

Pó de Rocha no Crescimento e Produção de Alface em Dois Ciclos Consecutivos

Rock Dust in Lettuce Growth and Production in Two Consecutive Cycles

Ana Karina Silva Costa Moura^a; Jefrejan Souza Rezende^{*a}; Daniel de Moura Silva^a; Bianca Alves Custódio^a; Fernanda de Sousa Veloso^a; Ronilson Carvalho Veloso^a; Lucila de Sousa Nunes^a; Rafael de Sousa Nobre^a; Irys de Moura Rêgo^a

^aUniversidade Estadual do Piauí, Departamento de Engenharia Agrônômica. PI, Brasil.

*E-mail: jefrejanrezende@pcs.uespi.br

Resumo

A alface é a hortaliça folhosa de maior importância no Brasil devido a sua magnitude econômica e social, movimentando bilhões de reais. No entanto, o seu cultivo é realizado de forma intensiva, ocasionando desequilíbrio na fertilidade do solo, resultando em baixa produtividade. Assim, tem-se buscado alternativas sustentáveis para a adubação, com destaque para o uso do pó de rocha, material mineral que, em virtude de sua composição química, possui elevado potencial para a promoção do enriquecimento de solos de baixa fertilidade. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência do pó de rocha nas características morfológicas e produtivas da alface. As doses 0; 0,562; 1,124; 2,248 e 3,372 g de pó de rocha/kg de solo foram aplicadas, 30 dias antes do transplantio. As mudas foram produzidas em bandeja plástica e após 30 dias do semeio, foram transplantadas para vasos com capacidade de 4,0 dm³, contendo solo e o pó de rocha. As variáveis número de folhas, diâmetro de caule, projeção da copa, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea e produtividade foram avaliadas em dois ciclos de produção. O pó de rocha proporcionou melhorias no crescimento e produção da alface, em dois ciclos consecutivos. A dose de 3,372 g de pó de rocha/kg de solo foi a recomendada para a produção de alface.

Palavras-Chave: Hortaliça. *Lactuca sativa* L. Remineralizador.

Abstract

Lettuce is the most important leafy vegetable in Brazil due to its economic and social magnitude, generating billions of reais. However, its cultivation is carried out intensively, causing an imbalance in soil fertility, resulting in low productivity. Thus, sustainable alternatives for fertilization have been sought, with emphasis on the use of rock dust, a mineral material that, due to its chemical composition, has high potential for promoting the enrichment of low fertility soils. In this context, the objective of the work was to evaluate the influence of rock dust on the morphological and productive characteristics of lettuce. Doses 0; 0.562; 1.124; 2.248 and 3.372 g of rock dust/kg of soil were applied 30 days before transplanting. The seedlings were produced in a plastic tray and after 30 days of sowing, they were transplanted into pots with a capacity of 4.0 dm³, containing soil and rock dust. The variables number of leaves, stem diameter, crown projection, fresh mass of the aerial part, dry mass of the aerial part and productivity were evaluated in two production cycles. Rock dust provided improvements in lettuce growth and production, in two consecutive cycles. The dose of 3.372 g of rock dust/kg of soil was recommended for lettuce production.

Keywords: Vegetable. *Lactuca sativa* L. Remineralizer.

1 Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta anual pertencente à família Asteraceae, oriunda das regiões do mediterrâneo e largamente consumida pela população mundial. No Brasil, é a hortaliça folhosa mais utilizada e de maior importância, devido a sua magnitude econômica e social, pois movimenta bilhões de reais no varejo (Garcia Filho *et al.*, 2017; Brainer, 2019). Isso ocorre em decorrência da sua importância alimentar como fonte de vitaminas A, B e C e sais minerais como, fósforo, cálcio e potássio (Nick; Borém, 2019; Da Costa *et al.*, 2023).

O cultivo dessa hortaliça é mais expressivo na região Sudeste, onde se destacam os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (Hortifruti Brasil, 2022). Na região Nordeste, a produção é realizada principalmente em pequenas propriedades rurais (Souza *et al.*, 2018), nas quais predomina

a mão de obra familiar, possuindo papel fundamental na fixação do homem ao campo.

A produção de olerícolas como a alface promove elevada redução da fertilidade do solo, em razão da elevada demanda por nutrientes e grande retirada de massa vegetal do local de produção (Monchelato; Fernandes, 2022), fato que exige reposições constantes de nutrientes minerais. Aliado a isso, o cultivo da alface geralmente é realizado nas áreas de forma intensa e contínua, dessa forma, ocasiona o desequilíbrio na fertilidade do solo, proporcionando deficiências minerais, necessitando de um número elevado de aplicações de fertilizantes (Trani, 2016).

O manejo da adubação tem se destacado na produção de alface, o qual impacta diretamente no crescimento, e consequentemente, na produção e qualidade do produto, visto que é uma cultura que demonstra alta dependência no uso

de fertilizantes, sendo esta ainda mais acentuada em solos tropicais (Kano; Cardoso; Villas Bôas, 2010; Tavares *et al.*, 2019).

