ainda mais os dados de vagens por hectare com os dados de produtividade. Diferentemente do observado por Neto & Bono, (2019) e Schweder et al. (2018), que realizaram um teste de dosagem de pó de rocha e não obtiveram diferenças estatísticas para nenhum dos parâmetros de produtividade da soja, dentre eles altura e vagens por planta na região de Sidrolândia em Mato Grosso do Sul, e Trombudo Central em Santa Catarina, respectivamente.

Tabela 17. Médias obtidas de vagens por hectare em função dos tratamentos de REMAX e MAP submetidos ao teste de Tukey.

Tratamento*	Média Vagens por hectare (x10 ³)
1	10363,25 b
2	13689,62 a
3	10124,37 b
4	13023,87 a
5	14760,62 a

*Tratamento 1 (T1) não foi aplicado REMAX nem MAP, o Tratamento 2 (T2) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 0 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 3 (T3) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 55 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 4 (T4) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 110 kg ha⁻¹ de MAP e por fim o Tratamento 5 (T5) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 220 kg ha⁻¹ de MAP.

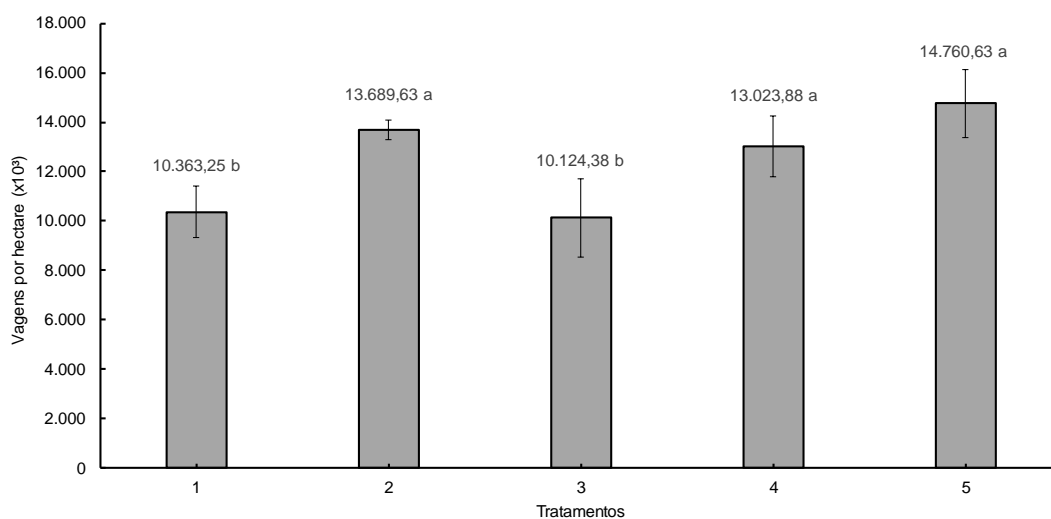


Figura 6. Contagem de vagens por hectare dado os tratamentos* estudados. Valores seguidos de letras diferentes, diferem entre si no teste de Tukey a 5% de confiabilidade.

*Tratamento 1 (T1) não foi aplicado REMAX nem MAP, o Tratamento 2 (T2) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 0 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 3 (T3) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 55 kg ha⁻¹ de MAP, o Tratamento 4 (T4) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 110 kg ha⁻¹ de MAP e por fim o Tratamento 5 (T5) recebeu 5 t ha⁻¹ de REMAX e 220 kg ha⁻¹ de MAP.

7. Conclusões

- A produtividade da soja foi responsiva para a adubação de 220 kg ha⁻¹ de MAP e aplicação de 5 t ha⁻¹ REMAX.
- O remineralizador de solo REMAX pode ser considerado uma fonte alternativa no manejo de fertilização e correção de solo para o cultivo da soja.
- O remineralizador de solo REMAX aumentou a eficiência de uso da fertilização com o MAP, pois no tratamento 5 obteve-se maiores produtividades.



Neri Marcante
Diretor da Mineragro, CREA 25537/D-DF

Bibliografia

ALMEIDA, G. R. Análises petrográficas, prospecção geofísica e geobotânica: potencialidade agroecológica da porção central do estado do Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 3., 2016, Pelotas. **Anais do III Congresso Brasileiro de Rochagem**. Assis: Triunfal, 2016. p. 129–133

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CATARUTTI, R.B. & LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H., eds. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, 5ª Aproximação. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.25-32.

