

Nutrientes foliares do milho segunda safra submetido a doses de basalto e resíduos animais



<https://doi.org/10.56238/sevened2023.006-123>

Luane Laise Oliveira Ribeiro

Doutorado em Agronomia
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná
E-mail: luanelaiseifpa@hotmail.com

Edleusa Pereira Seidel

Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná
E-mail: seideledleusa8@gmail.com

Karlene Fernandes de Almeida

Doutoranda em Agronomia
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná
E-mail: karlene.fa@gmail.com

Nathalia Maísa Kappes

Graduanda em Agronomia
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná
E-mail: nathaliamaissakappes2@gmail.com

Monica Carolina Sustakowski

Doutoranda em Agronomia
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná
E-mail: monica_sustakowski@hotmail.com

Willian dos Reis

Doutorando em Agronomia
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná
E-mail: willian_haje@hotmail.com

Alysson Oliveira de Carvalho

Doutorando em Agronomia
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná
E-mail: Alysson_oc@hotmail.com

Marcos Cesar Mottin

Doutor em Agronomia
Instituição: Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz

E-mail: marcos.c.mottin@hotmail.com

Maria Soraia Fortado Vera Cruz

Doutorado em agronomia
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná
E-mail: airam.fortado@gmail.com

Paulo Sérgio Rabello de Oliveira

Doutor em Agronomia
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná
E-mail: rabello.oliveira@hotmail.com

RESUMO

O uso de basalto utilizado com resíduos animais pode ser uma alternativa eficiente de adubação para cultura no milho. Objetivou-se avaliar o efeito de doses de pó de basalto com esterco bovino e cama de frango sobre os teores nutricionais nas folhas do milho segunda safra, tendo como referência a adubação química solúvel (NPK). O experimento foi conduzido em DBC com arranjo fatorial (5 x 2) + 1, em quatro repetições, utilizando cinco doses de basalto (0, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹) associado a esterco bovino e cama de frango e um tratamento adicional com adubação química solúvel (NPK). Foram avaliados os teores foliares de N, P, K, Ca e Mg. Os nutrientes N, P, K do milho cultivado com doses de basalto e resíduos animais não apresentaram diferenças significativas. Os teores de Ca e Mg foliar com os dois resíduos apresentaram respostas positivas. O uso de basalto em associação aos resíduos proporcionou respostas equivalentes as obtidas com a utilização adubação química solúvel, podendo esses insumos serem indicados para uso na agricultura afim de contribuir com a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

Palavras-chave: Adubação, Cama de frango, Esterco bovino, Remineralizador, Teores de nutrientes.

1 INTRODUÇÃO

As áreas de cultivo de milho segunda safra (milho safrinha) vêm crescendo em função da evolução tecnológica da agricultura brasileira, o que proporciona um aumento no potencial de



produção agrícola do país. O estado do Paraná é o segundo maior produtor desta commodity e nos últimos anos a cultura apresentou uma excelente rentabilidade, tornando-se o principal cultivo de segunda safra (IBGE, 2022).

A adubação no milho é um dos quesitos fundamentais para o fornecimento de nutrientes afim de atender a demanda da planta e fazer com que esta expresse seu máximo potencial produtivo. No Brasil, a forma de fertilização mais usual na agricultura é por meio de fontes industrializadas de nutrientes que são basicamente fertilizantes solúveis como o NPK (mistura de diferentes concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio), além de outros micronutrientes específicos para cada tipo de solo e cultura (TOSCANI; CAMPOS, 2017).

O Brasil importa cerca de 85 % dos fertilizantes que utiliza na agricultura, sendo 95% do N, 75% do P e 95% do K; e 23% destes é fornecido pela Rússia (ANDA, 2022). Com os conflitos recentes entre Rússia, grande exportador de matéria prima de fertilizantes, e a Ucrânia houve redução na oferta desta matéria prima resultando em alta nos preços dos fertilizantes o que impactou diretamente o aumento nos custos de produção no Brasil.

