

Molibdênio no tratamento de sementes de brócolis

Molybdenum in treatment of broccoli seeds

Molibdeno en el tratamiento de semillas de brócoli

Recebido: 18/02/2022 | Revisado: 27/02/2022 | Aceito: 07/03/2022 | Publicado: 14/03/2022

Emanuele Possas de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8039-2176>
Universidade Estadual Paulista, Brasil
E-mail: emanuele.possas@unesp.br

Bianca Bucciarelli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1793-9420>
Universidade Estadual Paulista, Brasil
E-mail: b.bucciarelli@unesp.br

Murilo Martins Piccoli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6339-7223>
Universidade Estadual Paulista, Brasil
E-mail: murilopiccoli25@gmail.com

Antonio Ismael Inácio Cardoso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3251-9491>
Universidade Estadual Paulista, Brasil
E-mail: antonio-ismael.cardoso@unesp.br

Resumo

O brócolis é uma cultura exigente em molibdênio, porém, este nutriente é requerido em pequenas quantidades e talvez a necessidade das plantas possa ser suprida via tratamentos das sementes. No entanto, este tratamento não pode prejudicar a qualidade fisiológica das sementes. Deste modo, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do tratamento com molibdênio em sementes de brócolis na qualidade fisiológica. Foram avaliados 11 tratamentos [fatorial 2 fontes (molibdato de amônio e molibdênio na forma de quelato de aminoácido) x 5 concentrações (0,5; 2,5; 5,0; 10,0; 25,0 g L⁻¹ de água) + 1 controle sem tratamento] no delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. O tratamento foi feito com a imersão das sementes nas soluções/tratamentos por 30 minutos e depois as sementes foram secas. Foram avaliadas a germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, condutividade elétrica, emergência, índice de velocidade de emergência e massa seca da parte aérea. Na comparação entre as fontes de molibdênio, o tratamento com molibdato de amônio apresentou maior valor para a primeira contagem de germinação do que o quelato. No geral, observou-se redução na germinação e no vigor das sementes tratadas com molibdênio em comparação ao controle, principalmente nas maiores doses. Portanto, não se recomenda fazer o tratamento de sementes de brócolis pelo método de imersão nas concentrações e fontes testadas.

Palavras-chave: *Brassica oleraceae* var. *italica*; Micronutriente; Imersão; Qualidade fisiológica.

Abstract

Broccoli is a molybdenum-demanding crop, however, this nutrient is required in small amounts and perhaps the plants' needs can be met through seed treatments. However, this treatment cannot harm the physiological quality of the seeds. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of treatment with molybdenum in broccoli seeds on physiological quality. Eleven treatments were evaluated [factorial 2 sources (ammonium molybdate and molybdenum in the form of amino acid chelate) x 5 concentrations (0.5; 2.5; 5.0; 10.0; 25.0 g L⁻¹ of water) + 1 untreated control] in a completely randomized design, with four replications. The treatment was done with the immersion of the seeds in the solutions/treatments for 30 minutes and then the seeds were dried. Germination, first germination count, germination speed index, electrical conductivity, emergence, emergence speed index and shoot dry weight were evaluated. Comparing the sources of molybdenum, the treatment with ammonium molybdate presented a higher value for the first germination count than the chelate. In general, there was a reduction in germination and vigor of seeds treated with molybdenum compared to control, especially at higher doses. Therefore, it is not recommended to treat broccoli seeds by the immersion method in the concentrations and sources tested.

Keywords: *Brassica oleraceae* var. *italica*; Micronutrient; Immersion; Physiological quality.

Resumen

El brócoli es un cultivo que requiere molibdeno, sin embargo, este nutriente se requiere en pequeñas cantidades y tal vez las necesidades de las plantas puedan satisfacerse mediante tratamientos de semillas. Sin embargo, este

tratamiento no puede dañar la calidad fisiológica de las semillas. Así, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del tratamiento con molibdeno en semillas de brócoli sobre la calidad fisiológica. Se evaluaron once tratamientos [factorial 2 fuentes (molibdato de amonio y molibdeno en forma de quelato de aminoácido) x 5 concentraciones (0.5; 2.5; 5.0; 10.0; 25.0 g L⁻¹ de agua) + 1 testigo sin tratar] en un ensayo completamente al azar, con cuatro repeticiones. El tratamiento se realizó con la inmersión de las semillas en las soluciones/tratamientos durante 30 minutos y luego se secaron las semillas. Se evaluó la germinación, conteo de primeras germinaciones, índice de velocidad de germinación, conductividad eléctrica, emergencia, índice de velocidad de emergencia y masa seca de brotes. Comparando las fuentes de molibdeno, el tratamiento con molibdato de amonio presentó mayor valor para el conteo de primera germinación que el quelato. En general, hubo una reducción en la germinación y el vigor de las semillas tratadas con molibdeno en comparación con el control, especialmente a dosis más altas. Por lo tanto, no se recomienda tratar semillas de brócoli por el método de inmersión en las concentraciones y fuentes probadas.

Palabras clave: *Brassica oleraceae* var. *italica*; Micronutriente; Inmersión; Calidad fisiológica.

