

Pó de basalto combinado à adubação orgânica: Fertilização sustentável de culturas de grãos em Latossolo vermelho

Basalt powder combined with organic fertilization: Sustainable fertilization for grain crops in red Oxisol

João Ourique Siqueira¹; Marta Sandra Drescher²; Marciel Redin^{3*}

¹Engenheiro Agrônomo, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, São Luiz Gonzaga, joaosiqueira290@gmail.com. ²Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Santa Cruz do Sul, marta-drescher@uergs.edu.br. ³Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Cachoeira do Sul, marciel.redin@ufsm.br. *Autor correspondente

ARTIGO

Recebido: 29-07-2025

Aprovado: 29-12-2025

Palavras-chave:

Culturas graníferas
 Insumos alternativos
 Rochagem
 Adubação orgânica

RESUMO

A busca de fontes alternativas sustentáveis para a fertilização de plantas é uma forte demanda mundial com vistas a mitigação ambiental. O objetivo foi avaliar o uso de pó de basalto (PB) combinado à adubação orgânica (AO) como uma estratégia sustentável de fertilização de culturas de grãos em Latossolo Vermelho. Foram realizados experimentos de campo com as culturas de soja e trigo em blocos casualizados com cinco repetições para cada tratamento: Testemunha; PB (100%); AO (cama de ave) (100%); Adubo químico, KCl = AQ (100%); PB (50%) + AO (50%); AQ (50%) + PB (50%). Foi avaliado a produtividade de massa seca da parte aérea das plantas e grãos das culturas de soja e trigo, além de coletas de solo para análise da fertilidade do solo. A cultura da soja foi fortemente afetada pela restrição hídrica no primeiro ano experimental, com drástico efeito na produção de matéria seca e grãos. Porém, no segundo cultivo, com condições climáticas ótimas para a cultura, a produção de matéria seca foi de 5875 kg/ha nos tratamentos com PB puro ou misturado com AO, superiores aos resultados com AQ. As maiores produtividades de grãos de soja e trigo foram nos tratamentos com PB puro, misturado com AO e AQ (média 5204 kg/ha). A matéria seca e grãos de trigo foram maiores no tratamento mistura de PB e AO, 4643 e 3730 kg/ha, respectivamente. O uso da mistura de PB com AO (50%) contribui para o aumento da produtividade de matéria seca das plantas e produtividade de grãos das culturas de soja e trigo, sem restrição hídrica.

ABSTRACT

The search for sustainable alternative sources for plant fertilization is a global demand aiming at environmental mitigation. The objective was to evaluate the use of basalt powder (BP) combined with organic fertilization (OF) as a sustainable fertilization strategy for grain crops in a Red Oxisol. Field experiments were conducted with soybean and wheat crops in randomized blocks with five replications for each treatment: Control; BP (100%); OF (poultry litter) (100%); Chemical fertilizer, KCl - CF (100%); BP (50%) + OF (50%); CF (50%) + BP (50%). Shoot dry matter and grain yield of soybean and wheat crops were evaluated, in addition to soil sampling for fertility analysis. The soybean crop was affected by water restriction in the first experimental year, with a drastic effect on dry matter and grain production. However, in the second crop, under optimal climatic conditions, dry matter production was 5875 kg/ha in treatments with pure BP or mixed with OF, which was higher than the results with CF. The highest soybean and wheat grain yields were observed in treatments with pure BP, mixed with OF and CF (average 5204 kg/ha). Wheat dry matter and grain yield were higher in the BP and OF mixture treatment, 4643 and 3730 kg/ha, respectively. The use of a BP + OF mixture (50%) contributes to increased shoot dry matter and grain yield in soybean and wheat crops, without water restriction.

Key words:

Grain crops
 Alternative inputs
 Rock fertilizers
 Organic fertilization

INTRODUÇÃO

Na agricultura em larga escala, ocorre o consumo de quantidade expressiva de fertilizantes químicos solúveis, e seu uso intenso se torna um fator limitante para a produção, pois esta prática também causa esgotamento e contaminação do solo e de outros recursos naturais (GLEISSMAN, 2005). A aplicação excessiva de adubos químicos solúveis, pode ocorrer efeitos ambientais indesejáveis, pois uma vez que fertilizantes solúveis são facilmente lixiviados, atingindo águas superficiais e subterrâneas, podendo causar eutrofização, devido ao aumento de nutrientes ricos em fósforo e nitrogênio afetando organismos presentes nos ambientes aquáticos, além disso, criam uma dependência de aquisição anual por parte do produtor e no solo por necessitar dos nutrientes a cada ciclo de plantio (TEBAR et al., 2021).

Dentre as alternativas de fertilização dos cultivos, a adubação orgânica, advinda de diversos materiais podem ser usados como fertilizante, dentre estes, dejetos de animais, resíduos culturais, uso de microrganismos fixadores ou solubilizadores de nutrientes, cama de aves e os adubos verdes, além de rochas moídas (rochagem). Especificamente, o uso de pó de basalto na agricultura vem sendo difundida como uma opção de fertilizante alternativo, se destacando como uma importante fonte de minerais que são facilmente intemperizáveis, transformando-se em nutrientes essenciais para as plantas (ESCOSTEGUY; KLAMT, 1998; ALMEIDA et al., 2022, REDIN et al., 2023). As características as rochas moídas para serem consideradas como remineralizadores e utilizado na fertilização de plantas deve ser padronizado de acordo com a Instrução Normativa, que estabelece as regras sobre definições, classificação, especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem, rotulagem e propaganda dos remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura (MAPA, 2016).

Welter et al. (2011), em relação a granulometria, descrevem que quanto menor a partícula, melhor a reação química no solo para liberação dos nutrientes, contribuindo para aumentar a soma de bases e capacidade de troca de cátions. A solubilização do pó de rocha pode ocorrer por processos físicos, químicos e biológicos (CARA et al., 2015). O contato com os microrganismos poderá resultar na biossolubilização e liberação dos nutrientes para o meio, liberando os minerais na forma orgânica, disponibilizando-os para as plantas na solução do solo (FERREIRA et al., 2009; ALMEIDA et al., 2022). Outra vantagem do uso do pó de basalto, está no fornecimento simultâneo e gradual de nutrientes como K, P, Mg e Ca, suprimindo a necessidade das plantas por um período maior (ARAÚJO et al., 2024).

