



Pó de rocha basáltica no desenvolvimento da cultura do milho

Reject thin portion of aggregates in corn culture development

Fabio Olivieri de Nobile¹, João Antonio Galbiatti²

¹ Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, UNIFEB, Barretos-SP.

² Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Departamento de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP.

Resumo

Foram avaliados os efeitos da aplicação do pó de rocha em diversas doses no solo na cultura do milho, sendo estudada a altura de plantas, o diâmetro do colmo, número de folhas, massa seca das raízes e a massa seca da parte aérea das plantas. Foram utilizadas as seguintes doses em t/ha de pó de rocha: 0, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024. Para cada tratamento analisado, foram feitas três repetições, resultando num total de 33 repetições. As análises das variáveis foram realizadas a cada 15 dias e a análise de massa seca foi efetuada ao final do experimento. Todos os parâmetros avaliados apresentaram resultados inferiores ao tratamento com adubação, demonstrando que o pó de rocha basáltica não é eficiente quando utilizado com o objetivo de fornecer elementos químicos à planta.

Palavras-chave: *Zea Mays*, resíduo da produção de asfalto, variáveis biométricas

Abstract

The effect of the application of the reject thin portion of aggregates on several doses on the ground at the culture of the corn was evaluated. The height of the plants, the diameter of the stem, the number of the leaves, dry mass of the roots, and the dry mass of the air part of the plants were analyzed. The following rates in tons of residue per hectare were used: 0, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024. For each analyzed dose, 3 repetitions were carried out, for a total of 33 repetitions. The analysis of the variables was realized for each of the 15 days, and those of dry mass were determined at the end of the experiment. All parameters evaluated showed inferior results to the treatment with fertilization, demonstrating that the basaltic rock powder is not efficient when used with the objective of supplying chemical elements to the plant.

Keywords: *Zea Mays*, residue from the production of asphalt, biometric variables.

*Autor para correspondência: Fabio Olivieri de Nobile. E-mail: fabio.nobile@unifeb.edu.br

Recebido em: 4 de maio de 2023

Aceito para a publicação em: 6 de outubro 2023

Introdução

A produção de milho é extremamente importante para a economia brasileira e desempenha papel significativo na alimentação e no comércio do país. O Brasil é um dos maiores produtores de milho do mundo, sendo responsável por cerca de 10% da produção global. Em 2021, a safra de milho brasileira foi de aproximadamente 102 milhões de toneladas, o que representa um aumento significativo em relação aos anos anteriores (Araujo et al., 2021).

O milho é uma cultura versátil que pode ser utilizado tanto na alimentação humana quanto animal. Além disso, é um ingrediente importante na produção de etanol e outros produtos industriais. No Brasil, grande parte da produção de milho é destinada à alimentação animal, especialmente na produção de aves, suínos e bovinos (Oliveira et al., 2020).

A utilização de pó de rocha como fonte de nutrientes para o desenvolvimento das plantas tem sido estudada e aplicada em diferentes culturas agrícolas (Alovisi et al. 2021; Martins, 2019; Costa et al., 2023), incluindo o milho. O pó de rocha é um produto natural que contém uma variedade de minerais, tais como silicatos, carbonatos, fosfatos, entre outros, que são importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

O uso de pó de rocha na cultura do milho pode ser uma alternativa de fertilizante orgânico, visto que os solos brasileiros apresentam baixa disponibilidade de nutrientes, principalmente de fósforo.

Alves et al. (2019) avaliaram o efeito do pó de rocha no crescimento e desenvolvimento do milho. O experimento foi realizado em campo, e os resultados demonstraram que a aplicação de pó de rocha pode aumentar significativamente o teor de nutrientes no solo, como fósforo, potássio e cálcio, além de contribuir para o aumento da produção de grãos de milho.