1. Introdução

Predominantemente cultivadas por pequenos e médios produtores, as hortaliças são indispensáveis à saúde humana, contribuindo com o fornecimento de vitaminas e sais minerais (Filgueira, 2013). Dentre as hortaliças, as brassicáceas constituem a família botânica que abrange o maior número de culturas, com plantas de variados usos, seja como alimentos frescos ou industrializados ou como plantas forrageiras, medicinais e ornamentais. Entre as espécies pertencentes à família, destaca-se a *Brassica oleracea*, espécie a que pertencem diversas culturas de grande importância como a couve-flor, o repolho, a couve e o brócolis (Marouelli; Melo; Braga, 2017), sendo este último uma das hortaliças com maior aumento de consumo nos últimos anos, o que demonstra que existe um grande potencial de mercado para essa hortaliça.

A importância econômica do brócolis no agronegócio tem sido crescente, em razão da apreciação nos diferentes tipos de culinária, suas propriedades nutricionais e o teor de compostos relacionados à saúde. É fonte de vitamina A, C, cálcio, ferro, fósforo e fibras (Silva; Chalco, 2017). Além da importância econômica, o brócolis tem grande impacto social na geração de empregos diretos e indiretos, desde o plantio até a industrialização (Embrapa, 2015).

O brócolis é uma cultura exigente em molibdênio (Malavolta; Kliemann, 1985), micronutriente indispensável para as brássicas e sem ele a planta não completa o seu ciclo de vida. Esse nutriente faz parte de enzimas como a nitrogenase, redutase do nitrato e oxidase do sulfito (Moreira et al., 2016). A maioria dos autores recomenda a aplicação foliar deste micronutriente tanto na fase de produção de mudas (viveiro) como no campo após o transplante das mudas, sendo que em algumas ocasiões a deficiência de molibdênio tem sido um fator limitante ao cultivo de brócolis (Filgueira, 2013).

Devido às necessidades extremamente pequenas que as culturas apresentam, Murphy e Walsh (1972) e Gupta e Lipsett (1981) consideram que o fornecimento de molibdênio via semente é a modalidade mais indicada para suprir as necessidades das plantas. Segundo estes autores, através da aplicação do molibdênio via semente obtém-se maior uniformidade e eficiência de adubação. No entanto, esta aplicação não pode prejudicar a qualidade do lote de sementes, notadamente a fisiológica.

Tendo em vista a importância do molibdênio na produção de brócolis, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do tratamento com este micronutriente em sementes de brócolis na qualidade fisiológica.

2. Metodologia

O trabalho foi realizado no Laboratório de Sementes de Hortaliças, Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Botucatu. Foram utilizadas sementes sem tratamento prévio da cultivar Calabrês de inflorescência única.

Foram estudados 11 (onze) tratamentos obtidos a partir de um fatorial 2 (fontes: molibdato de amônio e molibdênio na forma de quelato de aminoácido) x 5 (concentrações: 0,5; 2,5; 5,0; 10,0; 25,0 g L⁻¹ de água) + 1 (controle), no delineamento inteiramente casualizados, com quatro repetições.

O tratamento das sementes foi realizado conforme metodologia proposta por Mello e Minami (1999), em que as fontes de nutrientes (nas diferentes concentrações) foram dissolvidas em água deionizada sendo a solução homogeneizada em agitador mecânico. Na sequência, o tratamento foi feito por imersão, colocando-se 5 g de sementes por litro da solução de cada tratamento, onde permaneceram por 30 minutos. Depois as sementes foram transferidas para papel toalha e postas a secar à sombra durante 24 horas. Depois foram colocadas em sacos de papel e armazenadas em câmara seca (20°C e 40% de umidade relativa) até estabilizar o teor de água.

Para avaliar a qualidade das sementes foram avaliadas as seguintes características:

- a) Germinação: foi realizado com quatro repetições de 50 sementes, as quais foram semeadas em caixa gerbox com dois papéis mata-borrão, previamente umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco, segundo metodologia das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), e contabilizado o número de plântulas normais ao 10º dia após a semeadura (DAS), expressos em porcentagem de germinação;
- b) Primeira contagem de germinação: foi computado o percentual de plântulas normais, aos cinco DAS do teste de germinação (BRASIL, 2009);
- c) Índice de velocidade de germinação (IVG): foi registrado diariamente o número de plântulas normais germinadas, até quando houve estabilização da germinação, e o IVG foi calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962): $IVG = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$, significando E1, E2,... En = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem até a última contagem, não cumulativo. N1, N2,... Nn = correspondendo ao número de dias da semeadura à primeira, segunda até a última contagem;
- d) Condutividade elétrica: foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes (sem danos detectados visualmente) previamente aferida a massa em balança analítica de precisão (0,001 g), imersas em 25 mL de água destilada, permanecendo em incubadora BOD a 25°C durante 2 h (Magro et al., 2011). Após o período, foi realizada a leitura da condutividade elétrica em condutivímetro, sendo os resultados expressos em $\mu S \text{ cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de semente.
- e) Emergência: foi feita semeadura de quatro repetições de 25 sementes por tratamento em bandejas de polipropileno de 200 células contendo substrato para mudas, sendo computado o total de plântulas normais emergidas ao 10º DAS, expresso em porcentagem;
- f) Índice de velocidade de emergência: foram realizadas contagens diárias das plântulas normais emergidas durante dez dias, cujo índice foi calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962);
- g) Massa da matéria seca da parte aérea das mudas: foram amostradas dez plântulas do teste de emergência aos 25 DAS (Figura 1) e obtida a massa seca da parte aérea, após secagem em estufa com circulação de ar forçada, mantida à temperatura de 80°C por um período de 72 horas. Após este período, a massa foi determinada em balança analítica, expresso em miligramas por plântula.

