

## Características agronômicas e produtivas da soja em resposta a aplicação de pó de rocha e fertilizante mineral

Estela Millena dos Santos<sup>1\*</sup>; Augustinho Borsoi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.  
\*estelamillena04@gmail.com

**Resumo:** Devido a dependência do mercado externo e o preço elevado dos fertilizantes químicos, o uso do pó de rocha vem se tornando uma alternativa na adubação, substituindo fertilizantes solúveis, entretanto sem um conhecimento adequado dos seus efeitos nas culturas. Neste contexto, o objetivo foi avaliar a produtividade e características agronômica da soja com uso do pó de rocha na substituição de fertilizantes minerais. O experimento foi conduzido no Distrito de São João D'Oeste, Cascavel-PR, entre os meses de outubro de 2022 a março de 2023. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), composto por cinco tratamentos e quatro repetições, sendo: T1- testemunha, T2- adubação química ( $413 \text{ kg ha}^{-1}$  de NPK 04-30-10), T3- pó de rocha em dose de  $5 \text{ t ha}^{-1}$ , T4- pó de rocha em dose de  $10 \text{ t ha}^{-1}$ , T5- combinação entre o pó de rocha ( $5 \text{ t ha}^{-1}$ ) e adubação química ( $207 \text{ kg ha}^{-1}$  de NPK 04-30-10). Os parâmetros avaliados foram altura de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, produtividade e massa de mil grãos. Não houve diferença significativa para os resultados obtidos, exceto para a variável 0 grãos por vagem, com o melhor valor para o T4 diferenciando-se estatisticamente apenas do T1. Não houveram ganhos significativos entre a adubação química e o uso de pó de rocha em relação ao tratamento sem adubação, nas condições estudadas.

**Palavras-chave:** Remineralizador; Fertilidade do solo; *Glycine max*.

### Agronomic and productive characteristics of soybean in response to application of rock dust and mineral fertilizer

**Abstract:** Due to dependence on the external market and the high price of chemical fertilizers, the use of rock dust has become an alternative in fertilization, replacing soluble fertilizers, however without adequate knowledge of their effects on crops. In this context, The objective was to evaluate the productivity and agronomic characteristics of soybean with the use of rock powder in the substitution of mineral fertilizers. The experiment was conducted in the District of São João D'Oeste, Cascavel-PR, between October 2022 and March 2023. The experimental design used was in randomized blocks (DBC), consisting of five treatments and four replications, with : T1- control, T2- chemical fertilization ( $413 \text{ kg ha}^{-1}$  of NPK 04-30-10), T3- rock dust in a dose of  $5 \text{ t ha}^{-1}$ , T4- rock dust in a dose of  $10 \text{ t ha}^{-1}$ , T5- combination between the rock dust ( $5 \text{ t ha}^{-1}$ ) and chemical fertilization ( $207 \text{ kg ha}^{-1}$  of NPK 04-30-10). The evaluated parameters were plant height, number of pods per plant, number of grains per pod, productivity and mass of one thousand grains. There was no significant difference for the results obtained, except for the variable 0 grains per pod, with the best value for T4 differing statistically only from T1. There were no significant gains between chemical fertilization and the use of rock powder in relation to the treatment without fertilization, under the studied conditions.

**Keywords:** Remineralizer; Soil fertility; *Glycine max*.

## Introdução

Diante o cenário mundial há inúmeras ameaças às fontes e reservas naturais para produção de fertilizantes minerais, como elevados custos e importação de grande parte dos produtos que, muitas vezes não estão disponíveis no mercado. Deste modo, é importante buscar alternativas viáveis e eficientes para substituir ou complementar essas fontes de nutrientes essenciais para o desenvolvimento da cultura da soja.