Em estudos anteriores já foi observado o aumento na utilização de rochas moídas na agricultura, com vistas na sustentabilidade, otimizar os custos de produção, inclusive com vistas principais no aproveitamento de rejeitos de mineradoras e pedreiras (SANTOS et al., 2001). Dependendo de sua composição, o pó de rocha pode contribuir no aumento da troca de cátions no solo e na melhoria geral das características químicas, ou seja, quanto maior for a variabilidade de nutrientes em sua composição, melhor será a disponibilidade ao solo destes nutrientes, suprimindo de uma forma mais otimizada as necessidades nutricionais da planta (ARAÚJO et al., 2024). A sua degradação é principalmente por um processo biológico lento, não exigindo aplicações

seguidas, como os fertilizantes solúveis, para manter a fertilidade nos atributos químicos do solo, pois os efeitos da utilização do pó de basalto, seguem em atividade devido a sua lenta solubilização e reciclagem de seus nutrientes (ALOVISI et al., 2021; ALMEIDA et al., 2022; SILVA et al., 2020). Nesse contexto, embora incipientes, alguns trabalhos já foram realizados sobre o uso de pó de rocha em culturas de grãos: como fertilizante alternativo na cultura do feijão (SILVA et al., 2020; SILVA et al., 2012), trigo (BONALDO, 2016), milho (NALON; OLIVEIRA, 2009) e soja (REDIN et al., 2023).

A otimização da produção agrícola baseada no manejo ecológico do solo, busca principalmente o uso de insumos alternativos que possam ser degradados sem efeitos residuais nocivos ao solo em substituição aos tratamentos químicos utilizados (SILVA et al., 2020). Uma das restrições mais relevantes sobre a utilização do pó de basalto é o não fornecimento de nitrogênio, pois não tem esse elemento em sua composição (SILVEIRA, 2016; REDIN et al., 2023). Dessa forma, é necessário que na aplicação, seja adicionado outras fontes de nitrogênio na adubação ou através da utilização de inoculantes biológicos (SANTOS et al., 2025; ASSUNÇÃO et al., 2024). No sentido mais amplo, remineralizadores, também conhecidos como pó de rocha, correspondem aos materiais geológicos que após minerados, são submetidos apenas a processos mecânicos de diminuição de partícula e são aplicados in natura no solo. Esse aspecto, os diferencia dos fertilizantes industrializados, porque estes são submetidos a processos de beneficiamento físico e químico, que extraem dos minerais os elementos químicos de interesse altamente solúveis.

Os remineralizadores são insumos que tem eficiência é controlada por processos intempéricos, que configuram um somatório de fatores, onde se destacam a natureza do solo e a sua microbiota; as características fisiográficas; o clima, em especial as taxas anuais de temperatura e pluviosidade; e até mesmo o tipo de cultura em que é aplicado (WRITZL et al., 2019; SOUZA et al., 2017). Nesse contexto é importante estudar o pó de basalto puro ou misturado com adubos orgânicos e minerais em culturas anuais de grãos como soja e trigo. Dessa forma, diante de poucas informações agrônomicas sobre o efeito do uso de pó de basalto como fonte de nutrientes nas culturas de grãos como soja e trigo faz-se necessário a avaliação da viabilidade e da eficiência do pó de basalto para emprego na agricultura em áreas de Latossolo Vermelho. O objetivo do estudo foi avaliar o uso de pó de basalto combinado à adubação orgânica como uma estratégia sustentável de fertilização de culturas de grãos em Latossolo Vermelho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, por dois anos experimentais (2022/2023 e 2023/2024) em São Luiz Gonzaga, Rio Grande do Sul, altitude a nível do mar 218,88 metros, clima na região do município é classificado como subtropical semiúmido (INMET, 2025). O solo da área do experimento é caracterizado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, solo profundo e homogêneo, altamente intemperizado, textura argilosa e bem drenado (STRECK et al., 2018). A área que foi implantado o experimento tinha histórico de cultivo em sistema de plantio direto sendo

manejado com rotação de culturas anuais de grãos, soja, milho e trigo.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco repetições e seis tratamentos diferentes de adubação, utilizando de pó de basalto, adubo orgânico (cama de ave), adubo químico (KCl) e 1 testemunha, totalizando 30 parcelas de 4 m² cada. Os tratamentos foram: Testemunha; Pó de basalto puro = PB (100%); AO (100%) Adubo orgânico (cama de ave, com percentual de 20% carbono orgânico 40% de matéria orgânica, 2% de

Nitrogênio, e o pH 6,0), Adubo químico = AQ (KCl) (100%); Pó de basalto + adubo orgânico = PB (50%) + AO (50%); Adubo químico + pó de basalto = AQ (50%) + PB (50%).

No primeiro ano, antes da implantação do experimento, foi coletado amostras de solo da área total para realização de análises físico-químicas no laboratório de análises de solos da Universidade Federal de Santa Maria, RS, credenciado a rede oficial de laboratórios de análise de solo e de tecido vegetal dos estados do RS e SC (Tabela 1).

Tabela 1. Propriedades físico-químicas do solo do tipo Latossolo Vermelho da área de cultivo no início do experimento.

Camadas (cm)	pH	V	MOS	P	K	H + Al	Ca	Mg
	H ₂ O	%	%	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³
0-10	5,2	61	2,7	43,9	123	8,0	3,6	2,7
10-20	5,6	62	2,4	11,5	48	4,7	4,9	2,4

pH: Potencial de hidrogênio. V: Saturação por bases. MOS: Matéria orgânica do solo. P: Fósforo. K: Potássio. H + Al: Acidez potencial. Ca: Cálcio. Mg: Magnésio.

Com base nos resultados da análise de solo, foi realizada a correção de acidez, levando em consideração o manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SBCS, 2016). O calcário aplicado foi do tipo dolomítico, após subsolagem na profundidade mínima de 20 cm para incorporação do calcário, além de descompactar o solo.

A dose de pó de basalto utilizado no tratamento 100%, foi de 20 ton./ha, 8 kg/parcela, quantidade média utilizada em trabalhos já realizados com esse tipo de estudo, aplicado a lança na superfície do solo 50 dias antes da implantação da cultura da soja. O pó de basalto apresentava as seguintes propriedades químicas: Ca = 7,9 cmolc dm⁻³; Mg = 2,9 cmolc dm⁻³; Saturação bases = 95,2%; S = 3,3 mg dm⁻³; P (Mehlich¹) = 349,5 mg dm⁻³; K = 132 mg dm⁻³; Cu = 4,43 mg dm⁻³; Zn = 1,22 mg dm⁻³; Fe = 196,2 mg dm⁻³ e Mn = 9,8 mg dm⁻³.

A adubação na cultura da soja foi para expectativa de rendimento de 3.000 kg/ha de grãos. A adubação química foi realizada somente com fonte de potássio. No tratamento AQ, em função dos altos níveis de P foi utilizado cloreto de potássio (KCl) na dosagem de 129 kg/ha, 52 g/parcela no tratamento 100% adubo químico, aplicado manualmente na linha de semeadura. A dose do adubo orgânico foi de 2.850 kg/ha, correspondendo a 1,14 kg/parcela nas parcelas do tratamento adubo orgânico a 100%. Nos tratamentos com misturas de pó de basalto e adubo orgânico foi de 50% de cada fertilizante. Para o tratamento pó de basalto (50%) + KCl (50%) foi utilizado a dose na mesma proporção de cada fertilizante. Na parcela testemunha foi somente aplicado calcário de igual forma e proporção aos outros tratamentos.