Figura 1 – Lavagem do substrato nas plântulas aos 25 DAS.



Fonte: Autores.

As sementes foram armazenadas em local fresco, seco e com pouca luminosidade por seis meses, sendo avaliadas a primeira contagem de germinação e germinação.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, em caso de efeito significativo para concentração da solução, de acordo com o teste F, foi realizada a análise de regressão para verificar o efeito da concentração nas características avaliadas. Para as fontes de molibdênio foi utilizado o teste de Tukey (5%) e para comparar os tratamentos com o controle (sem tratamento) foi utilizado o teste de Dunnett (5%). Foi utilizado o software Sisvar.

3. Resultados e Discussão

O fator fontes de molibdênio foi significativo pelo teste F (5%) da análise de variância apenas para as características primeira contagem (PC) e índice de velocidade de germinação (IVG), enquanto o fator concentrações (C) só não foi significativo para a massa da matéria seca de parte aérea de mudas (MSPA) no teste de emergência. A interação entre os fatores testados foi significativa somente para o índice de velocidade de germinação (IVG) (Tabela 1).

Tabela 1. Valores do teste F na análise de variância para primeira contagem de germinação (PC), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE), emergência (EMERG), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa da matéria seca de parte aérea de mudas (MSPA) em função de concentrações e fontes de molibdênio no tratamento de sementes de brócolis.

	PC (%)	G (%)	IVG	CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)	EMERG (%)	IVE	MSPA (mg)
Fontes de molibdênio (F)	14,74 *	1,29 ns	13,73 *	1,82 ns	2,53 ns	4,00 ns	1,02 ns
Concentrações (C)	6,44 *	4,06 *	7,35 *	44,32 *	7,86 *	3,79 *	0,54 ns
F x C	2,42 ns	2,28 ns	3,24 *	1,93 ns	1,34 ns	0,59 ns	0,32 ns
CV (%)	17,32	7,02	8,50	22,83	4,20	7,78	15,89
Média geral	52,30	87,40	8,44	112,06	94,75	4,27	26,17

* – significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo; F – fontes de molibdênio; C – concentrações; CV – coeficiente de variação. Fonte: Autores.

Na comparação entre as fontes de molibdênio, o tratamento com molibdato de amônio apresentou maior valor (57,80%) para a primeira contagem de germinação (PC) do que o quelato (46,80%) (Tabela 2) e maior valor para o índice de velocidade de germinação (IVG) apenas para a concentração 2,5 g de Mo L⁻¹ de água (Tabela 3). Para as características germinação, condutividade elétrica (CE), emergência (EMERG), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa da matéria seca da parte aérea de mudas (MSPA) não foram observadas diferenças entre as fontes de molibdênio, com médias de 87,40%; 112,06 μS.cm⁻¹.g⁻¹; 94,75%; 4,27 e 26,17 mg, respectivamente (Tabelas 1 e 2). Apenas para o índice de velocidade de germinação na concentração de 10,0 g de Mo L⁻¹ de água, a fonte quelato resultou em valor superior ao molibdato de amônio.

Foram poucas as diferenças observadas entre as fontes de molibdênio estudadas e essas diferenças se relacionaram à velocidade de germinação (PC e IVG), mas não para as outras características relacionadas ao vigor, inclusive sem diferenças para o índice velocidade de emergência (IVE). Não foram encontradas pesquisas em que se tenha estudado fontes de molibdênio no tratamento de sementes de hortaliças, o que dificulta a obtenção de uma conclusão sobre o assunto. Porém, pelos dados obtidos, o molibdato de amônio apresentou melhores resultados do que o quelato, exceto na concentração de 10,0 g de Mo L⁻¹ de água.

Tabela 2. Médias das características primeira contagem de germinação (PC), germinação (G), condutividade elétrica (CE), emergência (EMERG), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa da matéria seca de parte aérea de mudas (MSPA) em função das fontes de molibdênio no tratamento de sementes de brócolis.

Fonte	PC (%)	G (%)	CE (μS.cm ⁻¹ .g ⁻¹)	EMERG (%)	IVE	MSPA (mg)
Molibdato de amônio	57,80 a	88,50 a	106,60 a	93,75 a	4,38 a	26,84 a
Quelato	46,80 b	86,30 a	117,52 a	95,75 a	4,17 a	25,51 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey (p < 0,05) * – significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo; Fonte: Autores.

Tabela 3. Desdobramento da interação para índice de velocidade de germinação (IVG) em função de concentrações e fontes de molibdênio no tratamento de sementes de brócolis.