O Brasil é o país que lidera o ranking entre os três maiores produtores de soja no mundo, com perspectiva de produção recorde para a safra 2022/23 que ultrapassa 150,36 milhões de toneladas e tendência de crescimento da área produtiva em 3,54 %, segundo a Companhia Nacional do Abastecimento - CONAB (2022). A cultura destaca-se pela importância da proteína vegetal originando inúmeros subprodutos e as tecnologias que viabilizaram sua expansão pelo mundo (HIRAKURI e LAZZAROTTO, 2014).

A soja é exigente em todos os macronutrientes essenciais, que devem estar presentes no solo de forma equilibrada e suficiente para que possam ser aproveitados pela planta, enquanto os micronutrientes se diferem apenas na quantidade exigida pela planta (SFREDO, 2008). Em caso de desequilíbrio ou insuficiência, resulta em absorção deficiente ou excessiva dos mesmos, devendo ser monitorados através do solo e folhas por meio de análises (DOMINGOS, LIMA e BRACCINI, 2015).

No entanto, a baixa fertilidade natural da maioria dos solos brasileiros, reflete na necessidade da utilização de fertilizantes químicos e orgânicos para complementar a adubação da cultura (ALOVISI *et al.*, 2021), dependendo de importações para suprir essas demandas exigidas (OLIVEIRA, MALAGOLLI e CELLA, 2019). Segundo a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2018) o país importa cerca de 70% dos fertilizantes, porém, essa dependência torna-se um problema para o agronegócio brasileiro, sendo importante que hajam ações para reduzir essa dependência. De acordo com Saab e Paula (2008), pode haver problemas com a escassez de reservas minerais, pois o Brasil é o quarto maior consumidor mundial de NPK, com consumo de 33,5 milhões de toneladas em 2016 (CELLA e ROSSI, 2010).

Estudos da Associação Brasileira de Produtos de Soja (APROSOJA BRASIL, 2020), apontam que o custo com fertilizantes representou 26 % dos custos totais para produção de soja durante a safra 2019/20. Esses elevados custos se devem ao mercado externo e ao valor do dólar (POLIDORO, 2019), pesando sobre os agricultores e a balança comercial, refletindo na necessidade de se pensar em estratégias viáveis como fontes de nutrientes.

Dessa forma, buscando por fontes alternativas surge o conceito de pó de rocha ou rochagem, sendo remineralizadores do solo em virtude do seu amplo conteúdo mineral e sua

composição química, capaz de enriquecer solos de baixa fertilidade ou recuperar aqueles empobrecidos por lixiviação (ALOVISI *et al.*, 2020). Além disso, o material passa apenas por processos mecânicos para redução e classificação de acordo com o tamanho das partículas, alterando os índices de fertilidade do solo pela adição de macro e micronutrientes, melhorando suas características físico-químicas e biológicas (ALOVISI *et al.*, 2021).

O pó de rocha apresenta inúmeros benefícios, dentre eles é possível destacar seu baixo risco de lixiviação, diminui a fixação de fósforo, fornece micronutrientes essenciais e a facilidade de aquisição, por ser rejeito em pedreiras e indústrias de mineração (BRANDÃO, 2012), caracterizando assim um menor custo em relação aos fertilizantes químicos. Melamed e Gaspar (2005) afirmam ser uma alternativa viável do ponto de vista econômico e ecológico, em razão do baixo custo de beneficiamento, necessitando apenas a Trituração das rochas.

Sustakowski (2021) relatou que os efeitos da rochagem ocorrem a médio e longo prazo devido sua baixa solubilidade, necessitando de meios que viabilizem a velocidade de solubilização e disponibilidade dos nutrientes. Buscando avaliar os efeitos das doses de pó de rocha, Hanisch *et al.* (2013) verificou o aumento dos teores de Zn,Cu, Fe, Mg e P no solo após 14 meses da aplicação, sendo os nutrientes comumente fornecidos às plantas, além do potássio e enxofre (MELO e ALLEONI, 2009). Porém, Schmidt *et al.* (2019) não verificou alteração dos atributos químicos do solo, não podendo ser utilizado como principal fonte de nutrientes às plantas, mas como alternativo (ALOVISI *et al.*, 2020).

