



Uso de pó de rocha de basalto e resíduos orgânicos como estratégia agroecológica de fertilização no cultivo do milho segunda safra
Use of basalt rock dust and organic residues as an agroecological strategy for fertilization in corn second crop cultivation

RIBEIRO, Luane Laíse Oliveira¹; SEIDEL, Edleusa Pereira²; GRAFFUNDER, Mohara Alanis³; BRAND, Fernando Kasper⁴; ALMEIDA, Karlene Fernandes de⁵ MOTTIN, Marcos Cesar⁶

^{1 2 3 4 5} Universidade Estadual do Oeste do Paraná, luanelaiseifpa@hotmail.com; edleusa.seidel@unioeste.br; moharaagraffunder@gmail.com; fernandobrand123@gmail.com; ⁶ Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz-Fag, marcos.c.mottin@hotmail.com

RESUMO EXPANDIDO

Eixo Temático: Manejo de Agroecossistemas

Resumo: Há necessidade de propor fontes alternativas de fertilização dos solos que podem ser usadas nos sistemas agroecológicos, visando sua sustentabilidade. Objetivou-se avaliar o efeito de doses de pó de rocha de basalto associadas a cama de frango e esterco bovino sobre a produtividade do milho segunda safra, tendo como referência a adubação química solúvel (NPK). O trabalho foi desenvolvido em DBC fatorial (5x2) + 1, em quatro repetições, sendo utilizados cinco doses de pó de rocha: 0, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹ e dois resíduos animais: cama de frango e esterco bovino (5 t ha⁻¹). As maiores produtividades foram obtidas na dose de 3,7 t ha⁻¹ (5.154,7 kg ha⁻¹) com cama de frango e na de 3,1 t ha⁻¹ (5.207,7 kg ha⁻¹) com esterco bovino, sendo estas equivalente às constatadas com na adubação química solúvel. O pó de rocha associado a cama de frango e ao esterco bovino podem ser recomendados no cultivo do milho, sendo opções de maior sustentabilidade para os sistemas agroecológicos de produção.

Palavras-chave: cama de frango; esterco bovino; produtividade; remineralizador; sistemas agroecológicos.

Introdução

Os fertilizantes minerais solúveis representam uma parcela grande nos custos de produção (SALDANHA, 2016), além de serem possíveis causadores de impactos ambientais, o que coloca em risco a sustentabilidade dos sistemas agrícolas de produção, a segurança e soberania alimentar.

Diante deste cenário, a pesquisa vem avançando no sentido de propor fontes alternativas de fertilizantes, através do uso de pó de rocha/remineralizadora que são rochas moídas que dispõem de minerais capazes de fornecer nutrientes às plantas, atendendo suas necessidades (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2022). Estes podem ser utilizados em associação a resíduos orgânicos de origem animal como a cama de frango e o esterco bovino que são materiais de fácil aquisição, baixo custo, rico em nutrientes e com grande atividade biológica que pode contribuir para a dissolução



dos minerais/nutrientes contidos nas rochas, sendo uma excelente alternativa para melhorar a qualidade e sustentabilidade dos solos e que pode ser utilizado em sistemas orgânicos e agroecológicos de produção.

O trabalho objetivou avaliar o efeito de doses de pó de rocha de basalto associadas a cama de frango e esterco bovino sobre a produtividade do milho segunda safra, tendo como referência a adubação química solúvel (NPK).

Metodologia

O cultivo do milho segunda safra foi realizado em 2022, na área de transição agroecológica da Estação Experimental Professor Alcibíades Luiz Orlando, situada no município de Entre Rios do Oeste-PR, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus Marechal Cândido Rondon-PR (UNIOESTE/MCR). O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Eutroférrico típico, textura muito argilosa, com relevo suave ondulado (SANTOS et al., 2018). A análise química inicial da área (camada 0 a 20 cm) indicou: 24,5 mg dm⁻³ de P; 14,1 g dm⁻³ de CO; pH (CaCl₂) de 5,3; H+Al de 4,6 cmol_c dm⁻³; K de 1,2 cmol_c dm⁻³; 5,9 cmol_c dm⁻³ de Ca; 1,8 cmol_c dm⁻³ de Mg; SB de 8,9; CTC de 13,5 e V% de 65,6. Conforme a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfa), com verões quentes, temperaturas médias superiores a 22°C e invernos com temperaturas médias e inferiores a 18°C e uma precipitação pluviométrica média anual de 1600-1800 milímetros (CAVIGLIONE et al., 2000). Na Figuras 1 é apresentado os dados meteorológicos no período do experimento do milho segunda safra.