Essa realidade evidencia um elevado nível de dependência externa e deixa a economia brasileira vulnerável às oscilações do mercado internacional de fertilizantes (ANDA, 2022; BRASIL, 2021), ocasionando instabilidade no setor agrícola o que acaba comprometendo a sua soberania e segurança alimentar.

Neste sentido, a pesquisa vem avançando a fim de propor fontes alternativas de fertilizantes através do uso de pó de rocha de basalto também chamado de remineralizadores, que apresenta macro e micronutrientes, além de elementos benéficos que podem contribuir para a nutrição e desenvolvimento do milho e apresentar efeito residual por um longo período (WRITZL et al., 2019). Porém, o basalto precisa passar pelo processo de solubilização para liberação de seus nutrientes. Uma das alternativas para aumentar a velocidade de solubilização dos minerais e favorecer a liberação dos nutrientes que estão associados à composição da rocha é a sua associação com materiais que apresentem grande atividade biológica, tais como os resíduos de origem animal (SILVA et al., 2012).

A utilização de basalto associado a resíduos animais pode apresentar ação equivalente ao adubo químico nos teores de nutrientes foliares do milho; no entanto, ainda são poucos os estudos sobre o seu uso na agricultura, tendo necessidade de ampliação das pesquisas (WRITZL et al., 2019).

O papel da pesquisa científica neste sentido é primordial e vem avançado no sentido de intensificação dos estudos e validação do uso de pó de rocha considerando as suas diversas formas de utilização (associado ou não com outros materiais/insumos), os diferentes tipos de sistemas de produção que eles podem ser usados e as condições de solo. Todos esses fatores precisam ser levados em consideração pois são determinantes para aumentar a eficiência de uso dos remineralizadores.



O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses de pó de rocha de basalto combinadas a resíduos animais (esterco bovino e cama de frango) sobre os teores de nutrientes foliares do milho segunda safra, tendo como referência a adubação a adubação química solúvel (NPK).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em 2022, na Estação Experimental Professor Alcibiades Luiz Orlando situada no município de Entre Rios do Oeste-PR, pertencente a Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus Marechal Cândido Rondon-PR (UNIOESTE/MCR). As coordenadas geográficas são 24°40'32, 66" de latitude Sul e 54°16'50,46" de longitude Oeste, a 244 metros de altitude. O solo da área experimental é classificado como NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico, textura muito argilosa, com relevo suave ondulado (SANTOS et al., 2018).

O solo da área experimental apresentou os seguintes resultados nas profundidades de 0,00-0,20 m: 28,5 mg dm⁻³ de P; 2,3 cmolc dm⁻³ de K; 5,9 cmolc dm⁻³ de Ca; 1,8 cmolc dm⁻³ de Mg; 14,1 g dm⁻³ de CO; 5,3 pH (CaCl₂); 4,6 H+Al; assim como foi feita a determinação da granulometria do solo em estudo e obteve-se: 706,8 g kg⁻¹ de argila, 182,9 g kg⁻¹ de silte 166,3 g kg⁻¹ de areia.

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).

O experimento foi conduzido em blocos ao acaso (DBC) em arranjo fatorial (5 x 2) + 1, com quatro repetições. Foram utilizadas cinco doses de pó de basalto (0, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹) combinadas a duas fontes de resíduos de origem animal: esterco bovino e cama de frango. No tratamento adicional, foi usada adubação química solúvel com 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), com área útil de 28 m².

Antecedendo a semeadura do milho, foi feita a aplicação de forma manual do pó de basalto e resíduos sobre a superfície e em área total de cada parcela, de acordo com as respectivas doses e quantidades dos insumos, sendo utilizado 5 t ha⁻¹ dos resíduos.

A semeadura do milho foi realizada de forma mecânica 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.

A coleta de folhas para determinação dos teores nutricionais ocorreu quando as plantas estavam no início do florescimento (estádio R1). A avaliação do teor de Ca e Mg no tecido foliar foi realizada conforme metodologia proposta por Lana et al. (2016).