Com base em estudos anteriores, visto que há controvérsias, objetivou-se com este experimento avaliar a produtividade e características agronômica da soja com uso do pó de rocha na substituição parcial e total de fertilizantes minerais.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Distrito de São João d'Oeste, Cascavel-PR, em condição de campo, com período de realização durante a safra de soja, entre os meses de outubro de 2022 a março de 2023. A área é localizada a 785 metros de altitude, na latitude 24° 58' 40.69 `` Sul e longitude 53° 11 '43.14 `` Oeste.

O clima de Cascavel-PR na classificação de Koppen-Geiger é Cfa, subtropical com verão quente e temperatura média de 20 °C. A pluviosidade é significativa ao longo do ano, com média anual que varia entre 1800 a 2000 mm (IAPAR, 2019).

Em relação ao solo da região, de acordo com a Embrapa (2013) é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, de textura argilosa. Nas últimas safras, foi realizado plantio direto sobre palhada com o cultivo sucessivo de soja na safra de verão seguido de milho

safrinha, sendo que este ano posteriormente ao milho foi realizada a semeadura de aveia preta para cobertura de solo. As características químicas do solo são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Atributos químicos do solo, determinado em amostras de solo coletadas na camada 0-20 cm antes da implantação do experimento. Cascavel/PR,2023.

Profundidade de coleta	pH H <sub>2</sub> O	MO g/dm <sup>-3</sup>	P mg/dm <sup>-3</sup>	K	Ca Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Mg	Al	CTC	V%
0-20 cm	5,00	39,56	7,73	0,33	6,18	1,72	0,00	14,44	56,99

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), composto por cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais, compostas por: T1- sem adubação; T2- adubação química (413 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 04-30-10); T3- pó de rocha em dose de 5 t ha<sup>-1</sup>; T4- pó de rocha em dose de 10 t ha<sup>-1</sup> e T5- combinação entre o pó de rocha (5 t ha<sup>-1</sup>) e adubação química (207 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 04-30-10).

A distribuição dos tratamentos em cada bloco foi de forma aleatória, por meio de sorteio. As parcelas foram compostas por seis linhas com 0,45 m de espaçamento e 5,00 m de comprimento, totalizando 13,5 m<sup>2</sup> cada parcela e área experimental total de 270 m<sup>2</sup>.

Em relação ao pó de rocha, o mesmo passou por análise mineralógica a fim de identificar os minerais presentes e seus respectivos percentuais.

**Tabela 2.** Análise mineralógica do pó de rocha basáltico (remineralizador) utilizado no experimento.

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO %	B	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
0,30	1,00	5,14	9,09	<10	0,22	15,1	50,1

No início do experimento, as doses de pó de rocha (5 e 10 t ha<sup>-1</sup>) foram aplicadas a lanço sem incorporação no solo, e a adubação química aplicada no momento da semeadura da cultura diretamente no sulco, com dose de NPK 04-30-10 calculada de acordo com os resultados da análise de solo. Na pré semeadura, foi realizado tratamento de sementes com fungicida e inseticida através do produto TSI Standak Top e acrescentado os micronutrientes cobalto (Co) e molibdênio (Mo), com dose de 0,5 ml kg<sup>-1</sup> de semente. No sulco de semeadura houve co-inoculação a partir das bactérias *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* auxiliando na fixação biológica de nitrogênio.

A semeadura foi realizada com o auxílio de semeadora convencional composta por 9 linhas, porém foram utilizadas apenas 6 linhas, operando na velocidade de 5-6 km h<sup>-1</sup>, com

distribuição de densidade de 18 sementes por metro linear. A cultivar de soja utilizada foi a Brasmax Zeus IPRO, caracterizada pelo ciclo precoce (5.5), resistente à podridão radicular de *Phytophthora* e ao Cancro da Haste.