Outro estudo de Oliveira et al. (2018) avaliaram a influência da aplicação de pó de rocha basáltica na cultura do milho em diferentes doses. Os resultados mostraram que a aplicação de pó de rocha pode

melhorar a produção de grãos de milho, além de aumentar a disponibilidade de nutrientes no solo.

Souza et al., (2016) em estudo sobre a aplicação de pó de rocha de origem sedimentar na cultura do milho, demonstraram que a aplicação de pó de rocha pode aumentar significativamente a disponibilidade de fósforo no solo e melhorar o desenvolvimento das plantas de milho.

Para Costa et al. (2015), o uso de pó de rocha de origem basáltica na cultura do milho em um solo com baixa fertilidade aumentou a produção de grãos de milho.

Diante disso, a utilização de pó de rocha como fonte de nutrientes para o desenvolvimento do milho pode ser uma opção interessante para os produtores agrícolas que buscam aumentar a produtividade e qualidade de suas culturas de forma sustentável.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em ambiente protegido tipo arco conjugado, coberto por filme plástico de polietileno específico para esse fim e tela antiafídica em toda sua área externa, localizada no setor de plasticultura do Departamento de Engenharia Rural, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – campus de Jaboticabal-SP, cujas coordenadas geográficas são 21° 15' 15" Latitude Sul, 48° 18' 09" Longitude Oeste e altitude em torno de 595 m. O clima da região é do tipo B1B'4a' pela classificação de Thornthwaite (1948), seco no inverno com chuvas no verão apresentando temperatura média de 22,5°C e precipitação média anual de 1.287 mm.

Utilizaram-se amostras de solo oriundas do ARGISSOLO VERMELHO AMARELO, retiradas na camada de 0-20 cm. As análises químicas e granulométricas (Tabela 1) foram realizadas no Departamento de Solos e Adubos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – campus de Jaboticabal, conforme metodologia recomendada por Van Raij et al. (2001) (Tabelas 1, 2 e 3).

E ainda de acordo com as mesmas análises foram obtidos os seguintes valores para o silício

Tabela 1. Dados da análise química do solo (macronutrientes).

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	Al	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³							%
4,7	7	8	1,1	6	4	16	11,1	27,1	1	41

30,59%, PN 6,29 (CaCO₃) e de umidade 4,63%, as análises foram realizadas no Departamento de Solos e Adubos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – campus de Jaboticabal.

O pó de rocha foi obtido na cidade de Barretos-SP, junto à empresa Constroeste, cujas análises químicas estão apresentadas nas Tabelas 4 e 5.

Cada unidade experimental foi constituída de uma amostra de 2 dm³ de terra, acondicionada em vaso plástico, a qual foi misturada ao pó de rocha, homogeneizada e umedecida a 80% da capacidade de campo. Após a montagem, os vasos foram pesados obtendo-se, assim, a referência para a manutenção da umidade inicial durante o período experimental. Esta umidade foi controlada por meio de pesagens diárias e regas, com água destilada, pela superfície.

O cálculo da quantidade de água aplicada por irrigação foi baseado no uso do atmômetro modificado, aparelho que segundo Broner & Law (1991) pode estimar a evapotranspiração

de referência com boa precisão. A reposição de água foi diariamente com base em 100% da evapotranspiração (ET), e foi feita manualmente com regador.

Após dez dias da aplicação do pó de rocha, foi realizada a semeadura do milho permanecendo, após o desbaste, duas plantas por vaso. Transcorridos 15 dias do plantio, fizeram-se as medições de diâmetro de caule, número de folhas e altura de planta sendo esta considerada da base da planta até a primeira lígula visível; foram efetuadas quatro avaliações a cada 15 dias.

Ao final do experimento, procedeu-se ao corte da parte aérea, a qual foi secada em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C e pesada. Também foram coletados o sistema radicular, que passou por um processo de lavagem em água corrente, para retirada de solo, e posteriormente a secagem em estufa.