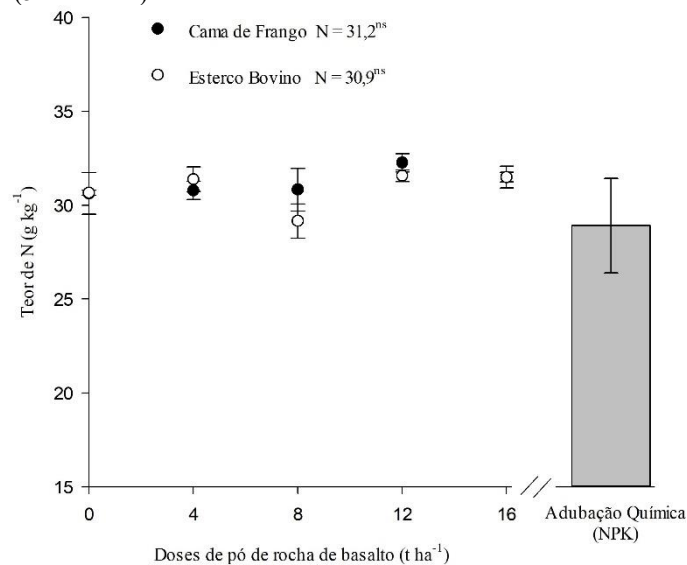


Atendido os pressupostos, foi feita análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância para o teste F. Para as doses dentro de cada resíduo, os dados foram submetidos a análise de regressão polinomial, sendo escolhido o modelo que melhor se ajustou ao fenômeno investigado. Para comparação dos tratamentos (doses de pó de rocha e resíduos animais) com a testemunha adicional (adubação solúvel) 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.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o cultivo do milho segunda safra com doses de pó de rocha de basalto e os resíduos animais, não foi observado modelo de regressão polinomial que ajustasse os dados para os teores de nitrogênio (N) foliar. O teor de N foliar do milho cultivado com pó de basalto nas doses de 12 t ha⁻¹ (31,9 g kg⁻¹), 16 t ha⁻¹ (31,5 g kg⁻¹) e os resíduos foram significativamente maiores que os obtidos com a adubação química solúvel (NPK) (28,9 g kg⁻¹) (Figura 1).

Figura 1- Teor de N foliar do milho segunda safra em função de doses de pó de rocha de basalto e resíduos animais. ^{ns}: Não significativo para ajuste da regressão polinomial. Notas: Barras dos pontos indicam o erro médio. Barra da Adubação Solúvel indica DMS Dunnett (5% de erro).



Fonte: Autores (2023).

A ausência de efeito no teor de N foliar do milho segunda safra submetidos aos tratamentos pode ter relação com a composição dos resíduos utilizados bem como a do pó de basalto, onde foram observadas quantidades próximas desse nutriente na cama de frango (24,78 g kg⁻¹) e esterco bovino (26,80 g kg⁻¹) que podem não ter sido o suficiente para expressar diferenças significativas nas folhas.

Além do que, deve-se atentar que também foi fornecido N para atender a demanda deste nutriente pela cultura, a partir de uma fonte mineral solúvel. As quantidades de nitrogênio aplicadas



foram equivalentes em todos os tratamentos e isso pode ter contribuído para a falta de seu efeito (GHIZZONI et al., 2021).