O controle de plantas daninhas na área a partir da pós-semeadura e estabelecimento da cultura foi feito manualmente através da capina. Já o controle de pragas e doenças, realizado de acordo com os princípios de manejo integrado, através da aplicação de fungicidas e inseticidas apenas quando necessário, utilizando produtos registrados na ADAPAR - Agência de Defesa Agropecuária do Paraná.

Como parâmetros avaliados foram considerados: a altura de plantas, o número de nós produtivos, o número de vagens por planta, número de grãos por vagem (0, 1, 2, 3 e 4 grãos), a produtividade e a massa de mil grãos. Para avaliação das plantas e coleta de dados, a colheita foi realizada manualmente no estádio reprodutivo R8 (maturação plena), utilizando apenas as quatro linhas centrais, excluindo as laterais e 1,0 metro de comprimento de cada lado da parcela em todas as unidades experimentais.

Dentro de cada parcela, foram selecionadas dez plantas sequenciais no estádio de desenvolvimento reprodutivo R7, mensurando a altura de plantas desde sua base ao nível do solo até seu topo, com o auxílio de fita métrica. Essas dez plantas de cada parcela também foram utilizadas para contagem da quantidade de nós produtivos, vagens presentes na planta, e posteriormente foram contados o número de vagens contendo 0,1, 2, 3 e 4 grãos por vagem.

Para mensurar a produtividade de cada parcela, após a colheita manual as vagens foram trilhadas e os grãos armazenados em sacos de papel identificados de acordo com cada tratamento. Em seguida, foi estabelecida a umidade dos grãos por meio de aparelho medidor de umidade o G-800 e pesagem do material com balança de precisão, expressando assim a produtividade em kg ha<sup>-1</sup>.

Em relação a determinação da massa de mil grãos, foram selecionadas quatro amostras do material colhido, compostas por 100 grãos em cada unidade experimental. Essas amostras foram pesadas por balança de precisão obtendo uma média entre os pesos, que foi extrapolado para mil grãos com auxílio de cálculo matemático.

Após levantamento e coleta dos dados, os mesmos foram submetidos à estatística descritiva e teste de normalidade Shapiro-Wilk, em caso de normalidade se aplicou a análise de variância (ANOVA) e quando significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico GENES (CRUZ, 2016).

## Resultados e Discussão

O clima é um fator limitante e decisivo para o desenvolvimento e produção da cultura, principalmente nas etapas de floração e enchimento de grãos. Durante a condução do experimento, o clima foi favorável, havendo grande intensidade de chuvas, bem distribuídas ao longo do ciclo.

De acordo com os dados expressos na Tabela 3, observa-se que não houve diferença significativa para os resultados obtidos nas variáveis analisadas, exceto para a variável 0 grãos por vagem. Desse modo, para o tratamento 1 (testemunha- sem adubação) o número de vagens com 0 grãos foi superior, porém é estatisticamente igual aos tratamentos 2 (adubação química), 3 (pó de rocha em dose de 5 t ha<sup>-1</sup>) e 5 (combinação entre o pó de rocha e adubação química). Para o tratamento 4 (pó de rocha em dose de 10 ha<sup>-1</sup>), houve o melhor resultado para 0 grãos por vagem, diferenciando estatisticamente apenas do tratamento 1.

Júnior *et al.*, (2020) em seu trabalho desenvolvido em Goiás em uma única safra, em condição de Argissolo Vermelho com a utilização de pó de rocha como adubo orgânico na cultura da soja, com doses variando entre 3.000 a 27.000 kg ha<sup>-1</sup>, observou que não houve diferença significativa para altura de plantas. Tal resultado, contraria estudos de Batista (2015) realizado no mesmo estado que com o aumento das doses entre 960 a 7.690 kg ha<sup>-1</sup> de pó de rocha encontrou diferença significativa para essa variável, sob condições de Latossolo Vermelho Amarelo.