Na primavera/verão do ano de 2022/2023 foi implantado o experimento com a cultura da soja, cultivar CREDENZ CZ 15470 IPRO, INTACTA RR2 PRO, adquirida de cooperativa regional, com uso de semeadora tracionada por trator, densidade de 12 a 13 sementes por metro linear e espaçamento de 30 cm entre linhas. Na plena floração da cultura de soja, foi avaliado a produção de matéria seca, para tal, foram coletadas as plantas de um metro linear no centro de cada parcela, secadas em estufa a 65°C até peso constante, e posteriormente pesadas (TEDESCO et al., 1995). A determinação da produtividade de grãos foi realizada no momento de plantas secas, sendo coletado as plantas de um metro linear de cada parcela experimental. As vagens foram separadas das plantas, debulhadas manualmente, pesadas,

sendo aferida a produção de grãos de cada tratamento a 13% de umidade.

Após a colheita da soja as parcelas experimentais permaneceram em pousio por dois meses até a implantação da cultura do trigo no outono/inverno de 2023. A cultivar utilizada foi a ORS FERROZ de ciclo precoce, semeada com semeadora mecânica de plantio direto, tracionada por trator, em uma média de população de 220 plantas por metro quadrado e espaçamento de 20 cm entre linhas. Com base na análise de solo antes da implantação da cultura do trigo, foi aplicado KCl no tratamento 100%. Nos demais tratamentos somente foi aplicado 71 kg/ha de fertilizante sulfato de amônio (21% de nitrogênio) na semeadura e, posteriormente ureia 45% em cobertura.

Na plena floração da cultura do trigo foi determinada a produção de matéria seca das plantas. Para isso, foram coletadas as plantas de 1 metro linear de cada parcela. O material vegetal foi secado em estufa a 65°C até estabilizar o peso e foram pesadas em balança de precisão, de acordo com metodologia de Tedesco et al. (1995). A produtividade de grãos foi realizada no momento da colheita, sendo coletadas as plantas de um metro linear de cada parcela, as espigas separadas da palha e trilhadas manualmente, os grãos pesados e determinada a produtividade de grãos de cada tratamento a 13% de umidade.

Após a colheita do trigo na primavera de 2023, foi implantado o segundo ano experimental da cultura da soja, seguindo mesma metodologia do primeiro ano. Nessa safra, ainda foi determinado o peso de mil grãos. Para isso, foi aferida a umidade dos grãos, sendo que todas as amostras estavam com aproximadamente 13% de umidade, após, foram contadas com utilização de raquete para contagem de grãos. Foi realizada a pesagem de oito repetições de 1000 grãos de cada repetição dos tratamentos (BRASIL, 2009).

Nas culturas da soja e trigo, o controle de plantas daninhas ocorreu através de capina manual, para o controle de pragas foi com produtos permitidos para a agricultura orgânica, calda bordalesa e sulfocálcica para controle de fungos e doenças e extrato de fumo para ocorrência da infestação de insetos (pulgão e cochonilhas). Não foi utilizada nenhum tipo de irrigação suplementar e os experimentos dependeram das condições climáticas que ocorreram no período de desenvolvimento das culturas a campo (Figura 1).

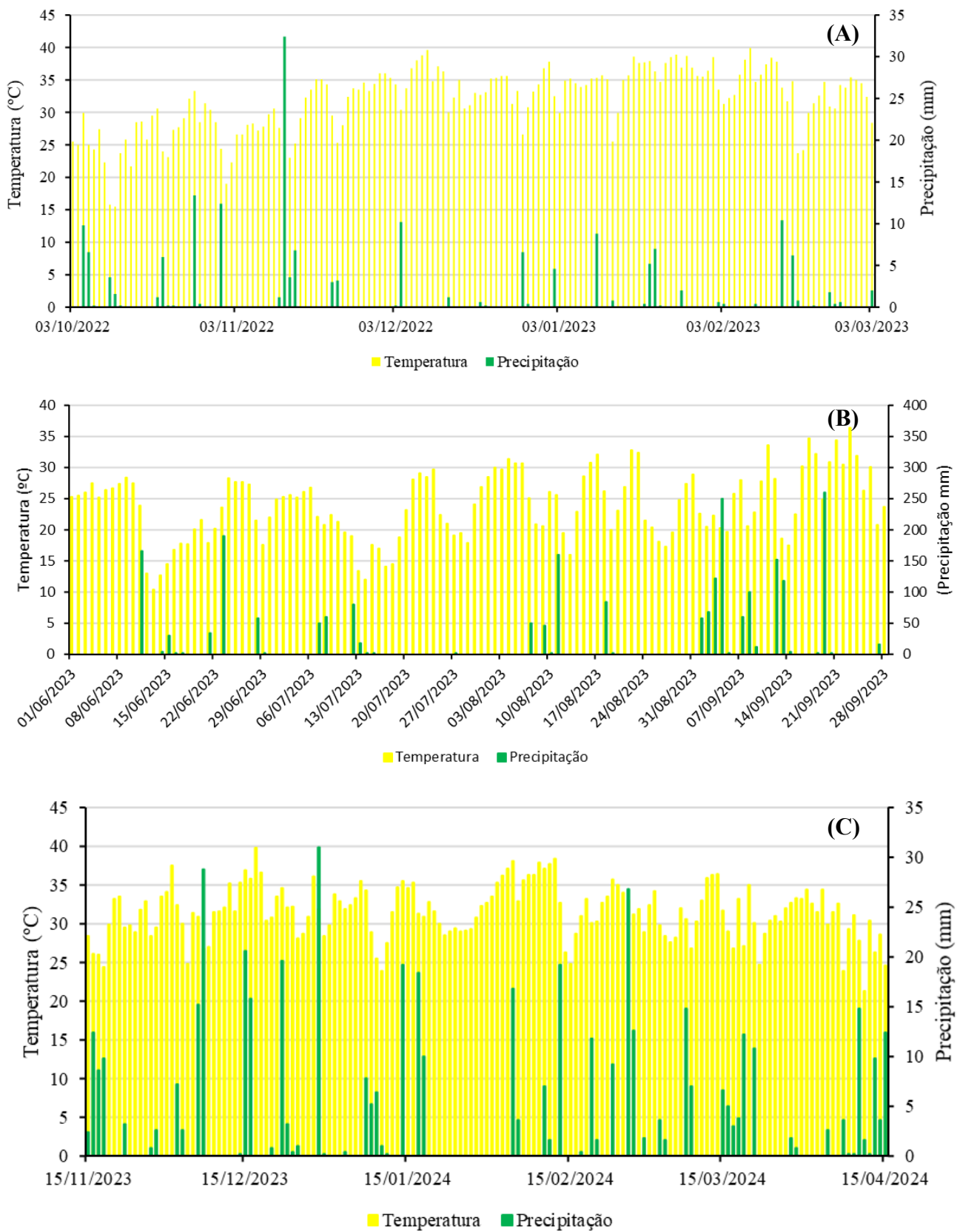


Figura 1. Precipitação e temperatura média do ar durante o ciclo da cultura da soja, primeiro ano experimental, safra ano 2022/2023 (A), cultura do trigo, safra ano 2023 (B) e cultura da soja, segundo ano experimental, safra ano 2023/2024 (C). Fonte Inmet (2025).