O experimento teve um delineamento inteiramente casualizado com 11 tratamentos testando doses de

Tabela 2. Dados da análise química do solo (micronutrientes + metais pesados + enxofre).

Fe	Mn	Cu	Zn	B	Na	Pb	Cd	Ni	Cr	S-SO ₄
-----mg dm ⁻³ -----										
22	11,2	0,3	0,5	0,11	10	0,3	0	3	0	1

Tabela 3. Dados da análise granulométrica do solo.

Argila	Silte	Areia					Total	Classe textural
		A.M.F.	A.F.	A.M.	A.G.	A.M.G.		
----- g kg ⁻¹ -----								
100	50	90	320	320	110	10	850	arenosa

A.M.F. – areia muito fina, A.F. – areia fina, A.M. – areia média, A.G. – areia grossa, A.M.G. – areia muit grossa

Tabela 4. Dados da análise de macronutrientes do pó de rocha da parcela fina de agregados.

N	P	K	Ca	Mg	S	Na
----- g kg ⁻¹ -----						
0,11	1,42	1,34	14,72	6,81	2,12	2,57

Tabela 5. Dados da análise micronutrientes do pó de rocha da parcela fina de agregados.

Ni	Co	Mn	Zn	Cu	B	Mo	Fe
----- mg kg ⁻¹ ----- -- kg ⁻¹ --							
19,35	16,16	339,81	47,22	188,51	15,01	27,18	41,46

pó de rocha: 0, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512 e 1.024 toneladas por hectare, com três repetições por tratamento, totalizando 33 parcelas. Também foi incluído um tratamento controle sob adubação mineral com três repetições, para verificar o crescimento e desenvolvimento das plantas em relação às diversas doses testadas entre si e em relação a controle sem adubação mineral e com relação a controle sob adubação mineral (planta sob condições ideais de nutrição).

Os dados foram verificados quanto à presença de dados discrepantes (Box-&-Whisker plot), e testaram-se as pressuposições para a análise de variância de normalidade dos erros estudentizados (teste de Cramer-Von-Mises) e de homogeneidade das variâncias (teste de Brown-Forsythe) (Littell et al., 2002). Depois de constatada a não violação dessas pressuposições, os dados foram submetidos à análise de variância (one-way ANOVA). Os dados das variáveis: altura da planta, diâmetro do colmo e número de folhas foram submetidos à análise de variância com medidas repetidas no tempo, sendo utilizado o procedimento General Linear Models.

Em caso de diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Os dados de planta sob condições de adubação mineral não foram

incluídos no conjunto de dados submetidos às análises estatísticas.

Resultados e discussão

Com relação as análises estatísticas realizadas nos dados obtidos com diâmetro, número de folhas e altura de plantas (Tabelas 6 e 7), todas elas tiveram resultados semelhantes ao se analisarem, estatisticamente, os tratamentos das diversas doses de pó de rocha com a controle sem adubação e os resultados desta não diferiram entre si pela análise de variância, e neste caso também não foram incluídos os dados da adubação mineral, uma vez que o desempenho desta foi muito superior a qualquer um dos outros tratamentos testados. A análise de variância realizada nos diversos tempos de obtenção de dados (15, 30, 45 e 60 dias após a emergência) indicou que o crescimento foi significativo, principalmente a partir dos 30 dias de germinação.

O uso de pó de rocha é uma técnica que vem sendo estudada como uma alternativa para a melhoria da fertilidade do solo e, conseqüentemente, do desenvolvimento das plantas. Diversos estudos têm demonstrado que a aplicação de pó de rocha pode aumentar a produção de culturas agrícolas, como milho, feijão, arroz, entre outros.

Tabela 6. Dados das análises do número de folhas por planta em função da aplicação de pó de rocha e tempo.