**Tabela 3-** Resumo da análise de variância e médias de altura de plantas, número de nós e número de grãos por vagem, número de vagens com 0; 1; 2; 3 e 4 grãos da soja em função da utilização de adubação química e pó de rocha. Cascavel/PR, 2023.

Fontes de variação	Quadrado médio							
	ALTURA (cm)	Nº DE NÓS	Nº DE VAGENS	0 GRÃOS	1 GRÃO	2 GRÃOS	3 GRÃOS	4 GRÃOS
Blocos	40,827	26,473	2,35	0,4	17,151	0,45	11,256	0,439
Tratamentos	42,59 ns	6,69 ns	12,39 ns	0,825*	1,89 ns	9,82 ns	9,65 ns	1,151 ns
Média	91,74	16,91	39,87	0,6	2,46	10,41	24,34	2,46
CV(%)	4,99	11,31	9,62	72,97	37,45	23,82	8,86	29,52
<b>Tratamentos</b>								
T1	90,43	17,00	40,00	1,25 a	3,67	10,60	23,60	1,69
T2	94,83	15,70	38,00	0,50 ab	1,95	9,95	23,05	2,80
T3	87,15	19,05	41,2	0,75 ab	2,10	12,80	25,30	2,10
T4	94,93	16,15	41,95	0,00 b	2,35	8,45	26,60	2,80
T5	91,38	16,65	38,2	0,50 ab	2,25	10,25	23,15	2,90

CV: coeficiente de variação. ns e \*: não significativo e significativo ao nível de 5 % de probabilidade de erro pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro. Tratamentos: T1- testemunha (sem adubação); T2- adubação química; T3- pó de rocha em dose de 5 t ha<sup>-1</sup>; T4- pó de rocha em dose de 10 t ha<sup>-1</sup> e T5- combinação entre o pó de rocha (5 t ha<sup>-1</sup>) e adubação química (207 kg ha<sup>-1</sup>).

Em estudo realizado no noroeste do Rio Grande do Sul, em sistema de plantio direto em safra única utilizando doses do remineralizador de 1 a 5 t ha<sup>-1</sup>, não houve diferença estatística para o número de 1, 2 e 4 grãos por vagem e que o número total de vagens sofre influência do manejo que a cultura recebe, sendo objeto de muitos estudos essa natureza complexa entre a relação dessas características (SCHIMIDT *et al.*, 2019).

Trabalho semelhante desenvolvido por Aloivisi *et al.*, (2021), demonstram em seu estudo que o pó de basalto após dois anos de aplicação com doses de 2,5 a 10 t ha<sup>-1</sup>, não influenciou estatisticamente nas variáveis analisadas, e que o mesmo não pode ser utilizado com principal fonte de adubação para a cultura.

Em relação a massa de mil grãos e a produtividade (Tabela 4) não houve diferença significativa, com o maior valor médio expresso no tratamento 2 (adubação química) para ambas as variáveis analisadas.

**Tabela 4-** Resumo da análise de variância e médias de peso de mil grãos e produtividade da soja em função da utilização de adubação química e pó de rocha. Cascavel/PR, 2023.

	Quadrado médio	
	MMG (g)	PRODUTIVIDADE (kg ha <sup>-1</sup> )
Blocos	1,018,50	716318,13
Tratamentos	120,66 ns	397634,68 ns
Média	211,08	4922,84
CV(%)	3,98	11,50
Tratamentos	MMG (g)	PRODUTIVIDADE (kg ha <sup>-1</sup> )
T1	213,84	5084,72
T2	216,63	5359,72
T3	202,41	4925,00
T4	213,14	4621,30
T5	209,37	4623,46

CV: coeficiente de variação. Ns: não significativo ao nível de 5 % de probabilidade de erro pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro. Tratamentos: T1- testemunha (sem adubação); T2- adubação química; T3- pó de rocha em dose de 5 t ha<sup>-1</sup>; T4- pó de rocha em dose de 10 t ha<sup>-1</sup> e T5- combinação entre o pó de rocha (5 t ha<sup>-1</sup>) e adubação química (207 kg ha<sup>-1</sup>).