Uma opção sustentável para a restituição dos nutrientes ao solo é a utilização de pó de rocha, material mineral de baixa solubilidade, onde os nutrientes são disponibilizados às plantas por um período maior comparado aos fertilizantes químicos tradicionais, o que resulta em efeito residual prolongado, além de reduzir o número de aplicações e com isso, maior economia de mão-de-obra (Santos, 2020; Theodoro, 2020).

O pó de rocha é um produto que não causa acidificação do solo, corrige a acidez ativa, devido à presença de sílica (Luchese *et al.*, 2023; Swoboda *et al.*, 2022), aumenta a capacidade de troca catiônica do solo, pela transformação de minerais primários em secundários 2:1 (Silva *et al.*, 2017) e é matéria prima de fácil exploração, sendo encontrada em todas as regiões do país (Luchese *et al.*, 2023). De acordo com Swoboda *et al.* (2022) e Brasil *et al.* (2023), a rochagem tem por objetivo o rejuvenescimento dos solos intemperizados, além de melhorar sua fertilidade, tornando a agricultura mais sustentável e independente da importação dos fertilizantes.

O trabalho teve como objetivo avaliar a influência da aplicação do pó de rocha, em diferentes concentrações, no crescimento e produção de alface em dois ciclos de produção.

Quadro 1 - Caracterização química e granulométrica do solo

pH	P	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	T	m	V	M.O.	
H ₂ O	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----						-----%-----				
5,87	22,1	3,37	0,75	0,11	0,0	2,41	4,23	6,64	0,0	63,7	0,65	

Potencial Hidrogeniônico (pH), Fósforo (P), Cálcio (Ca²⁺), Magnésio (Mg²⁺), Potássio (K⁺), Alumínio trocável (Al³⁺), Acidez Potencial (H+Al), Soma de Bases (SB), Capacidade de Troca Catiônica (T), Saturação por Alumínio (m), Saturação por Bases (V) e Matéria Orgânica (M.O). Areia: 71,8%; Silte: 9,1%; Argila: 19,1%.

Fonte: dados da pesquisa.

Posteriormente, foi realizada a correção da acidez do solo com aplicação de calcário dolomítico, a fim de elevar a saturação da base do solo a 80%, com a aplicação do calcário 60 dias antes do plantio (Trani *et al.*, 2014).

A aplicação de pó de rocha foi realizada 30 dias antes do transplantio para reação do adubo no solo, segundo a recomendação do fabricante.

O pó de rocha utilizado no experimento é da marca Yoorin Master 1 Si e possui origem de rocha fosfática, com a seguinte constituição: 16% de P₂O₅; 16% de Ca; 6,5% de Mg; 6% de S; 0,10% de B; 0,05% de Cu; 0,30% de Mn; 9% de SiO₂ e 0,55% de Zn.

A cultivar utilizada no experimento foi a BRS Mediterrânea do segmento crespa, apresentando porte grande, ereto, folhas de cor verde escuro, além de ser tolerante a queima das bordas e altas temperaturas. Possui tolerância aos principais patógenos de solo e ao florescimento precoce. Produz plantas com peso entre 700 e 800 g (Embrapa, 2017).

Inicialmente, foi realizada a produção de mudas, na qual

2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, com dimensões de 4,5 x 4 m, com cobertura e laterais fechadas com sombrite a 75% de sombreamento, localizado na área experimental da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Campus Professor Barros Araújo, pertencente ao município de Picos-Piauí a uma altitude de 342 m e coordenadas 07°02'51" S, 41°32'30" W. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo BSh, semiárido quente, caracterizado por escassez de chuvas e grande irregularidade em sua distribuição, com pluviosidade média anual de 600 a 700 mm (Alvarez *et al.*, 2013).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos (0, 50, 100, 200 e 300% da dose recomendada por Cavalcanti *et al.* (2008) para o fornecimento de fósforo), que corresponderam a 0; 0,562; 1,124; 2,248 e 3,372 g de pó de rocha/kg de solo, e cinco repetições, totalizando 25 parcelas experimentais. As unidades experimentais foram compostas por vasos plásticos, com capacidade de 4,0 dm³ e dimensões de 20 cm de altura e 19,5 cm de diâmetro.

Antes da implantação do experimento foi realizada a coleta de uma amostra composta de solo na área da camada de 0-20 cm de profundidade, que foi enviada ao laboratório para realização da caracterização química e granulométrica (Donagema *et al.*, 2011) (Quadro 1).

as sementes de alface foram semeadas em bandejas plásticas possuindo 128 células, com substrato de fibra de coco, sendo três sementes por célula e, após 10 dias da emergência, foi realizado o desbaste, deixando apenas uma planta por célula.

