Recital

Revista de Educação,
Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

DOSES DE MOLIBDÊNIO NO CRESCIMENTO DE RÚCULA

Doses of molybdenum in arugula growth

Luiz Gustavo de Oliveira LUZ
Universidade do Estado de Minas Gerais
luizgustavoluz26@gmail.com

Christiano da Conceição de MATOS
Universidade do Estado de Minas Gerais
christiano.matos@uemg.br

DOI: https://doi.org/10.46636/recital.v4i3.324

Resumo

A utilização de micronutrientes em hortaliças é uma prática que pode trazer resultados benéficos para a cultura. Muitas olerícolas da família Brassicaceae são exigentes em micronutrientes como o molibdênio e a utilização desse nutriente é essencial para o desenvolvimento adequado da cultura. Todavia, há carência de recomendações adequadas desse micronutriente para o cultivo da rúcula (*Eruca vesicaria* ssp. *sativa*), em especial sobre a aplicação via foliar. Diante disso, esse trabalho teve como objetivo avaliar a influência do uso do molibdato de sódio, em aplicação via foliar, no crescimento de plantas de rúcula. A pesquisa foi realizada em ambiente aberto, onde plantas de rúcula foram cultivadas em recipientes plásticos. Foram avaliadas cinco doses de molibdado de sódio (0; 0,30; 0,45; 0,60 e 0,90 g L^{-1}), aplicadas via foliar, em plantas de rúculas variedade Astro aos 19 dias após plantio. As doses de molibdato de sódio influenciaram o crescimento em altura, número de folhas, largura de folha, massa fresca e massa seca da rúcula. De maneira geral, para todas essas variáveis, houve máximo crescimento da planta com a aplicação da dose de 0,3 g L^{-1} de molibdato de sódio.

Observou-se que a aplicação da dose de 0,90 g L^{-1} do adubo foliar reduziu fortemente o crescimento da rúcula e causou sintomas de intoxicação, caracterizados por alteração na coloração da haste para cor azul arroxeada, folhas flácidas e com aspecto opacos. Conclui-se que o fornecimento de molibdênio, via adubação foliar, melhora o crescimento de rúcula, apresentando-se como uma prática com potencial para ser adotada por produtores para aumentar o rendimento dessa cultura.

Palavras-chave: Adubação foliar. Brássicas. *Eruca sativa.* Hortaliças. Micronutriente.

Abstract

The use of micronutrients in vegetables is a practice that can bring beneficial results to the crop. Many vegetables from the Brassicaceae family are demanding in micronutrients such as molybdenum and its use is essential for the proper development of the crop. However, there is a lack of adequate recommendations for this micronutrient for the cultivation of arugula (*Eruca vesicaria* ssp. *sativa*), especially in terms of foliar application. Therefore, this work aimed to evaluate the influence of the use of sodium molybdate in foliar application on the growth of arugula plants. The research was carried out in an open environment, where arugula plants were grown in plastic pots. Five doses of sodium molybdate (0, 0.30, 0.45, 0.60 and 0.90 g L^{-1}) applied via foliar spray in arugula Astro variety plants were evaluated 19 days after planting. The doses of sodium molybdate influenced the growth in height, number of leaves, leaf width, fresh matter and dry matter of the arugula. In general, for all these variables, there was maximum plant growth with the application of 0.3 g L^{-1} of sodium molybdate. We observed that the application of 0.90 g L^{-1} of the foliar fertilizer strongly reduced the growth of arugula and caused symptoms of intoxication in this plant, characterized by a change in stem color to purplish blue, with flaccid and opaque leaves. We concluded that the supply of molybdenum via foliar fertilization improves the growth of arugula.Therefore, this is a practice with potential to be adopted by agricultures to increase the arugula yield.

Keywords: Foliar fertilization. Brassicas. *Eruca sativa*. Vegetables. Micronutrient.

INTRODUÇÃO

A rúcula (*Eruca vesicaria* ssp. *sativa*) é uma hortaliça herbácea, de porte baixo, possui ciclo médio de 30 a 40 dias e pertence à família Brassicaceae. Essa hortaliça é rica em potássio, enxofre, ferro e vitaminas A e C, sendo muito apreciada pelo sabor picante, cheiro agradável e acentuado. Além disso, a rúcula possui concentrações muito altas de glucosinolatos e flavonóis apresentando inúmeros benefícios para a saúde humana com o consumo regular dessa hortaliça como atividade diurética e antiescorbútica, por exemplo (BELL; WAGSTAFF, 2014; JILANI *et al.*, 2015). A parte comestível dessa olerícola são as folhas, que possuem coloração verde-clara a verde-escura e possuem formato alongado com os bordos levemente recortados.

A rúcula vem ganhando espaço no mercado das hortaliças folhosas e seus consumidores estão cada vez mais exigentes em relação à qualidade delas. Por conseguinte, a comercialização dessa hortaliça é influenciada pelo aspecto visual de suas folhas, devido à rejeição ou

desvalorização, no mercado *in natura*, de plantas com coloração amarela ou com qualquer tipo de injúria. Assim, a produção de olerícolas capaz de atender as exigências do consumidor requer manejo constante e uma adubação adequada. O fornecimento de micronutrientes, por exemplo, melhora a qualidade nutricional, o rendimento, a produção de biomassa e a resistência à seca, pragas e doenças das culturas (BANA *et al.*, 2022; DIMKPA; BINDRABAN, 2016).

