

EMANUELE POSSAS DE SOUZA

**SEMENTES PELICULIZADAS E PELETIZADAS COM BORO E MOLIBDÊNIO NA
QUALIDADE FISIOLÓGICA E PRODUÇÃO DA COUVE-FLOR**

Botucatu

2024

EMANUELE POSSAS DE SOUZA

**SEMENTES PELICULIZADAS E PELETIZADAS COM BORO E MOLIBDÊNIO NA
QUALIDADE FISIOLÓGICA E PRODUÇÃO DA COUVE-FLOR**

Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de
Doutora em Agronomia (Horticultura).

Orientador: Prof. Dr. Antonio Ismael Inácio
Cardoso

Botucatu

2024

S729s Souza, Emanuele Possas de
Sementes peliculizadas e peletizadas com boro e molibdênio
na qualidade fisiológica e produção da couve-flor / Emanuele
Possas de Souza. -- Botucatu, 2024
88 p. : tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu
Orientador: Antonio Ismael Inácio Cardoso

1. Agronomia. 2. Brassica. 3. Micronutriente. 4.
Produtividade. 5. Vigor. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: SEMENTES PELICULIZADAS E PELETIZADAS COM BORO E MOLIBDÊNIO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA E PRODUÇÃO DA COUVE-FLOR

AUTORA: EMANUELE POSSAS DE SOUZA

ORIENTADOR: ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

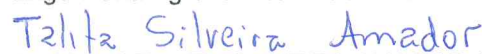
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Agronomia (Horticultura), pela Comissão Examinadora:



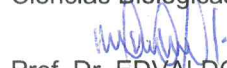
Prof. Dr. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO (Participação Presencial)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu



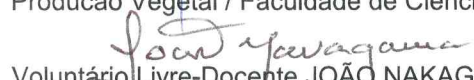
Prof.^a Dr.^a PÂMELA GOMES NAKADA FREITAS (Participação Presencial)
Engenharia Agrônômica / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - UNESP



Prof.^a Dr.^a TALITA SILVEIRA AMADOR (Participação Presencial)
Ciências Biológicas / Centro Universitário de Ourinhos



Prof. Dr. EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA (Participação Presencial)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu



Voluntário Livre-Docente JOÃO NAKAGAWA (Participação Presencial)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu

Botucatu, 19 de fevereiro de 2024

Pos meus amados avós,

de sangue e coração,

dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar presente em cada detalhe e me iluminar em Sua infinita graça. A Nossa Senhora Aparecida por me proteger e guiar sempre. Posso sentir Seu amor e ternura em minha vida.

Aos meus pais, Maristela e Gilson, pela dedicação, amor, incentivo e por construírem a base sólida para que esta conquista fosse possível.

A minha irmã Roberta, por me apoiar e encorajar a seguir com meus sonhos. Sou uma pessoa completa depois do seu nascimento.

A Lucas Delboni, por tornar cada momento incrível e me lembrar do lado bom de cada coisa. Você me inspira a ser uma pessoa melhor, e me faz sentir especial todos os dias. Como é bom dividir essa caminhada com você.

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, por instigar seus alunos a fazer ciência e proporcionar meios para que o conhecimento transforme nossas vidas. Tenho orgulho de fazer parte desta equipe desde a graduação.

A Sakata Seed Sudamerica e Núcleo de Pesquisas Aplicadas Ltda pela cooperação e parceria no desenvolvimento desta pesquisa, disponibilizando produtos e equipamentos para a realização das etapas iniciais deste projeto com qualidade.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de São Manuel e Fazenda Lageado, pelo auxílio na implantação, avaliações, transporte de materiais, entre tantas outras etapas. A ajuda de todos colaborou imensamente com o desenvolvimento desta pesquisa desde o laboratório até o campo.

Ao meu orientador, Antonio Ismael, exemplo de ética profissional, sempre receptivo e disponível para esclarecer dúvidas e despertar novos questionamentos. Agradeço pelas boas ideias, sugestões e motivação ao longo de todo o processo do doutorado.

Aos moradores e ex-moradores da República “Para todos”, Ruan, Rafaelly, Fabrício, Gabriela, Maria Gabriela, Jorgiani e Jolinda. Foi incrível dividir a experiência da pós-graduação com vocês. Obrigada pelas risadas, pelos conselhos, pelo apoio, acolhimento e por toda a ajuda dentro e fora da faculdade. Vocês foram minha família de coração quando a família de sangue não estava por perto.

A todos os demais amigos de Junqueirópolis e Botucatu, Camila, Luana, Joseantonio, Eduardo, Bruno, João, Daniel, Eduarda e em especial, a Sara, pela acolhida emocional desde o princípio. Gratidão eterna pela contribuição imensurável, apoio incondicional e palavras de carinho. Grata pelas aventuras, pelas alegrias e tristezas divididas. A jornada é mais leve com vocês.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“Nada na vida deve ser temido, somente compreendido. Agora é hora de compreender mais para temer menos”. – Marie Curie

Citado em BENARDE, M. A. **Our precarious habitat**. 2. ed. Nova York: W. W. Norton & Company, 1973. 448p.

RESUMO

Dentre as hortaliças mais cultivadas, as brássicas se destacam pela sua expressão econômica, sendo a couve-flor uma hortaliça de grande importância para os agricultores familiares por ser uma cultura de ciclo rápido e com bom retorno financeiro. A couve-flor é uma das hortaliças mais exigentes em micronutrientes, dentre eles o boro (B) e o molibdênio (Mo) e a deficiência destes pode provocar grandes perdas. Diante da importância dos micronutrientes para o bom desenvolvimento da cultura e as vantagens do tratamento via sementes, objetivou-se avaliar o efeito do tratamento com boro e molibdênio em sementes de couve-flor através de peliculização e peletização, verificando a influência de doses destes micronutrientes na qualidade fisiológica e no desenvolvimento em campo da cultura em diferentes manejos. O projeto foi dividido em duas etapas. Na primeira, as tecnologias de aplicação foram avaliadas em experimentos independentes (um para cada micronutriente: boro e molibdênio). Para cada micronutriente foram avaliadas duas tecnologias (peliculização e peletização), cinco doses (0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 g kg⁻¹ de sementes) e três controles (tecnologia sem nutriente e semente nua), com quatro repetições. Os testes de germinação e vigor em laboratório foram realizados no delineamento experimental inteiramente casualizado e os testes em viveiro em blocos ao acaso. Na segunda etapa, foram testadas as doses de 0,5 e 4,5 g kg⁻¹ de sementes de cada nutriente para cada tecnologia no manejo recomendado e com restrição de micronutriente, e avaliou-se o desenvolvimento das plantas e a produção em ambiente protegido, no delineamento de blocos ao acaso. Para o B, quanto maior a dose, menor a germinação e o vigor das sementes, tanto peliculizadas quanto peletizadas. No entanto, os tratamentos com B não reduziram a emergência em substrato. No experimento em ambiente protegido, quando foi realizada adubação com B não foram observadas plantas com sintomas de deficiência. Na ausência de adubação com B, a peliculização das sementes de couve-flor na dose de 0,5 g de B kg⁻¹ de sementes é o tratamento viável comercialmente, pois resultou em uma germinação de 86% e proporcionou menores taxas de plantas com deficiência de boro e elevou a produtividade comercial. Para o Mo, não houve prejuízo na qualidade das sementes tanto na tecnologia com peliculização como na peletização. No entanto, no experimento em ambiente protegido, a suplementação com este micronutriente mostrou-se dispensável, pois não foram observadas plantas com sintomas de deficiência e não alterou a produção.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. *botrytis*; micronutriente; produtividade; vigor.

ABSTRACT

Among the most cultivated vegetables, the varieties of brassica stand out for their economic expression, being cauliflower a vegetable of great importance for family farmers because it is a profitable crop and very demanding in labor. Cauliflower is one of the most demanding vegetables in micronutrients, including boron (B) and molybdenum (Mo) and their deficiency can cause great losses. Given the importance of micronutrients for the proper development of the crop and the advantages of seed treatment, the objective was to evaluate the effect of treatment with boron and molybdenum on cauliflower seeds through film coating and pelleting, verifying the influence of micronutrients and doses on the physiological quality and field development of the crop under different managements. The project was divided into two stages. In the first one, the micronutrients were evaluated in independent experiments (one for each micronutrient: boron and molybdenum). It was evaluated for each micronutrient, two technologies (film coating and pelleting), five doses (0.5; 1.5; 2.5; 3.5 and 4.5 g kg⁻¹ of seeds) and three controls (technology without nutrient and naked seed), with four replications. The germination and vigor tests were organized in a completely randomized experimental design and the nursery tests in randomized blocks. In the second stage, doses of 0.5 and 4.5 g kg⁻¹ of seeds of each nutrient were tested for each technology in the recommended management and with micronutrient restriction, and the development of the plants and the production in a protected environment were evaluated in a randomized block design. For micronutrient B, the higher was the dose, the lower was the germination and vigor of the seeds, both film coated and pelleted. However, treatments with B did not reduce emergence. In the experiment in a protected environment, when fertilization with B was used, no plants with deficiency symptoms were observed. In the absence of B fertilization, the film coating of cauliflower seeds at a dose of 0.5 g of B kg⁻¹ of seeds is the commercially viable treatment, as it resulted in 86% germination and provided lower rates of plants with B boron deficiency and increased commercial productivity. For micronutrient Mo, there was no loss in seed quality either in the technology with film coating or in pelleting. However, in the experiment in a protected environment, supplementation with this micronutrient proved to be unnecessary, as no plants with deficiency symptoms were observed and it did not alter production.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *botrytis*; micronutrient; productivity; vigor.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Capítulo 1 – Semente peliculizada e peletizada com boro na qualidade fisiológica e produção da couve-flor

Figura 1 – Inflorescências de couve-flor com podridão-parda causada pela deficiência de boro..... 35

Figura 2 – Massa de mil sementes (A), dureza de pélete (B), primeira contagem (C), germinação (D), índice de velocidade de germinação (E) e índice de velocidade de emergência (F) de sementes peliculizadas e peletizadas de couve-flor em função das doses de boro..... 38

Figura 3 – Aspecto do produto fonte de boro (A), resistência ao escorrimento do produto fonte de boro (B), final do processo de peliculização com produto fonte de boro (C), sementes tratadas com boro na dose de $4,5 \text{ g de B kg}^{-1}$ de sementes depois da secagem, com resquícios de produto na embalagem (D)..... 42

Capítulo 2 – Semente peliculizada e peletizada com molibdênio na qualidade fisiológica e produção da couve-flor