BARBOSA, J.C.; MALDONADO JR., W. **AgroEstat - Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**, Versão 1.1.0.626. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2011.

BARSHAD, I. (1954). Cation Exchange in micaceous minerals: II. Replaceability of ammonium and potassium from vermiculite, biotite, and montmorillonite. **Soil Science**, 78(1), 57–76.

http://journals.lww.com/soilsci/Citation/1954/07000/CATION_EXCHANGE_IN_MICACEOUS_MINERALS_II_7.aspx

BATISTA, N.T.F. **Atributos químicos do solo e componentes agrônômicos na cultura da soja pelo uso da rochagem**. Dissertação, 2013.

BATISTA, N. T. F.; RAGAGNIN, V. A.; GÖRGEN, C. A.; MARTINS, E. S.; BIZÃO, A. A.; MORAIS, L. F.; HACK, E.; MARQUES, A. L. G.; CARVALHO, R. S.; ASSIS, L. B.; ARRUDA, E. C. Uso do pó de rocha como condicionador de solos e fertilidade em cultura de cana-de-açúcar. **Anais do II Congresso Brasileiro de Rochagem**. Poços de Caldas – MG, 2013. Pg 58-64.

Blanck, E. (1912). **Die Glimmer als Kaliquelle für die Pflanzen und ihre Verwitterung** [Mica como fonte de potássio para plantas e seu intemperismo]. Jour. F. Landw., 60, 97– 110.

BRAUN, O.P.G., 1970. Contribuição à geomorfologia do Brasil Central. **Revista Brasileira de Geografia**, 32(3) pág3-39.

BRASIL. Mapa geológico, escala 1:250.000 da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno. ZEE, Fase I, Consórcio ZEE RIDE, CPRM, 2002, Retrieved from: <http://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/mapa-geologico-de-brasilia-e-entorno.pdf>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio: Brasil 2017/18 a 2027/28 projeções de longo prazo. Brasília: MAPA/ACE, 2018. 112p.

CHIELLINI, C., CARDELLI, V., FEUDIS, M., CORTI, G., COCCO, S., AGNELLI, A., MASSACCESI, L., ALESSI, G.D., MENGONI, A., MOCALI, S., 2019. Exploring the links between bacterial communities and magnetic susceptibility in bulk soil and rhizosphere of beech (*Fagus sylvatica* L.). **Applied Soil Ecology** 138, 69-79.

CAMARGO, L.A., MARQUES JR., J., PEREIRA, G.T., BAHIA, A.S.R.S., 2014. Clay mineralogy and magnetic susceptibility of Oxisols in geomorphic surfaces. **Scientia Agricola** 71 (3), 244–256.

COLA, G. P. A.; SIMÃO, J. B. P. Rochagem como forma alternativa na suplementação de potássio na agricultura agroecológica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p.15–27, 2012
DANTAS, M.E., 2002. Mapa Geomorfológico. In: **Zoneamento-Ecológico-Econômico da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno: Fase I**. Rio de Janeiro. CPRM. Serviço Geológico do Brasil; Embrapa; MI/SCO.

DARDENNE M.A. 2000. The Brasília Fold Belt. In: U.G. Cordani, E.J. Milani, A. Thomaz Filho, D.A. Campos (eds). **Tectonic Evolution of South America**. 31st Int. Geol. Congr., Rio de Janeiro, 231-263.

DIAS, V. P.; FERNANDES, E. **Fertilizantes**: uma visão global sintética. Rio de Janeiro:BNDES Setorial, 2006.
DUARTE, I. N.; SOUZA, R. T. X.; KORNDORFER, G. H.; FONTOURA, P. R.; SOARES, R.A. B. Biotita: fonte de potássio para agricultura. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 98-103,2012
FYFE, W. S.; LEONARDOS, O. H. & THEODORO, S. H. Sustainable farming with native rocks: the transition without Revolution. **Anais Da Academia Brasileira de Ciências**, v. 78, p.715–720, 2006

FUCK, R.A., 1994. **A Faixa Brasília e a compartimentação tectônica na Província Tocantins**. In: SBG, Simp. Geol. Centro-Oeste, 4, Brasília, Anais, 184-187.