Em determinados estágios de desenvolvimento da planta, as demandas de alguns nutrientes são indispensáveis, sendo necessária a reposição de tais nutrientes especialmente em olerícolas, pois possuem raízes curtas e alto requerimento nutricional. Essa necessidade pode ser suprida não apenas via solo, como também através da aplicação de nutrientes via pulverização de soluções nutritivas nas folhas das plantas. A adubação foliar em culturas folhosas é uma forma eficaz de fornecimento de micronutrientes, um método eficiente para corrigir as deficiências da planta com maior eficiência do que em aplicação em cobertura, via solo (KRISHNASREE; RAJ; CHACKO, 2021). Já a adubação foliar pode ser feita em diversos estádios de crescimento das plantas, levando-se em consideração o tipo de cultura e a estrutura foliar delas.

Nesse processo, o Molibdênio (Mo) é indispensável para a síntese de enzimas e funcionamento da planta, visto que a falta desse micronutriente causa, geralmente, amarelecimento das folhas e diminuição do crescimento da planta (BITTNER, 2014; KAISER *et al.*, 2005). Em olerícolas, cuja parte comercializável são as folhas, a ausência de Mo pode trazer graves prejuízos para toda a planta, portanto, se aplicado em níveis adequados, pode melhorar o desempenho da cultura (GADALLAH *et al.*, 2022; KARTHIKA; PHILIP; NEENU, 2020).

Por isso, o adequado fornecimento de nutrientes é fundamental para produção de rúcula com bom vigor, crescimento e aspecto visual da folhagem. O Mo é um micronutriente de baixa toxicidade, de fácil manejo e aplicação. Sabe-se que brassicáceas, de maneira geral, são plantas exigentes em micronutrientes como o molibdênio (KARTHIKA; PHILIP; NEENU, 2020), todavia há pouca informação na literatura sobre a aplicação desses nutrientes em cultivo de rúcula. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar se a aplicação foliar de Mo em plantas de rúcula influencia o crescimento dessa cultura.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

A rúcula é uma hortaliça folhosa rica em vitamina C e sais minerais, especialmente cálcio e ferro. Tem sua origem na região mediterrânea da Europa e na parte ocidental da Ásia. Essa hortaliça apresenta folhas alongadas e pode medir entre 10 a 30 centímetros de altura, dependendo da variedade e das condições de cultivo (FAHEY, 2016). É comumente empregada em saladas por proporcionar uma opção mais picante junto às folhas mais suaves (SILVA, 2019).

A produção de rúcula vem crescendo, quando comparado a outras hortaliças folhosas. A rúcula adapta-se bem ao cultivo em canteiros, sendo uma opção de renda para pequenos produtores, justamente pela crescente demanda por hortaliças de alta qualidade ao longo do ano. Todavia, há necessidade de se realizar pesquisas para desenvolver sistemas de cultivo que permitam a manutenção de uma oferta de rúcula ao longo dos meses do ano em diferentes regiões e condições adversas de cultivo. Além disso, deve-se buscar alternativas capazes de potencializar o desenvolvimento da cultura, com o objetivo de obter folhas maiores, com maior vigor e

qualidade nutricional. Nesse contexto, o manejo da adubação pode contribuir para que esses objetivos possam ser alcançados (PASALA *et al.*, 2022). A adubação foliar com micronutrientes melhorou o rendimento e a qualidade do alho (YADAV *et al.*, 2018), enquanto o fornecimento de zinco aumentou a produtividade da cenoura e da alface (SONG; KIM, 2020), por exemplo.

Apesar da importância do fornecimento de nutrientes para as plantas, não há, nos manuais de recomendação de adubação mineral, recomendação específica para o cultivo da rúcula em solo no Brasil, sendo adotado na maioria das vezes indicações generalizadas para folhosas de modo geral (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ V., 1999). Dessa forma, é importante realizar estudos que avaliem a resposta da rúcula à adubação, especialmente de micronutrientes, cuja carência de informações é maior.

Entre os micronutrientes, o uso de molibdênio tem despertado interesse em função do aumento de rendimento que tem proporcionado para algumas culturas, em especial quando aplicado via pulverização foliar (GADALLAH *et al.*, 2022; LI *et al.*, 2020). A função mais importante do molibdênio nas plantas está relacionada com o metabolismo do nitrogênio. Esse micronutriente é um componente essencial em muitas enzimas, como a nitrato redutase e a nitrogenase, as quais são vitais para a absorção de NO^{-3} no solo (CECÍLIO-FILHO *et al.*, 2019). Em plantas deficientes em molibdênio, ocorre acúmulo de nitrato e pode haver deficiência de N. Com isso, o teor de clorofila é reduzido e ocorre menor desenvolvimento da planta. Por outro lado, a disponibilidade desse micronutriente para a planta pode melhorar o desempenho de algumas enzimas, especialmente as envolvidas no metabolismo do nitrogênio, e favorece o crescimento da planta (KAISER *et al.*, 2005). A adubação foliar com Mo aumentou a produtividade e a qualidade nutricional da alface (RESENDE *et al.*, 2009; STEINER *et al.*, 2018). Isso mostra o potencial do uso desse micronutriente em hortaliças folhosas, todavia informações sobre a aplicação de molibdênio em rúcula são escassas.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em área aberta, no mês de junho de 2021, na cidade de Canápolis-MG. O município está situado a 669 m de altitude, latitude 13° 4' 6" Sul e longitude 44° 12' 26" Oeste. Amostras de um Latossolo Vermelho-Amarelo, da região do córrego do cerrado (SANTOS, 2016), próximo ao município citado, foram coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade. As características físicas e químicas desse solo foram descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização física e química do solo utilizado no experimento

$pH_{(H2O)}$	$P_{Mehlich-1}$	K	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al	H+Al	t	MO	Areia	Silte	Argila
	-----mg dm^{-3}---		----------$cmol_c$ dm^{-3}----------					----- dag kg^{-1} ----			
6,2	2,70	21,00	0,50	0,70	0,10	0,95	2,21	0,43	87,20	5,00	7,80