Após 30 dias do semeio, as plantas foram transplantadas para os vasos. Concomitantemente, foi realizado a adubação de fundação com nitrogênio (N) e potássio (K). As doses foram determinadas de acordo com a análise do solo e com o manual de adubação para a cultura da alface. Dessa forma, utilizou-se 0,00017 kg de ureia e 0,0004 kg de cloreto de potássio no momento do plantio para cada vaso. Além disso, foi realizada a adubação de cobertura para o N, 15 dias após o transplantio, sendo aplicado 0,00023 kg de ureia por vaso, de acordo com o Manual de Recomendação de Adubação para o Estado de Pernambuco (Cavalcanti *et al.*, 2008).

A adubação foi realizada somente no primeiro ciclo. No segundo ciclo, foi avaliado apenas o efeito residual.

A irrigação foi realizada de forma manual através de um recipiente graduado, adicionando 180 mL por vaso uma vez ao

dia, que correspondeu a 70% da capacidade do solo.

As plantas daninhas foram retiradas de forma manual durante o experimento.

Foram avaliados dois ciclos de produção, 42 dias após o transplântio, quando a alface atingiu seu desenvolvimento máximo e sem sinal de florescimento, onde foram determinadas as seguintes variáveis: número de folhas (NF), diâmetro de caule (DC, mm), projeção da copa (PC, cm²), massa fresca da parte aérea (MFPA, g), massa seca da parte aérea (MSPA, g) e produtividade (PD, t ha⁻¹).

Para determinação do NF foi realizada a contagem de folhas por parcela. Para o DC foi utilizado um paquímetro. Para determinação da PC foi utilizado uma circunferência de arame e uma régua medindo-se as margens opostas do disco foliar. Os dados foram expressos em centímetros e a área foliar calculada pela equação abaixo:

$$A = \pi r^2 \quad [1]$$

Onde, A é a área referente à PC; π é o número pi e r é o raio da circunferência.

Para a determinação da MFPA, as plantas foram cortadas rente ao solo e as folhas pesadas em balança analítica. O material foi colocado em envelopes de papel pardo na estufa, a uma temperatura de 70° C até peso constante, para a realização da secagem. Após este período, foi realizada uma nova pesagem para determinação da MSPA. A PD foi determinada através da pesagem da parte aérea das plantas das parcelas e os valores expressos em t ha⁻¹.

Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$). Quando constatada significância foi empregada à análise de regressão a 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5.8 (Ferreira, 2019).

3 Resultados e Discussão

Para o primeiro ciclo de produção, houve efeito das doses do pó de rocha para as variáveis número de folhas (NF), projeção da copa (PC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e produtividade (PD). No entanto, não houve diferença para a variável diâmetro do caule (DC) (Quadro 2).

Quadro 2 - Análise de variância para número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), projeção da copa (PC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e produtividade (PD) de alface, no primeiro ciclo, em resposta a aplicação de pó de rocha

FV	Quadrados médios					
	NF	DC	PC	MFPA	MSPA	PD
		--mm--	--cm ² --	---g planta ⁻¹ ---		t ha ⁻¹
Pó de rocha	16,86*	0,61 ^{ns}	12576,04*	370,76*	3,87*	6,59*
CV(%)	22,54	20,06	20,70	42,38	45,19	42,38

FV: Fonte de variação. *Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ^{ns}não significativo.

Fonte: dados da pesquisa.

No segundo ciclo de produção (Quadro 3), houve efeito das doses do pó de rocha para todas as variáveis analisadas.

Quadro 3 - Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), projeção da copa (PC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e produtividade (PD) no segundo ciclo da alface em resposta a aplicação de pó de rocha

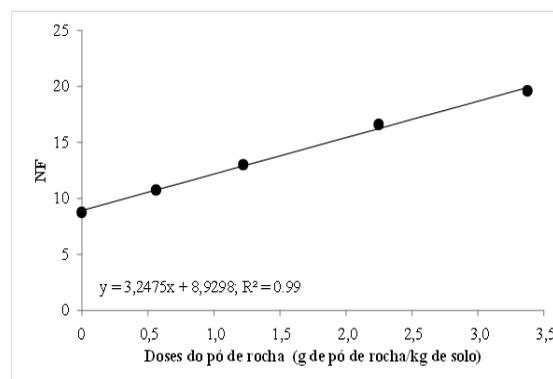
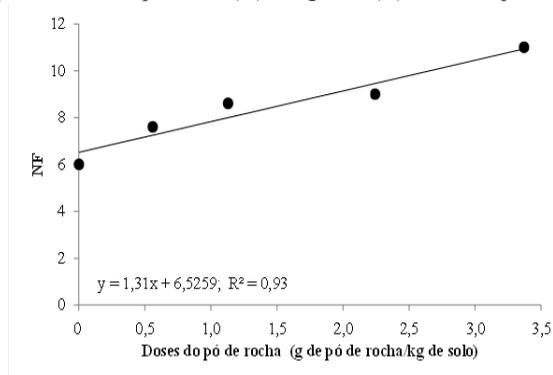
FV	Quadrados médios					
	NF	DC	PC	MFPA	MSPA	PD
		--mm--	--cm ² --	-g planta ⁻¹ -		-t ha ⁻¹ -
Pó de rocha	86,98*	0,93*	35839,86*	1816,33*	14,47*	32,29*
CV(%)	15,14	11,56	11,14	19,62	25,16	19,62

FV: Fonte de variação. *Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ^{ns}não significativo. FV

Fonte: dados da pesquisa.