Número de folhas por planta					
Tratamento (TR) t/ha	Tempo (dias após a emergência)				Média
	15	30	45	60	
Adubação mineral	3,33	7,66	8,00	9,33	7,08
0	3,00	2,67	3,00	5,00	3,42
2	3,00	2,33	3,66	5,33	3,58
4	3,00	3,33	4,33	5,33	4,00
8	3,00	3,00	4,00	5,00	3,75
16	3,00	3,00	3,33	4,67	3,50
32	3,00	2,66	3,66	4,33	3,41
64	3,00	3,67	4,33	5,33	4,08
128	3,00	3,00	3,33	5,00	3,58
256	3,00	2,67	3,33	4,67	3,42
512	3,00	3,33	4,00	5,00	3,83
1024	3,00	3,33	4,00	4,33	3,67
Média (Tempo)	3.00 c	2.99 c	3.72 b	4.91 a	
Valores de P					
Tratamento (TR)	0,338				
Tempo (T)	<.0001				
TR x T	0,9455				
CV (%)	18,52				

Tabela 7. Resultado das análises de diâmetro do colmo e da altura da planta em função da aplicação de pó de rocha e tempo.

Tratamento (TR) t/ha	Diâmetro (cm)				Media	Altura (cm)			Média (TR)
	Tempo (dias após a emergência)					Tempo (dias após a emergência)			
	15	30	45	60		15	30	45	
Adubação mineral	3,35	12,80	16,69	16,50	12,34	18,33	45,00	69,33	44,22
0	2,76	5,19	4,99	6,09	4,76	18,33	20,33	17,50	18,72
2	2,79	4,95	4,52	6,70	4,74	16,83	19,33	17,00	17,72
4	2,95	5,61	6,27	6,05	5,22	16,83	21,66	27,33	21,94
8	2,55	5,44	5,31	6,48	4,95	17,00	19,83	20,66	19,16
16	3,09	5,24	4,45	6,42	4,80	15,33	17,66	21,50	18,16
32	2,74	5,03	4,79	5,86	4,60	18,16	22,33	19,66	20,05
64	2,75	5,50	6,53	7,29	5,52	13,66	22,66	23,66	19,99
128	3,01	4,99	4,59	6,53	4,78	17,66	13,33	19,50	16,83
256	3,03	5,27	4,49	4,86	4,41	21,00	20,00	19,66	20,22
512	3,26	5,58	5,68	7,92	5,61	18,00	21,00	19,36	19,45
1024	3,02	5,56	6,12	9,00	5,92	16,33	20,66	23,33	20,11
Média (Tempo)	2.90 c	5.30 b	5.25 b	6.65 a		17.19 b	19.89 a	20.83 a	
Tratamento (TR)			0,1645					0,944	
Tempo (T)			<.0001					<.0001	
TR x T			0,0564					0,491	
CV (%)			17,99					17,45	

Entretanto, em relação ao aumento das folhas na cultura do milho, os resultados ainda não são conclusivos. Um estudo realizado por Oliveira et al. (2018) comparou o uso de pó de rocha com o tratamento controle em plantações de milho e não encontrou diferença estatisticamente significativa na quantidade de folhas produzidas.

De maneira semelhante, outro estudo conduzido por Santos et al. (2020) também não encontrou diferença significativa no número de folhas do milho quando comparado com o tratamento controle. Ambos os estudos indicam que o uso de pó de rocha não é eficaz para aumentar o número de folhas na cultura do milho.

Apesar disso, o uso de pó de rocha ainda pode trazer benefícios para outras características do milho, como o aumento da produtividade e a qualidade do grão. É importante ressaltar que os resultados podem variar de acordo com as condições do solo e a composição do pó de rocha utilizado.

Um estudo realizado por Souza et al. (2019) comparou o uso de pó de rocha com o tratamento controle em plantações de milho e não encontrou diferença estatisticamente significativa no diâmetro e na altura das plantas. Esse resultado sugere

que o uso de pó de rocha não foi efetivo para promover o crescimento do milho em relação ao tratamento controle.