No final do experimento, foi coletado amostras de solo na camada 0-20cm de profundidade de cada tratamento, para analisar as condições físico-químicas no mesmo laboratório das análises realizadas no início do estudo. Os resultados obtidos no experimento foram analisados por análise de variância (ANOVA) e da comparação das médias dos tratamentos através do teste de Tukey ($p < 0,05$). As análises foram realizadas com o pacote estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise estatística mostrou diferença entre significativa os anos experimentais para os dados de matéria seca das plantas e produtividade de grãos. A matéria seca das plantas de soja no primeiro ano experimental variou de 1212 a 2004 kg/ha, para os tratamentos testemunha e pó de basalto 50% + adubo orgânico 50%, respectivamente (Figura 2).

A produtividade de grãos de soja variou de 230 a 418 kg/ha, para os tratamentos testemunha e mistura de pó de basalto (50%) e adubo orgânico (50%), correspondendo a 3,83 e 6,96 sacas/ha, respectivamente (Figura 3). Nos tratamentos de pó de basalto puro e misturado com adubo químico (KCl), não ocorreu diferenças (média 326,5 kg/ha), mesmo para o uso de adubo químico e adubo orgânico (média 329 kg/ha).

A baixa produção de matéria seca das plantas e, especialmente da produtividade de grãos da cultura da soja,

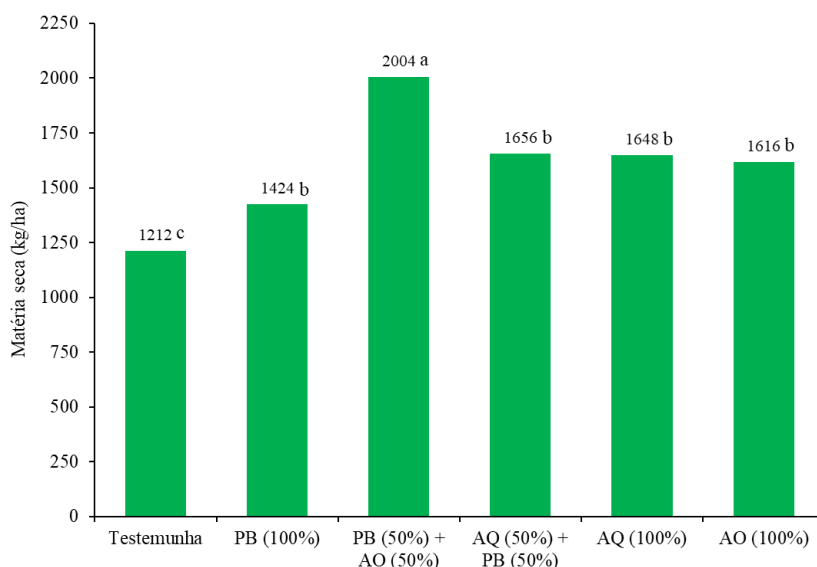


Figura 2. Produção de matéria seca das plantas de soja nos diferentes tratamentos de adubação, utilizando de pó de basalto, adubo orgânico (cama de ave) e adubo químico em área de cultivo com solo do tipo Latossolo Vermelho, safra ano 2022/2023. PB (100%) = Pó de basalto puro; AO (100%) = Adubo orgânico; AQ (100%) = Adubo químico, KCl; PB (50%) + AO (50%) = Pó de basalto + adubo orgânico; AQ (50%) + PB (50%) = Adubo químico + pó de basalto. Médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

pode estar atribuída ao baixo volume de chuvas ocorrido, principalmente no período de desenvolvimento e reprodução da cultura, com acumulado de apenas 274,6 mm (Figura 1A). Segundo Martin et al. (2022), a cultura da soja necessita em torno de 450 a 800mm/ciclo de água, atingindo a necessidade máxima na época de floração e enchimento de grãos, chegando a exigir 7 a 8 mm por dia para não haver limitação hídrica às plantas. Ainda, a falta de água, associado a alta radiação solar e elevadas temperaturas afetam o desenvolvimento e produtividade da cultura da soja.

Os diferentes processos biológicos da soja podem ser afetados pelo grau de estresse hídrico, dependendo de seu estágio fenológico, causa variabilidade expressiva nos rendimentos e na qualidade dos grãos da cultura. O resultado do déficit hídrico e facilmente visualizado no desenvolvimento da soja, com a presença de plantas de porte baixo, diâmetro pequeno do caule, folhas murchas e pequenas, entrenós curtos, redução da área foliar, atividade fotossintética reduzida e impactos na fixação de nitrogênio no solo, percebida na nodulação das raízes. Assim, há menor período de enchimento de grãos, menor número de grãos por vagem, redução do rendimento e qualidade de grãos (ARIAS et al., 2015).

Outro ponto que pode ser relacionado a baixa produção de matéria seca e grãos da soja é o fato de que a translocação de fotoassimilados da planta para as sementes em

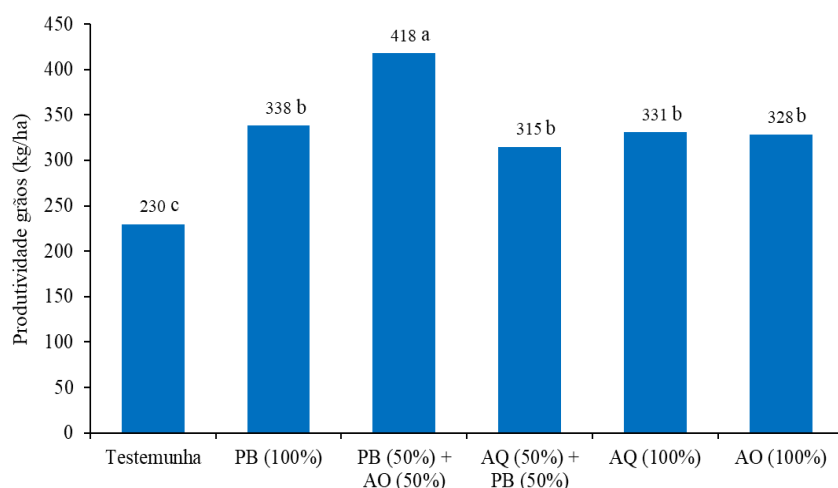


Figura 3. Produtividade de grãos de soja nos diferentes tratamentos de adubação, utilizando de pó de basalto, adubo orgânico (cama de ave) e adubo químico em área de cultivo com solo do tipo Latossolo Vermelho, safra ano 2022/2023. PB (100%) = Pó de basalto puro; AO (100%) = Adubo orgânico; AQ (100%) = Adubo químico, KCl; PB (50%) + AO (50%) = Pó de basalto + adubo orgânico; AQ (50%) + PB (50%) = Adubo químico + pó de basalto. Médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