Em relação ao NF, a dose de 3,372 g de pó de rocha/kg de solo proporcionou o maior valor para essa variável, que correspondeu a 10,94 e 19,88 folhas, no primeiro e segundo ciclos, respectivamente (Figura 1).

Figura 1 - Número de folhas (NF) de alface, em função das doses de pó de rocha no primeiro (A) e segundo (B) ciclos de produção



Fonte: dados da pesquisa.

O pó de rocha utilizado é rico em nutrientes, dentre eles o fósforo (P) que desempenha função estrutural, participa em processos metabólicos importantes, como transferência e armazenamento de energia, além de influenciar na síntese de proteínas e de ácido nucléico, portanto, sendo necessário para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas (Costa *et al.*, 2023). Além disso, o pó de rocha possui elevada concentração

de SiO₂ que disputa com o P pelos sítios de troca dos coloides e, com isso aumenta o teor de P na solução do solo, tornando-o mais disponível para as plantas (Assis; Bono, 2023; Sandim *et al.*, 2014).

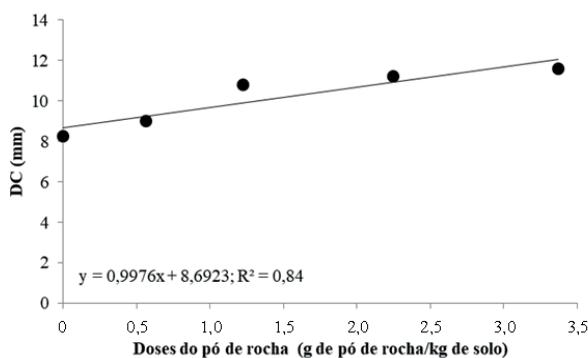
Ferreira *et al.* (2023) ao avaliarem a aplicação de pó de basalto na cultura do feijão preto, observaram influência positiva no número de folhas.

A deficiência de Mg resulta em decréscimo de área foliar, número de folhas e índice de clorofila total, demonstrando a importância nutricional desse elemento para a produção e crescimento da alface (Almeida *et al.*, 2011). Esta deficiência pode ser corrigida através da utilização de pó de rocha, material mineral rico em Mg.

Bittencourt (2022) observando os parâmetros de duas cultivares de alface verificou redução no número de folhas devido à baixa concentração de Mg na solução, e que o aumento dos teores de Mg resultou no aumento do número de folhas. O pó de rocha utilizado no presente estudo possui teor elevado desse nutriente.

No segundo ciclo, a aplicação de 3,372 g de pó de rocha/kg de solo proporcionou a maior média do DC, que correspondeu a 12,05 mm (Figura 2).

Figura 2 - Diâmetro do caule (DC) de alface, no segundo ciclo, em função das doses de pó de rocha



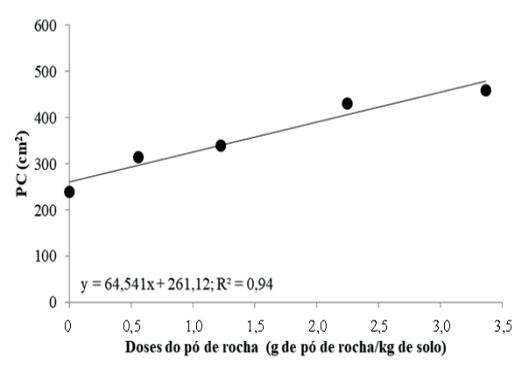
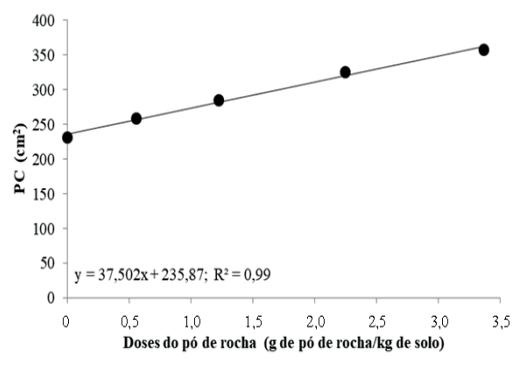
Fonte: dados da pesquisa.

De acordo com Costa *et al.* (2023), o pó de rocha é um material mineral rico em nutrientes, incluindo o P. Esse nutriente é essencial para a formação dos vasos xilemáticos, o qual é utilizado pelas proteínas na formação destes. Portanto, as plantas diminuem o crescimento radial do caule quando ocorre deficiência deste nutriente (Blevins, 1999).