Figura 1 – Mudanças originárias de sementes tratadas com molibdênio aos 25 dias após a semeadura..... 64

Figura 2 – Massa de mil sementes (A), dureza de pélete (B), primeira contagem (C) e índice de velocidade de germinação (D) de sementes peliculizadas e peletizadas de couve-flor em função das doses de molibdênio..... 71

Figura 3 – Final do processo de peliculização com produto fonte de molibdênio (A), sementes tratadas com molibdênio na dose de $4,5 \text{ g de Mo kg}^{-1}$ depois de secas, sem resquícios de produto na embalagem (B)..... 73

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1 – Semente peliculizada e peletizada com boro na qualidade fisiológica e produção da couve-flor

- Tabela 1 – Médias da massa de mil sementes, primeira contagem, germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de couve-flor peliculizadas e peletizadas com boro.....36
- Tabela 2 – Comparação da peliculização e peletização com boro das sementes de couve-flor com sementes peliculizadas e peletizadas sem nutrientes e com o controle (sementes nuas) para as características de massa de mil sementes (MMS), dureza de pélete (DUR), primeira contagem de germinação (PC), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência (EMERG), índice de velocidade de emergência (IVE), massa fresca de parte aérea da muda (MFPA), massa fresca de raiz da muda (MFR), massa seca de parte aérea da muda (MSPA), massa seca de raiz da muda (MSR) e altura da muda (ALT)..... 39
- Tabela 3 – Médias da emergência (EMERG), índice de velocidade de emergência (IVE), massa fresca de parte aérea (MFPA) e de raiz (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA) e de raiz (MSR) e altura (ALT) de mudas de couve-flor originárias de sementes peliculizadas e peletizadas com boro..... 45
- Tabela 4 – Teor de boro em mudas de couve-flor em função do tratamento de sementes através da peliculização e peletização com diferentes doses de boro.....45
- Tabela 5 – Comparação da peliculização e peletização com boro das sementes de couve-flor com o controle (sementes nuas) para a característica de acúmulo de boro em mudas.....45
- Tabela 6 – Ciclo, número de folhas (NF), massa fresca (MFFC) e seca de folhas e caule (MSFC), massa seca de inflorescência (MSI) e diâmetro da inflorescência (DIAM) de plantas de couve-flor originárias de sementes tratadas com boro em diferentes manejos..... 47
- Tabela 7 – Comparação dos manejos para cada tecnologia e dose de boro no tratamento das sementes para as características massa de matéria fresca

de inflorescência, taxa de plantas com deficiência de boro, produtividade total e comercial.....	48
Tabela 8 – Comparação das tecnologias para cada manejo e dose de boro no tratamento das sementes para as características massa fresca de inflorescência, taxa de plantas com deficiência de boro, produtividade total e comercial.....	49
Tabela 9 – Comparação das doses para cada tecnologia e manejo de boro no tratamento das sementes para as características massa fresca de inflorescência, taxa de plantas com deficiência de boro, produtividade total e comercial.....	50
Tabela 10 – Comparação das plantas de couve-flor originárias de semente nua cultivadas sob manejo com composto orgânico e boro via solo e foliar com os tratamentos das sementes com boro para as características ciclo, número de folhas (NF), massa fresca (MFFC) e seca de folhas e caule (MSFC), massa fresca (MFI) e seca de inflorescência (MSI), diâmetro da inflorescência (DIAM), taxa de plantas com deficiência de boro (DEF), produtividade total (PT) e produtividade comercial (PC).....	51
Tabela 11 – Comparação das plantas de couve-flor originárias de semente nua cultivadas sob manejo sem uso de composto orgânico e sem aplicação de boro via solo ou foliar com os tratamentos das sementes com boro para as características ciclo, número de folhas (NF), massa fresca (MFFC) e seca de folhas e caule (MSFC), massa fresca (MFI) e seca de inflorescência (MSI), diâmetro da inflorescência (DIAM), taxa de plantas com deficiência de boro (DEF), produtividade total (PT) e produtividade comercial (PC).....	52

Capítulo 2 – Semente peliculizada e peletizada com molibdênio na qualidade fisiológica e produção da couve-flor

Tabela 1 – Médias da massa de mil sementes e germinação de sementes de couve-flor peliculizadas e peletizadas com molibdênio.....	68
Tabela 2 – Comparação da peliculização e peletização com molibdênio das sementes de couve-flor com sementes peliculizadas e peletizadas sem nutrientes e com o controle (sementes nuas) para as características de massa de mil sementes (MMS), dureza de pélete (DUR), primeira contagem de	

germinação (PC), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência (EMERG), índice de velocidade de emergência (IVE), massa fresca de parte aérea (MFPA) e de raiz da muda (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA) e de raiz da muda (MSR) e altura da muda (ALT).....	70
Tabela 3 – Primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes peliculizadas e peletizadas de couve-flor com molibdênio para cada dose do nutriente.....	72
Tabela 4 – Médias da emergência (EMERG), índice de velocidade de emergência (IVE), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa fresca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e altura (ALT) de mudas de couve-flor originárias de sementes peliculizadas e peletizadas com molibdênio.....	75
Tabela 5 – Teor de molibdênio em mudas de couve-flor em função do tratamento de sementes através da peliculização e peletização com diferentes doses de molibdênio.....	76
Tabela 6 – Comparação da peliculização e peletização com molibdênio das sementes de couve-flor com o controle (sementes nuas) para a característica de acúmulo de molibdênio em mudas.....	76
Tabela 7 – Ciclo, número de folhas (NF), massa fresca (MFFC) e seca de folhas e caule (MSFC), massa fresca (MFI) e seca de inflorescência (MSI), diâmetro da inflorescência (DIAM), comprimento de folha (COMP), largura de folha (LARG) e produtividade (PROD) de plantas de couve-flor originárias de sementes tratadas com molibdênio em diferentes manejos.....	77
Tabela 8 – Comparação das plantas de couve-flor originárias de semente nua cultivadas sob manejo com composto orgânico antes do plantio e molibdênio via foliar com os tratamentos em que as sementes receberam molibdênio para as características ciclo, número de folhas (NF), massa fresca (MFFC) e seca de folhas e caule (MSFC), massa fresca (MFI) e seca de inflorescência (MSI), diâmetro da inflorescência (DIAM), comprimento de folha (COMP), largura de folha (LARG) e produtividade (PROD).....	78

Tabela 9 – Comparação das plantas de couve-flor originárias de semente nua cultivadas sob manejo sem uso de composto orgânico antes do plantio e sem aplicação de molibdênio via foliar com os tratamentos em que as sementes receberam molibdênio para as características ciclo, número de folhas (NF), massa fresca (MFFC) e seca de folhas e caule (MSFC), massa fresca (MFI) e seca de inflorescência (MSI), diâmetro da inflorescência (DIAM), comprimento de folha (COMP), largura de folha (LARG) e produtividade (PROD).....	78
--	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	23
CAPÍTULO 1 – SEMENTE PELICULIZADA E PELETIZADA COM BORO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA E PRODUÇÃO DA COUVE-FLOR.....	25
1.1 INTRODUÇÃO.....	27
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
1.2.1 Áreas experimentais, tratamentos e delineamento experimental.....	29
1.2.2 Peliculização.....	31
1.2.3 Peletização.....	31
1.2.4 Instalação da pesquisa de campo e tratos culturais.....	32
1.2.5 Avaliação das características físicas e qualidade fisiológica em laboratório.....	33
1.2.6 Avaliação da qualidade das mudas em viveiro.....	34
1.2.7 Avaliação das plantas em campo.....	34
1.2.8 Análise estatística do experimento em laboratório e viveiro.....	36
1.2.9 Análise estatística do experimento em campo.....	36
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
1.3.1 Qualidade fisiológica e desenvolvimento de mudas.....	36
1.3.2 Desempenho agrônômico.....	44
1.4 CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS.....	54
CAPÍTULO 2 – SEMENTE PELICULIZADA E PELETIZADA COM MOLIBDÊNIO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA E PRODUÇÃO DA COUVE-FLOR.....	58
2.1 INTRODUÇÃO.....	60
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	61
2.2.1 Áreas experimentais, tratamentos e delineamento experimental.....	61
2.2.2 Peliculização.....	63
2.2.3 Peletização.....	63
2.2.4 Instalação da pesquisa de campo e tratos culturais.....	63
2.2.5 Avaliação das características físicas e qualidade fisiológica em laboratório.....	65

2.2.6	Avaliação da qualidade das mudas em viveiro.....	66
2.2.7	Avaliação das plantas em campo.....	66
2.2.8	Análise estatística do experimento em laboratório e viveiro.....	67
2.2.9	Análise estatística do experimento em campo.....	68
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
2.3.1	Qualidade fisiológica e desenvolvimento de mudas.....	68
2.3.2	Desempenho agrônomo.....	75
2.4	CONCLUSÕES.....	80
	REFERÊNCIAS.....	81
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
	REFERÊNCIAS.....	87

INTRODUÇÃO GERAL

Predominantemente cultivadas por pequenos e médios produtores, as hortaliças são indispensáveis à saúde humana, contribuindo com o fornecimento de fibras, vitaminas e sais minerais (Filgueira, 2013). O cultivo de hortaliças tem particularidades que as diferenciam de outros setores do agronegócio, constituindo um grupo diversificado de plantas abrangendo mais de uma centena de espécies. Como atividade agroeconômica, diferencia-se ainda por exigir altos investimentos em contraste com outras atividades agrícolas extensivas. Entretanto, permite a obtenção de elevada produção e de altos rendimentos por hectare cultivado e por hectare/ano, dependendo do valor agregado do produto e do cenário de mercado (Melo; Vilela, 2007; Melo; Araújo, 2016).

Dentre as hortaliças, destacam-se as brássicas como o grupo mais numeroso de espécies cultivadas, sendo a *Brassica oleraceae* a mais importante (Carlos et al., 2022). Esta espécie abrange um grande número de culturas, dentre elas a couve-flor (*B. oleracea* var. *botrytis*).

São vários os fatores que influenciam o desempenho agrônômico da couve-flor, se destacando o correto fornecimento de nutrientes ao longo do seu desenvolvimento para a garantia da produção de inflorescências comercializáveis. O teor adequado de macro e micronutrientes disponíveis para a cultura evita a ocorrência de anomalias fisiológicas, auxiliam no controle fitossanitário, além de prolongar a vida pós-colheita (Filgueira, 2013).