GOTZ, L. F., PIOVESAN, F., BASSO, F. J. M., FORTE, C. T., & CASTAMANN, A. **Pó de rocha como fonte alternativa para melhoria de atributos químicos do solo e do potencial produtivo da cultura do feijão em sistemas agroecológicos**. VI Jornada de Iniciação Científica e Tecnológica. UFFS – Campus Chapecó. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/9d41/c04c2ecf5a4ae00dde87d62c64283f5709f0.pdf>>. Acessado dia 27, jan. 2020.

GUARÇONI, A.; FANTON, C.J. Resíduo de beneficiamento do granito como fertilizante alternativo na cultura do café. **Ciência Agrônômica**, v. 42. p. 16-26, 2011.

GUELFY-SILVA, D.R., SPEHAR, C.R., MARCHI, G., SOARES, D.A., CANCELLIER, E.L., & MARTINS, E.S. (2014). Yield, nutrient uptake and potassium use efficiency in rice fertilized with crushed rocks. **African Journal of Agricultural Research**, 9(4), 455–464. <http://doi.org/10.5897/AJAR2013.6338>

HENSEL, J. Bread from Stones: A New and Rational System of Land Fertilization and Physical Regeneration (A. J. Tafe). **Philladelphia: Health Research Books**. 1894.

IPEA-Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicada. **Crescimento e Produtividade da Agricultura Brasileira de 1975 a 2016**. Carta de Conjuntura, Número 38 pág 1-9, 2018.

KING, L.A., 1956. Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, 2018 pág.147-265

LEONARDOS, O. H.; FYFE, W. S.; KROMBERG, B. **Rochagem: método de aumento de fertilidades em solos lixiviados e arenosos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, 1976, Belo Horizonte. Anais... SBG. p. 137-145.

LEONARDOS, O.H.; FYFE, W.S.; KRONBERG, B.I. **The use of ground rocks in laterite systems – na improvement to the use of conventional soluble fertilizers**. Chemical Geology, v.60, p. 361-370, 1987.

LOWENSTAM, H.A., 1981. Minerals formed by organisms. **Science** 211, 1126.

MANNING, D. A. C. (2010). Mineral sources of potassium for plant nutrition. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, 30(2), 281–294. <http://doi.org/10.1051/agro/2009023>.

MARINI, O.J., FUCK, R.A., DANNI, J.C., 1981. **A evolução geotectônica da Faixa Brasília e do seu embasamento**. In: Simpósio sobre o Cráton do São Francisco e suas faixas Marginais, Salvador. Anais... 100-113.

MARTINS, E. S. **Remineralizadores como fontes de nutrientes**. FERTBIO 2016 “Rumo aos novos desafios”. Disponível em: <<https://sbcs.org.br/fertbio2016/anais/palestrante/Eder%20de%20Souza%20Martins.pdf>>. Acessado dia 28 de janeiro. 2020.

MARTINS, E. S.; RESENDE, A. V.; OLIVEIRA, C. G.; FURTINI NETO, A. E. (2010). **Materiais Silicáticos como Fontes Regionais de Nutrientes e Condicionadores de Solos**. In: F. R. C. Fernandes; A. B. da Luz; Z. C. Castilhos. (Org.). *Agrominerais para o Brasil*. 1ed. Rio de Janeiro, RJ: CETEM, v. 1. p. 89-104.

MELAMED, R.; GASPAR, J.; MIEKELEY, N. **Pó-de-rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentáveis em solos tropicais**. Rio de Janeiro: CETEM, 2007. 24 p. (Série Estudos e Documentos. Versão Provisória, SED-72).

MENEZES, E. J. R. de; GOLINSKI, J. **Eficiência da utilização de pó de micaxisto na produção de couve folha**. 2016. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, 2016.

NETO, U. B. da S.; BONO, J. A. M. **Uso do pó de rocha na cultura da soja**. 10º Seminário de iniciação científica. 1º Seminário de de Pesquisa e Pós-Graduação Stricto-Sensu. 14, 15, 16 de agosto, 2019.

PAKTUNC, D. 2001. MODAN - A computer program for estimating mineral quantities based on bulk composition: Windows version. **Computers & Geosciences** 27(7):883-886.

REATTO, A., BRUAND, A., MARTINS, E.S., MULLER, F., SILVA, E.M., DE CARVALHO JÚNIOR, O.A., BROSSARD, M., 2008. Variation of the kaolinite and gibbsite content at regional and local scale in Latosols of the Brazilian Central Plateau. **Comptes Rendus Geoscience** 340 (11), 741-748.