formação, ocorrer apenas em meio aquoso, sob déficit hídrico, essa translocação é afetada (MARTIN et al., 2022). Pereira et al. (2021), mostrou que a redução da produtividade da soja é possivelmente atribuída ao fechamento estomático, à perda da capacidade fotoprotetora e aos danos na fotossíntese causados pela seca. Além disso, a falta de água pode afetar a solubilização dos corretivos, mantendo o solo ácido, e reduzindo a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Para Rossi et al. (2018), o estresse hídrico, influencia diretamente na absorção de elementos como o fósforo, prejudicando diretamente na produção das vagens e grãos na cultura da soja, podendo-se explicar a baixa produção de biomassa e grãos em períodos de seca (Figuras 1 e 2). Cubilla (2005), observou que mesmo solo com alto teor de nutrientes, o estresse hídrico dificultou a absorção, prejudicando a produtividade da cultura da soja. A dissolução dos carbonatos de um modo geral ocorre na presença de água que é catalizador de reações químicas de mineralização e solubilização de minerais no solo. Segundo Bonaldo (2016), não ocorre a mineralização e solubilização, em baixas quantidades de água no solo, assim, muito provavelmente não houve disposição dos nutrientes contidos no pó de basalto, fertilizante químico e adubo orgânico neste curto espaço de tempo, entre a aplicação e a colheita.

A produtividade de matéria seca na cultura do trigo foi de 4246 a 4643 kg/ha, respectivamente para os tratamentos testemunha e mistura de pó de basalto e adubo orgânico (Figura 4).

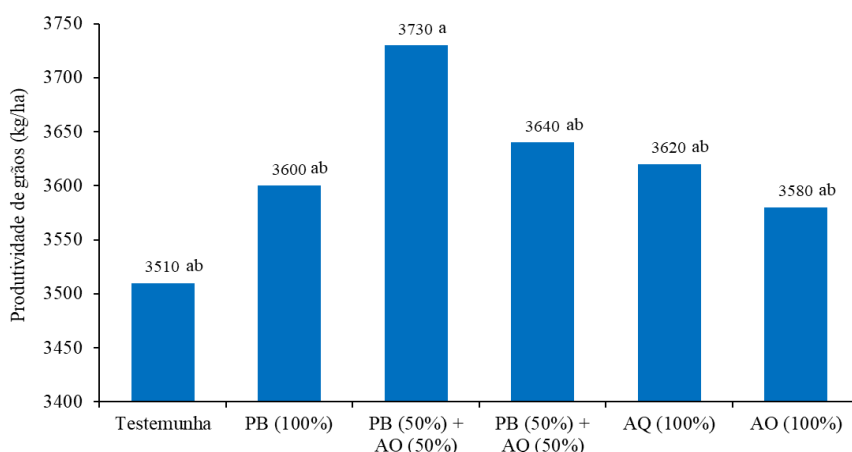


Figura 5. Produtividade de grãos de trigo nos diferentes tratamentos de adubação, utilizando de pó de basalto, adubo orgânico (cama de ave) e adubo químico em área de cultivo com solo do tipo Latossolo Vermelho, safra ano 2023. PB (100%) = Pó de basalto puro; AO (100%) = Adubo orgânico; AQ (100%) = Adubo químico, KCl; PB (50%) + AO (50%) = Pó de basalto + adubo orgânico; AQ (50%) + PB (50%) = Adubo químico + pó de basalto. Médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

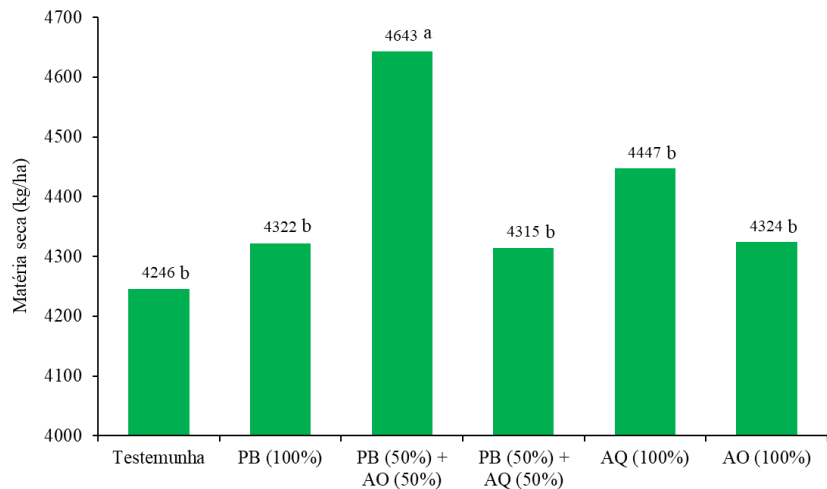


Figura 4. Produção de matéria seca das plantas de trigo nos diferentes tratamentos de adubação, utilizando de pó de basalto, adubo orgânico (cama de ave) e adubo químico em área de cultivo com solo do tipo Latossolo Vermelho, safra ano 2023. PB (100%) = Pó de basalto puro; AO (100%) = Adubo orgânico; AQ (100%) = Adubo químico, KCl; PB (50%) + AO (50%) = Pó de basalto + adubo orgânico; AQ (50%) + PB (50%) = Adubo químico + pó de basalto. Médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A mistura de pó de basalto e adubo orgânico foi estatisticamente superior (6,69%), comparado a média dos demais tratamentos, incluindo a adubação química. Writzl et al. (2019), destacam que o pó de rocha não possui nitrogênio na composição química, este nutriente é essencial para o bom desenvolvimento e produção das gramíneas, o que fica evidenciado no resultado do tratamento da sua mistura com adubo orgânico, com maior crescimento de plantas (matéria seca) e produtividade de grãos da cultura do trigo. Ainda, de acordo com Santos et al. (2025), a associação de fertilizantes orgânicos, estimula a atividade biológica, aumentando a capacidade de produção das culturas. Neste contexto, os mesmos autores, ainda destacam que o pó de basalto associado com adubo orgânico cama de ave, melhora o desenvolvimento das plantas, na altura, diâmetro de colmo, tamanho e número de folhas, mesmo em solos de alta fertilidade química, podendo ser uma alternativa viável de adubação, em muitos casos pode até substituir a fertilização química. Segundo Silva et al. (2017), a associação do pó de rocha, com adubos orgânicos, contribui para reciclagem dos minerais, no entanto, este conhecimento ainda não é preciso, sendo necessário mais pesquisas investigativas, inclusive com análises microbiológicas do solo.

A maior produtividade de grãos da cultura do trigo, numericamente foi observada no tratamento da mistura de pó de basalto e adubo orgânico, 3730 kg/ha, correspondendo a 62,16 sacas/ha (Figura 5). Os demais tratamentos apresentaram produtividade média de 3590 kg/ha,

correspondendo a 59,8 sacas/ha.