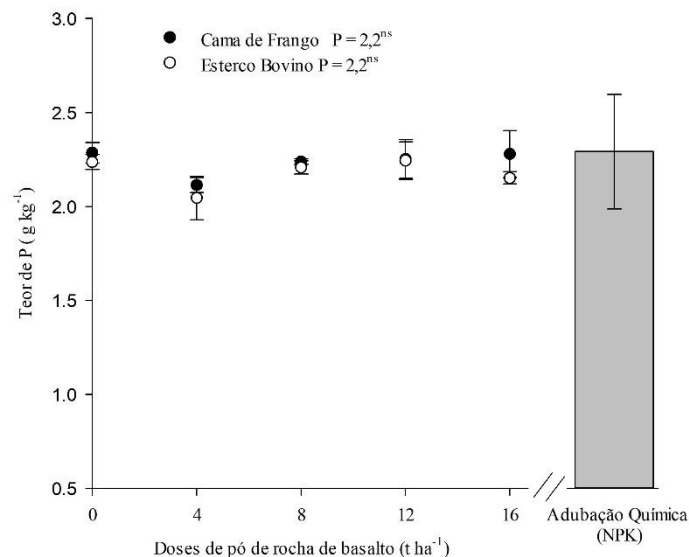
Os teores médios (31,2 e 30,9 g kg⁻¹) de N no tecido foliar do milho segunda safra demonstra a elevada necessidade deste nutriente, sendo o mais acumulado pela planta (REIS, 2021).

Apesar de não ter constatado efeito significativo dos tratamentos, os teores foliares do nutriente podem ser interpretados como adequados, uma vez que se encontram dentro da faixa de suficiência (27-35 g kg⁻¹) indicada para cultura (SBCS/NEPAR, 2019). Este fato é importante uma vez que o N é usado na formação de proteínas; as quais, participam como enzimas, nos processos metabólicos das plantas, tendo neste, um papel mais funcional do que estrutural. Além disso, participa da composição da molécula de clorofila (RAIJ, 2011).

Resultados semelhantes foram obtidos por Ghizzoni et al. (2021), que não encontraram diferenças significativas para o teor de N no milho cultivado com fontes de nutrientes a base de pó de rocha e resíduos orgânicos.

Os resultados experimentais do teor de fósforo (P) foliar no milho segunda safra mostram que não foi constatado efeito significativo das doses de pó de rocha de basalto e os resíduos. O teor de P obtido no milho cultivado com as doses pó de basalto e resíduos animais não apresentou diferença do observado na adubação solúvel com NPK (Figura 2).

Figura 2- Teor de P foliar do milho segunda safra em função de doses de pó de rocha de basalto e resíduos animais. ^{ns}: Não significativo para ajuste da regressão polinomial. Notas: Barras dos pontos indicam o erro médio. Barra da Adubação Solúvel indica DMS Dunnett (5% de erro).



Fonte: Autores (2023).

A ausência de resposta nos teores de P foliar, não interferiu nos valores obtidos do nutriente que em média foi de 2,2 g kg⁻¹, estando dentro faixa adequada (1,9-4,0 g kg⁻¹) para a cultura. O fósforo está presente nos processos de transferência de energia e seu suprimento adequado é importante para



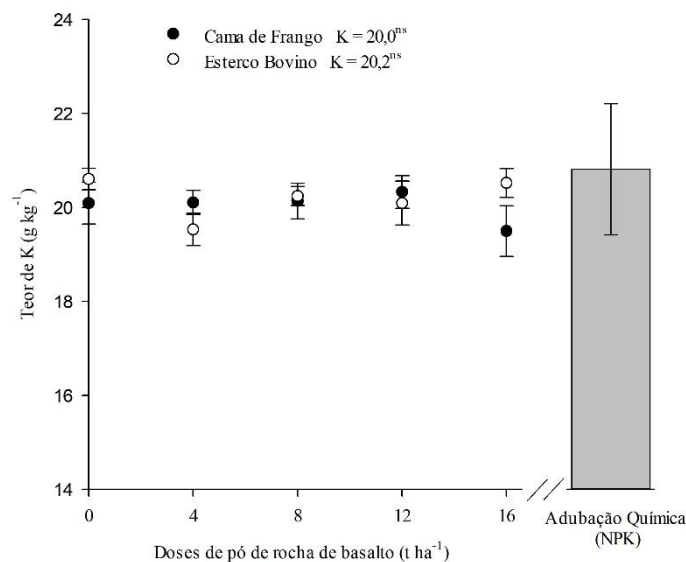
a formação dos primórdios das partes reprodutivas. Em quantidades adequadas, o nutriente estimula o desenvolvimento radicular (RAIJ, 2011).