Fonte: Autoria própria

A adubação do solo foi realizada seguindo recomendações para a cultura da couve-flor, por ser da mesma família botânica que a rúcula, devido à ausência de informações especificas para

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v.4, n. 3, set/dez 2022.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: https://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

cultivo da rúcula no Estado de Minas Gerais (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ V., 1999). Não houve necessidade de realização de calagem ou gessagem. A adubação mineral foi realizada, especialmente, para fornecer os macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Para atender as necessidades desses nutrientes, foi utilizado o adubo formulado 04-14-08, sendo aplicado ao solo a quantidade de 10g por saquinho do formulado, no total de 200g em todo o experimento, sendo 2123,14 kg ha^{-1} e 8g de superfosfato simples para cada saquinho, sendo 160g para todo o solo usado no experimento, 1698,51 kg ha^{-1}. Além disso, foi realizada adubação orgânica, por meio da aplicação de 20 t ha^{-1} de esterco de curral curtido. Tanto as fontes de adubação mineral quanto a orgânica foram misturadas ao solo para obter um substrato homogêneo que, em seguida, foi utilizado para preencher sacos plásticos de 20,0 cm de diâmetro e 30,0 cm de altura, com 4,5 kg de solo.

Os tratamentos consistiram no fornecimento de Mo, via adubação foliar, em plantas de rúcula nas seguintes dosagens: 0,0; 0,30; 0,45; 0,60 e 0,90 g L^{-1} de molibdato de sódio. Essas doses correspondem a 0,0; 0,06; 0,09; 0,12 e 0,18 kg ha^{-1} de molibdato de sódio, respectivamente, considerando a aplicação de um volume de calda de 200 L ha^{-1}. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os sacos plásticos contendo as mudas de rúcula foram colocados, espaçados uns dos outros com cerca de 15 cm, sobre pallet de madeira e permaneceram em ambiente aberto durante o experimento. Com o intuito de evitar influência do ambiente sobre a resposta dos tratamentos, o processo de casualização aleatória das parcelas foi realizado a cada intervalo de três dias desde o plantio da rúcula até o final do experimento.

Mudas de rúcula da variedade Astro com 19 dias de plantio das sementes foram adquiridas do viveiro Rosália, situado na cidade de Ituiutaba-MG e transplantadas da bandeja plástica para os sacos plásticos no dia seguinte a aquisição delas. Nessa ocasião, as plantas apresentavam, em média, 28 folhas e 9,7 cm de altura. Foram plantadas duas mudas de rúcula para cada saquinho, com 10 cm de espaçamento entre as plantas. A irrigação foi diária, por meio de aplicação manual de água, duas vezes ao dia com auxílio de um regador. As plantas daninhas emergidas foram cortadas rente ao solo, semanalmente. Foram observadas presença de lagarta e postura de ovos da borboleta-branca-da-couve (*Pieris brassicae*), os quais foram retirados manualmente, preservando as folhas.

A aplicação do molibdênio foi feita aos doze dias após o transplantio da rúcula, sendo realizada uma única aplicação via foliar do produto, molibdato de sódio AgroAdubo® (39% Mo). De acordo com o fabricante, a quantia recomendável de molibdato de sódio para plantas não leguminosas é de 45 g /100 L de água, sem necessidade de adjuvante. Para sua aplicação, foi utilizado um pulverizador borrifador manual de compressão previa e alta pressão, com capacidade de 1 L. As pesagens do molibdato de sódio foram realizadas em balanças com precisão de 0,0001 g e a diluição do produto foi realizada em um balde, previamente lavado.

O molibdato de sódio foi aplicado no intervalo de 17hàs 17h30. Iniciou-se a adubação foliar da menor dosagem para a maior dosagem, sendo que, após cada aplicação, todos os itens utilizados foram lavados com água e sabão. O tratamento controle (0 g L^{-1} de molibdato de sódio) recebeu aplicação de água sem qualquer adição de Mo. No momento da aplicação, as plantas de cada tratamento foram levadas para ambiente afastado dos demais tratamentos, prevenindo, assim, riscos de contaminação por deriva do produto.

Aos 0, 12, 19 e 24 dias, após aplicação (DAA) do molibdato de sódio, foram avaliadas a altura de plantas, a largura de folhas e o número de folhas da rúcula. A altura foi obtida com o auxílio

de uma régua, sendo as medições realizadas da base do solo até o topo da folha. A largura da folha foi medida a partir da parte central do limpo foliar. Na contagem do número de folhas foram consideradas folhas de todos os tamanhos, sendo descartadas somente as que senesceram. A variação no crescimento em altura, largura de folha e número de folhas foi calculada pela subtração entre os valores obtidos para cada uma dessas variáveis nas avaliações aos 24 e 0 DAA dos tratamentos.

Aos 24 dias após aplicação do molibdato de sódio, as plantas foram retiradas dos saquinhos e separadas em raiz e parte aérea. Imediatamente após o corte, a parte aérea foi pesada para obtenção da massa fresca. Em seguida, todo o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel e colocado em estufa de circulação forçada de ar (60 °C) para determinação da massa da matéria seca.