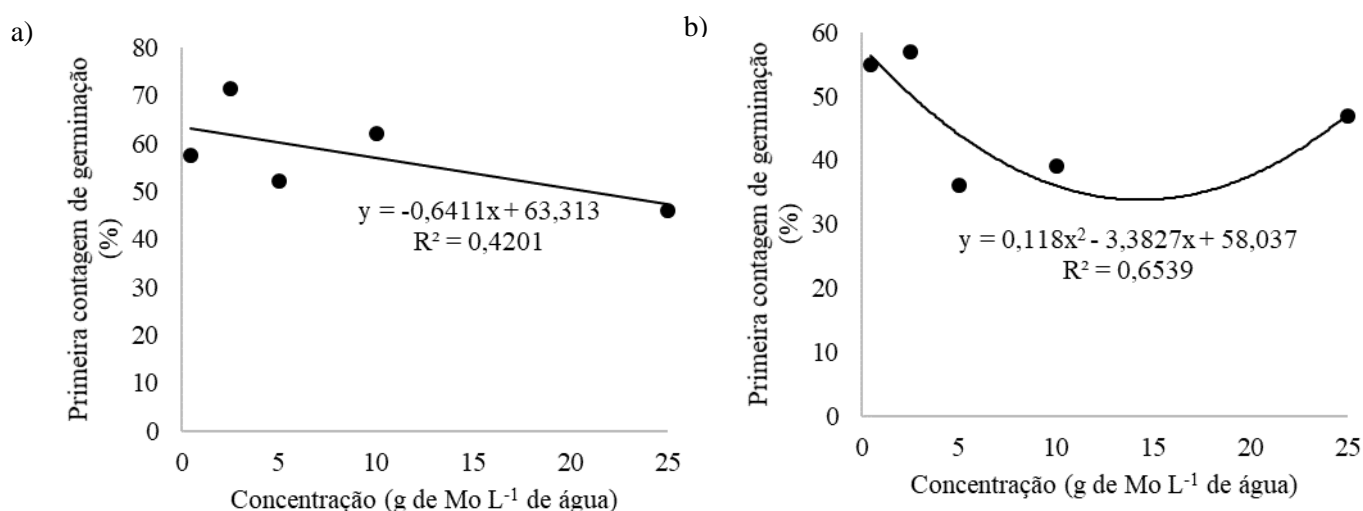
Fonte	Concentração (g de Mo L ⁻¹ de água)				
	0,5	2,5	5,0	10,0	25,0
Molibdato de amônio	8,95 a	9,95 a	7,68 a	7,18 b	7,75 a
Quelato	9,18 a	8,53 b	8,40 a	9,23 a	7,53 a
F (desdobramento)	0,20 ^{ns}	7,90*	2,05 ^{ns}	16,36*	0,20 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste Tukey (p < 0,05); Fonte: Autores.

Observou-se redução linear dos valores da primeira contagem no teste de germinação com o aumento da concentração quando se utilizou o molibdato de amônio, com redução em 0,64% para cada 1 g de Mo L⁻¹ de água (Figura 2a). Resultado semelhante foi observado para o índice de velocidade de germinação de sementes de brócolis tratadas com molibdato de amônio (Figura 3a). Por outro lado, para o quelato os dados se ajustaram ao modelo quadrático tanto para a primeira contagem no teste de germinação (Figura 2b) como para índice de velocidade de germinação (Figura 3b). Apesar dos ajustes a diferentes modelos de regressões, no geral o efeito foi o mesmo, ou seja, redução na velocidade de germinação.

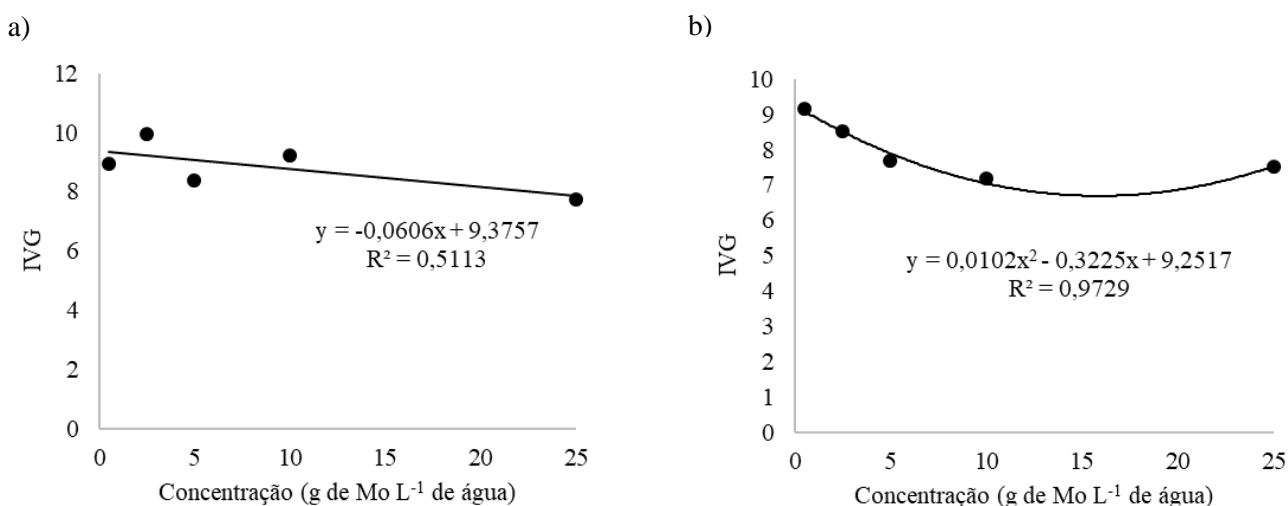
Quanto a germinação, não houve efeito de fontes, assim como a interação entre os fatores (Tabela 1), enquanto que para doses os dados se ajustaram ao modelo linear, independentemente da fonte, com redução nos valores da germinação quanto maior a concentração, sendo estimada redução de 0,40% para cada 1 g de Mo L⁻¹ de água (Figura 4). Resultado similar foi observado para a emergência, também com redução linear de 0,40% para cada 1 g de Mo L⁻¹ de água (Figura 5) e para o índice de velocidade de emergência (Figura 6). Apesar da redução da velocidade (Figura 6) e da emergência (Figura 5), tanto o fator fonte como o fator concentração de molibdênio não diferiram para a massa da matéria seca da parte aérea das plântulas, com média de 26,17 mg por plântula (Tabela 1), provavelmente porque foram utilizadas para esta avaliação apenas as plântulas normais.