Na cultura do trigo houve produção de matéria seca e produtividade de grãos de acordo com o esperado, haja visto que as condições climáticas no inverno foram adequadas, incluindo que não houve restrição hídrica para cultura, com acumulado de 697 mm (Figura 1B).

A matéria seca da cultura da soja no segundo ano experimental, aumentou para todos os tratamentos, média de 330% superior ao primeiro ano (Figura 6). As maiores produtividades foram observadas nos tratamentos com uso de pó de basalto (puro ou misturado) e adubação orgânica (média de 5875 kg/ha), sendo superiores a adubação química (25,6%).

O menor peso de mil grãos no segundo ano experimental foi observado na testemunha (166g), essa situação apresentada pode ser devido a não adição de nenhum fertilizante na cultura da soja desse tratamento (Figura 7). Os maiores pesos de grãos foram observados, sobretudo nos tratamentos com uso de pó de basalto, puro ou misturado com adubação orgânica ou adubação química, embora sem diferença estatística para uso puro de adubo químico (KCl) e orgânico.

As maiores produtividades de grãos de soja foram observadas nos tratamentos com uso de pó de basalto puro, misturado com adubação orgânica e adubação química (média de 5204 kg/ha; 86,7sacas/ha), sendo superiores a adubação química (8,6%; 79,3 sacas/ha) (Figura 7). Esses resultados estão em correlacionados com o peso de mil grãos, sendo as

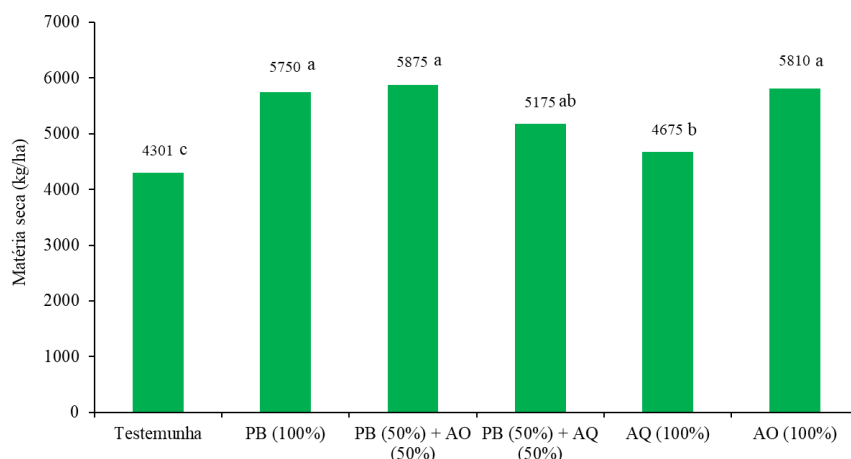


Figura 6. Produção de matéria seca das plantas de soja nos diferentes tratamentos de adubação, utilizando de pó de basalto, adubo orgânico (cama de ave) e adubo químico em área de cultivo com solo do tipo Latossolo Vermelho, segundo ano experimental, safra ano 2023/2024. PB (100%) = Pó de basalto puro; AO (100%) = Adubo orgânico; AQ (100%) = Adubo químico, KCl; PB (50%) + AO (50%) = Pó de basalto + adubo orgânico; AQ (50%) + PB (50%) = Adubo químico + pó de basalto. Médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

maiores produtividades de grãos, associados com os grãos mais pesados (Figura 7).

No segundo ano do experimento com a cultura da soja, a maior produção de matéria seca das plantas e produtividade de grãos esteve associada as melhores condições climáticas, especialmente regularidade de chuvas durante o ciclo da cultura (Figura 1C). No ciclo da cultura foi observado 1083mm de chuva, 394% superior ao observado no primeiro ano experimental. De forma similar, ocorreu diminuição da temperatura do ar, favorecendo a cultura da soja.

Plewka et al. (2009) evidencia que o pó de basalto, tem uma disponibilização lenta e gradativa dos minerais, dependendo de água, que favorece o fornecimento dos nutrientes solubilizados para as culturas, diferentemente da adubação química que fica totalmente disponível sendo utilizado no ciclo da cultura ou perdida por lixiviação. Outro fator a ser considerado é que devido a mistura de adubo orgânico com pó de basalto, esta associação poderia ter potencializado os efeitos de fertilização. Shiomi et al. (2009), destacam que a mistura de biofertilizantes orgânicos com pó de basalto, apresenta uma forma promissora de fertilizante orgânico além de apresentar poucos impactos ambientais. Sua hipótese fundamenta-se pelo fato que vários microrganismos presentes nos adubos orgânicos, sobretudo de animais, participam da solubilização dos nutrientes do pó de rocha, sendo as bactérias, as mais eficientes aquelas do gênero *Pseudomonas*, *Bacillus* e *Rizobium*, entre as fúngicas estão os *Aspergillus* e *Penicillium*,

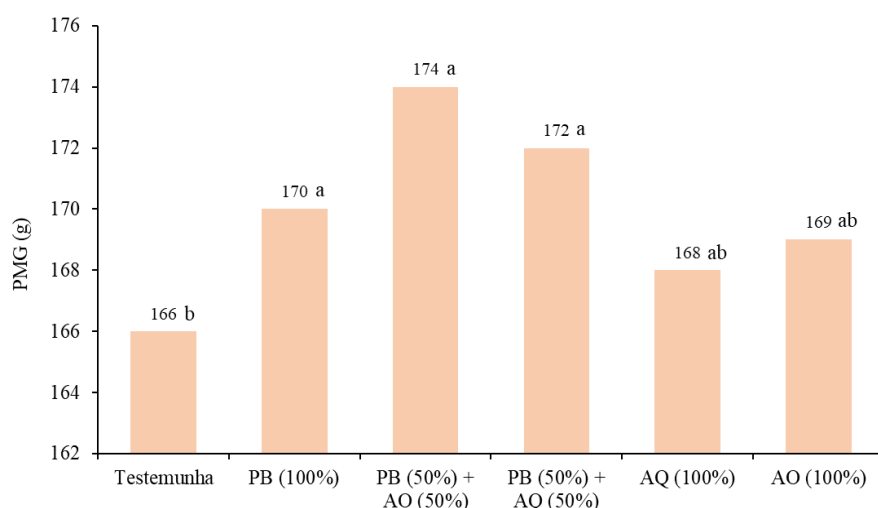


Figura 7. Peso de mil grãos de soja, segundo ano experimental nos diferentes tratamentos de adubação, utilizando de pó de basalto, adubo orgânico (cama de ave) e adubo químico em área de cultivo com solo do tipo Latossolo Vermelho, safra ano 2023/2024. PB (100%) = Pó de basalto puro; AO (100%) = Adubo orgânico; AQ (100%) = Adubo químico, KCl; PB (50%) + AO (50%) = Pó de basalto + adubo orgânico; AQ (50%) + PB (50%) = Adubo químico + pó de basalto. Médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

principalmente pela possibilidade de utilização com microrganismos fixadores de nitrogênio. A limitação hídrica, especialmente no primeiro ano experimental na cultura da soja pode ter limitado a ação desses microrganismos no solo.