Com base nos valores de P, infere-se que o pó de rocha em conjunto com os resíduos animais pode ter contribuído para a liberação do nutriente (fato este que foi observado pelos elevados teores de P encontrados no solo) e com isso a absorção pela planta, refletindo nos adequados teores foliares. Estas respostas revelam o potencial desses insumos como fontes alternativas para a nutrição das culturas (GHIZZONI et al., 2021).

Resultados contrários foram constatados por Ghizzoni et al. (2021) que estudando o milho submetido a fontes de nutrientes, encontraram que as parcelas que receberam apenas a cama de poedeiras de forma isolada e associada ao pó de rocha resultaram em maiores teores de P foliar ($1,7 \text{ g kg}^{-1}$).

O teor de potássio (K) foliar no milho cultivado com doses de pó de rocha de basalto e os resíduos animais não apresentou diferença significativa para nenhum dos modelos de regressão polinomial testados. Quando se comparou este nutriente no milho segunda safra cultivado com as doses e resíduos, notou-se que ambos apresentaram o mesmo teor de K foliar quando comparado a adubação solúvel (Figura 3).

Figura 3- Teor de K foliar do milho segunda safra em função de doses de pó de rocha de basalto e resíduos animais. ^{ns}: Não significativo para ajuste da regressão polinomial. Notas: Barras dos pontos indicam o erro médio. Barra da Adubação Solúvel indica DMS Dunnett (5% de erro).



Fonte: Autores (2023).

O K é um dos macronutrientes mais utilizados pelo milho sendo o segundo mais demandado pela cultura, perdendo apenas para o N. Sua inadequada disponibilidade pode interferir diretamente nos fatores produtivos (KINPARA, 2003; REIS, 2021). É um elemento essencial aos processos metabólicos nas plantas, pois exerce fundamental papel na fotossíntese, regula a entrada de dióxido de



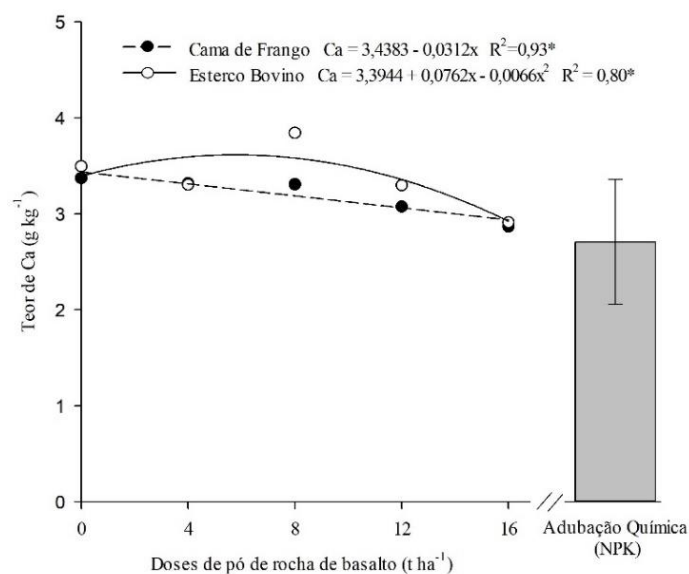
carbono, através da abertura e fechamento dos estômatos, ativação de sistemas enzimáticos e de manutenção da turgidez das células (ANDRADE et al., 2000; RAIJ, 2011).

O K se apresentou em quantidades adequadas nas folhas ($17-35 \text{ g kg}^{-1}$) fato este constatado no presente estudo ($20,00$ e $20,2 \text{ g kg}^{-1}$ para cama de frango e esterco bovino respectivamente) o que é um bom indicativo pois pode ser reflexo dos tratamentos utilizados. Como esse nutriente estava em quantidades altas no solo, as condições de clima e solo favoreceram sua absorção em quantidades suficientes o que foi constatado pelos teores foliares. O K nas folhas é consequência da disponibilidade do nutriente no solo, das condições de absorção pelas raízes e de sua translocação para a parte aérea, incluindo os grãos (NOVAIS et al., 2007).