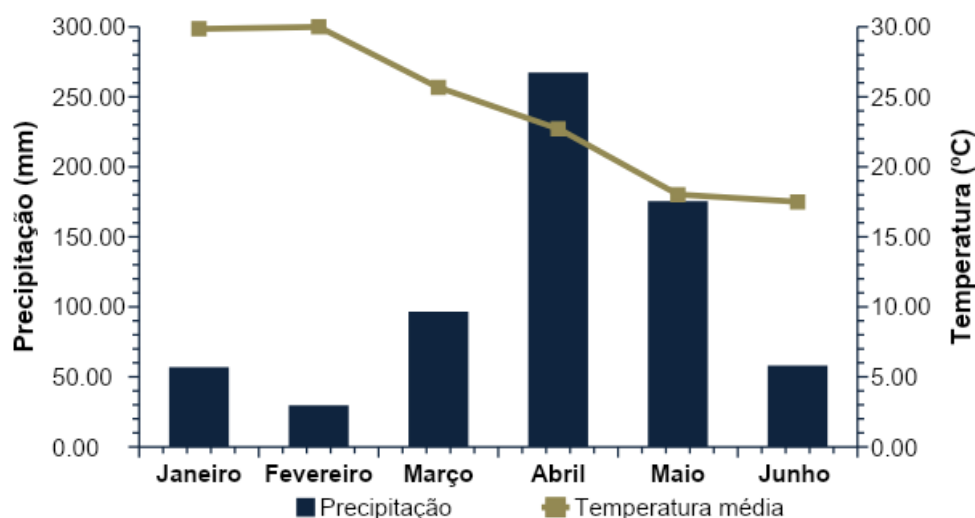


Figura 1. Precipitação pluvial (mm) e temperatura média (°C) durante a condução do cultivo do milho segunda safra (janeiro a junho de 2022). Fonte: Estação Automática de Marechal Cândido Rondon/PR (2022).



O ensaio experimental foi conduzido em blocos ao acaso (DBC) em arranjo fatorial (5×2) + 1; com quatro repetições. Foram utilizadas cinco doses de pó de rocha de basalto (0, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹) associadas a duas fontes orgânicas de origem animal: esterco bovino e cama de frango (5 t ha⁻¹) aplicadas antes da semeadura do milho segunda safra. No tratamento adicional foi utilizado a adubação química solúvel no sulco de semeadura na dose de 285 kg ha⁻¹ do formulado comercial 12-24-12. As parcelas foram constituídas de oito linhas de semeadura e apresentaram área total de 40 m² (5x8 m).

A semeadura do milho foi realizada em janeiro de 2022. Foi utilizado o híbrido PIONER P3223VYH, com espaçamento de 0,50 m entre linhas e densidade de 3,3 sementes/metro linear. Após a semeadura foram feitos monitoramentos constantes a fim de se realizar os tratos culturais necessários à cultura.

A produtividade (kg ha⁻¹) do milho segunda safra foi determinada quando a cultura se encontrava em estágio R6 (maturação fisiológica). Foram colhidas as espigas da área útil da parcela, sendo trilhadas e pesadas em balança e sua massa foi corrigida para 13% de umidade e os resultados expressos em kg ha⁻¹.

Foi realizada Análise de Variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância para o teste F. Para as doses dentro de cada resíduo orgânico animal, os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial. Para comparação dos tratamentos (doses de pó de rocha e resíduos animais) com a testemunha adicional (adubação química solúvel-NPK) foi aplicado o teste Dunnett (5% de probabilidade de erro), onde calculou-se a DMS Dunnett sendo esta somada e subtraída ao valor médio da testemunha para obtenção de uma margem de comparação.

Resultados e Discussão

Verifica-se que houve incremento na produtividade do milho cultivado com cama de frango e esterco bovino até as doses de basalto de 3,7 t ha⁻¹ (5.154,7 kg ha⁻¹) e 3,1 t ha⁻¹ (5.207,7 kg ha⁻¹) respectivamente.