A couve-flor é exigente em micronutrientes, principalmente boro e molibdênio e, dependendo do nível de fertilidade do solo e teor de matéria orgânica, a deficiência destes tem sido um fator limitante ao seu cultivo (Filgueira, 2013). O boro é essencial para o crescimento celular, principalmente nas partes jovens da planta, como gemas, meristemas apicais e estruturas reprodutivas, as quais ainda não sofreram maturação (Zhou et al., 2017). Por sua vez, o molibdênio faz parte da composição da enzima redutase do nitrato, que converte o nitrogênio absorvido na forma de nitrato em nitrito, o qual será transformado em amônia para a síntese de aminoácidos e proteínas (Prado, 2008).

Batabyal, Sarkar e Mandal (2015) relataram que a aplicação de boro aumentou significativamente a produção da couve-flor. Camargo et al. (2009) verificaram que a adubação com B, independentemente da época de aplicação, reduziu a podridão-

parda da couve-flor 'Sharon' cultivada em solo com teor médio de B ($0,54 \text{ mg de B dm}^{-3}$). Entretanto, os autores ressaltaram que mais estudos são necessários em outros solos e cultivares para redução desse distúrbio fisiológico em condições tropicais e melhoria da eficiência da adubação com boro.

Macieira et al. (2008), ao testarem os efeitos da interação entre adubação com nitrogênio, zinco e molibdênio na produção da couve-flor, concluíram que a aplicação de 150 kg ha^{-1} de nitrogênio em adubação de cobertura associado a aplicação de $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ de produto a base de zinco e molibdênio aumentou a massa fresca da inflorescência.

Um método de adicionar nutrientes às culturas é o tratamento de sementes, que apresenta vantagens como melhor uniformidade de aplicação, bom aproveitamento pela planta e, principalmente, redução dos custos de aplicação (Farooq; Wahid; Siddique, 2012). Exemplos destes tratamentos são a peletização e a peliculização, em que sementes de diferentes espécies podem ser tratadas com micronutrientes e recobertas com polímeros obtendo vantagens na qualidade do lote de sementes (germinação e vigor) (Bays et al., 2007; Diniz et al., 2007; Melo et al., 2015), mas nem sempre se avalia o efeito deste tratamento até o final do ciclo.

Visto que nem sempre o produtor faz todas as aplicações necessárias de boro e molibdênio para o adequado desempenho agrônomo da couve-flor e os sintomas de deficiência podem aparecer apenas próximo à colheita, principalmente de boro, se estes nutrientes puderem ir junto com a semente, pode haver redução nas perdas por parte dos produtores que não fazem a aplicação adequada. Além disto, no caso das hortaliças em que há predomínio de híbridos, nem sempre estas tecnologias representam grande aumento no preço das sementes, principalmente a peliculização que já é comum para a maioria delas, inclusive as brássicas. No caso da peletização, o custo é maior e ainda não é utilizada em grande escala em brássicas. No entanto, é a tecnologia em que os nutrientes aplicados ficam mais afastados da superfície das sementes e, portanto, com menor probabilidade de afetar negativamente a qualidade fisiológica das mesmas em maiores doses do nutriente adicionado. Dessa forma, objetiva-se estudar o efeito de doses de boro e molibdênio aplicados às sementes pelas tecnologias de peliculização e peletização na qualidade fisiológica das sementes, no desenvolvimento e produção de couve-flor.

CAPÍTULO 1

SEMENTE PELICULIZADA E PELETIZADA COM BORO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA E PRODUÇÃO DA COUVE-FLOR

RESUMO

A couve-flor é uma hortaliça de grande importância econômica e social, principalmente para pequenos e médios produtores e é uma das hortaliças mais exigentes em micronutrientes, principalmente boro. Diante da importância deste micronutriente para o bom desenvolvimento da cultura e as vantagens do tratamento via semente, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento com boro em sementes de couve-flor através de peliculização e peletização, na qualidade fisiológica e no desempenho agrônomo da cultura. Foram avaliados treze tratamentos, em esquema fatorial $2 \times 5 + 3$: duas tecnologias (peliculização e peletização), cinco doses (0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 g de B kg^{-1} de sementes) e três testemunhas (tecnologia sem nutriente e semente nua), com quatro repetições, no delineamento inteiramente casualizado para os testes conduzidos em laboratório e em blocos ao acaso para os testes em viveiro. Para a avaliação do desempenho agrônomo da cultura, foram avaliados dez tratamentos em esquema fatorial $2 \times 2 \times 2 + 2$: duas tecnologias de tratamento de sementes (peliculização e peletização); duas doses de B (0,5 e 4,5 g kg^{-1} de sementes), dois manejos de adubação (de acordo com o recomendado por Trani et al. (2022) e adubação sem fonte de B) e dois tratamentos controle (semente nua), um em cada manejo, no delineamento de blocos ao acaso, com seis repetições e parcela experimental composta por quatro plantas conduzidas em vaso. O tratamento com boro reduziu drasticamente a germinação das sementes em condições de laboratório. No entanto, não afetou a emergência final das sementes em substrato, tanto na tecnologia com peliculização como na peletização, apesar de reduzir a massa seca das raízes das mudas na maioria das doses. Sementes tratadas com boro podem ser comercializadas com a peliculização ou peletização na menor dose testada (0,5 g de B kg^{-1} de sementes), por serem os tratamentos com valores de germinação superiores a 80%, mínimo aceito por legislação atual. Na avaliação do desempenho agrônomo, quando foi realizada adubação com B não foram observadas plantas com sintomas de deficiência. Entretanto, na ausência de

adubação com B, foram obtidas 62,5% de plantas com deficiência ao final do ciclo quando se utilizou sementes sem tratamento com B. Neste caso, recomenda-se o uso de sementes peliculizadas na dose de 0,5 g kg⁻¹ de sementes, pois foi o único tratamento com germinação acima do padrão mínimo (86%) e elevou a produtividade comercial em 125%.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. *botrytis*; podridão-parda, produtividade; vigor.

ABSTRACT

Cauliflower is a vegetable of great economic and social importance, especially for small and medium-sized producers, and it is one of the most demanding vegetables in terms of micronutrients, mainly boron. Given the importance of micronutrients for the proper development of the crop and the advantages of seed treatment, the present study aimed to evaluate the effect of treatment with boron on cauliflower seeds through film coating and pelleting, on physiological quality and agronomic performance of the crop. Thirteen treatments were evaluated, in a 2x5+3 factorial scheme: two technologies (film coating and pelleting), five doses (0.5; 1.5; 2.5; 3.5 and 4.5 g of B kg⁻¹ of seeds) and three controls (technology without nutrient and untreated seed), with four replications, in a completely randomized design for tests conducted in the laboratory and in randomized blocks for tests in the nursery. To evaluate the agronomic performance of the crop, ten treatments were evaluated in a 2x2x2+2 factorial scheme: two seed treatment technologies (film coating and pelleting); two B doses (0.5 and 4.5 g kg⁻¹ of seeds), two fertilization managements (as recommended by Trani et al. (2022) and fertilization without a B source) and two control treatments (untreated seed), one in each management, in a randomized block design, with six replications and experimental plot composed of four plants grown in pots. Boron treatment drastically reduced seed germination under laboratory conditions. However, it did not affect the final emergence of the seeds, both in the technology with film coating and in the pelleting, despite reducing the dry mass of the roots in most doses. Considering only germination under controlled conditions, seeds treated with boron can be commercialized with film coating or pelleting at the lowest dose tested (0.5 g of B kg⁻¹ of seeds), as these treatments have germination values greater than 80%, the minimum accepted by current legislation. In the evaluation of agronomic performance,

when fertilization with B was performed, no plants with deficiency symptoms were observed. However, in the absence of B fertilization, 62.5% of deficiency plants were obtained at the end of the cycle when seeds without B treatment were used. In this case, it is recommended to use seeds with film coating at a dose of 0.5 g kg^{-1} of seeds, as it was the only treatment with germination above the minimum standard (86%) and increased commercial productivity by 125%.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *botrytis*; brown rot; productivity; vigor.

1.1 INTRODUÇÃO

As brassicáceas constituem a família botânica que abrange o maior número de espécie hortícolas, com plantas de variados usos, seja alimentos in natura ou industrializados ou como plantas forrageiras, medicinais e ornamentais. Entre as espécies herbáceas pertencentes à família destaca-se a couve-flor (*Brassica oleraceae* var. *botrytis*) (Marouelli; Melo; Braga, 2017).

A cultura apresenta alta demanda de nutrientes em curto espaço de tempo. A disponibilidade adequada dos micronutrientes é de extrema importância para a garantia de plantas saudáveis e produtivas (Bolfarini et al., 2017), sendo exigente em boro e molibdênio.

Em algumas espécies, o fornecimento de micronutrientes vem sendo realizado via aplicação foliar ou via tratamento pré-semeadura, pela imersão das sementes em solução com concentração pré-estabelecida do micronutriente, por determinado período, bem como pela adição diretamente às sementes no momento da semeadura (Almeida; Brandão; Rossetto, 2015). Entretanto, a imersão direta das sementes em soluções com nutrientes pode prejudicar a qualidade fisiológica das sementes (Souza et al., 2022). Para reduzir este contato, pode-se fazer o tratamento pelas tecnologias da peliculização ou peletização.

A peliculização, também conhecida como “film coating” (película de recobrimento), é uma técnica desenvolvida primeiramente visando facilitar a operação de semeadura e proporcionar proteção das sementes tratadas (com fungicidas e outros compostos) no solo em condições adversas (Schoeninger; Bischoff, 2014), sendo que a característica deste tratamento é que não há modificação da forma ou tamanho das sementes. Esta tecnologia consiste em um filme composto de uma mistura de

polímeros, plásticos e corantes, que envolve a semente. Junto com o material inerte utilizado, podem ser incorporadas outras substâncias tais como nutrientes, fungicidas, entre outros aditivos.

A peletização surgiu com o objetivo de facilitar a distribuição das sementes, seja no sistema de semeadura manual ou mecanizado, ao promover a alteração de forma, tamanho e massa das mesmas. Esta técnica vem sendo utilizada principalmente em sementes de hortaliças, que possuem características que podem dificultar a semeadura, como superfície irregular, presença de tricomas, espinhos e pequeno tamanho e massa (Nascimento; Silva, 2012; Lopes; Nascimento, 2012). Estas sementes são revestidas com material de enchimento, o qual deve ser seco, inerte e de granulometria fina; um material cimentante (adesivo), o qual deve ter afinidade com os ingredientes, ser prontamente solúvel em água, e não fitotóxico (Lopes; Nascimento, 2012). Junto com estes materiais, também podem ser incorporadas outras substâncias, como os nutrientes. Por serem várias camadas do material inerte, pode permitir que os aditivos, como os nutrientes, fiquem afastados das sementes, podendo reduzir o dano que estes aditivos podem provocar às mesmas. É importante que o recobrimento não ofereça resistência à protrusão da radícula e a estrutura que irá formar a parte aérea da planta, devendo permitir a passagem de água e oxigênio para que o embrião comece a desenvolver-se naturalmente (Nascimento; Silva, 2012; Schoeninger; Bischoff, 2014).