Na maioria dos minerais silicáticos os nutrientes são liberados de forma gradativa em uma concentração dependente da composição mineral da rocha. Porém, essa liberação lenta não impede um impacto significativo sobre a nutrição das culturas de médio a longo prazo, onde a disponibilização mais lenta e gradual pode otimizar o aproveitamento do nutriente pelas plantas e reduzir perdas por lixiviação (SUSTAKOWSKI, 2020; RESENDE et al., 2006).

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para o teor de Cálcio (Ca) foliar no milho cultivado com doses de basalto, cama de frango e o esterco bovino (Figura 4). As doses de basalto associada a cama de frango, apresentaram um comportamento linear decrescente para o Ca, obtendo assim o teor de máximo de $3,4 \text{ g kg}^{-1}$ na ausência de pó de rocha (0 t ha^{-1}) e diminuindo de acordo com o aumento das doses. Já para o esterco bovino, foi possível verificar efeito quadrático, apresentando máximo teor de Ca ($3,6 \text{ g kg}^{-1}$) com a dose de $6,0 \text{ t ha}^{-1}$ de pó de basalto.

Figura 4- Teor de Ca foliar 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% de erro).



Fonte: Autores (2023)

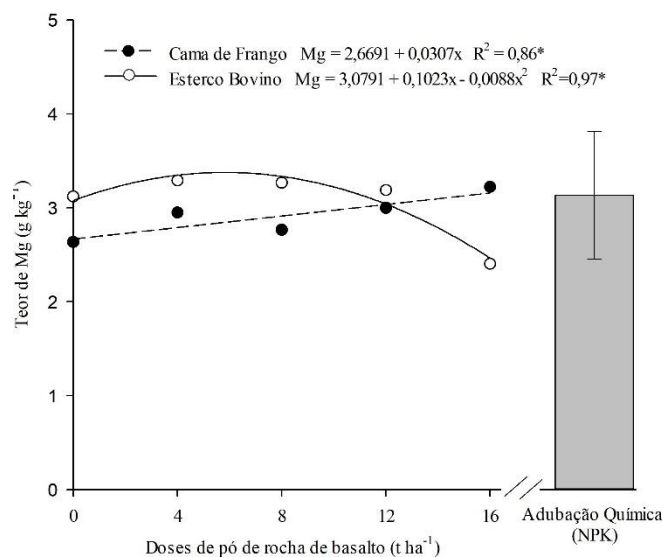


Pode-se identificar que a utilização de doses de basalto com o esterco bovino proporcionou maiores teores de Ca foliar no milho quando comparado com a cama de frango e apesar do decréscimo em seus valores conforme aumento das doses, o nutriente manteve-se em teores adequados no tecido foliar, ficando entre a faixa recomendada para a cultura (2,3-8,0 g kg⁻¹) (SBCS/NEPAR, 2019).

O milho cultivado com esterco bovino apresentou diferença no teor de Ca foliar (acima de 3,4 g kg⁻¹) entre as doses pó de rocha de basalto de 0,5 a 11,03 t ha⁻¹, quando comparado ao obtido na adubação solúvel (2,7 g kg⁻¹). Já analisando as doses de pó de basalto associada a cama de frango, é possível observar que estas foram iguais as constatadas no milho utilizando a adubação solúvel.

Foi possível verificar efeito significativo das doses de pó de rocha de basalto e resíduos (p<0,05) para os teores de Magnésio (Mg) foliar no milho. Nota-se que o nutriente apresentou comportamento diferente para cada resíduo e doses de basalto utilizadas no estudo (Figura 5).

Figura 5- Teor de Mg foliar 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% de erro).



Fonte: Autores (2023).