REATTO, A., CORREIA, J.R., SPERA, S.T., CHAGAS, C.S, MARTINS, E.S., ANDAHUR, J.P., GODOY, M.J.S., ASSAD, M.L.L., 2000. **Levantamento Semidetalhado dos Solos da Bacia do Rio Jardim – DF, escala 1:50.000.** Boletim de Pesquisa – Embrapa Cerrados, Planaltina, 63pp.

RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A.E.; MARTINS, E.S.; HURTADO, S.M.C.; OLIVEIRA, C.G. & SENA, M.C. (2012). **Protocolo de avaliação agronômica de rochas e derivados como fontes de nutrientes às plantas ou condicionadores de solo.** Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo. 30p. (Série Documentos, 143).

RESENDE, M.; CURI, N.; RESENDE, S.B. & CORRÊA, G.F. **Pedologia: base para distinção de ambientes.** Viçosa, MG, NEPUT, 1995. 304p.

RESENDE, Á. V. DE, MACHADO, C. T. T., MARTINS, É. DE S., SENA, M. C. DE, NASCIMENTO, M. T. DO, SILVA, L. DE C. R. DA, & LINHARES, N. W. (2006). Rochas como fontes de potássio e outros nutrientes para culturas anuais. **Espaço & Geografia**, 9(1), 135–161. <http://www.lsie.unb.br/espacoegeografia/index.php/espacoegeografia/article/view/52/51>.

RODRIGUES, F. de A.; OLIVEIRA, L. A. de; KORNDÖRFER, A. P.; KORNDÖRFER, G. H. **Silício: Benéfico e importante para as plantas.** Informações Agronômicas, n 134, junho 2011, p. 14-20. Disponível em: <[http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/66D3EE234A3DA5CD83257A8F005E858A/\\$FILE/Page14-20-134.pdf](http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/66D3EE234A3DA5CD83257A8F005E858A/$FILE/Page14-20-134.pdf)>. Acessado dia 28, jan. 2020.

SCHWEDER, H.; COSTA, A. da; TRICHES, G. P.; SZIMSEK, C.; MURARA, H. G.; BERKEMBROK, J. **Uso do pó de rocha (ardósia) em um argissolo de Trombudo Central – SC: efeitos no solo e nas culturas de grãos.** XI Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar. Instituto Federal Catarinense. 2018.

SILVA, A. de; ALMEIDA, J. A.; SCHMITT, C.; AMARANTE, C. V. T. do. Fertilidade do solo e desenvolvimento de feijão comum em resposta adubação com pó de basalto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 7, núm. 4, outubro-dezembro, 2012, pp 548-554. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, Brasil. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.ia?id=119024993002>>. Acessado dia 28, jan. 2020.

SILVEROL, A.C.; MACHADO FILHO, L. Utilização de pó de granito e manto de alteração depiroxenito para fertilização de solos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, p. 703-707, 2007.

SIQUEIRA, D.S., MARQUES JR., J., PEREIRA, G.T., TEIXEIRA, D.D.B., VASCONCELLOS, V., CARVALHO JR, O., MARTINS, E., 2015. Detailed mapping unit design based on soil-landscape relation and spatial variability of magnetic susceptibility and soil color. **Catena** 135, 149-162.

SIQUEIRA, D. S., MARQUES JR., J., PEREIRA, G. T. The use of landforms to predict the variability of soil and orange attributes. **Geoderma**, v. 155, p.55-66, 2010.

SOUZA, F. N. S.; SANTANA, A. P.; ALVES, J. M.; SILVA, M. H. M. Efeitos de um remineralizador de solos (biotita-xisto) na produção de duas variedades de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 12, n. 1, p. 45-59, 2016.

THEODORO, S.H. et al. Efeito do uso da técnica de rochagem e adubação orgânica em solos tropicais. In: II Congresso Brasileiro de Rochagem, 2013, Poços de Caldas. **Anais do II Congresso Brasileiro de Rochagem**. Visconde do Rio Branco/MG: SUPREMA, 2013. v. 1.p. 322-42

TORRENT, J., LIU, Q.S., BARRON, N.V., 2010. Magnetic minerals in Calcic Luvisols (Chromic) developed in a warm Mediterranean region of Spain: origin and paleoenvironmental significance. **Geoderma** 154, p. 465–472.

TOSCANI, R. G. da, CAMPOS. J.E.G, 2017. Uso de pó de basalto e rocha fosfatada como remineralizadores em solos intensamente intemperizados. **Geociências** v. 36, n.2, p 259-274.