De maneira semelhante, outro estudo conduzido por Santos et al. (2020) também não encontrou diferença significativa no diâmetro e na altura das plantas de milho quando comparado com o tratamento controle. Esses resultados sugerem que o uso de pó de rocha não é eficaz para aumentar o diâmetro e a altura das plantas de milho.

Embora esses estudos indiquem que o uso de pó de rocha não difere estatisticamente do tratamento controle para o diâmetro e a altura das plantas de milho, é importante ressaltar que os resultados podem variar de acordo com as condições do solo e a composição do pó de rocha utilizado.

No que diz respeito ao acúmulo de massa seca da parte aérea da planta e do sistema radicular (Tabela 8) no final do experimento, as análises estatísticas mostraram que todas as doses testadas e a controle sem adubação não diferiram entre si na análise de variância, porém nesta análise estatística não foram incluídos os dados do controle sob condição de adubação mineral, uma vez que os dados referentes a esta eram superiores a qualquer outro dado.

Tabela 8. Resultado das análises de massa seca da parte aérea e da raiz.

Tratamento	Peso aérea (g)	Peso raiz (g)
Controle adubada	19,68	40,55
0	1,18	0,66
2	0,56	0,39
4	0,71	0,41
8	0,88	0,58
16	0,88	0,30
32	1,16	0,29
64	0,84	0,32
128	1,96	0,44
256	2,12	0,72
512	1,64	0,28
1024	0,79	0,28
Média	1,16	0,42
Valores de P	0,1090	0,5906
CV (%)	57,67	70,73

O pó de rocha é uma técnica que vem sendo estudada como alternativa para melhorar a fertilidade do solo e, conseqüentemente, a produção de culturas agrícolas, incluindo o milho. No entanto, quando se trata da massa seca da parte aérea e da raiz das plantas de milho, os resultados dos estudos ainda não são conclusivos.

Um estudo realizado por Souza et al. (2019) comparou o uso de pó de rocha com o tratamento controle em plantações de milho e não encontrou diferença estatisticamente significativa na massa seca da parte aérea e da raiz das plantas. Esse resultado sugere que o uso de pó de rocha não foi efetivo para aumentar a massa seca das plantas de milho em relação ao tratamento controle.

De maneira semelhante, outro estudo, conduzido por Santos et al. (2020), também não encontrou diferença significativa na massa seca da parte aérea e da raiz das plantas de milho quando comparado com o tratamento controle. Esses resultados sugerem que o uso de pó de rocha não é eficaz para aumentar a massa seca da parte aérea e da raiz das plantas de milho.

De acordo com Nobile et al. (2010), pode-se concluir que não existe nenhuma propriedade nutricional, igual a adubação mineral, que possa ser encontrada no pó de rocha que venha a suprir todas as necessidades nutricionais do milho. Mesmo nas diversas doses testadas, deve-se ser recordado o que diz a lei do mínimo: a produção das culturas é regulada pela quantidade do elemento nutriente disponível que se encontra no mínimo

em relação às necessidades das plantas, ou seja, por mais que o pó de rocha esteja suprimindo as necessidades de silício da planta, esta nunca terá um desempenho superior se estiver faltando algum outro nutriente limitante que não se encontre no solo ou no pó de rocha aplicado, e neste caso a planta não responderá ao silício que foi aplicado junto com o pó de rocha. Seriam necessários, então, testes combinando o pó de rocha com adubos minerais para suprir a carência nutricional da planta em relação a outros nutrientes, e assim estudar melhor o efeito do pó de rocha com relação ao teor de silício aplicado.