Houve incremento no teor de Mg foliar de forma linear crescente no milho cultivado com cama de frango à medida que as doses aumentaram, apresentando máxima concentração do nutriente de 3,2 g kg⁻¹ com a maior dose aplicada (16 t ha⁻¹). O aumento médio no teor de Mg em função da aplicação da maior dose de pó de rocha foi de 15,6% em relação a ausência de pó de rocha (2,7 g kg⁻¹).

Quando foi utilizado esterco bovino com as doses de pó de rocha de basalto, a regressão quadrática foi a que melhor ajustou aos dados de Mg foliar. Na dose de 6 t ha⁻¹ pode-se obter o maior teor de Mg foliar (3,4 g kg⁻¹) no milho segunda safra.

De acordo com os resultados, o esterco bovino conforme aumento das doses de pó de basalto apresentou teores de Mg maiores que o da cama de frango até a dose de 12,01 t ha⁻¹, e a partir desta, houve comportamento inverso, apresentando a cama de frango os maiores valores de Mg foliar.



Comparado as doses de pó de rocha de basalto e resíduos com a adubação química solúvel, verificou-se que os teores de Mg foliar foram iguais. É importante salientar também que o teor foliar de Mg ficou dentro da faixa adequada (1,5-5,0 g kg⁻¹) de concentração foliar (SBCS/NEPAR, 2019).

Segundo Ferreira et al. (2009) o basalto (rocha básica de origem vulcânica) é constituído principalmente por minerais aluminosilicatos do grupo dos piroxênios e plagioclásios, pouco resistentes ao intemperismo químico e importantes fontes de Ca, Mg e micronutrientes. Kämpf et al. (2009) ainda afirmam que nutrientes como Ca e Mg são liberados mais rapidamente pelas rochas, em comparação a outros nutrientes, porém isso pode ainda variar uma vez que a solubilização da rocha é dependente de inúmeros fatores.

Reis (2021) enfatizou que os teores de óxidos de Ca e Mg contidos no pó de basalto, sugerem que o material pode ser fonte desses nutrientes e com isso, espera-se uma maior resposta desses nutrientes.

Este fato pode justificar os resultados obtidos, já que o pó de basalto usado no estudo apresentou em sua composição cerca de 9,73 % de CaO e 5,21% de MgO que associado aos elementos contidos nos resíduos animais (cama de frango apresentou 110 g kg⁻¹ de CaO e 57 g kg⁻¹ de MgO; e o esterco bovino com 13 g kg⁻¹ de CaO e 15,0 g kg⁻¹ de MgO), foram disponibilizados no solo e aproveitados pelo milho e seus teores refletidos na folha até certo ponto do uso das doses, uma vez que, em geral, a planta absorve os nutrientes necessários para atender suas funções metabólicas, por mais que este se apresente com ampla disponibilidade no solo.

Além do que, o processo de decomposição da rocha que é lento e contínuo permite que os minerais não absorvidos sejam submetidos a vários processos de interações com os componentes biológicos do solo e podem ser aproveitados em novo ciclo de cultivo (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2022).

Da Silva et al. (2017) ainda destacam que a associação dos pós de rocha com materiais orgânicos que favoreçam a atividade biológica como os que foram usados na pesquisa, pode influenciar no processo de alteração dos minerais e disponibilidade dos nutrientes fazendo com que sejam aproveitados pela cultura. Estes efeitos podem ter sido preponderantes para liberação parcial de alguns nutrientes ao solo e posterior aproveitamento pela planta.

4 CONCLUSÕES

Os teores de N, P, K e Mg no tecido foliar do milho segunda safra cultivado com pó de basalto associado a cama de frango e esterco bovino foram iguais aos constatados na adubação química solúvel.

O uso de esterco bovino com as doses de pó de rocha de basalto favoreceu maiores teores de Ca e Mg no tecido foliar no milho, sendo igual ao constatado na adubação convencional.