Writzl *et al.* (2019) obtiveram resultados positivos utilizando pó de rocha na cultura do milho, o qual foi equivalente ao tratamento químico convencional para os parâmetros de desenvolvimento morfológico da planta.

A dose de 3,372 g de pó de rocha/kg de solo, para a PC, resultou no valor mais elevado dessa variável, com média de 362,32 cm² e 478,75cm², no primeiro e segundo ciclos, respectivamente (Figura 3).

Figura 3 - Projeção da copa (PC) de alface, em função das doses de pó de rocha no primeiro (A) e segundo (B) ciclos de produção



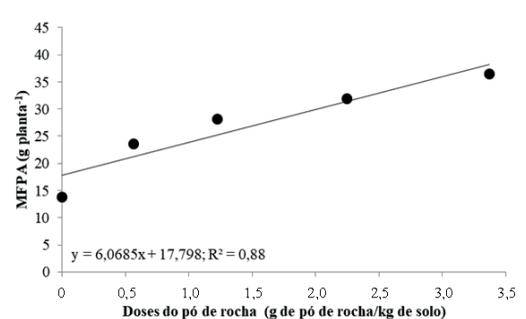
Fonte: dados da pesquisa.

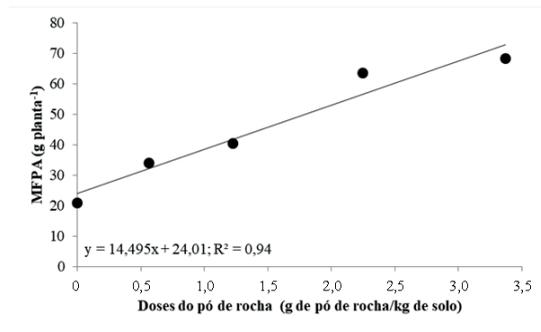
O pó de rocha utilizado possui elevada concentração de P. Este nutriente quando disponibilizado em quantidade adequada, atua no melhor desenvolvimento da parte aérea das culturas (Menegale; Castro; Mancuso, 2015; Costa *et al.*, 2023;).

O fornecimento de cálcio (Ca) proporciona o crescimento adequado da alface (Sago, 2016). O Mg é essencial para formação da clorofila e melhoria fotossintética (Taiz *et al.*, 2017), o que promove incremento de área foliar e biomassa vegetal (Zelitch, 1982; Pinzón-Torres; Schiavinato, 2008). Estes elementos são encontrados em grande concentração no pó de rocha utilizado neste estudo.

Para a MFPA a dose de 3,372 g de pó de rocha/kg de solo resultou nos maiores valores de 38,26 g e 72,88 g, no primeiro e segundo ciclos, respectivamente (Figura 4).

Figura 4 - Massa fresca da parte aérea (MFPA) de alface, em função das doses de pó de rocha no primeiro (A) e segundo (B) ciclos de produção





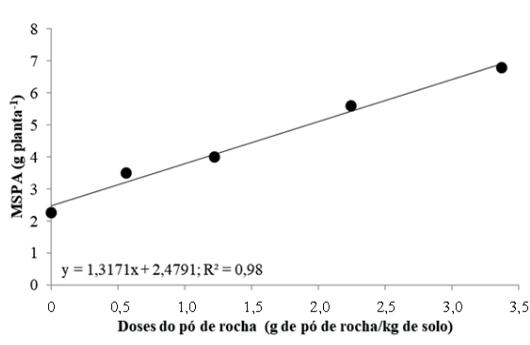
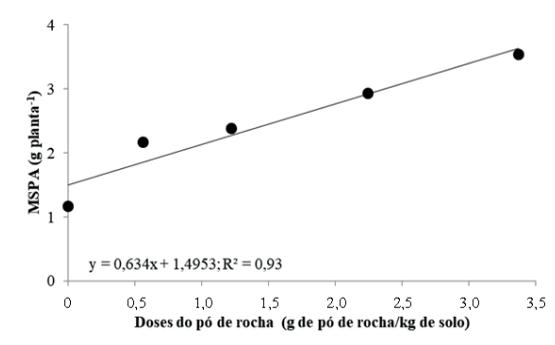
Fonte: dados da pesquisa.

Hauer-Jákli e Tränkner (2019) observaram que o fornecimento adequado de Mg eleva o crescimento vegetativo e a produção de biomassa em plantas. Em concordância, Bittencourt (2022) verificou aumento da biomassa de plantas de alface. Este resultado pode ser obtido através do fornecimento de Mg pelo pó de rocha.

Ao avaliar o efeito do pó de rocha na cultura da cebola, Carvalho (2018) verificou que, à medida que as quantidades de pó de rocha aumentavam, houve um aumento proporcional na massa fresca das cebolas. Dessa forma, o pó de rocha mostrou-se muito eficiente, quando comparado com a adubação convencional e testemunha na cultura da cebola.