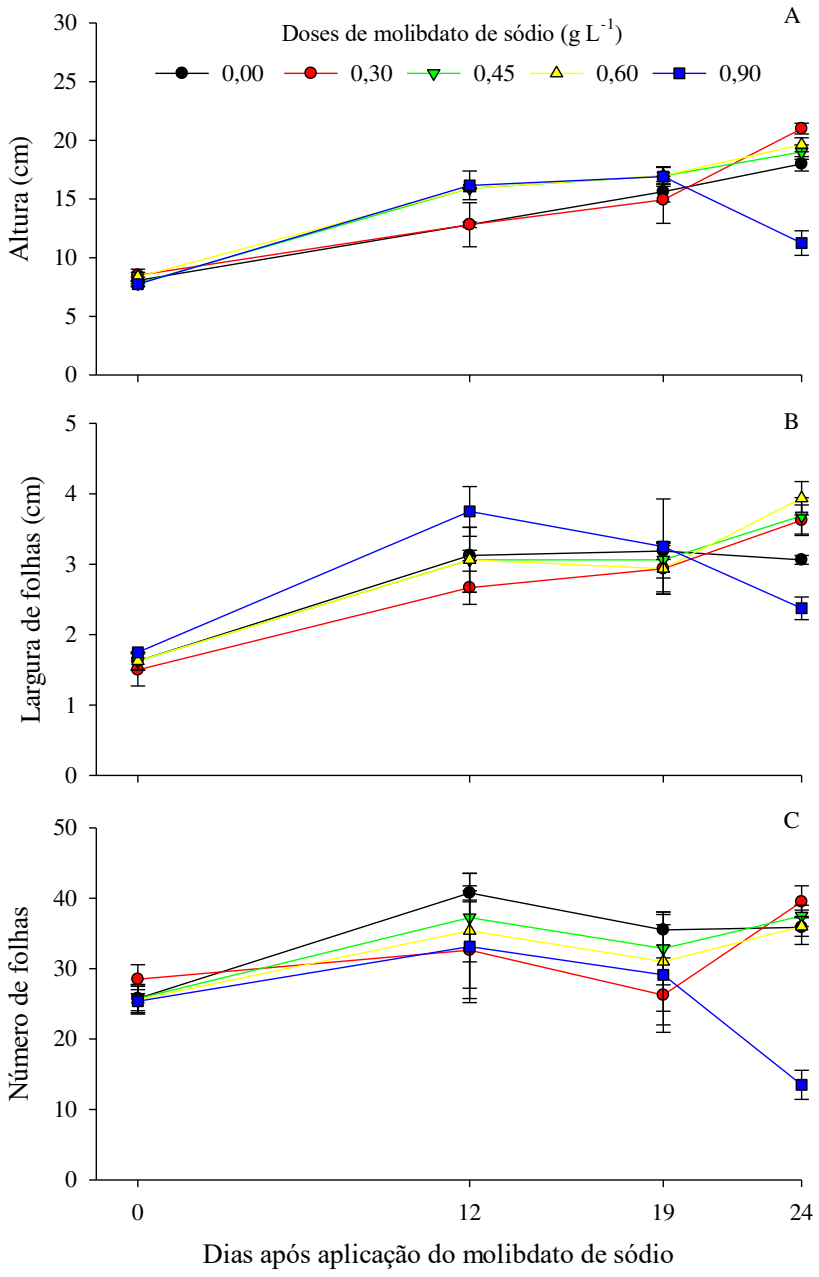
Os dados referentes a altura de plantas, largura de folhas e número de folhas foram apresentados na forma de média e erro padrão para cada tratamento nas diferentes épocas de avaliação. Os demais dados foram submetidos à análise de variância, seguido por análise de regressão e o modelo escolhido, levando-se em consideração a significância estatística (Teste t), o significado biológico do modelo e o ajuste do coeficiente de determinação (R^2). O software SISVAR foi utilizado para realizar as análises (FERREIRA, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses de molibdato de sódio influenciaram o crescimento da rúcula. De maneira geral, observou-se aumento dessa hortaliça em altura, largura de folhas e número de folhas, após a aplicação do fertilizante foliar, ao longo do tempo de cultivo, com exceção do tratamento que recebeu a maior dose do fertilizante, em que foi observado redução dessas variáveis a partir dos 19 DAA (Figura 1).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v.4, n. 3, set/dez 2022.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: https://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Figura 1 - Altura (A), largura de folhas (B) e número de folhas (C) de plantas de rúcula submetidas a aplicação de diferentes doses de molibdato de sódio. Barras representam o erro padrão da média.



Fonte: Autoria própria

Após 12 DAA, observou-se que o tratamento que recebeu 0,90 g L^{-1} de molibdato de sódio apresentou presença de folhas mortas e amareladas. No tratamento que recebeu 0,30 g L^{-1} do adubo foliar, foi observado avanço de desempenho em relação ao desenvolvimento, com folhas de maior limbo foliar e em maior número. Por outro lado, nas plantas que receberam 0,60 g L^{-1}, foi observado, em algumas folhas, na parte limítrofe, um leve enrugamento. Já para as plantas que receberam a dose de 0,45 g L^{-1} não foi observado nenhuma anomalia (Figura 2).

Figura 2 - Comparação de estrutura foliar entre o tratamento que recebeu 0,60 g L^{-1} de molibdato de sódio, e o tratamento que recebeu 0,45 g L^{-1}. A esquerda é observado algumas folhas com sua região limítrofe enrugadas e retorcidas, já as folhas do tratamento 0,45 g L^{-1} mantiveram suas características normais.