O boro é um micronutriente importante que pode ser adicionado via tratamento de sementes, em que sua principal função está relacionada a estrutura da parede celular e com substâncias pécticas associadas a elas, principalmente a lamela média. No caso da omissão do boro, pode haver a paralisação do alongamento de raízes pela falta de divisão das células meristemáticas, já que este micronutriente age como um regulador da divisão celular. É essencial para o crescimento celular, principalmente nas partes jovens da planta, como gemas, meristemas apicais e estruturas reprodutivas, as quais ainda não sofreram maturação (Malavolta, 2006; Prado, 2008). Em couve-flor, no caso de deficiência de B há a ocorrência da podridão-parda, em que se desenvolvem pontuações escuras na inflorescência, medula oca e escurecida e necroses corticosas nas nervuras principais da folha (Filgueira, 2013).

Nascimento et al. (2015), fazendo a aplicação de duas fontes de boro (ácido bórico e octaborato de sódio tetrahidratado), em cinco doses (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 mg kg⁻¹ de solo) em couve-flor cultivar Piracicaba Precoce, concluíram que os maiores valores

de massa fresca e seca das plantas foram obtidos nas aplicações de ácido bórico, independente da dose utilizada.

Para couve-flor, Trani et al. (2022) recomendam a adubação de plantio com boro, além da pulverização foliar com ácido bórico e molibdato de amônio três vezes durante o ciclo. Também recomendam aplicar 40 t ha⁻¹ de composto orgânico, que pode ser fonte de nutrientes, inclusive de boro. No entanto, nem sempre o produtor tem composto orgânico em tal quantidade, além de que a aplicação de boro em pequena quantidade nem sempre é feita, pois este micronutriente é um dos que apresenta uma faixa muito estreita entre o mínimo necessário e o máximo permitido para não causar toxidez (Malavolta et al., 1997) e, se aplicado em excesso ou desuniforme no campo, pode provocar outros prejuízos.

Diante da importância dos micronutrientes para o adequado desenvolvimento da cultura e as vantagens do tratamento via semente, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento com boro em sementes de couve-flor, através de peliculização e peletização, na qualidade fisiológica e no desenvolvimento e produção de couve-flor em manejo com e sem adubação com boro.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Áreas experimentais, tratamentos e delineamento experimental

O tratamento de sementes foi realizado na Sakata Seed Sudamerica®, localizada em Bragança Paulista-SP. As análises de germinação e vigor foram feitas no laboratório de sementes de hortaliças do Departamento de Produção Vegetal, setor Horticultura e o desenvolvimento das mudas no viveiro do Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente, ambos pertencentes à Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA-UNESP), Campus de Botucatu-SP.

O viveiro, do modelo arco, pé direito de 3,0 m, cobertura com plástico difusor de luz e laterais com tela de monofilamento 50% contava com suportes aramados a 50 cm do solo e sistema de irrigação com microaspersores “*up side down*” com lâmina média de 5 L m².

Foram utilizadas sementes de couve-flor doadas pela Sakata Seed Sudamerica® de um híbrido de verão, produzidas na província de Limari-Chile. O produto fonte de

boro (B na forma de complexo Boro-poliol, contendo 85,8 g L⁻¹ de B) foi doado pelo Núcleo de Pesquisas Aplicadas Ltda[®] de Jaboticabal-SP.

Foram realizados dois experimentos independentes, um para a análise da qualidade fisiológica e desenvolvimento de mudas e outro para o desempenho agrônomo em campo da couve-flor.

Para a etapa de laboratório e viveiro, foram avaliados treze tratamentos, em esquema fatorial 2x5+3: duas tecnologias de tratamento de sementes (peliculização e peletização), cinco doses (0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 g de B kg⁻¹ de sementes) e três testemunhas (cada tecnologia sem nutriente, considerada dose 0, e semente nua), com quatro repetições, no delineamento inteiramente casualizado para os testes conduzidos em laboratório e em blocos ao acaso para os testes em viveiro.

Para a etapa de campo, foram avaliados dez tratamentos em esquema fatorial 2x2x2+2: duas tecnologias de tratamento de sementes (peliculização e peletização), duas doses de boro (0,5 e 4,5 g de B kg⁻¹ de sementes), dois manejos de adubação (de acordo com o recomendado por Trani et al. (2022) e adubação sem fonte de boro) e um tratamento controle (semente nua) em cada manejo (recomendado e sem o nutriente), em delineamento de blocos ao acaso, com seis repetições e cada parcela experimental composta por quatro plantas conduzidas em vaso.

As doses testadas nesta etapa foram selecionadas a partir da observação dos dados de laboratório e viveiro. Considerando que perante os tratamentos, o comportamento das sementes e das mudas foram muito diferentes entre si, não havendo um padrão entre os resultados, optou-se pela menor e a maior dose testadas (0,5 e 4,5 g de B kg⁻¹ de sementes) visando uma maior amplitude de possíveis respostas no campo.

Foram testados os seguintes manejos: Manejo 1: uso de adubo orgânico (torta de mamona na dose de 4 t ha⁻¹), adubação de plantio com nitrogênio (ureia na dose de 60 kg ha⁻¹ de N), fósforo (superfosfato simples na dose de 520 kg ha⁻¹ de P₂O₅), potássio (cloreto de potássio na dose de 180 kg ha⁻¹ de K₂O), boro (ácido bórico na dose de 2,7 kg ha⁻¹ de B) e adubação foliar com B e Mo (solução de 1 g L⁻¹ de ácido bórico e 1 g L⁻¹ de molibdato de sódio, aos 15, 35 e 55 dias após o transplantio das mudas - DAT); Manejo 2: sem uso de adubo orgânico, não utilização de B na adubação de plantio (apenas NPK) e adubação foliar somente com Mo (solução de 1 g L⁻¹ de molibdato de sódio, aos 15, 35 e 55 DAT).

Os teores de macro e micronutrientes obtidos pela análise química da torta de mamona foram: N= 4,34%; P_2O_5 = 1,22%; K_2O = 1,09%; Ca= 1,12%; Mg= 0,60%; S= 0,32%; Na= 685 mg kg⁻¹; B= 36 mg kg⁻¹; Cu= 19 mg kg⁻¹; Fe= 2870 mg kg⁻¹; Mn= 102 mg kg⁻¹; Zn= 96 mg kg⁻¹; relação C/N= 10/1; Umidade= 7% e pH= 6,3.

1.2.2 Peliculização

Foram separadas 200 g de sementes para cada tratamento. As soluções foram preparadas utilizando os insumos do procedimento padrão da empresa (Thiram 0,2%, Rovral líquido 0,08%, Sepiret 1,86% e água 1,86%) com o produto fonte de boro nas respectivas doses e homogeneizadas. As sementes foram colocadas no protótipo de *film coating* da empresa e adicionada a solução no centro do equipamento para distribuição uniforme e total recobrimento das sementes.

Em seguida, as sementes passaram por secagem a 35°C durante 1 hora, sendo monitorada a umidade das sementes, que foi mantida entre 5 a 6%, assegurando a qualidade da semente. Na sequência, as sementes foram armazenadas em câmara seca (40% de umidade relativa e 20°C).

1.2.3 Peletização

Foram separados 1,5 kg de sementes nuas para receber o pó inicial (blend de rochas) em um equipamento rotativo para o início do processo de peletização.

Após o movimento de rolagem da panela e modificação do tamanho e forma inicial das sementes, estas, agora com maior massa, foram novamente pesadas e separadas em porções para a incorporação dos tratamentos, sendo cada um composto por 530 g de sementes “semi peletizadas”.

O cálculo dos produtos teve como referência a massa da semente nua. Para cada tratamento, o produto fonte de boro foi diluído em 20 mL de água para aplicação nas sementes e assim fazer parte da composição do pélete. O processo foi concluído com a aplicação de mais uma camada de pó final.

As sementes passaram por secagem a 35°C durante 1 hora e obtida umidade final do pélete de 2,54%. Por fim, as sementes foram armazenadas em câmara seca (40% de umidade relativa e 20°C).

1.2.4 Instalação da pesquisa de campo e tratos culturais

As mudas foram produzidas no viveiro do Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente, e o desenvolvimento das plantas pós transplântio foi na Fazenda Experimental São Manuel-SP, ambos pertencentes à Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA-UNESP), Campus de Botucatu-SP.

A semeadura foi em bandejas de 162 células com substrato Carolina Soil® no dia 23/09/2022 e o transplântio das mudas foi aos 25 dias após a semeadura (DAS).

As plantas se desenvolveram em vasos com capacidade de 8 L em um ambiente protegido do tipo arco, com pé direito de 3,0 m, 7 m de largura por 20 m de comprimento, coberta com filme de polietileno de alta densidade (150 μm) e laterais com tela antiafídica. As coordenadas geográficas da área são: 22° 46' de latitude Sul, 48° 34' de longitude Oeste e altitude de 740 m. Conforme a classificação de Köppen, o clima é do tipo *Cfa*, temperado quente úmido (Cunha; Martins, 2009). Dados fornecidos pelo Departamento de Engenharia Rural e Socioeconomia da FCA/UNESP referentes a estação meteorológica localizada em São Manuel registraram temperatura média mensal (°C) e umidade relativa (%) de: Outubro/22= 22,8; 73,5, Novembro/22= 22,2; 68,5; Dezembro/22= 23,2; 78,0 e Janeiro/23= 22,1; 82,4, respectivamente.

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho Distrófico Típico, arenoso. Os resultados obtidos na análise química, antes da instalação do experimento foram: $\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)} = 4,3$; $\text{M.O.} = 2 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{P}_{\text{resina}} = 2 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 27 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{K} = 0,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 11 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{B} = 0,21 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Mo} = < 1,0 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{SB} = 18 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 45 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $\text{V} = 40\%$. Foi feita calagem para se elevar a saturação de bases para 80% conforme o indicado para a cultura da couve-flor (Trani et al., 2022). O teor de B é considerado médio (entre 0,20 e 0,60 mg dm^{-3}) de acordo com Malavolta et al. (1997).