Figura 2. Primeira contagem de germinação (%) de sementes de brócolis tratadas com molibdato de amônio (a) e quelato (b) em função da concentração.



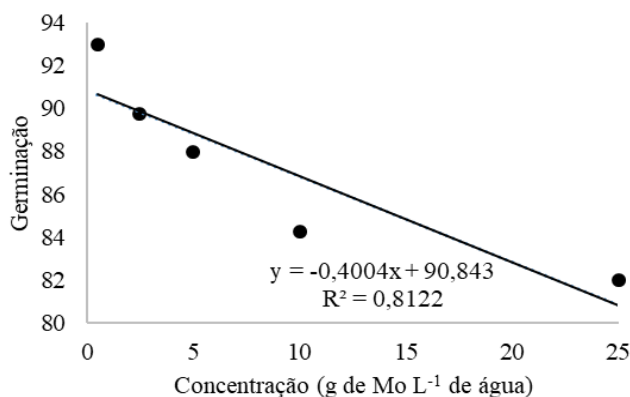
Fonte: Autores.

Figura 3. Índice de velocidade de germinação de sementes de brócolis tratadas com molibdato de amônio (a) e quelato (b) em função da concentração.



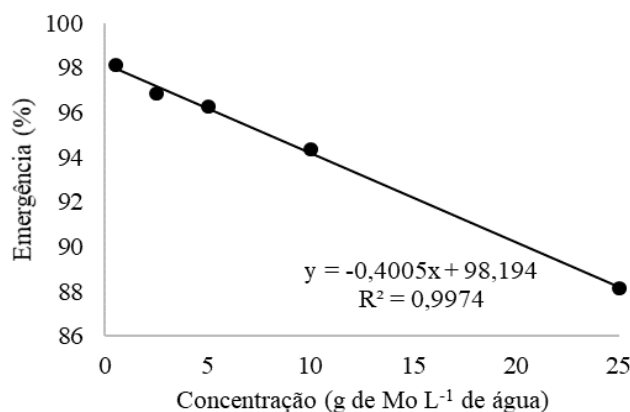
Fonte: Autores.

Figura 4. Germinação de sementes de brócolis tratadas com molibdênio em função da concentração.



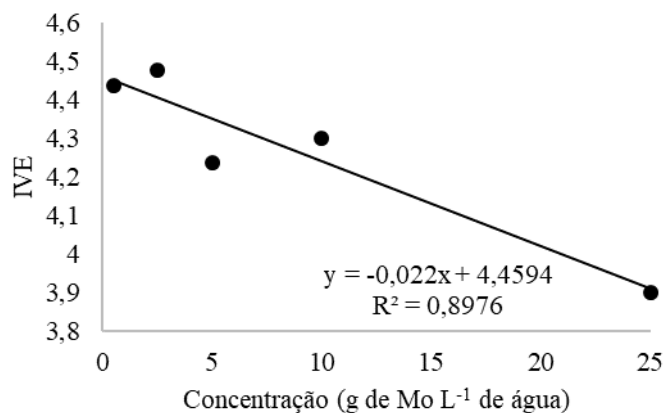
Fonte: Autores.

Figura 5. Emergência de sementes de brócolis tratadas com molibdênio em função da concentração.



Fonte: Autores.

Figura 6. Índice de velocidade de emergência de sementes de brócolis tratadas com molibdênio em função da concentração.