O pó de rocha de basalto associado a cama de frango e ao esterco bovino podem ser recomendados e utilizados para a nutrição do milho, sendo fontes sustentáveis e de grande potencial para construção de um solo saudável e equilibrado ao longo do tempo.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001” pela concessão da bolsa de estudos. A UNIOESTE, Campus Marechal Cândido Rondon-PR pela oportunidade de realização da pós-graduação. A Itaipu Binacional e ao Centro Vocacional Tecnológico de Agroecologia, Mandioca e Agricultura Sustentável (CVT) pelo incentivo e apoio prestado. Ao Grupo de Estudos em Solos e Agroecologia (GESA) por toda ajuda. A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para realização da pesquisa.



REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, J. J.; SOUZA, A. I.; ALMEIDA, E. 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.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DIFUSÃO DE ADUBOS (ANDA). Principais indicadores do setor de fertilizantes. São Paulo: ANDA, 2022.

BRASIL. Plano Nacional de Fertilizantes 2050: Uma Estratégia para os Fertilizantes no Brasil. Brasília: SAE, 2021, 195 p.

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M. da; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ, V. H.; MARTINS, C. E.; SOUZA, D. P. H. de. Produtividade e Valor Nutritivo do Capim-Elefante cv. Napier sob Doses Crescentes de Nitrogênio e Potássio. *Revista Brasileira de zootecnia*, v. 6, n. 29, p. 1589-1595, 2000.

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

DA SILVA, V. A; DA SILVA, L. E. S. F.; DA SILVA, A. J. N.; STAMFORD, N. P.; MACEDO, G. R de. Solubility curve of rock powder inoculated with microorganisms in the production of biofertilizers. *Agriculture and Natural Resources*, v. 51, p. 142-147, 2017.

FERREIRA, E. R. N. C.; ALMEIDA, J. A.; MAFRA, A. L. Pó de basalto, desenvolvimento e nutrição do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e propriedades químicas de um Cambissolo Húmico. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 8, n. 2, p. 111-121, 2009.

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Estatística da Produção Agrícola 2022. Disponível em: [epag_2022_maio.pdf](#) ([ibge.gov.br](#)). Acesso em: 02 de out. 2022.

KÄMPF, N. CURI, N., MARQUES, J. J. Intemperismo e ocorrência de minerais no ambiente do solo. In: ALLEONI, L. R. F.; MELO, V. F. Química e Mineralogia do Solo. SBCS, Viçosa, 2009.

KINPARA, D. L. A. A importância estratégica do potássio para o Brasil. 1.ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. p. 27. (Série Documentos Embrapa Cerrados).

LANA, M. C.; FRANDOLOSO, J. F.; FEY, R.; RICHART, A.; FONTANIVA, S. Análise química de solo e de tecido vegetal: metodologias analíticas. 2.ed. Cascavel: EDUNIOESTE, 2016.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; NAIRAM, F. de B.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. Fertilidade do Solo. 1ª ed. Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011.



RESENDE, A. V. de.; MACHADO, C. T. T.; MARTINS, E. S.; NASCIMENTO, M. T. do.; SENA, M. C. de.; SILVA, L. C. R.; LINHARES, N. W. Rochas moídas como fontes de potássio para o milho em solo de cerrado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento nº 162. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 20p.

REIS, W dos. Aplicação de pó de rocha e enxofre elementar associado a plantas de cobertura do solo, na disponibilidade de nutrientes para a cultura do milho. 2021. 65p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2021.

SANTOS, H. G.; ALMEIDA, J. A.; LUMBRERAS, J. F.; ANJOS, L. H. C.; COELHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, V. A. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3ª ed. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

SILVA, A.; ALMEIDA, J. A.; SCHMITT, C.; COELHO, C. M. M. Avaliação dos efeitos da aplicação de basalto moído na fertilidade do solo e nutrição de *Eucalyptus benthamlii*. Floresta, v. 42, n. 1, p. 69-76, 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (SBCS). Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná. 2. ed. Curitiba: Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo-NEPAR-SBCS, 2019. 289p.

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. 2020. 73p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2020.

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

WRITZL, T. C.; CANEPELLE, E.; STEIN, J. E. S.; KERKHOFF, J. T.; STEFFLER, A. D.; SILVA, D. W.; REDI, 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, 2019.