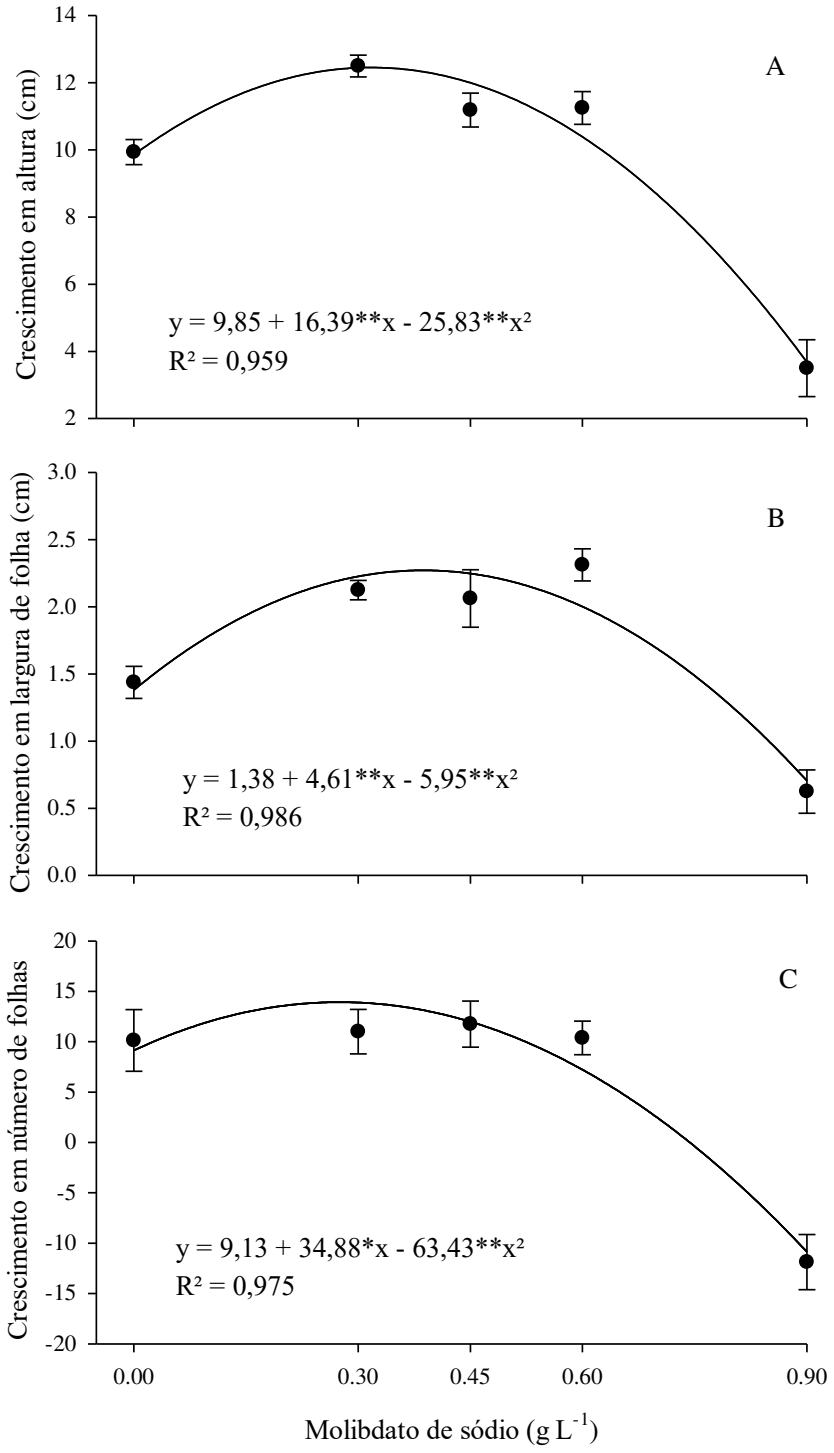


Fonte: Autoria própria

Após 24 DAA, foi observado que as plantas que receberam as doses 0,30 e 0,45 g L^{-1} se destacaram quanto ao número de folhas (Figura 1C). As plantas que foram tratadas com 0,60 g L^{-1} se apresentaram com um menor número de folhas e com folhas de maior medida de limbo foliar, sendo o crescimento de algumas folhas além do esperado para a cultura, com aspecto retorcido, saindo do padrão comercial da cultura de rúcula.

Constatou-se efeito polinomial quadrático para o incremento em altura, largura e número de folhas de rúcula em função das doses de molibdato de sódio utilizadas (Figura 3). A aplicação foliar de Mo resultou no incremento da planta em altura, largura de folhas e número de folhas até determinada dose do micronutriente, a partir da qual houve queda de crescimento da planta (Figura 3). O máximo incremento estimado em altura de rúcula foi de 12,45 cm, obtido na dose de 0,32 g L^{-1} de molibdato de sódio (Figura 3A), enquanto o máximo incremento em largura de folha foi de 2,27 cm, observado na dose de 0,39 g L^{-1} (Figura 3B). O máximo incremente em número de folhas foi de 13,92, obtido com a dose estimada de 0,27 g L^{-1} de molibdato de sódio (Figura 3C). Observou-se que o tratamento que recebeu 0,90 g L^{-1} do micronutriente, apresentou redução de crescimento (Figura 3).

Figura 3 - Variação no crescimento em altura (A), largura de folhas (B) e número de folhas (C) de plantas de rúcula após 24 dias da aplicação de diferentes doses de molibdato de sódio. Barras representam o erro padrão da média. **, * significativo a 5% e a 1% de probabilidade respetivamente, pelo teste t.