Em relação as alterações das propriedades físico-químicas do solo no final do experimento (Tabela 2) observaram-se mudanças em relação a análise inicial do solo (Tabela 1).

Tabela 2. Propriedades físico-químicas do solo no final do experimento na camada 0-20 cm em diferentes tratamentos de adubação, utilizando de pó de basalto, adubo orgânico (cama de ave) e adubo químico em área de cultivo com solo do tipo Latossolo Vermelho

Tratamentos*	pH	V	MOS	P	K	H + Al	Ca	Mg
	H ₂ O	%	%	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³
Testemunha	5,6	72,3	2,1	11,1	34	3,9	7,2	2,9
PB (100%)	5,7	75,7	2,2	21,1	43	3,8	8,2	3,3
PB (50%) + AO (50%)	6,1	81,4	2,6	14,1	41	3,1	9,6	4,0
PB (50%) + AQ (50%)	5,9	72,9	2,6	16,3	39	4,3	8,1	3,3
AQ	5,7	69,7	2,1	10,0	82	4,4	7,2	2,8
AO	5,8	72,5	2,2	10,2	36	3,9	7,3	3,0

*PB (100%) = Pó de basalto puro; PB (50%) + AO (50%) = Pó de basalto + adubo orgânico; PB (50%) + AQ (50%) = Pó de basalto + Adubo químico; AQ (100%) = Adubo químico, KCl; AO (100%) = Adubo orgânico. pH: Potencial de hidrogênio. V: Saturação por bases. MOS: Matéria orgânica do solo. P: Fósforo. K: Potássio. H + Al: Acidez potencial. Ca: Cálcio. Mg: Magnésio.

As alterações mais significativas no solo foram observadas no aumento da saturação de bases (CTC; V%) e cálcio, redução das quantidades de fósforo e potássio, e acidez potencial (H + Al). Ferreira et al. (2009) também mostrou aumento nos valores do cálcio no solo após cultivo de feijão comum e aplicação de pó de basalto puro ou associado a esterco bovino.

Especificamente em relação ao potássio, a aplicação de pó de basalto não aumentou esse nutriente no solo, principalmente quando comparado a adubação química. De acordo com observado por Assunção et al. (2024), o aumento da CTC com uso de pó de basalto + adubação orgânica (50%) é um aspecto muito importante para a fertilidade do solo, pois é um índice geral que está relacionado com a quantidade de nutrientes no solo. Esse resultado mostra a capacidade do pó de basalto, associado com adubo orgânico, no incremento da qualidade química, além da redução de acidez do solo. Porém, por outro lado, a redução da quantidade de fósforo e potássio, principalmente da camada superficial do solo, área de distribuição de raízes, é decorrente da absorção desses nutrientes pelas plantas de soja e trigo.

Dessa forma, com base no conjunto de resultados obtidos no presente estudo, a utilização de pó de basalto misturado com adubo orgânico apresentou-se como uma alternativa de baixo custo para o agricultor aproveitando-se de materiais disponíveis próximo de sua propriedade, para utilizar como biofertilizantes misturados ao pó de basalto. No entanto, com base nos nossos resultados a eficiência do uso de pó de basalto e adubos orgânicos ficou condicionada por fatores climáticos como temperatura e precipitação pluviométrica, de modo que sua eficiência pode ser comprometida em anos de déficit hídrico.

CONCLUSÕES

O uso de pó de basalto como fertilizante alternativo nas culturas de soja e trigo contribui para o aumento da produtividade de massa seca das plantas e produtividade de grãos, sendo a mistura de pó de basalto com adubo orgânico cama de ave (50%), podendo ser uma opção para o produtor rural em área de Latossolo vermelho.

DECLARAÇÕES

Financiamento: O trabalho não contou com fontes de financiamento.

Conflito de interesse: Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. A.; CUNHA, G. O. M.; HEBERLE, D. A.; MAFRA, A. L. Potential of olivine melilitite as a soil remineralizer according to particle size and rates. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 57, e01445, 2022. [10.1590/s1678-3921.pab2022.v57.01445](https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2022.v57.01445)
- ALOVISI, A. M.; RODRIGUES, R. B.; ALOVISI, A. A.; TBAR, M. M.; VILLALBA, L. A.; MUGLIA, G. R. P.; SOARES, S. M. P.; TOKURA, L. K.; CASSOL, C. J.; SILVA, R. S.; TOKUTA, W. I.; GNING, A.; KAI, P. S. Uso do pó de rocha basáltica como fertilizante alternativo na cultura da soja. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 6, 2021. [10.33448/rsd-v10i6.15599](https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15599)
- ARAÚJO, J. V. S.; SALAZAR, H. R. Z.; NASCIMENTO, J. S.; FELIX, V. J. L.; ARAÚJO, V. R.; HENRIQUE, R. S.; FRAGA, V. S.; CAMPOS, M. C. C.; SANTOS, R. V. Effect of the incorporation of spent mushroom substrate and remineralizer on the chemical attributes of a Acrisol. *Brazilian Journal of Biology*, v. 84, e290199, 2024. [10.1590/1519-6984.290199](https://doi.org/10.1590/1519-6984.290199)
- ARIAS, C. A.; OLIVEIRA, M.F de; PÍPOLO, A. E.; CARNEIRO, G.S.; UBIRAJARA, J.; KASTER, M. Desenvolvimento de cultivares de soja com tolerância à deficiência hídrica. In: *Simpósio sobre tolerância à deficiência hídrica em plantas*, Santo Antônio de Goiás, p.130-134, 2015.
- ASSUNÇÃO, R. D. V.; CASSOL, P. C.; GRANADOS, S. B.; MAFRA, A. L.; BITTENCOURT, R. Microbial-inoculated remineralizers as source of potassium and other nutrients.

- Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental, v. 28, n. 2, e275193, 2024. [10.1590/1807-1929/agriambi.v28n2e275193](https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v28n2e275193) .
- BONALDO, M. T. Pó de basalto como fertilizante para a cultura do trigo. 2016. 28f. Monografia (Especialização em manejo da fertilidade do solo) – Universidade Federal Tecnológica do Paraná.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CARA, D. V. C.; RIZZO, A. C. L.; CUNHA, C. D.; ROCHA, D. L.; LEONEL, R. S.; SÉRVULO, E. F. C. Isolation of bacterial cultures from *Helianthus Annus* L. rizosphere and assessment of bioweathering of verdete (*Glauconitic sandstone*). Internation Journal of Engineering & Technology, v. 15, p. 11-18, 2015.
- CUBILLA, M. M. Calibração visando recomendação de fertilização fosfatada para as principais culturas de grãos sob sistema de plantio direto no Paraguai. Mestrado em Ciência do Solo. Universidade Federal de Santa Maria, 160 p. 2005.
- ESCOSTEGUY, P. A. V.; KLAMT; E. Basalto moído como fonte de nutrientes. Revista Brasileira de Ciência do Solo. v. 2, n. 1, p. 11-20, 1998. [10.1590/S0100-06831998000100002](https://doi.org/10.1590/S0100-06831998000100002)
- FERREIRA, E. R. N. C.; ALMEIDA, J. A.; MAFRA, A. L. Pó de Basalto, desenvolvimento e nutrição do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e propriedades químicas de um Cambissolo Húmico. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 8, n. 2. p. 111-121, 2009.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: sistema computacional de análise estatística. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. [10.1590/S1413-70542011000600001](https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001)
- GLEISSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Editora: UFRGS, 2005. 653p.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Dados meteorológicos. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 16 nov. 2025.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 5, de 10 de março de 2016.
- MARTIN, T. N.; PIRES, J. L. F.; VEY, R. T. Tecnologias aplicadas para o manejo rentável e eficiente da cultura da soja. 1ªed. Santa Maria, Editora GR, 528p. 2022.
- NALON, J. M.; OLIVEIRA, J. R. F. Avaliação do uso de pó de basalto e hiperfosfato de GAFSA na cultura de milho em sucessão a coquetel de adubos verdes no município de Bituruna-PR. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 4, n. 2, p. 2282-2285, 2009.
- PEREIRA, L. F.; JUNIOR, W. Q. R.; RAMOS, L. M. G.; SANTOS, N. Z. Physiological changes in soybean cultivated with soil remineralizer in the Cerrado under variable water regimes. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 56, e01455, 2021. [10.1590/s1678-3921.pab2021.v56.01455](https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2021.v56.01455)
- PLEWKA, R. G.; ZAMULAK, J. R.; VENÂNCIA, J. A.; MARQUES, A. C.; OLIVEIRA, C. D. Avaliação do uso do pó de basalto na produção de feijão. Cadernos de Agroecologia, v. 4, n. 1, p. 4397-4400, 2009.
- REDIN, M.; SEIDEL, E. G.; SILVA, D. M.; SOUZA, E. L.; GUERRA, D.; LANZANOVA, M. E. Desempenho da cultura da soja com diferentes doses de pó de basalto em Latossolo no Sul do Brasil. In: Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco; Reinaldo Pacheco dos Santos. (Org.). Agroecologia: Produção e sustentabilidade em pesquisa: Volume 3. 1ed. Guarujá - SP: Editora Científica Digital, 2023, v. 3, p. 234-245.
- ROSSI, N. G.; VILAR, C. C.; USHIWATA, S. Y.; REIS, R. G. E.; NABEIRO, J. C. X. Influência do modo de aplicação de fertilizante fosfatado na produção de soja em sistema de plantio direto e convencional no cerrado. Global Science & Technology, v. 11, n. 2, p. 101-11, 2018.
- SANTOS, C. J.; OLIVEIRA, A. D. A. P.; RODRIGUES, SOUZA, A. C. P.; GONÇALVES, B. O.; RODRIGUES, G. J. G. R.; SOUZA, T. T. M. Rock powder application combined with bacterial inoculation enhances the early growth of coffee plants. Ciência e Agrotecnologia, v. 49, e024124, 2025. [10.1590/1413-7054202549024124](https://doi.org/10.1590/1413-7054202549024124)
- SANTOS, R. H. S.; SILVA, S.; CASALI, V. W. D.; CONDE, A. R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 36, n. 11, p. 1395-1398, 2001.
- SBCS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul: Comissão de Química e Fertilidade do Solo-RS/SC, 2016.
- SILVA, D. W.; CANEPELLE, E.; LANZANOVA, M. E.; GUERRA, D.; REDIN, M. Pó de basalto como fertilizante alternativo na cultura do feijão preto em Latossolo vermelho. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 15, n. 4, p. 373-378, 2020. [10.18378/rvads.v15i4.7784](https://doi.org/10.18378/rvads.v15i4.7784)
- SILVA, A. J. N.; DA SILVA, L. E. S. F.; DA SILVA. A. J. N.; STAMFORD, N. P.; MACEDO, G. R. Solubility curve of rock powder inoculated with microorganisms in the production of biofertilizers. Agriculture and Natural Resources, v. 51, p. 142-147, 2017. [10.1016/j.anres.2017.01.001](https://doi.org/10.1016/j.anres.2017.01.001)
- SILVA, A.; ALMEIDA, J. A.; SCHMITT, C.; AMARANTE, C. V. T. Fertilidade do solo e desenvolvimento de feijão comum em resposta adubação com pó de basalto. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 7, n. 4, p. 548-554, 2012. [10.5039/agraria.v7i4a1491](https://doi.org/10.5039/agraria.v7i4a1491)
- SILVEIRA, R. T. G. Uso de rochagem pela mistura de pó de basalto e rocha fosfatada como fertilizante natural de solos

tropicais lixiviados. 2016. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SHIOMI, H. F.; DEDORDI, C.; VICENSI, M.; OLIARI, I. C. R. Seleção de bactérias solubilizadoras de fosfato inorgânico, presentes em biofertilizantes. *Cadernos de Agroecologia*, v. 4, n. 1, 2009.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S.; FLORES, C. A.; SCHNEIDER, P. Solos do Rio Grande do Sul. 3. ed., rev. e ampl. Porto Alegre, RS: Emater/RS-Ascar, 2018. 252p.

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. *Agri-Environmental Science*, v. 3, n. 1, p. 1-14, 2017. [10.36725/agries.v3i1.204](https://doi.org/10.36725/agries.v3i1.204).

TEBAR, M. M.; ALOVISI, A.M.T.; MUGLIA, G.R.P.; VILLALBA, L.A.; SOARES, M.S.P. Efeito Residual do pó de rocha basáltica nos atributos químicos e microbiológicos do solo e no estado nutricional da cultura da soja. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 11, p. e375101119612-e375101119612, 2021.

TEDESCO J. M.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEM, H.; VOLKWEISS, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5).

WELTER, M. K.; MELO, A. F.; BRUCKNER, C. H.; GÓES, H.T.P.; CHAGAS, E.A.; UCHÔA, S.C.P. Efeito da aplicação de pó de basalto no desenvolvimento inicial de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. 3, p. 922-931, 2011.

WRITZL, T. C., CANEPELLE, E., SCHMITT STEIN, J. E., KERKHOFF, J. T., STEFFLER, A. D., WEBER DA SILVA, D., REDIN, M. Produção de milho pipoca consumo de rocha de basalto associado a cama de frango em Latossolo. *Revista brasileira de Agropecuária sustentável*, v. 9, n. 2, p. 101-109, 2019. [10.21206/rbas.v9i2.3077](https://doi.org/10.21206/rbas.v9i2.3077)