Para a produtividade, todos os tratamentos apresentaram resultados equiparados e acima da média regional de 3826 kg ha<sup>-1</sup> (SEAB, 2023), podendo ser explicado em função das condições climáticas favoráveis durante o período de realização do experimento e o solo apresentava valores altos de nutrientes.

O pó de rocha apresenta baixa solubilidade (ALOIVISI *et al.*, 2021). Tendo em vista que o experimento foi conduzido e avaliado em uma única safra, pode justificar a não significância dos resultados obtidos, além disso, as condições climáticas foram favoráveis ao desenvolvimento da cultura.

Aliado a esses fatores, haviam boas condições de solo, apresentando bom teor de matéria orgânica e boa fertilidade, permitindo um melhor desenvolvimento radicular da planta em busca de nutrientes, com isso as exigências da cultura foram supridas pelos nutrientes disponíveis no solo, fornecendo a planta os nutrientes necessários.

Ao testar a solubilização de pó de fonolito em latossolo vermelho distroférrico pela ação de poáceas cultivadas como plantas de cobertura, Neto (2020) verificou que após sua aplicação no solo houve aumento nos teores de K trocável, estrutural e total, porém não alterou o pH e a CTC. Além disso, a *Brachiaria decumbens* foi a poácea capaz de solubilizar o K presente no pó de fonolito, independente da acidez do solo.

Em outro trabalho sobre o uso de doses de fosfato de rocha na cultura do arroz, demonstrou que o fosfato natural reativo incrementou mais P no solo do que o superfosfato simples na mesma dose testada de 150 kg ha<sup>-1</sup>. Houve também o aumento do teor de cálcio em relação as doses de rocha fosfatada aplicada, estando essa disponibilidade de nutrientes diretamente ligada a granulometria do material utilizado (JUNIOR *et al.*, 2022).

Desse modo, sugere-se a realização de novos trabalhos durante safras consecutivas com a avaliação química do solo para determinar os níveis de nutrientes disponibilizados a longo prazo, permitindo também a variação climática durante esse período podendo influenciar nos resultados.

## Conclusão

Nas condições estudadas, a adubação química e o pó de rocha não apresentaram ganhos na produtividade e significativos em relação ao tratamento sem adubação.

## Referências

- ALOIVISI, A. M. T.; RODRIGUES, R. B.; ALOIVISI, A. A.; TEBAR, M. M.; VILLALBA, L. A.; MUGLIA, G. R. P.; SOARES, M. S. P.; TOKURA, L. K.; CASSOL, C. J.; SILVA, R. S.; TOKURA, W. I.; GNING, A.; KAI, P. M. Uso do pó de rocha basáltica como fertilizante alternativo na cultura da soja. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 6, p. e33710615599, 2021.

ALOVISI, A. M. T.; TAQUES, M. M.; ALOVISI, A.A.; TOKURA, L. K.; SILVA, J. A. M.; CASSOL, C. J. Rochagem como alternativa sustentável para a fertilização de solos. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, p. 918-932, 2020.

APROSOJA BRASIL. **Custo de Produção de Soja safras 18/19- 19/20**, 2019. Disponível em: <[https://aprosojabrasil.com.br/wp-content/uploads/2019/05/4-CUSTOS-18.19\\_19.20.pdf](https://aprosojabrasil.com.br/wp-content/uploads/2019/05/4-CUSTOS-18.19_19.20.pdf)>. Acesso em: 28 ago. 2022.

BATISTA, N. T. F. **Atributos químicos do solo e componentes agronômicos na cultura da soja pelo uso da rochagem**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Goiás –UFG, Campus Jataí, 2013.

BRANDÃO, J. A. V. **Pó de rocha como fonte de nutrientes no contexto da agroecologia**. 2012. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal de São Carlos, Araras.