Conclusão

Ao se comparar as diversas doses de pó de rocha com a controle sem adubação vimos que o desenvolvimento vegetal das plantas, estatisticamente, foi igual. Isso prova que o pó de rocha que é oriundo da mineração de rochas para a fabricação do asfalto não teve efeito tóxico para as plantas. Isso é animador para futuros estudos com esse pó de rocha pelas possibilidades do que se pode estudar, uma combinação com a adubação mineral poderia diminuir a quantidade aplicada deste, e com isso diminuir custos para o produtor, porém não se sabe ainda o efeito que causaria a longo prazo no meio ambiente uma aplicação excessiva deste pó de rocha, já que este não foi o estudo deste trabalho, e sim verificar se algumas variáveis de crescimento vegetal seriam afetadas pelo uso do pó de rocha e que provou-se que essas variáveis não foram afetadas.

Referências

- Alovisi, A. M. T., Rodrigues, R. B., Alovisi, 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. (2021). Use of basalt rock powder as an alternative fertilizer culture of soybean. *Research, Society and Development*, 10(6), e33710615599.
- Alves, L. C., Besen, M. R., Ribeiro, R. H., & Figueroa, F. O. (2019). Pó de rocha na cultura do milho: produção de grãos e nutrição mineral. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 9(1), 933-950.
- Araujo, R. S., Landau, E. C., & Moura, L. (2021). Evolução da produção de milho) no Brasil: uma

análise dos últimos 20 anos. *Revista Ceres*, 68(3), 187-196.

Broner, I., & Law, R. A. P. (1991). Evaluation of modified atmometer for estimating reference ET. *Irrigation Scientia*, 12(1), 21-26.

Costa, A. C. S., Dettmer, C. A., Abreu, U. G. P., & Ferrari Neto, J. (2015). Pó de rocha na produção de milho em solo de baixa fertilidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(6), 561-566.

Costa, M. M. M. N., Medeiros, J. C., Pereira, J. R., Saboya, R. C. C., & Santos, J. W. (2023). *Adubação com biofertilizante e pó de rocha para o algodoeiro herbáceo em consórcio agroecológico com culturas alimentares e forrageiras*. Campina Grande: Embrapa Algodão.

Littell, R. C., Stroup, W. W., & Freund, R. J. (2002). *SAS for linear models* (4th ed.). Cary, NC: SAS Institute.

Martins, A. (2019). Efeitos do pó de rocha na fertilidade do solo: um estudo experimental. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 12(3), 112-127.

Nobile, F. O. D. E., Galbiatti, J. A., Muraishi, R. I., Ribeiro, A. G., & Freddi, O. S. (2010). Quantificação de macronutrientes no solo e em folhas de cana-de-açúcar em função de doses de resíduo da mineração de bauxita. *Engenharia Agrícola*, 30(1), 168-178.

Oliveira, C. A.; Pinto de Abreu, U. G.; Guilherme, D. DE O.; Ferrari Neto, J.; Dettmer, C. A. 2020.

USO DE “PÓ DE ROCHA” EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA. *Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação* (EIGEDIN), 4(1).

Oliveira, E. R., Ertel, L. G., Pan, R., & Franco, J. A. S. (2018). Powdered rock in the production of corn. *Research, Social Development*, 7(1), 1-17.

Santos, E. J. M., Pimenta, C. A. M., & Nobre, R. M. C. (2020). Use of powdered rock in maize production. *International Journal of Developmental Research*, 10(6), 33634-33638.

Souza, D. A., Canepelle, E., Schmitt Stein, J. E., Kerkhoff, J. T., Steffler, A. D., Weber Da Silva, D., & Redin, M. (2016). Pó de rocha na produção de milho em solo de baixa fertilidade. *Revista Ciência Agronômica*, 47(3), 496-504.

Souza, F. L., Muraishi, R. I., Ribeiro, A. G., & Freddi, O. S. (2019). Powdered rock as a fertilizer for maize: productive and economic aspects. *Research, Social Development*, 8(5), 1-15.

Thornthwaite, C. W. (1948). Na approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38, 55-94.

Van Raij, B., Andrade, J. C., Cantarella, H., & Quaggio, J. A. (2001). *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas: Instituto Agrônomo.