Com relação à MSPA, a aplicação de 3,372 g de pó de rocha/kg de solo resultou nos valores mais elevados para essa variável, que atingiu 3,63 g e 6,92 g, no primeiro e segundo ciclos, respectivamente (Figura 5).

Figura 5 - Massa seca da parte aérea (MSPA) de alface, em função das doses de pó de rocha no primeiro (A) e segundo (B) ciclos de produção



Fonte: dados da pesquisa.

O uso do pó de rocha aumentou a produção de matéria

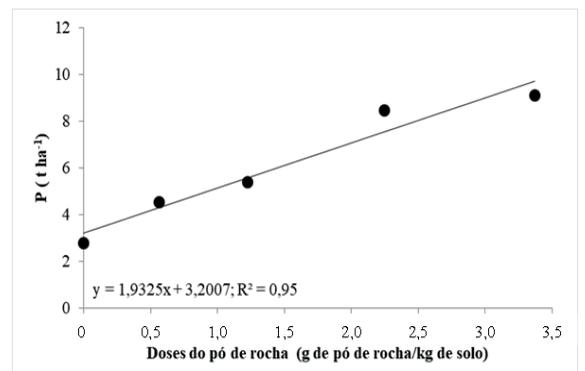
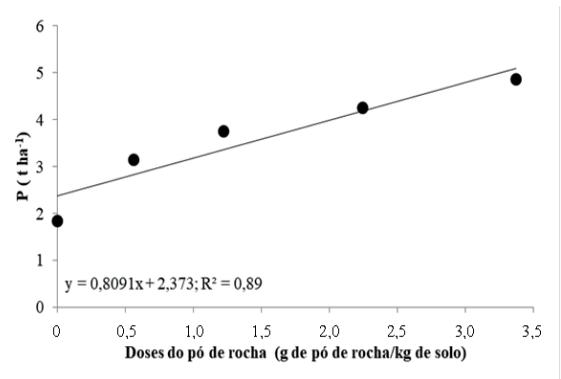
seca das culturas, pois se trata de um material rico em silicatos, elemento responsável pelo aumento da matéria seca das plantas (Menegale; Castro; Mancuso, 2015).

Segundo estudo realizado por Almeida Junior *et al.* (2020), os autores observaram que o uso de pó de rocha se mostrou uma alternativa promissora na produção de milho. Dessa forma, chegaram à conclusão de que essa prática resulta no aumento significativo da matéria seca da parte aérea da planta.

Silva *et al.* (2020) avaliando o efeito do pó de basalto como fertilizante alternativo na cultura do feijão preto em Latossolo vermelho, verificaram que a maior produção de MSPA foi alcançada na presença desse adubo, superando os tratamentos com fertilização química e o grupo de controle, respectivamente.

Os maiores valores de PD no primeiro (5,10 t ha⁻¹) e segundo (9,71 t ha⁻¹) ciclos, foram obtidos com a dose de 3,372 g de pó de rocha/kg de solo (Figura 6).

Figura 6 - Produtividade (PD) de alface, em função das doses de pó de rocha no primeiro (A) e segundo (B) ciclos de produção



Fonte: dados da pesquisa.

A relevância da adubação organomineral na produtividade da alface provavelmente está relacionada às funcionalidades que esses fertilizantes exercem sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, os quais apresentam efeitos condicionadores, além de aumentarem a capacidade do solo em armazenar elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas (Lajús *et al.*, 2021).

Amaral *et al.* (2020) avaliando as características agrônomicas da soja com o uso de pó de rocha e biofertilizante,

observaram que o primeiro tratamento alcançou a maior produtividade, equivalendo à média obtida com fertilizantes minerais. Diante disso, os autores concluíram que o pó de rocha se mostra promissor como fonte de fertilização, podendo substituir ou melhorar a aplicação de adubos altamente solúveis.

O aumento da dose do pó de rocha se mostrou eficiente no incremento da produtividade de alface (Augusto *et al.*, 2022); pimenta malagueta (Vasconcelos; Trogello, 2022), cebola (Carvalho, 2018) e milho (Aguilera *et al.*, 2022), reforçando sobre a capacidade residual desse produto.

O efeito positivo do pó de rocha em todas as variáveis avaliadas, nos dois ciclos de cultivo mostra a importância desse resíduo na melhoria dos cultivos ao longo do tempo, tendo um grande potencial como substituto dos fertilizantes minerais, que tem curta ação no solo.

O pó de rocha possui liberação lenta de nutrientes, por ser um produto de baixa solubilidade em água. Diante disso, os nutrientes são disponibilizados na solução do solo e nutrem às plantas por um período mais prolongado, quando comparado aos adubos químicos minerais comuns, onde possuem elevada solubilidade e a maior parte dos nutrientes são liberados rapidamente. Isso confere ao pó de rocha um efeito residual, podendo atuar por vários ciclos consecutivos da cultura produzida (Theodoro, 2020). Isso foi evidenciado, em parte, no presente estudo mesmo não avaliando vários ciclos de produção.