CELLA, D.; ROSSI, M. C. L. Análise do mercado de fertilizantes no Brasil. **Revista Interface Tecnológica**, v. 7, n. 1, p. 41-50, 2010.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. **Safra 2022/23: Produção de grãos pode chegar a 308 milhões de T impulsionada pela boa rentabilidade de milho, soja e algodão**, 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4731-safra-2022-23-producao-de-graos-pode-chegar-a-308-milhoes-de-toneladas-impulsionada-pela-boa-rentabilidade-de-milho-soja-e-algodao>>. Acesso em: 26 ago. 2022.

CRUZ, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.

DOMINGOS, C. S.; LIMA, L. H. S.; BRACCINI, A. L. Nutrição mineral e ferramentas para o manejo da adubação na cultura da soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 14, n. 3, p. 132-140, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** – 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353 p.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 37 p.

IAPAR. **Atlas Climático do Estado do Paraná**, 2019. Disponível em: <<https://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Atlas-Climatico>>. Acesso em: 14 de set. 2022.

JUNIOR, J. J. A.; LAZARINI, E.; SMILJANIC, K. B. A.; SIMON, G. A.; MATOS, F. S. A.; BARBOSA, U. R.; SILVA, V. J. A.; MIRANDA, B. C.; SILVA, A. R. Análise das variáveis tecnológicas na cultura da soja (*Glycine max*) com utilização de remineralizador de solo como fertilizante. **Brazilian Journal of Development**. v. 6, n. 8, p. 56835-56847, 2020.

JUNIOR, O. J. F.; FILHO, G. C. M.; BRITO, L. E. M.; AGUIAR, G. R.; NETO, J. F. M.; SANTOS, M. M. Resposta agronômica do arroz sob efeito de doses de fosfato de rocha. **Revista Agri-Environmental Sciences**, v. 8, p. e022011, 2022.

MELAMED, R.; GASPAR, J. C. Eficiência de pó de rocha na bio-disponibilidade de potássio em sistemas de produção agrícola sustentáveis. **Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia**, v. 21, p. 546-552, 2005.

MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. **Química e Mineralogia do Solo: Parte I - Conceitos Básicos**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. Cap 4.

NETO, A. R. R. **Solubilização de pó de fonolito em latossolo vermelho distroférreico por ação de poáceas cultivadas como plantas de cobertura**. 2020. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Jaboticabal, 2020.

OLIVEIRA, M. P.; MALAGOLLI, G. A.; CELLA, D. Mercado de fertilizantes: dependência de importações do Brasil. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 1, p. 489-498, 2019.

POLIDORO, J. C. **Dependência externa de fertilizantes é debatido em audiência pública-Embrapa Notícias**, 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30098853/dependencia-externa-de-fertilizantes-npk-e-debatida-em-audiencia-publica>>. Acesso em: 02 set. 2022.

SAAB, A. A.; PAULA, R. A. O mercado de fertilizantes no Brasil diagnósticos e propostas de políticas. **Revista de política agrícola**, v. 17, n. 2, p. 5-24, 2008.

SCHMIDT, K. E.; CEZIMBRA, J. C. G.; FILHO, L. E. N. C.; BIANCHETTO, R.; FONTANIVE, D. E.; SOUZA, E. L. Utilização do pó de em substituição a adubação mineral tradicional na cultura da soja no Noroeste do Estado RS. **IX SIEPEX-IX Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão**. 2019

SEAB. **Estimativa de safra, 2023**. Disponível em: <<https://www.agricultura.pr.gov.br/deral/safras>>. Acesso em: 18 mai. 2023.

SFREDO, G. J. **Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição mineral**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 148 p.

SUSTAKOWSKI, M. C. **Teor de nutrientes, propriedades físicas do solo e produtividade de soja após a aplicação de pó de rocha associado a plantas de cobertura**. 2021. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2021.