Misturaram-se os adubos orgânicos e inorgânicos ao solo, de acordo com o tratamento, e colocou-se nos vasos (8 L). As mudas foram transplantadas com 25 DAS no espaçamento de 0,5 m entre as plantas e 1,0 m entre linhas. A irrigação utilizada foi do tipo gotejamento, mantendo-se a umidade do solo próximo à capacidade de campo. A adubação de cobertura foi através de fertirrigação parcelada em 8 vezes, a cada sete dias, colocando-se solução contendo NPK conforme o

recomendado por Trani et al. (2022), iniciando-se aos 15 dias após o transplante (DAT).

Quando se atingiu o ponto de colheita, ou seja, no momento em que as inflorescências estavam totalmente desenvolvidas, com os botões florais ainda unidos (May et al., 2007), realizou-se a colheita de forma manual. A colheita se iniciou aos 56 DAT estendendo-se até os 70 DAT. As plantas foram avaliadas no Departamento de Produção Vegetal, setor Horticultura (FCA-UNESP), Campus de Botucatu-SP.

1.2.5 Avaliação das características físicas e qualidade fisiológica em laboratório

Foram avaliadas as seguintes características:

a) Massa de mil sementes ou péletes (MMS): foram contadas oito amostras de 100 sementes (ou péletes) tomadas ao acaso de cada tratamento e posterior determinação da massa, em gramas, em balança analítica de precisão (0,001g), conforme as Regras para Análise de Sementes -RAS (Brasil, 2009);

b) Dureza de pélete (DUR): foram amostradas ao acaso 10 sementes peletizadas de cada tratamento para serem submetidas ao medidor de dureza de pélete “Durômetro”, com resultados expressos em kgf;

c) Germinação (G): foi realizado teste de germinação com quatro repetições de 50 sementes, as quais foram semeadas em caixa gerbox com dois papéis mata-borrão, previamente umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco, colocadas em BOD a 20°C, segundo metodologia das RAS (Brasil, 2009), e contabilizado o número de plântulas normais ao 10º dia após a semeadura (DAS), expressos em porcentagem de germinação;

d) Primeira contagem de germinação (PC): foi computado o percentual de plântulas normais, aos cinco DAS no teste de germinação (Brasil, 2009),

e) Índice de velocidade de germinação (IVG): foi registrado diariamente o número de plântulas normais germinadas até a estabilização da germinação, e o IVG foi calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962): $IVG = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$, onde 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.

1.2.6 Avaliação da qualidade das mudas em viveiro

Foram avaliadas as seguintes características:

a) Emergência (EMERG): foi feita a semeadura de quatro repetições de 25 sementes por tratamento em bandejas de polipropileno de 200 células contendo substrato para mudas Carolina Soil®, sendo computado o total de plântulas normais emergidas ao 10º DAS, expresso em porcentagem;

b) Índice de velocidade de emergência (IVE): foram realizadas contagens diárias das plântulas normais emergidas durante dez dias, e calculado o índice, conforme a fórmula proposta por Maguire (1962);

c) Altura de muda (ALT): foram amostradas dez plântulas do teste de emergência aos 25 DAS e aferida a altura da parte aérea com régua, e expresso em centímetros;

d) Massa fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea e raiz das plantas: foram amostradas dez plantas do teste de emergência aos 25 DAS e obtida a massa fresca da parte aérea e raízes. As mudas passaram por secagem em estufa com circulação de ar forçada, mantida à temperatura de 80°C por período de 72 horas. Após, foi determinada a massa seca em balança analítica, expresso em miligramas por planta.

1.2.7 Avaliação das plantas em campo

a) Teor de B nas mudas: no dia do transplante, uma amostra de 10 mudas de cada tratamento foi lavada e a parte aérea foi seca em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até atingirem massa constante. As amostras foram moídas, pesadas e encaminhadas para o laboratório de análise química de plantas da UNESP/FCA para determinação do teor de boro. A metodologia utilizada para serem analisadas quimicamente conforme Malavolta et al. (1997) foi a da digestão por via seca;

b) Ciclo: foram contabilizados o número de dias desde o transplante até a colheita de cada planta e calculada a média de cada parcela;

c) Número de folhas: foi contabilizado o número de folhas em cada planta no dia da colheita;

d) Massa fresca de folhas, caule e inflorescência: no dia da colheita: foi aferida a massa das folhas, do caule e da inflorescência de cada planta, separadamente, em balança com precisão de 0,1g;

e) Massa seca de folhas, caule e inflorescência: as folhas, o caule e a inflorescência foram acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até atingir massa constante e pesados em balança com precisão de 0,1g;

f) Diâmetro da inflorescência: foi mensurado com fita métrica (cm) o diâmetro de cada inflorescência;

g) Taxa de plantas com sintomas de deficiência: foram contabilizadas as inflorescências que apresentaram sintoma de deficiência de B, caracterizada como podridão-parda (Figura 1) e obtida a taxa (%) de plantas com sintomas em cada parcela;

h) Produtividade total: estimado em kg ha^{-1} a partir da massa fresca média das inflorescências, considerando-se 20.000 plantas ha^{-1} ;

i) Produtividade comercial: estimado em kg ha^{-1} a partir da massa matéria fresca média apenas das inflorescências comerciais, isto é, bem formadas e sem defeitos visuais, inclusive podridão-parda.

Figura 1 – Inflorescências de couve-flor com podridão-parda causada pela deficiência de boro



1.2.8 Análise estatística do experimento em laboratório e viveiro

Para análise dos dados foi realizada análise de variância, comparação de médias das tecnologias de tratamento pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) e regressão para o fator doses com auxílio do software Sisvar. Para comparação de cada tratamento com os tratamentos controle (tecnologia sem nutriente e semente nua) foi realizado o teste Dunnett ($p < 0,05$) através do software Assistat.

1.2.9 Análise estatística do experimento em campo

Para análise dos dados foi realizada análise de variância, a comparação de médias das tecnologias, doses e manejo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) com auxílio do software Sisvar. Para comparação de cada tratamento com o tratamento controle (semente nua) foi realizado o teste Dunnett ($p < 0,05$) através do software Assistat.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 Qualidade fisiológica e desenvolvimento de mudas

A comparação da massa de mil sementes entre as tecnologias comprova o grande aumento (quase 6 vezes) da massa das sementes peletizadas em relação as peliculizadas (Tabela 1), o que já era esperado, pois o aumento no tamanho e massa é o principal objetivo da peletização (Afzal et al., 2020). Esta característica permitiu maior facilidade no manuseio das sementes e no momento da semeadura.

Tabela 1 – Médias da massa de mil sementes, primeira contagem, germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de couve-flor peliculizadas e peletizadas com boro

	Massa de mil sementes g	Primeira contagem -----%-----	Germinação	IVG
Peliculização	5,43 b	5,70 a	29,00 a	1,97 a
Peletização	29,45 a	0,30 a	23,80 b	1,58 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para as sementes peliculizadas obteve-se ajuste ao modelo linear, com aumento da massa de mil sementes quanto maior a dose de B (Figura 2A). Este fato pode ser explicado pela viscosidade do produto fonte de B (Boro-poliol), o que pode ter

contribuído para a maior aderência do produto utilizado para realizar a peliculização nas sementes conforme o uso de maiores doses do produto. Já na peletização, a tendência foi de redução e posterior estabilidade dos valores conforme o aumento das doses testadas. Em sorgo granífero, o revestimento de sementes com boro em doses de 2,5 até 12,5 g kg⁻¹ de sementes trouxe incrementos no tamanho das sementes revestidas (Batista et al., 2021).

Comparando os tratamentos com boro com as tecnologias padrão, isto é, sem a aplicação deste nutriente, para peliculização houve semelhança entre a massa de mil sementes com as duas menores doses e para peletização apenas com a menor dose de boro (Tabela 2). Já na comparação com o tratamento controle, isto é, sementes nuas, este foi semelhante a peliculização padrão e a peliculização com boro nas duas menores doses, e inferior a todos os tratamentos com semente peletizada. Conforme discutido anteriormente, com a peletização há grande aumento no tamanho e na massa das sementes, característica deste tratamento, enquanto na peliculização o aumento na massa de mil sementes deveu-se a viscosidade do produto utilizado que, quanto maior a dose, maior a aderência do polímero utilizado na peliculização, aumentando a massa das sementes, resultando em maior massa em comparação ao controle apenas nas menores doses.

Figura 2 – Massa de mil sementes (A), dureza de pélete (B), primeira contagem (C), germinação (D), índice de velocidade de germinação (E) e índice de velocidade de emergência (F) de sementes peliculizadas e peletizadas de couve-flor em função das doses de boro