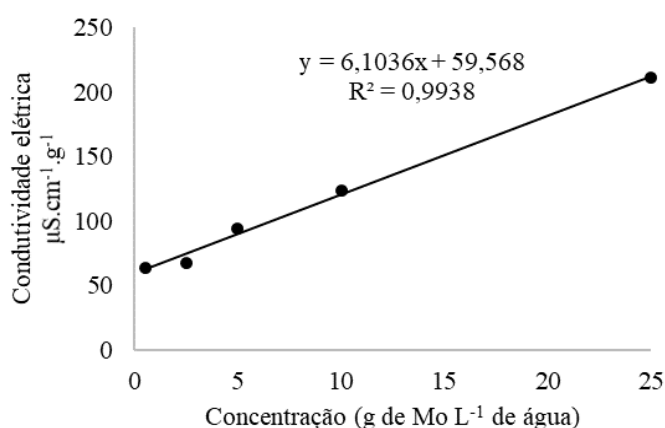


Fonte: Autores.

Para a condutividade elétrica, obteve-se aumento linear nos valores quanto maior a concentração (Figura 8). De todas as características avaliadas, a condutividade elétrica foi a que se observou maior diferença nas estimativas comparando-se a dose

0 (zero), com a maior dose (25 g de Mo L⁻¹ de água) que foi 238,8% superior. Provavelmente este aumento muito pronunciado nos valores da condutividade elétrica não deve ter sido apenas pela redução na qualidade das sementes, mas também pela deposição dos fertilizantes na superfície das sementes que, quando colocadas em água destilada, se desprenderam das sementes, passando para a água e resultando em valores muito superiores quando medidos pelo condutivímetro. Com o aumento das concentrações dos tratamentos, aumenta-se a quantidade de solutos e, conforme sugerido por Vanzolini et. al. (2006), o tratamento com micronutrientes reduz o vigor das amostras, porém deve-se ter cautela na interpretação dos resultados, pois tais dados podem ser consequência de outros fatores que influenciam este teste. O teste de condutividade elétrica é utilizado para averiguar o vigor das sementes, sendo fundamentado pela integridade das membranas celulares das sementes (Marcos Filho et al., 1987), mas a possibilidade de “desprendimento” dos nutrientes aderidos à superfície das sementes com certeza superestimam os valores observados.

Figura 7. Condutividade elétrica obtida de sementes de brócolis tratadas com molibdênio em função da concentração.



Fonte: Autores.

As médias de todos os tratamentos foram comparadas em relação ao controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade (Tabela 4). Observa-se que independentemente da fonte e da concentração, o tratamento das sementes afetou a velocidade de germinação, pois todos os tratamentos foram inferiores ao controle tanto para a primeira contagem (PC) como para o índice de velocidade de germinação (IVG). No entanto, apenas para a maior concentração (25,0 g de Mo L⁻¹ de água) houve redução do índice de velocidade de emergência (IVE) comparativamente ao controle sem tratamento. Provavelmente, os fertilizantes devem ficar aderidos às sementes, tanto que os valores de condutividade foram crescentes quanto maior a concentração (Figura 7) e podem prejudicar o início da germinação. No entanto, no teste de emergência o substrato recebia irrigação duas vezes ao dia e a água descia pelo substrato e, provavelmente, lavava o adubo da superfície das sementes, o que não ocorria no teste de germinação, quando a água foi colocada no papel antes de se colocar as sementes. .

Apenas na maior concentração (25,0 g de Mo L⁻¹ de água) houve redução na germinação com o molibdato de amônio em comparação ao controle, enquanto que para o quelato a redução ocorreu nas duas maiores concentrações (10 e 25,0 g de Mo L⁻¹ de água). Para a emergência em substrato apenas o molibdato de amônio na maior concentração apresentou menor valor de plântulas normais comparativamente ao controle (Tabela 4).

Apesar das poucas diferenças em relação ao controle para emergência e índice de velocidade de emergência, todos os tratamentos resultaram em plântulas com menor massa da matéria seca em comparação ao controle sem tratamento (Tabela 4). Talvez o molibdênio que estava nas sementes e foi liberado para o substrato possa ter prejudicado o desenvolvimento das

plântulas mesmo na menor concentração. Este efeito é indesejável, embora em brássicas nem sempre as mudas maiores e com maior massa resultem em maior produtividade, conforme observado por Godoy e Cardoso (2005) em couve-flor, por Magro et al. (2011) em repolho e por Kano et al. (2008) em brócolis.

Tabela 4. Comparação dos tratamentos (fontes e concentrações e de molibdênio) no tratamento de sementes de brócolis com o tratamento controle.

Fonte	Concentração (g de Mo L ⁻¹ de água)	PC (%)	G (%)	IVG	CE (μS.cm ⁻¹ .g ⁻¹)	Emerg (%)	IVE	MSPA (mg)
M. amônio	0,5	57,5	91,0*	8,95	69,09*	96,25*	4,53*	25,91
M. amônio	2,5	71,5	94,0*	9,95	64,75*	97,50*	4,58*	27,46
M. amônio	5,0	52,0	86,0*	7,68	100,23*	95,00*	4,38*	28,43
M. amônio	10,0	62,0	89,0*	7,18	112,30*	95,00*	4,53*	27,82
M. amônio	25,0	47,0	82,5	7,75	196,61	85,00	3,88	24,58
Quelato	0,5	55,0	95,0*	9,18	59,25*	100,00*	4,35*	24,98
Quelato	2,5	57,0	85,5*	8,53	69,72*	96,25*	4,38*	27,48
Quelato	5,0	36,0	90,0*	8,40	88,42*	97,50*	4,10*	24,85
Quelato	10,0	39,0	79,5	9,23	135,33	93,75*	4,08*	25,37
Quelato	25,0	46,0	81,5	7,53	234,90	91,25*	3,93	24,87
Controle	-	84,5*	97,0*	13,35*	79,92*	95,00*	4,60*	38,21*

M. amônio = Molibdato de amônio. * Médias estatisticamente iguais ao controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade
 Fonte: Autores.