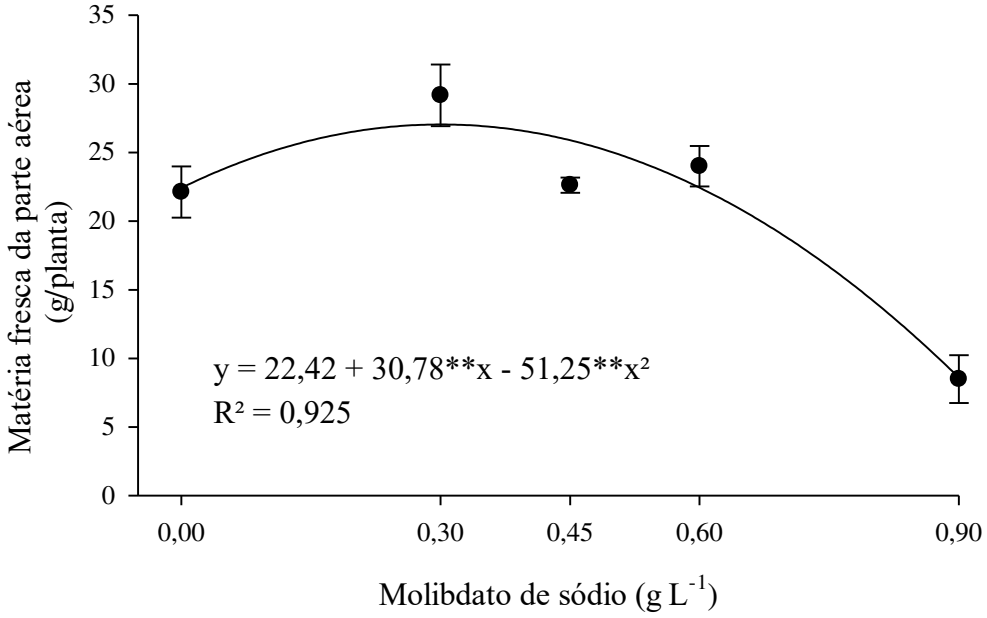


Fonte: Autoria própria

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v.4, n. 3, set/dez 2022.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: https://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Houve uma severa queda na produção de matéria fresca em plantas de rúcula que receberam a aplicação de 0,90 g L^{-1} de molibdato de sódio (Figura 4). A máxima produção de matéria fresca estimada de rúcula foi de 27,04 g, obtida com a dose de 0,30 g L^{-1} desse adubo foliar.

Figura 4 - Matéria fresca da parte área de plantas de rúcula aos 24 dias após aplicação de doses de molibdato de sódio. Barras representam o erro padrão da média. **significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