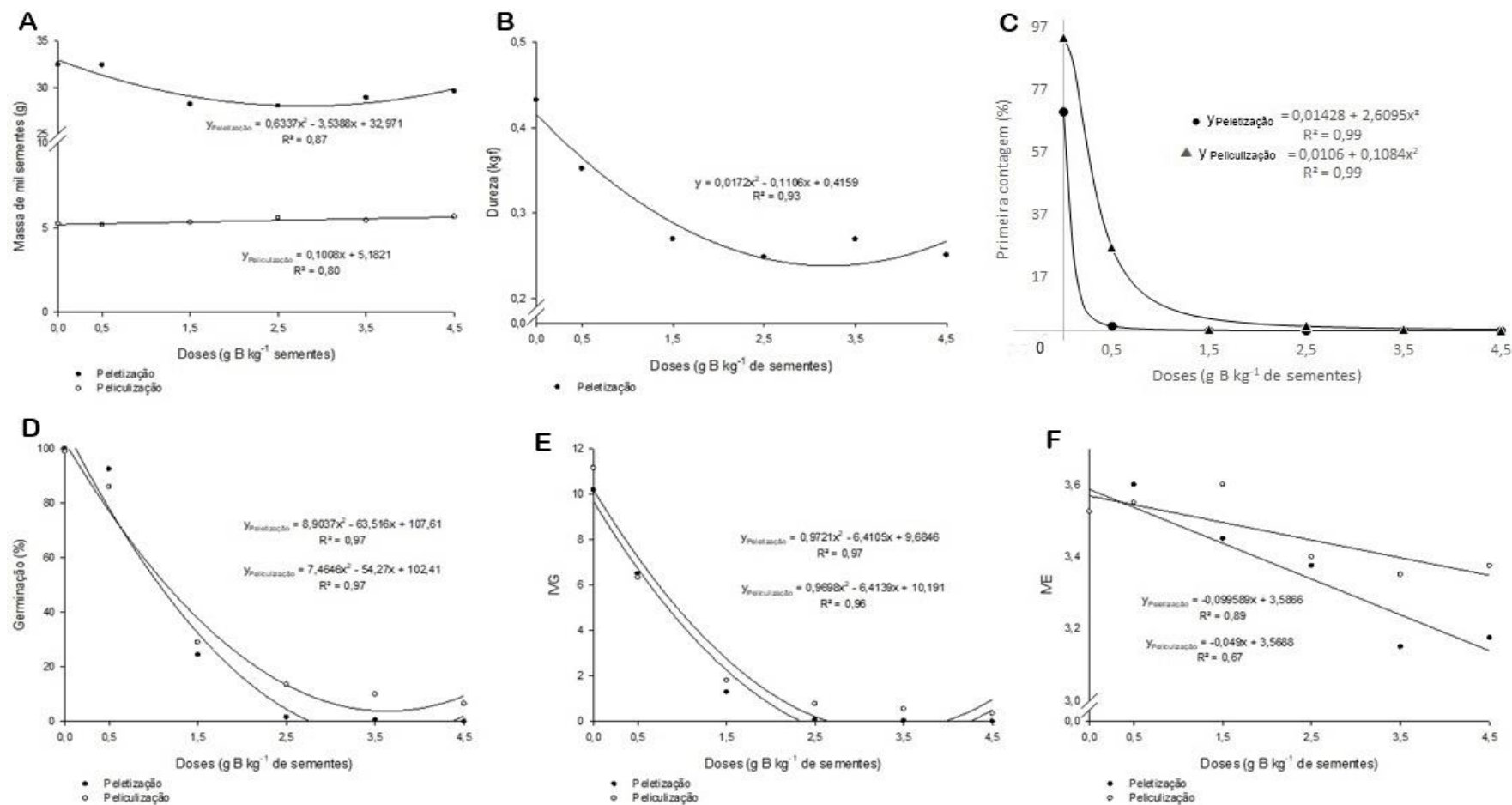


Tabela 2 – Comparação da peliculização e peletização com boro das sementes de couve-flor com sementes peliculizadas e peletizadas sem nutrientes e com o controle (sementes nuas) para as características de massa de mil sementes (MMS), dureza de pélete (DUR), primeira contagem de germinação (PC), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência (EMERG), índice de velocidade de emergência (IVE), massa fresca de parte aérea (MFPA) e de raiz da muda (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA) e de raiz da muda (MSR) e altura da muda (ALT)

Tratamento	Dose g kg ⁻¹ de sementes	MMS g	DUR kgf	PC -----%-----	G	IVG	EMERG %	IVE	MFPA -----mg-----	MFR	MSPA	MSR	ALT cm
Pelic. B	0,5	5,16 ^{a*}	-	26,5	86,0 ^{a*}	6,35	99,0 ^{a*}	3,54 ^{a*}	448,21 ^{a*}	50,31 ^{a*}	52,04 ^{a*}	10,99 ^{a*}	7,63 ^{a*}
Pelic. B	1,5	5,30 ^{a*}	-	0,5	29,0	1,78	100,0 ^{a*}	3,57 ^{a*}	451,50 ^{a*}	47,76 ^{a*}	49,94 ^{a*}	9,02 ^{a*}	7,51 ^{a*}
Pelic. B	2,5	5,58	-	1,0	13,5	0,80	96,0 ^{a*}	3,41 ^{a*}	455,53 ^{a*}	58,74 ^{a*}	50,67 ^{a*}	9,54 ^{a*}	7,59 ^{a*}
Pelic. B	3,5	5,44	-	0,5	10,0	0,57	94,0 ^{a*}	3,35 ^{a*}	458,39 ^{a*}	65,67 ^{a*}	54,28 ^{a*}	9,42 ^{a*}	7,63 ^{a*}
Pelic. B	4,5	5,65	-	0,0	6,5	0,36	96,0 ^{a*}	3,41 ^{a*}	428,01 ^{a*}	56,71 ^{a*}	49,52 ^{a*}	9,32 ^{a*}	7,41 ^{a*}
Pelic. sem nutriente	-	5,22 ^{a*}	-	94,0 ^{a*}	99,0 ^{a*}	11,13 ^{a*}	98,0 ^{a*}	3,50 ^{a*}	435,71 ^{a*}	47,28 ^{a*}	62,79 ^{a*}	11,60 ^{a*}	7,41 ^{a*}
Pelet B	0,5	32,44 ^b	0,35 ^b	1,50	92,50 ^{b*}	6,48	100,0 ^{b*}	3,57 ^{b*}	407,83 ^{b*}	74,33 ^{b*}	45,51 ^{b*}	8,88 ^{b*}	6,50 ^{b*}
Pelet B	1,5	28,19	0,27	0,0	24,50	1,30	97,0 ^{b*}	3,45 ^{b*}	416,94 ^{b*}	61,67 ^{b*}	44,18 ^{b*}	7,88 ^b	6,81 ^{b*}
Pelet B	2,5	28,05	0,25	0,0	1,50	0,09	98,0 ^{b*}	3,38 ^{b*}	378,10 ^{b*}	58,83 ^{b*}	39,82 ^{b*}	8,02 ^{b*}	6,93 ^{b*}
Pelet B	3,5	28,92	0,27	0,0	0,50	0,03	96,0 ^{b*}	3,15	348,47 ^{b*}	37,84 ^{b*}	35,86 ^{b*}	6,80	6,40 ^{b*}
Pelet B	4,5	29,63	0,25	0,0	0,00	0,00	98,0 ^{b*}	3,18 ^b	395,14 ^{b*}	56,50 ^{b*}	39,00 ^{b*}	6,90	6,76 ^{b*}
Pelet. sem nutriente	-	32,49 ^b	0,43 ^b	70,0 ^{b*}	100,0 ^{b*}	10,18 ^{b*}	99,0 ^{b*}	3,53 ^{b*}	390,41 ^{b*}	71,82 ^{b*}	56,63 ^{b*}	12,56 ^{b*}	6,64 ^{b*}
Semente nua	-	4,93 *	-	81,50 *	98,50 *	10,24 *	100,0 *	3,57 *	349,60 *	49,31 *	46,85 *	16,26 *	6,55 *

Pelic = Peliculização

Pelet = Peletização

^a Médias estatisticamente iguais ao tratamento com peliculização sem nutriente pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

^b Médias estatisticamente iguais ao tratamento com peletização sem nutriente pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

* Médias estatisticamente iguais ao controle (semente nua) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

A peliculização sem os nutrientes acarretou aumento de 5,9% na massa de mil sementes comparado as sementes nuas, enquanto que a maior dose de boro resultou em aumento de 14,6%. Por outro lado, comparando as sementes peliculizadas com a maior dose de boro com as sementes peliculizadas sem nutrientes, o aumento foi de 8,2% (Tabela 2). Apesar de significativas, estas diferenças não são grandes o suficiente para facilitar a semeadura, conforme ocorre com a peletização. No entanto, a simples peliculização, apesar de não resultar em grandes aumentos no tamanho das sementes, apresenta vantagens por facilitar a visualização das sementes (pela cor) e por facilitar a fluidez das sementes durante a semeadura (Zhou et al., 2017).

A tecnologia da peletização ainda permite a análise da característica de dureza de pélete. Neste caso, observou-se redução da dureza até aproximadamente a dose 2,5 g B kg⁻¹ de sementes, estabilizando-se a partir desta (Figura 2B). Apenas a menor dose (0,5 g kg⁻¹ de sementes) de boro não apresentou péletes com menor dureza que a peletização padrão, sem os nutrientes (Tabela 2). Hölbig et al. (2010) descrevem que os péletes devem apresentar propriedades físicas de não serem desfeitos durante o transporte, manuseio e semeadura. Porém, quando umedecidas após a semeadura, devem se desintegrar facilmente, de forma que a peletização não constitua barreira física que impeça ou dificulte a germinação. Assim sendo, é importante equilibrar a resistência do pélete para que estes protejam as sementes durante o manuseio e transporte, sem prejudicar a absorção de água.

O pélete deve ser suficientemente resistente para proteger as sementes, mas não tão duro que prejudique o desenvolvimento das plântulas. Deste modo, apenas na menor dose de B (0,5 g kg⁻¹ de sementes) a dureza do pélete não foi reduzida em comparação a peletização padrão utilizada pela empresa. Porém, mesmo nos tratamentos com menores valores para dureza, os péletes ainda apresentavam dureza suficiente para não se desfazerem e, assim, protegerem as sementes.

O tratamento com boro apresentou baixos valores para todas as características relacionadas à germinação e ao vigor das sementes realizadas em ambiente controlado (incubadora BOD) para as duas tecnologias de tratamento, sendo que para a germinação, a peletização apresentou pior desempenho em comparação a peliculização (Tabela 1). A peletização pode dificultar a germinação, provavelmente devido a barreira física imposta pelo pélete para a protrusão da radícula (Bomfim et al., 2016; Sprey; Ferreira; Sprey, 2019), ainda mais quando a semente é colocada

sobre o papel mata borrão, sem que ocorra embebição tão rapidamente como nas sementes nuas.

A peliculização e a peletização das sementes de couve-flor com a adição de B reduziu consideravelmente a primeira contagem, germinação e IVG das sementes de acordo com o aumento da dose (Figura 2C, 2D e 2E). Pessoa, Luchese e Luchese (2000) verificaram que sementes de milho tratadas com ácido bórico diluído em água destilada em doses iguais ou superiores a $0,20 \text{ g kg}^{-1}$ reduziram e atrasaram a germinação, sendo que para a dose de 4 g de B kg^{-1} de sementes a germinação foi nula. Na presente pesquisa, com a peletização a partir da dose $2,5 \text{ g de B kg}^{-1}$ de sementes os valores da germinação foram inferiores a 2,0%, sendo nula com $4,5 \text{ g de B kg}^{-1}$ de sementes.