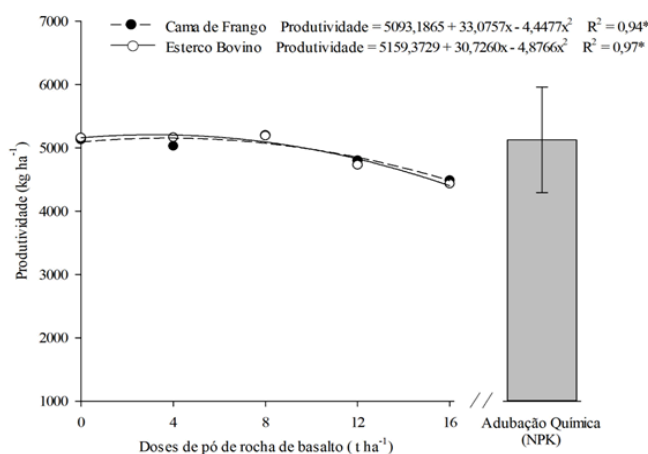




Figura 2. Produtividade do milho segunda safra em função de doses de pó de rocha de basalto e resíduos animais. *: Significativo para ajuste da regressão polinomial. Nota: Barra da Adubação Solúvel indica DMS Dunnett (5%).

Como a solubilização dos minerais contidos na rocha é lenta e depende de inúmeros fatores, o tempo de reação pode ter sido insuficiente para uma dissolução considerável dos minerais presentes nas maiores quantidades de basalto e somado às condições climáticas e edáficas durante o ciclo da cultura, pode ter favorecido ainda mais o gradual processo do intemperismo, contribuindo para a liberação lenta dos nutrientes ao solo e refletindo em seu limitado aproveitamento de forma imediata pela cultura e como consequência no seu rendimento. Segundo Harley e Gilkes (2000) a solubilidade lenta seria uma característica importante do uso de pó de rocha, por permitir que ocorra um efeito residual após a aplicação desse produto, o que reduziria a demanda por aplicação de fertilizantes por determinados períodos.

Ghizzoni et al. (2021) verificou que as maiores produtividades de grãos com composto de cama de poedeiras aplicado isolado foi de 6.650,44 kg ha⁻¹ e a do associado ao pó de rocha foi de 6.407,20 kg ha⁻¹.

O milho quando cultivado com as doses de pó de rocha de basalto e resíduos não apresentou diferença de produtividade em relação ao cultivo com a adubação química solúvel. Isso reforça a ideia de que o uso de basalto em conjunto com os resíduos animais na agricultura se caracteriza como estratégia eficiente, onde os resultados da pesquisa foram equivalentes aos obtidos com o uso da adubação solúvel.

Esses resultados corroboram com os constatados por Writzl et al. (2019) que observaram que a mistura de pó de basalto e cama de frango proporcionou rendimento de grãos de milho pipoca equivalente à obtida com a aplicação de fertilizantes minerais solúveis. Segundo Pádua (2012), a rochagem pode ser utilizada como uma técnica complementar à fertilização e que pode substituí-la ao longo do tempo, podendo atuar como forma de garantir um maior estoque dos nutrientes para a reposição na solução do solo à medida que os das fontes solúveis fossem demandados pelas plantas, adsorvidos ou perdidos com a lixiviação e erosão do solo.

De acordo com levantamentos da Conab (2022), a produtividade do milho segunda safra a nível de Brasil foi de 5.580 kg ha⁻¹, no estado do Paraná foi em média de 5.484 kg ha⁻¹ e a de Entre Rios do Oeste-PR, município onde foi desenvolvido a pesquisa foi de 5.200 kg ha⁻¹. Desta forma, observa-se que as produtividades máximas obtidas no estudo (5.154,7 kg ha⁻¹ e 5.207,7 kg ha⁻¹) aproxima-se à média nacional, do estado e equivalente à média do município.

As condições de distribuição irregular de chuva ao longo dos estágios e ciclo fenológico da cultura provavelmente interferiram nos resultados dos efeitos sinérgicos do pó de rocha e adubação orgânica. Como pode ser observado na figura 1, de janeiro a março precipitou em média apenas 60 mm e nos meses seguintes



foram obtidos 167 mm, ou seja, quase o triplo do constatado no início. Foi observado também que no final de março e início de abril, a cultura entrou na fase VT (Pendoamento) e posteriormente em R1 (embonecamento e polinização), período este em que houve os maiores volumes de precipitação.

Segundo Machado (2016), devido ao fato de o milho necessitar de uma precipitação média de 400 a 600 mm de água durante o ciclo, o déficit hídrico ou o excesso de chuva em determinadas fases do desenvolvimento podem comprometer a produtividade final, principalmente para aqueles que se encontram em fase de pendoamento, isso porque a chuva pode lavar o pólen impossibilitando a polinização e fecundação da boneca.