4 Conclusão

O uso do pó de rocha influenciou positivamente no crescimento e produção da alface, em dois ciclos consecutivos.

A dose de 3,372 g de pó de rocha/kg de solo é indicada para a produção de alface.

Referências

AGUILERA, J.G. *et al.* efeito residual de doses de pó de basalto no milho segunda safra. *Ens. Ciênc.*, v.26, n.2, p.281-288, 2022. doi: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2022v26n2p281-288>.

ALMEIDA JUNIOR, J. *et al.* Análise das variáveis tecnológicas do milho em função das doses crescentes de condicionador pó de rocha. *Braz. J. Develop.*, v.6, n.11, p.88440-88446, 2020. doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n10-420>.

ALMEIDA, T.B.F. *et al.* Avaliação nutricional da alface cultivada em soluções nutritivas suprimidas de macronutrientes. *Rev. Biotemas*, v.24, n.2, p.2175-7925, 2011. doi: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2011v24n2p27>.

ALVAREZ C.A. *et al.* Koppen` climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, n.6, p.711-728, 2013. doi: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

AMARAL, G.C. *et al.* Características agrônomicas da soja em função da adubação com pó de rocha e biofertilizante. *Rev. Cult. Agron.*, v.29, n.4, p.437-447, 2020. doi: <https://doi.org/10.32929/2446-8355.2020v29n4p437-447>.

ASSIS, T.E.; BONO, J.A.M. Remineralizador de Solo na Cultura da Soja em Diferentes Sistemas de Plantio e Modos de Aplicação. *Ens. Ciênc.*, v.27, n.2, p.243-252, 2023. doi: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2023v27n2p243-252>.

doi: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2023v27n2p243-252>.

AUGUSTO, J. *et al.* Produção de alface americana orgânica sob doses de pó de rocha basáltica, composto orgânico e microrganismos eficientes. *Agrarian*, v.15, n.55, p.1-13, 2022. doi: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v15i55.15153>.

BITTENCOURT, R.F.P.M. Cultivo hidropônico de alface em condição de elevada temperatura: avaliação do desempenho de cultivares e suplementação com magnésio. 2022. 79p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2022.

BLEVINS, D.G. Why plants need phosphorus. *Better Crops*, v.83, n.2, p.29-30, 1999.

BRAINER, M.S.C.P. INFORME SETORIAL DE HORTALIÇAS. 2019. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.BNB.GOV.BR/S482-DSPACE/HANDLE/123456789/214](https://www.bnb.gov.br/S482-DSPACE/HANDLE/123456789/214)>. ACESSO EM: 13 DEZ. 2023.

BRASIL, E.P.F. *et al.* Agronomic efficiency of granite remineralizer K6 in soybean and corn silage production. *Research, Society and Development*, v.12, n.4, p.1-16, 2023. doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i4.40545>.

CARVALHO, J.N. Rendimento de cebola orgânica sob doses de fósforo e potássio a partir de rochas silicatadas. Morrinhos: Instituto Federal Goiano, 2018.

CAVALCANTI, F.J.A. *et al.* *Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação*. Recife: IPA, 2008.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada 2022. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniaocepa/conflito-no-leste-europeu-completa-um-mes-e-setor-de-fertilizantes-segueaprensivo.aspx>>. Acesso em: 13 dez. 2023.

COSTA, M.M.M.N. *et al.* Adubação com biofertilizante e pó de rocha para o algodoeiro herbáceo em consórcio agroecológico com culturas alimentares e forrageiras. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2023.

DA COSTA, A.P. *et al.* Valiação de diferentes níveis de sombreamento para a produção de alface americana em Palmas/TO. *Rev. Agri-Environ. Sci.*, v.9, p.1-6, 2023. doi: <https://doi.org/10.36725/agries.v9i2.8657>.

DONAGEMA, G.K. *et al.* *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: Embrapa, 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. BRS Mediterrânea: alface tipo crespa com tolerância ao calor, nematoides e fusariose. Embrapa Hortaliças. Brasília: Embrapa, 2017.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Rev. Bras. Biom.*, v.37, n.4, p.529-535, 2019. doi: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.

FERREIRA, N.G. *et al.* Avaliação do uso do pó de basalto na cultura do feijão preto. In: PACHECO, C.S.G.R.; SANTOS, R.P., eds. *Agroecologia: Produção e sustentabilidade em pesquisa*. Guarujá: Científica digital. 2023. p.38-48.

GARCIA FILHO, E. *et al.* *Mapeamento e quantificação da cadeia produtiva das hortaliças*. Brasília: CNA, 2017.

HORTIFRUTI BRASIL. 2022. Disponível em: <<https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/por-que-as-exportacoes-recordes-de-2021-nao-se-sustentaram-em-2022.aspx>>. Acesso em: 13 dez. 2023.