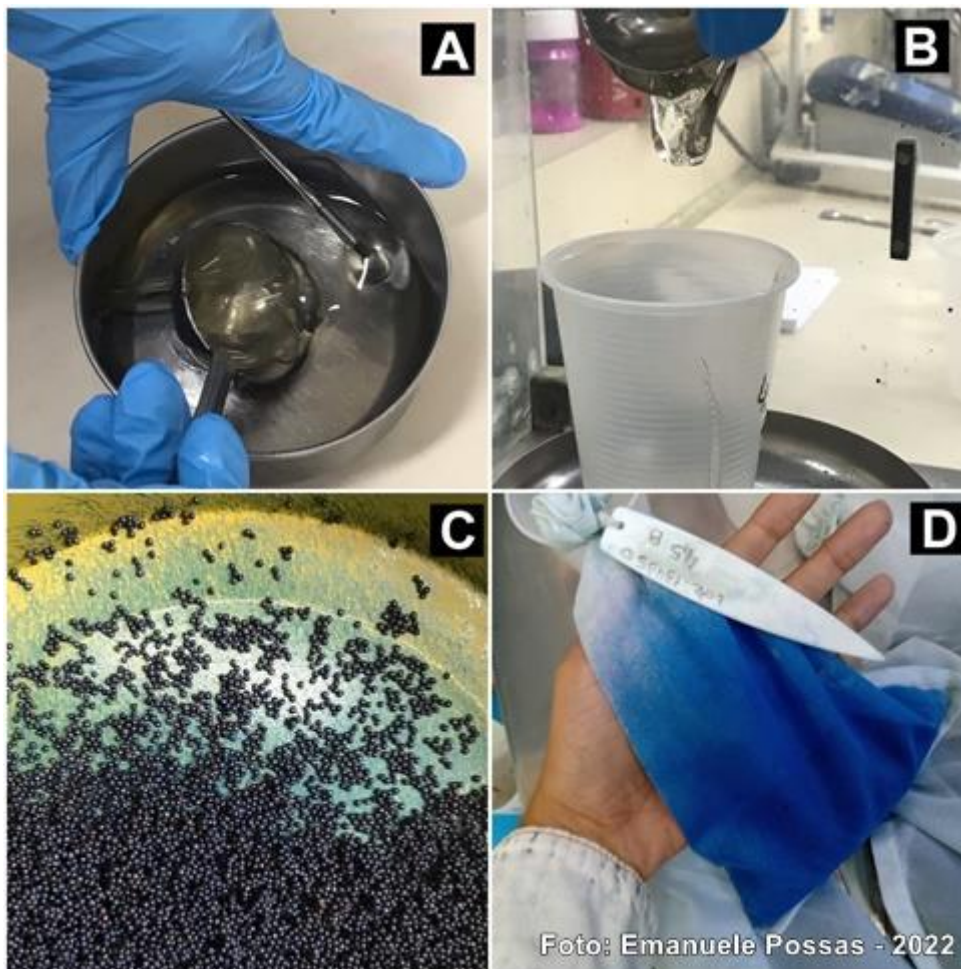
Para todas as doses de boro os valores obtidos para primeira contagem de germinação e IVG foram inferiores aos tratamentos padrão (peliculização e peletização sem nutrientes) e sementes nuas, enquanto para germinação apenas a menor dose de B ($0,5 \text{ g kg}^{-1}$ de sementes) não diferiu destes tratamentos (Tabela 2). Verma e Mehta (2019) constataram que a peletização de sementes de pimentão com ácido bórico não prejudicou a germinação das sementes. Já Rosal et al. (2019), ao peletizarem sementes de milho com doses crescentes de boro (0, 0,05, 0,10, 0,15 e $0,20 \text{ g B kg}^{-1}$ de semente), observaram que sementes tratadas com doses de boro igual ou superior a $0,15 \text{ g kg}^{-1}$ de B apresentaram redução na germinação. Nesta pesquisa, as sementes de couve-flor se mostraram sensíveis ao tratamento com boro, com grande perda de qualidade fisiológica (germinação e vigor).

Não é raro encontrar relatos na literatura sobre o limite pequeno entre a dose adequada e a tóxica para este micronutriente (Brunes et al., 2016; Bezerra et al., 2023), e, além disso, a viscosidade do produto pode ter contribuído para a queda da germinação e vigor das sementes por dificultar a absorção de água e de oxigênio, imprescindível para a respiração.

O boro utilizado na forma de ésteres de boro com polióis é extremamente viscoso, pouco fluido e com pouca capacidade de dissolução na solução final usada no tratamento das sementes (Figura 3A e 3B). Ao longo do processo foi possível notar que ao final da peliculização, o tratamento deixava resquícios do produto (Figura 3C) e a secagem era mais demorada (Figura 3D). Essas propriedades se intensificavam com o aumento da dose. Embora na técnica da peletização não houve diferenças visuais entre os péletes nos tratamentos, existem chances de o produto por ser mais

viscoso demonstrar maior dificuldade de mistura com os outros componentes do tratamento e/ou maior aderência nas sementes. Silva, Santos e Nascimento (2002) afirmam que soluções com alta viscosidade dificultam a troca gasosa entre a semente e o ambiente externo ao pélete, além de afetar a drenagem da água retida nos poros do pélete e podem prejudicar, ou atrasar a germinação.

Figura 3 – Aspecto do produto fonte de boro (A), resistência ao escoamento do produto fonte de boro (B), final do processo de peliculização com produto fonte de boro (C), sementes tratadas com boro na dose de 4,5 g de B kg⁻¹ depois da secagem, com resquícios de produto na embalagem (D)



Apesar da redução na qualidade das sementes tratadas com B nos testes realizados em laboratório, quando a avaliação foi feita em bandejas com substrato não foi observada diferença em relação aos tratamentos controle para peliculização e na maioria das doses também para peletização (Tabela 2). A emergência mínima foi de 94%, valor que pode ser considerado elevado e muito acima do mínimo permitido para

comercialização quando se considera germinação (mínimo de 80%) (Brasil, 2012). Para o IVE apenas nas duas maiores doses de B com peletização os valores foram inferiores ao tratamento controle (sementes nuas). Um possível motivo para este resultado é pelo efeito da irrigação, a qual pode ter tirado o nutriente próximo das sementes, lavando-as e impedindo o efeito fitotóxico do nutriente às sementes. Giménez-Sampaio e Sampaio (2009) ressaltam que a peliculização pode manifestar seus efeitos de forma mais restrita ao potencial fisiológico das sementes e possivelmente ao crescimento inicial de plântulas, durante um período relativamente curto após a emergência.

No entanto, mesmo que as sementes tratadas com B tenham demonstrado potencial de produzir mudas normais, o baixo valor da germinação inviabilizaria a venda dessa semente, uma vez que o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento estabelece valores mínimos de germinação de 80% para a comercialização das sementes de couve-flor (Brasil, 2012). Assim sendo, o único tratamento que poderia ser comercializado seria na dose de $0,5 \text{ g B kg}^{-1}$ de semente, tanto para peliculização quanto para peletização.

Observando as características das plântulas avaliadas em casa de vegetação, houve diferença entre as tecnologias de tratamento de sementes para massa seca de parte aérea e de raiz e altura de muda, em que a peliculização foi a tecnologia que apresentou os maiores resultados e não houve diferença para a massa fresca tanto da parte aérea como da raiz (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias da emergência (EMERG), índice de velocidade de emergência (IVE), massa fresca de parte aérea (MFPA) e de raiz (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA) e de raiz (MSR) e altura (ALT) de mudas de couve-flor originárias de sementes peliculizadas e peletizadas com boro

	EMERG %	IVE	MFPA	MFR	MSPA	MSR	ALT cm
	-----mg-----						
Peliculização	97,0a	3,5a	448,3a	55,8a	51,3a	9,7a	7,6a
Peletização	97,8a	3,4a	389,3a	57,8a	40,9b	7,7b	6,7b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Provavelmente, o boro que estava nos péletes e foi para o substrato com as irrigações pode ter tido efeito tóxico às raízes das plântulas, reduzindo o acúmulo de

massa seca nas mesmas, sem, no entanto, prejudicar a massa fresca. Em contrapartida, a aplicação de ácido bórico em sementes de melancia influenciou positivamente as variáveis altura de planta e massa seca da parte aérea, sendo recomendado na dose de 25,5 g de B kg⁻¹ de sementes para maior produção de matéria seca das mudas (Silva-Matos et al., 2017).

A única característica que apresentou diferença para o fator doses de boro foi o índice de velocidade de emergência, na qual a velocidade diminuiu linearmente com o aumento das doses, tanto para peliculização quanto para peletização, sendo a redução mais pronunciada com a peletização (Figura 2F). Portanto, provavelmente quanto maior a dose, maior o número de irrigações que seriam necessárias para retirar o produto a base de boro próximo das sementes, retardando a emergência, mas sem afetar a emergência final avaliada aos dez DAS.

Considerando-se a quase ausência de efeito nas características das mudas, exceto para massa seca das raízes e o IVE, pode-se afirmar que, para as condições de viveiro, as doses testadas pouco afetam o desenvolvimento de mudas de couve-flor. Pessoa, Luchese e Luchese (2000), em sua pesquisa com milho, concluíram que concentrações tóxicas de boro podem se acumular e causar fitotoxidez, chegando até a matar o embrião já que a semente em germinação não tem mecanismos fisiológicos eficientes para controlar a entrada de boro, via embebição da semente, que ocorre passivamente. Entretanto, o tratamento de sementes de milho com boro aumentou a disponibilidade inicial deste elemento nas futuras plantas oriundas dessas sementes enriquecidas. Por outro lado, Rosal et al. (2019), ao peletizarem sementes de milho com doses crescentes de boro (0, 0,05, 0,10, 0,15 e 0,20 g B kg⁻¹ de semente), observaram que as sementes peletizadas com o nutriente obtiveram maior comprimento de plântula. Os autores também verificaram que as doses utilizadas não tiveram efeito significativo sobre a massa fresca e seca, assim podendo ser utilizadas como tratamentos de sementes sem causar fitotoxicidade sobre a plântula.

1.3.2 Desempenho agrônômico

O uso de sementes peletizadas com boro na maior dose favoreceu o aumento dos teores de B nas mudas (Tabela 4), sendo o único tratamento que se diferenciou das mudas originadas de sementes nuas (Tabela 5), resultando em mudas com teores

médios de 21,5 mg kg⁻¹. O provável motivo é que a peletização protege o nutriente que foi adicionado durante o tratamento, ficando menos suscetível à lixiviação com as irrigações realizadas ao longo dos 25 dias em que as bandejas permaneceram no viveiro.

Estudando os efeitos da adubação com boro na produção de couve-flor, Pizetta et al. (2005) encontraram teores de B variando de 18 a 40 mg kg⁻¹ nas plantas. Já Alves (2009) determinou acúmulo de boro nas folhas de 0,18 mg por planta aos 30 dias depois do transplântio da couve-flor 'Verona' com aplicação de solução nutritiva sem boro.