No geral, observa-se que o tratamento por imersão das sementes de brócolis com molibdato de amônio e quelato, como fontes do micronutriente molibdênio, em concentrações que variaram de 0,5 a 25 g de Mo L⁻¹ de água não favoreceram o aumento na qualidade fisiológica (germinação e vigor) do lote, tendo, inclusive, reduzido a qualidade. Teixeira (2006) também não obteve melhoria na qualidade das sementes de milho pipoca com a aplicação de diferentes doses de molibdênio, assim como Possenti e Vilela (2010) com sementes de soja. No entanto, em ervilha, utilizando produto fonte de molibdênio (30%) e cobalto (1,5%) no tratamento de sementes, Levandoski, Menon e Carvalho (2018) relataram que a dose de 0,7 mL kg⁻¹ de sementes beneficiou a qualidade fisiológica. A aplicação de Mo em feijão-guandu através do tratamento de sementes na dose de 4 g kg⁻¹ de sementes foi mais efetiva e econômica em aumentar a produção de sementes em 15,8% sobre o controle sem aplicação (MALLA et al., 2007).

É possível verificar a dificuldade para se estabelecer dosagens para o tratamento de sementes com micronutrientes, já que cada estudo define uma dose ideal diferente. Werner et al. (2020) observaram que aplicações nas sementes de soja com 0,875g de zinco, 0,062g de boro, 0,012g de cobalto e 0,150g de molibdênio dissolvidos em 10mL de água destilada e aplicados em 1 kg de sementes, não influenciou o processo germinativo das sementes de soja, entretanto, proporcionou maior vigor às plântulas através dos parâmetros peso matéria fresca e comprimento de parte aérea. Estes autores também ressaltam a necessidade de estudos que definam dosagens para tratamento de sementes de soja com micronutrientes.

Mello e Minami (1999) estudaram os efeitos da aplicação de molibdênio via semente (0, 13,5; 27 e 54 g Mo kg⁻¹ de sementes) e da calagem (sem e com aplicação de 1,5 t ha⁻¹ de calcário) sobre o crescimento e o desenvolvimento da couve-flor híbrido Shiromaru II. Os autores verificaram que as aplicações de molibdato de amônio não aumentaram a massa média e produção total de “cabeças” da couve-flor. Entretanto, Scheffer e Wilson (1987) comprovaram diferenças entre duas cultivares

de couve-flor quanto à adubação com Mo. No estudo em questão, em solo de pH 5,3, aplicações de 24 e 47 g Mo kg⁻¹ de sementes proporcionaram aumentos de produção de 19 e 23% respectivamente, para a cultivar Victoria. Já para a couve-flor 'Whiteacre' a produção não diferiu significativamente da testemunha.

Quanto ao armazenamento, foi verificado uma redução da porcentagem da primeira contagem de germinação e germinação final das sementes tratadas e também do tratamento controle (Tabela 5). Resultado semelhante foi observado por Albuquerque et al. (2010), em que ao avaliarem o efeito da aplicação de micronutrientes e reguladores de crescimento no tratamento de sementes de tomate durante o armazenamento, constataram que após seis meses, as sementes tratadas apresentaram menores porcentagens de germinação. Entretanto, os mesmos autores verificaram o aumento na velocidade de emergência de plântulas de tomate nas sementes tratadas com o produto na dose recomendada utilizando a técnica de peliculização. Considerando-se a vantagem em se aplicar o nutriente via sementes (Luchese et al., 2004) e a importância do molibdênio para a cultura do brócolis (Malavolta e Kliemann, 1985; Filgueira, 2013), sugerem-se novos estudos com a utilização de tecnologias como a peliculização e peletização visando a obtenção de uma tecnologia que favoreça os produtores, com a aquisição de sementes “enriquecidas” com molibdênio.

Tabela 5. Porcentagem de primeira contagem de germinação (PC) e germinação (G) de sementes de brócolis tratadas com fontes de molibdênio em função da concentração após seis meses de armazenamento.

Fonte	Concentração (g de Mo L ⁻¹ de água)	PC (%)	G (%)
M. amônio	0,5	41,0	84,0
M. amônio	2,5	51,0	86,0
M. amônio	5,0	38,0	81,0
M. amônio	10,0	21,0	71,0
M. amônio	25,0	26,0	84,0
Quelato	0,5	45,0	91,0
Quelato	2,5	46,0	82,0
Quelato	5,0	21,0	75,0
Quelato	10,0	30,0	74,0
Quelato	25,0	28,0	75,0
Controle	-	75,0	88,0

M. amônio = Molibdato de amônio. Fonte: Autores.

4. Conclusão

Não se recomenda fazer o tratamento de sementes de brócolis pelo método de imersão nas concentrações e fontes testadas por reduzirem a qualidade fisiológica das sementes.