HAUER-JÁKLI, M.; TRÄNKNER, M. Critical leaf magnesium thresholds and the impact of magnesium on plant growth and

- photo-oxidative defense: A systematic review and metaanalysis from 70 years of research. *Front. Plant Sci.*, v.10, n.766, p.1-15, 2019. doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00766>.
- KANO, C.; CARDOSO, A.I.I.; VILLAS BÔAS, R.L. Influência de doses de potássio nos teores de macronutrientes em plantas e sementes de alface. *Horticul. Bras.*, v.28, n.3, p.287-291, 2010. doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000300008>.
- LAJÚS, C.R. *et al.* Aspectos qualitativos e quantitativos de variedades de alface submetidas a concentrações de pó de rocha em cultivo orgânico. *Braz. J. Develop.*, v.7, n.5, p.49498-49512, 2021. doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv.v7i5.29933>.
- LUHESE, A.V. *et al.* Use of quarry waste basalt rock powder as a soil remineralizer to grow soybean and maize. *Heliyon*, v.9, n.3, e14050, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14050>.
- MENEGALE, M.L.C.; CASTRO, G.S.A.; MANCUSO, M.A.C. Silício: interação com o sistema solo-planta. *J. Agron. Sci.*, v.4, p.435-454, 2015.
- MONCHELATO, V.; FERNANDES, F.M. Adubação orgânica e mineral na produção do alface. *Rev. Agrofib*, v.2, p.79-89, 2022. doi: <https://doi.org/10.59237/agrofib.v2i.574>.
- NICK, C.; BORÉM, A. *Alface: do plantio a colheita*. Viçosa: UFV, 2019.
- PINZÓN-TORRES, J.A.; SCHIAVINATO, M.A. Crescimento, eficiência fotossintética e eficiência do uso da água em quatro espécies de leguminosas arbóreas tropicais. *Hoehnea*, v.35, n.3, p.395-404, 2008. doi: <https://doi.org/10.1590/S2236-89062008000300007>.
- SAGO, Y. Effects of light intensity and growth rate on tipburn development and leaf calcium concentration in butterhead lettuce. *HortSci*, v.51, n.9, p.1087-1091, 2016. doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI10668-16>.
- SANDIM, A.S. *et al.* Phosphorus availability in oxidic soils treated with lime and silicate applications. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.38, n.4, p.1215-1222, 2014. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000400018>.
- SANTOS, C.C. *Competência Técnica e Responsabilidade Social e Ambiental nas Ciências Agrárias 4*. Ponta Grossa: Atena, 2020.
- SILVA, D.W. *et al.* Pó de basalto como fertilizante alternativo na cultura do feijão preto em Latossolo vermelho. *Rev. Verde Agroecol. Desenvol. Sust.*, v.15, n.4, p.373-378, 2020. doi: <https://doi.org/10.18378/rvads.v15i4.7784>.
- SILVA, R.C. *et al.* Chemical attributes of a remineralized Oxisol. *Ciênc. Rural*, v.47, n.11, p.1-10, 2017. doi: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160982>.
- SOUZA, E.G.F. *et al.* Produtividade de cultivares de alface em função da idade de colheita no semiárido Potiguar, Brasil. *Rev. Verde*, v.13, n.3, p.282-288, 2018. doi: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v13i3.5771>.
- SWOBODA, P. *et al.* Remineralizing soils? The agricultural usage of silicate rock powders: a review. *Sci. Total Environ.*, v.807, n.3, p.1-18, 2022. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150976>.
- TAIZ, L. *et al. Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- TAVARES, A.T. *et al.* Adubação NPK como promotor de crescimento em alface. *Revista Agri-Environ. Sci.*, v.5, 2019. doi: <https://doi.org/10.36725/agries.v5i0.1215>.
- THEODORO, S.H. *Cartilha de rochagem*. Brasília: Ideal, 2020.
- TRANI, P.E. *et al. Calagem e adubação para hortaliças sob cultivo protegido*. Campinas: IAC, 2014.
- TRANI, P.E. *Manejo do solo calagem e adubação de hortaliças*. Campinas: Informações Agronomicas, 2016.
- VASCONCELOS, R.S.; TROGELLO, E. Eficiência de resíduo basáltico e esterco bovino na cultura da pimenta malagueta. *Conjecturas*, v.22, n.15, p.1-13, 2022. doi: <https://doi.org/10.53660/CONJ-1886-2P10>.
- WRITZL, T.C. *et al.* Produção de milho pipoca com uso do pó de rocha de basalto associado à cama de frango em Latossolo. *Rev. Bras. Agropec. Sustent.*, v.9, n.2, p.101-109, 2019. doi: <https://doi.org/10.21206/rbas.v9i2.3077>.
- ZELITCH, I. The close relationship between net photosynthesis and crop yield. *Bioscience*, v.32, n.10, p.796-802, 1982. doi: <https://doi.org/10.2307/1308973>.