As condições citadas acima podem ter interferido no processo de solubilização do pó de rocha e mineralização dos resíduos orgânicos e como consequência limitado a disponibilidade e absorção de nutrientes pelas plantas, comprometendo-se assim, seu aproveitamento, pois sabe-se que a presença de água é fundamental para que ocorra os processos que favorece a dissolução, disponibilidade e absorção de nutriente pelas plantas. Com isso as respostas de produtividade do milho segunda safra podem ter sido influenciadas pelos fatores citados, limitando assim o efeito dos tratamentos testados.

É importante frisar que a obtenção de respostas crescentes de produtividade das culturas podem ser obtidas em cultivos sucessivos, uma vez que a presente pesquisa trabalhou com insumos que contribuíram para a construção de um solo mais equilibrado e saudável e os feitos mais consistentes podem ser obtidos de médio a longo prazo. Neste sentido, é uma necessidade desenvolver experimentos de longa duração, tendo em vista a maior compreensão do efeito residual do pó de rocha e os fatores que podem influenciar a liberação dos elementos minerais para o solo, levando em consideração os diferentes sistemas de produção, associações com adubos orgânicos, a microbiota entre outras interações e seus efeitos nas plantas cultivadas.

Conclusões

As maiores produtividade do milho segunda safra foram nas doses $3,7 \text{ t ha}^{-1}$ ($5.154,7 \text{ kg ha}^{-1}$) e $3,1 \text{ t ha}^{-1}$ ($5.207,7 \text{ kg ha}^{-1}$), pó de rocha basáltica associado a cama de frango e associado ao esterco bovino, respectivamente. A produtividade do milho segunda safra com os tratamentos foi equivalente a adubação química solúvel. O pó de rocha de basalto associado à cama de frango e ao esterco bovino podem ser recomendados no cultivo do milho segunda safra, sendo opção sustentável para os sistemas de produção agrícola, em especial, aos sistemas orgânicos e o agroecológico.



Agradecimentos

À ITAIPU BINACIONAL. Ao Centro Vocacional Tecnológica em Agroecologia, Mandioca e Agricultura Sustentável do Oeste do Paraná (CVT-UNIOESTE). Ao Grupo de Estudos em Solos e Agroecologia da UNIOESTE/MCR.

Referências bibliográficas

ALMEIDA JÚNIOR, J. J.; SOUZA, A. I.; ALMEIDA, É. V de.; CARNEIRO, A. O. T.; SANTOS, L. J. S.; GARCIA, E. da. C.; BASTOS, R. J. M. M.; FERREIRA, D. V.; SILVA, V. J. A.; MIRANDA, B. C.; SILVA, D. S da. Milho implantado em segunda safra no Centro-Oeste do Brasil com utilização do remineralizador micaxisto. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 4, p. 29669-29680, 2022.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. de. **Cartas Climáticas do Paraná**. Londrina, Instituto agrônomo do Paraná (IAPAR), 2000.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2022/2023**. Brasília: Conab, v.10, n.2, 2022, 83p.

GHIZZONI, J. C.; GOTZ, L. F.; CASTAMANN, A.; ONESKO, J. C.; BAMPI, E.; Sá, K R de. Maize yield and nutrition after different application forms of rock powder and manure. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. 1-8, 2021.

HARLEY, A. D.; GILKES, R. J. Factors influencing the release of plant nutrient elements from silicate rock powders: a geochemical overview. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 56, p. 11-36, 2000.

MACHADO, J. R de. A. O excesso de chuvas e a cultura do milho. Embrapa Milho e Sorgo (2016). Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/8900890/artigooexcesso-de-c-huvas-e-a-cultura-do-milho> Acesso em: 02 nov. 2022.

PÁDUA, E. J. **Rochagem como adubação complementar para culturas oleaginosas**. 2012. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2012.

SALDANHA, C. B. **Ciência do solo: fertilidade do solo e nutrição mineral de plantas**. Londrina, PR, 2016. 200 p.

SANTOS, H. G dos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 Brasília, 2018, 356 p.

WRITZL, T. C.; CANEPELLE, E.; STEIN, J. E. S.; KERKHOFF, J. T.; STEFFLER, A. D.; SILVA, D. W da.; REDIN, M. Produção de milho pipoca com uso do pó de rocha de basalto associado à cama de frango em Latossolo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 101-109, 2019.