Sugere estudos futuros com o tratamento através de outras tecnologias.

Agradecimentos

Os autores agradecem as empresas Feltrin Sementes e a NPA – Núcleo de Pesquisas Aplicadas pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

- Albuquerque, K. A. D.; Oliveira, J. A.; Silva, P. A.; Veiga, A. D.; Carvalho, B. O. & Alvim, P. O. (2010). Armazenamento e qualidade de sementes de tomate enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento. *Ciências agrárias*, 34(1), 20-28.
- Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: MAPA/ACS.
- Embrapa. (2015). Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária. *A cultura do brócolis*. Coleção plantas, 74. Brasília, v. 1, p. 9-15.
- Filgueira, F. A. R. (2013). *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. (3a ed. ver. e ampl.) Viçosa: UFV.
- Godoy, M. C. & Cardoso, A. I. I. (2005). Produtividade da couve-flor em função da idade de transplântio das mudas e tamanhos de células na bandeja. *Horticultura Brasileira*, 23(3), 837-840.
- Gupta, U. C. & Lipsett, J. (1982). Molybdenum in soils, plants, and animals. *Advances in Agronomy*, 34, 73-115.
- Kano, C.; Godoy, A. R.; Higtuti, A. R. O.; Castro, M. M. & Cardoso, A. I. I. (2008). Produção de couve-brócolo em função do tipo de bandeja e idade das mudas. *Ciência e Agrotecnologia*, 32(1), 110-114.
- Levandoski, J. G.; Memon, E. E. & Carvalho, T. C. (2018). Potencial fisiológico de sementes de ervilha submetidas ao tratamento com CoMo. *Revista Cultivando o saber*, 11(1), 69-80.
- Luchese, A. V.; Gonçalves Junior, A. C.; Luchese, E. B. & Braccini, M. C. L. (2004). Emergência e absorção de cobre por plantas de milho (*Zea mays*) em resposta ao tratamento de sementes com cobre. *Ciência Rural*, 34(6).
- Magro, F. O.; Salata, A. C.; Higtuti, A. R. O. & Cardoso, A. I. I. (2011). Teste de condutividade elétrica para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de brócolis. *Nucleus*, 8(1).
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2(1), 176-177.
- Malavolta, E. & Kliemann, H. J. (1985). *Desordens nutricionais no cerrado*. Piracicaba: Potafos.
- Malla, R. M., Padmaja, B., Malathi, S. & Jalapathi, R. L. (2007). Effects of micronutrients on growth and yield of pigeonpea. *Journal of Semi-Arid Tropical Agriculture Research*, 5(1), 1-3.
- Marcos Filho, J.; Cícero, S.M. & Silva, W. R. (1987). *Avaliação da qualidade das sementes*. Piracicaba: Fealq.
- Marouelli, W. A.; Melo, R. A. C. & Braga, M. B. (2017). *Irrigação no cultivo de brássicas*. (Circular Técnica, 158). Brasília, DF: Embrapa Hortaliças.
- Mello, S. C. & Minami, K. (1999). Efeitos do molibdênio e da calagem no crescimento da couve-flor cv. Shiromaru II. *Scientia agrícola*, 56(1).
- Moreira, B. V.; Silva, J. I. M. & Silva, S. (2016). *Aplicação de doses de molibdênio em mudas de repolho*. (IX Jornada Científica) IX Semana de Ciência e Tecnologia IFMG.
- Murphy, L. S. & Walsh, L. M. (1972). Correction of micronutrient deficiencies with fertilizers. In: Mortvedt, J. J.; Giordano, P. M. & Lindsay, W. L. (eds.). *Micronutrients in agriculture* (pp.347-387) Madison: Soil Science Society of America.
- Possenti, J. C. & Villela, F. A. (2010). Efeito do molibdênio aplicado via foliar e via sementes sobre o potencial fisiológico e produtividade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 2(4), 143-150.
- Scheffer, J. J. C. & Wilson, G. J. (1987). Cauliflower: molybdenum application using pelleted seed and foliar sprays. *New Zealand of Experimental Agriculture*, 15(4), 485-490.
- Silva, J. M. & Chalco, F. P. (2017). *Coleções didáticas de sementes de hortaliças*. <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/handle/riuea/653>
- Teixeira, A. R. (2006). *Doses de molibdênio nas culturas do milho-pipoca*. Viçosa: UFV.
- Vanzolini, S.; Martinelli-Seneme, A. & Silva, M.A. (2006). Teste de condutividade elétrica em sementes de soja tratadas com micronutrientes. *Revista Ceres*, 53(309), 590-596.
- Werner, H. A.; Esteves, M. P. C.; Lima, B. M.; Valcácio, T. L.; Castro, W. C. P.; Barros, S. C. S.; Pamplona, V. M. S. & Quadros, B. R. (2020). Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill) tratadas com micronutrientes. *Research, Society and Development*, 9(9), 1-13.