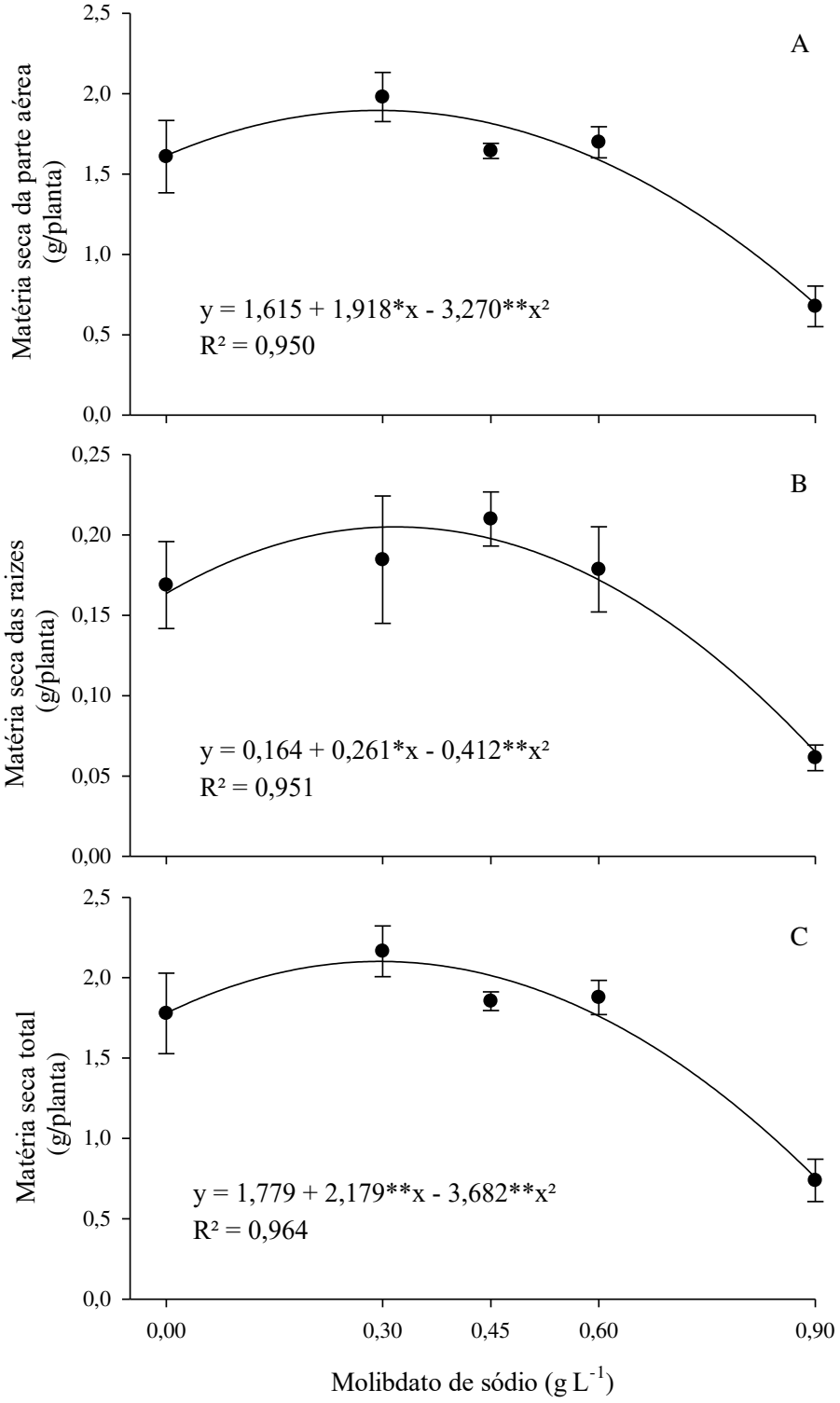


Fonte: Autoria própria

As produções de matéria seca da parte área e raiz de rúcula, em resposta a doses crescente de molibdato de sódio, se ajustaram a modelos quadráticos de regressão (Figura 5). A máxima produção de matéria seca da parte aérea dessa hortaliça foi de 1,90 g/ planta, obtida com dose de 0,29 g L^{-1} (Figura 5A) do adubo foliar, enquanto a de raízes foi de 0,21 g/ planta, com 0,32 g L^{-1} (Figura 5B) e a matéria seca total foi máxima foi de 2,10 g/planta, obtida com a dose de 0,30 g L^{-1} (Figura 5C). Esses resultados corroboram os observados em cultivo de *Brassica parachinensis*, em que a aplicação de Mo, via solo ou semente, aumentou o crescimento e a qualidade da cultura (HUANG *et al.*, 2022). Semelhantemente, a adubação foliar com Mo aumentou a produtividade de alface americana (RESENDE *et al.*, 2009). Aumentos no crescimento das plantas, devido à adubação com Mo, podem estar associados a uma maior absorção de N pela planta, como observado em feijoeiro (PIRES *et al.*, 2004).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v.4, n. 3, set/dez 2022.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: https://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Figura 5 - Matéria seca da parte área (A), das raízes (B) e total (C) de plantas de rúcula aos 24 dias após aplicação de doses de molibdato de sódio. Barras representam o erro padrão da média. **, * significativo a 5% e a 1% de probabilidade respetivamente, pelo teste t.



Fonte: Autoria própria

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v.4, n. 3, set/dez 2022.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: https://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

A redução na produção de matéria fresca e seca (Figura 4 e 5) com o aumento da dose do molibdato de sódio mostra que altas concentrações desse adubo, por aplicação via foliar, provoca declínio na produtividade e descaracterização da rúcula, devido aos efeitos fitotóxicos do fertilizante (Figura 6). Após três dias da aplicação do molibdato de sódio, foi observado que somente plantas que receberam a maior dose desse fertilizante (0,9 g L^{-1}) apresentaram alteração na coloração da haste para cor azul arroxeada, folhas flácidas e com aspectos opacos (Figura 6). A toxicidade do Mo em plantas é rara, sendo que há relatos em couve-flor, em que plantas cultivadas em altas concentrações desse micronutriente apresentaram coloração arroxeada das folhas, devido a um acúmulo de antocianina (KARTHIKA; PHILIP; NEENU, 2020). Dessa forma, as alterações observadas na coloração da rúcula submetida a 0,9 g L^{-1} de molibdato de sódio (Figura 6), provavelmente, se devem ao acúmulo desse pigmento em resposta à alta concentração de Mo nos tecidos da planta.

Figura 6 - Detalhes de mudanças de coloração em hastes de folhas de rúcula aos três dias após aplicação de 0,90 g L^{-1} de molibdato de sódio. Imagem a esquerda retrata planta que recebeu a referida dose do fertilizante e da direita a planta que não recebeu o molibdato de sódio (Testemunha).



Fonte: Autoria própria

Aos dez DAA, foi observado que os tratamentos que receberam a dosagem de 0,45 e 0,60 g L^{-1} de molibdato de sódio apresentaram coloração mais viva, de um verde acentuado, com folhas turgidas e de bom vigor. O tratamento que recebeu a dosagem 0,30 não apresentou destaque considerável em seu desenvolvimento. Já o tratamento que recebeu a dosagem de 0,90 g L^{-1} apresentou folhas amareladas, fracas, com deformidade no caule e folhas cloróticas (Figura 7).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v.4, n. 3, set/dez 2022.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: https://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Figura 7 - Imagem comparativa entre os tratamentos, observando mudança de coloração em folhas de rúcula e formato das folhas de acordo com a quantidade de molibdato de sódio aplicada, via foliar.



Fonte: Autoria própria

Plantas submetidas ao tratamento de 0,90g L^{-1} de molibdato de sódio cresceram menos que o tratamento sem aplicação do fertilizante foliar (Figura 1, 3, 4 e 5). Pode-se observar também que, no momento da colheita, a rúcula que recebeu essa dose de adubo foliar apresentou folhas com coloração amarelada, flácida e pequena (Figura 7).

Apesar de o fabricante do molibdato de sódio, utilizado nessa pesquisa, recomendar a aplicação de 0,45 g L^{-1} (sem necessidade de adjuvante) para plantas não leguminosas, a dosagem que a rúcula apresentou melhor desempenho foi próxima a 0,30 g L^{-1} desse fertilizante (Figura 1, 3, 4 e 5). Os ganhos produtivos da rúcula tipo Astro, obtendo folhas com um maior vigor e mantendo as características originais da cultura, com a aplicação de molibdato de sódio, via foliar, em baixa dosagem, indicam a possível viabilidade do emprego dessa técnica de adubação por pequenos produtores, uma vez que se trata de um produto de fácil manejo.

De maneira geral, analisando os dados coletados, pode ser observado que houve efeito significativo com a aplicação do molibdato de sódio na rúcula, em que doses próximas ou de exatamente 0,30 g L^{-1} proporcionaram aumento na produção e desempenho da cultura, preservando as qualidades visuais da hortaliça. Em contrapartida, a aplicação em alta dosagem

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v.4, n. 3, set/dez 2022.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: https://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

desse micronutriente causou interferência no desenvolvimento, acarretando indivíduos com menor tamanho, morte e amarelecimento de folhas e com aspecto visual comprometido.

CONCLUSÃO

O uso de molibdato de sódio na rúcula tipo Astro, em aplicação única via foliar na dosagem de 0,30 g L^{-1} aumenta o crescimento e a produção de matéria fresca e seca, além de preservar as características da planta. Todavia, as doses mais altas, a partir de 0,90 g L^{-1} desse micronutriente, causam sintomas de fitotoxicidade caracterizados por alteração na coloração da haste para cor azul arroxeada, folhas flácidas e com aspectos opacos.

REFERÊNCIAS

BANA, Ram Swaroop *et al*. Multi-micronutrient foliar fertilization in eggplant under diverse fertility scenarios: Effects on productivity, nutrient biofortification and soil microbial activity. **Scientia Horticulturae**, v. 294, p. 110781, fev. 2022. http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110781.

BELL, Luke; WAGSTAFF, Carol. Glucosinolates, Myrosinase Hydrolysis Products, and Flavonols Found in Rocket (*Eruca sativa* and *Diplotaxis tenuifolia*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 20, p. 4481–4492, 21 maio 2014. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1021/jf501096x.

BITTNER, Florian. Molybdenum metabolism in plants and crosstalk to iron. **Frontiers in plant science**, v. 5, p. 28, 2014. http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2014.00028.

CECÍLIO-FILHO, Arthur Bernardes *et al*. Molybdenum dosage and application timing in sweet corn. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 13, n. 2, p. 219–227, 1 maio 2019. http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2019v13i2.9978.

DIMKPA, Christian O.; BINDRABAN, Prem S. Fortification of micronutrients for efficient agronomic production: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 36, n. 1, p. 7, 7 mar. 2016. http://dx.doi.org/10.1007/s13593-015-0346-6.

FAHEY, Jed W et al. **Brassica**: characteristics and properties. In: CABALLERO, Benjamin et al. Encyclopedia of Food and Health. -: Elsevier Inc., 2016. p. 469-477. Disponível em: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00083-0. Acesso em: 28 set. 2022

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529–535, 20 dez. 2019. Disponível em: http://dx.doi.org/ 10.28951/rbb.v37i4.450.

GADALLAH, Farouk M. *et al*. Nitrogen-molybdenum-manganese co-fertilization reduces nitrate accumulation and enhances spinach (*Spinacia oleracea* L.) yield and its quality. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 29, n. 4, p. 2238–2246, abr. 2022. http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.11.036.

HUANG, Yongdong *et al*. Biochar-based molybdenum slow-release fertilizer enhances nitrogen assimilation in Chinese flowering cabbage (*Brassica parachinensis*). **Chemosphere**, v. 303, p. 134663, set. 2022. http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134663.

JILANI, Muhammad Idrees *et al*. Health benefits of Arugula: A review. **International Journal of Chemical and Biochemical Sciences**, v. 8, p. 65–70, 2015.

KAISER, Brent N. *et al*. The role of molybdenum in agricultural plant production. **Annals of Botany**, v. 96, n. 5, p. 745–754, 1 out. 2005. http://dx.doi.org/10.1093/aob/mci226.

KARTHIKA, K. S.; PHILIP, Prabha Susan; NEENU, S. **Brassicaceae Plants Response and Tolerance to Nutrient Deficiencies**. The Plant Family Brassicaceae. Singapore: Springer Singapore, 2020. p. 337–362. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-981-15-6345-4_11>.

KRISHNASREE, RK; RAJ, Sheeja K; CHACKO, Seethal Rose. Foliar nutrition in vegetables: A review. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 10, n. 1, p. 2393–2398, 1 jan. 2021. http://dx.doi.org/10.22271/phyto.2021.v10.i1ah.13716.

LI, Yadong *et al*. Multifunctional molybdenum disulfide-copper nanocomposite that enhances the antibacterial activity, promotes rice growth and induces rice resistance. **Journal of Hazardous Materials**, v. 394, p. 122551, jul. 2020. http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.122551.

PASALA, Ratnakumar *et al*. **Recent advances in micronutrient foliar spray for enhancing crop productivity and managing abiotic stress tolerance**. Plant Nutrition and Food Security in the Era of Climate Change. [S.l.]: Elsevier, 2022. p. 377–398. http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-822916-3.00008-1.

PIRES, André Assis *et al*. Rendimento de grãos, componentes do rendimento e índice SPAD do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em função de época de aplicação e do parcelamento da aplicação foliar de molibdênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 1092–1098, out. 2004. http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542004000500017.

RESENDE, Geraldo M. De *et al*. Rendimento e teores de macronutrientes em alface tipo americana em função de doses de nitrogênio e molibdênio em cultivo de verão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, p. 153–163, fev. 2009. http://dx.doi.org/0.1590/S1413-70542009000100022.

RIBEIRO, Antonio Carlos; GUIMARÃES, Paulo Tácito G.; ALVAREZ V., Victor Hugo. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5a Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999.

SANTOS, Ana Karoline Ferreira dos. **Sistema de informação geográfica (SIG) aplicado no mapeamento da fragilidade natural na bacia córrego do cerrado em Canápolis (MG).** 2016. 72 f. Monografia (Graduação) - curso de Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2016.

SILVA, Patrícia Augusto da. **Avaliação de cultivares de rúcula e produção de sementes em cultivo orgânico**. 2019. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Produção Vegetal e Bioprocessos Associados, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11182. Acesso em: 28 set. 2022.

SONG, Uhram; KIM, Jieun. Zinc oxide nanoparticles: a potential micronutrient fertilizer for horticultural crops with little toxicity. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 61, n. 3, p. 625–631, 9 jun. 2020. http://dx.doi.org/10.1007/s13580-020-00244-.

STEINER, Fábio *et al*. Foliar application of molybdenum enhanced quality and yield of crispleaf lettuce (*Lactuca sativa* L., cv. Grand Rapids). **Acta Agronómica**, v. 67, n. 1, p. 73–78, 1 jan. 2018. http://dx.doi.org/10.15446/acag.v67n1.59272.

YADAV, L M *et al*. Response of zinc and boron application on yield, yield parameters and storage quality of garlic (*Allium sativum* L.) var . G-282**. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, n. 1, p. 1768–1770, 2018.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a Universidade do Estado de Minas Gerais unidade Ituiutaba e a Leaves Engenharia pelo fornecimento de apoio técnico, equipamentos e instalações para a realização dessa pesquisa.

Recebido em: *03 de outubro 2022*

Aceito em: *21 de novembro 2022*