Tabela 4 - Teor de boro em mudas de couve-flor em função do tratamento de sementes através da peliculização e peletização com diferentes doses de boro

	Peliculização	Peletização
g B kg sementes ⁻¹	mg B kg ⁻¹	
0,5	10,5Aa	8,0Ba
4,5	13,8Ab	21,5Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem pelo teste Tukey (p < 0,05).

Tabela 5 – Comparação da peliculização e peletização com boro das sementes de couve-flor com o controle (sementes nuas) para a característica de teor de boro em mudas

Tratamento	Dose g B kg ⁻¹ de sementes	Teor mg B kg ⁻¹
Pelic. B	0,5	10,5*
Pelic. B	4,5	13,8*
Pelet. B	0,5	8,0*
Pelet. B	4,5	21,5
Semente nua	-	13,3*

* Médias estatisticamente iguais ao tratamento com semente nua pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

O ciclo foi influenciado apenas pelo fator manejo, sendo 3 dias mais precoce no manejo padrão (Tabela 6), ou seja, quando se utilizou composto orgânico e B, conforme recomendado por Trani et al. (2022). Muito provavelmente a antecipação do ciclo deve-se a utilização do adubo orgânico, que além de fornecer nutrientes, pode melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo (Monsalve et al., 2017) e

favorece o desenvolvimento mais rápido das plantas de couve-flor (Candian; Martins; Cardoso, 2015). O ciclo, com média de 59 dias, foi mais precoce do que o obtido em Jaboticabal com o híbrido de verão Verona de 69 dias (Castoldi et al., 2009). O ciclo geralmente é influenciado pelas condições ambientais, de manejo e, no caso da couve-flor, o genótipo tem grande influência, sendo os híbridos de verão mais precoces que os de inverno, que podem passar de 120 dias após o transplante (Kano et al., 2010).

Apesar do manejo sem adubo orgânico e sem fontes de B ter resultado em maior número de folhas, apresentou menor acúmulo de matéria seca nas folhas e inflorescências (Tabela 6) e apenas no tratamento com sementes peliculizadas (dose 4,5 g kg⁻¹) e peletizada (dose 0,5 g kg⁻¹), também da matéria fresca nas inflorescências devido, provavelmente, a ausência de adubação com adubo orgânico (Tabela 7), que favorece maior acúmulo de matéria fresca e seca em couve-flor e outras brássicas, conforme observado nesta pesquisa e também ressaltado por outros autores (Candian; Martins; Cardoso, 2015). Este resultado confirma a importância da matéria orgânica para o desenvolvimento das plantas e seu uso é recomendado como adubação de base para couve-flor no estado de São Paulo (Trani et al., 2022).

A média do número de folhas por planta nesta pesquisa foi de 27,0, valor superior à média encontrada por Kano et al. (2010) de 23,4 folhas por planta para a cultivar de inverno Teresópolis Gigante e semelhante ao valor encontrado por Castoldi et al. (2009) de 26 folhas por planta para o híbrido de verão Verona. Monteiro et al. (2019) encontraram média de 81,2 g de massa seca de folhas, valor equivalente ao deste estudo de 94,7 g, já que neste caso foi computado também o caule. Para o diâmetro de inflorescência, a média obtida foi de 28,3 cm, superior à média de 18,5 cm para o híbrido Flamenco (Monteiro et al., 2019) e de 20,5 cm para a cultivar Teresópolis Gigante (Kano et al., 2010).

Tabela 6 – Ciclo, número de folhas (NF), massa fresca (MFFC) e seca de folhas e caule (MSFC), massa seca de inflorescência (MSI) e diâmetro da inflorescência (DIAM) de plantas de couve-flor originárias de sementes tratadas com boro em diferentes manejos

	CICLO dias	NF	MFFC -----g-----	MSFC	MSI	DIAM cm
Manejo 1	57,79a	26,3b	1054,23a	100,33a	44,21a	29,39a
Manejo 2	60,83b	27,8a	1141,26a	89,00b	37,46b	27,15b

Manejo 1: Composto orgânico + B via solo e foliar; Manejo 2: Sem composto orgânico e sem B
Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

No geral, o manejo recomendado resultou em maior diâmetro da inflorescência, independentemente da dose de B nas sementes (Tabela 6) e maior massa fresca e produtividade total de inflorescências, embora para estas duas características só tenham sido estatisticamente superiores quando se utilizou sementes peletizadas na menor dose de B ($0,5 \text{ g kg}^{-1}$ de sementes) ou na maior dose ($4,5 \text{ g kg}^{-1}$ de sementes) nas sementes peliculizadas (Tabela 7). Por outro lado, observa-se que nos tratamentos com sementes peliculizadas na menor dose ($0,5 \text{ g kg}^{-1}$ de sementes) e peletizadas na maior dose ($4,5 \text{ g kg}^{-1}$ de sementes) a massa fresca de inflorescência e a produtividade total foram iguais na comparação dos dois manejos, mostrando que a aplicação de B nas sementes pode resultar em produção total semelhante com ou sem aplicação de composto orgânico e de B antes do plantio e com ou sem aplicação de B foliar após o plantio.

Tabela 7 – Comparação dos manejos para cada tecnologia e dose de boro no tratamento das sementes para as características massa de matéria fresca de inflorescência, taxa de plantas com deficiência de boro, produtividade total e comercial

Massa fresca de inflorescência (g)				
	0,5 Pelet	0,5 Pelicul	4,5 Pelet	4,5 Pelicul
Manejo 1	547,67 a	504,93 a	454,48 a	580,68 a
Manejo 2	423,38 b	468,95 a	414,05 a	429,62 b
Taxa de plantas com deficiência de boro (%)				
	0,5 Pelet	0,5 Pelicul	4,5 Pelet	4,5 Pelicul
Manejo 1	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Manejo 2	50,0 b	33,3 b	12,5 a	25,0 b
Produtividade total (t ha⁻¹)				
	0,5 Pelet	0,5 Pelicul	4,5 Pelet	4,5 Pelicul
Manejo 1	13,69 a	12,62 a	11,36 a	14,52 a
Manejo 2	10,59 b	11,73 a	10,35 a	10,74 b
Produtividade comercial (t ha⁻¹)				
	0,5 Pelet	0,5 Pelicul	4,5 Pelet	4,5 Pelicul
Manejo 1	13,69 a	12,62 a	11,36 a	14,52 a
Manejo 2	5,21 b	7,87 b	8,62 b	7,74 b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Pelet – Peletização; Pelicul – Peliculização

Manejo 1: Composto orgânico + B via solo e foliar; Manejo 2: Sem composto orgânico e sem B.

Na comparação entre as tecnologias, a peliculização foi superior a peletização para a massa fresca de inflorescência e produtividade total apenas na maior dose no manejo 1 (com adubo orgânico e com B no plantio e foliar) (Tabela 8). Para a taxa de plantas com deficiência de boro, a peliculização apresentou melhor resultado do que a peletização apenas na menor dose no manejo 2, enquanto que para produtividade comercial a peliculização foi superior na menor dose no manejo 2 e na maior dose no manejo 1. Aparentemente, na peletização a maior dose prejudicou as plantas quando estas já recebiam boro via solo e foliar (manejo 1), em comparação a menor dose, resultando em menor massa fresca e produtividade total (Tabela 9). Por outro lado,

no manejo 2, sem boro no plantio e foliar, a maior dose resultou em menor taxa de plantas com deficiência de B e maior produtividade comercial, mostrando que a menor dose aplicada às sementes não foi tão eficiente em reduzir a deficiência de boro. Na peliculização apenas no manejo 1, a maior dose resultou em maior massa fresca de inflorescência e, conseqüentemente, maior produtividade total, porém, as doses não diferiram para a taxa de plantas com deficiência de boro e a produtividade comercial em ambos os manejos.

Tabela 8 – Comparação das tecnologias para cada manejo e dose de boro no tratamento das sementes para as características massa fresca de inflorescência, taxa de plantas com deficiência de boro, produtividade total e comercial

Massa fresca de inflorescência (g)				
	0,5	0,5	4,5	4,5
	Manejo 1	Manejo 2	Manejo 1	Manejo 2
Pelet	547,67 a	423,38 a	454,48 b	414,05 a
Pelicul	504,93 a	468,95 a	580,68 a	429,62 a
Taxa de plantas com deficiência de boro (%)				
	0,5	0,5	4,5	4,5
	Manejo 1	Manejo 2	Manejo 1	Manejo 2
Pelet	0,0 a	50,0 b	0,0 a	12,5 a
Pelicul	0,0 a	33,3 a	0,0 a	25,0 a
Produtividade total (t ha ⁻¹)				
	0,5	0,5	4,5	4,5
	Manejo 1	Manejo 2	Manejo 1	Manejo 2
Pelet	13,69 a	10,59 a	11,36 b	10,35 a
Pelicul	12,62 a	11,73 a	14,52 a	10,74 a
Produtividade comercial (t ha ⁻¹)				
	0,5	0,5	4,5	4,5
	Manejo 1	Manejo 2	Manejo 1	Manejo 2
Pelet	13,69 a	5,21 b	11,36 b	8,62 a
Pelicul	12,62 a	7,87 a	14,52 a	7,74 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Pelet – Peletização; Pelicul – Peliculização

Manejo 1: Composto orgânico + B via solo e foliar; Manejo 2: Sem composto orgânico e sem B.

Tabela 9 – Comparação das doses para cada tecnologia e manejo de boro no tratamento das sementes para as características massa fresca de inflorescência, taxa de plantas com deficiência de boro, produtividade total e comercial

Massa fresca de inflorescência (g)				
	Pelet Manejo 1	Pelet Manejo 2	Pelicul Manejo 1	Pelicul Manejo 2
0,5	547,67 a	423,38 a	504,93 b	468,95 a
4,5	454,48 b	414,05 a	580,68 a	429,62 a
Taxa de plantas com deficiência de boro (%)				
	Pelet Manejo 1	Pelet Manejo 2	Pelicul Manejo 1	Pelicul Manejo 2
0,5	0,0 a	50,0 b	0,0 a	33,3 a
4,5	0,0 a	12,5 a	0,0 a	25,0 a
Produtividade total (t ha⁻¹)				
	Pelet Manejo 1	Pelet Manejo 2	Pelicul Manejo 1	Pelicul Manejo 2
0,5	13,69 a	10,59 a	12,62 b	11,73 a
4,5	11,36 b	10,35 a	14,52 a	10,74 a
Produtividade comercial (t ha⁻¹)				
	Pelet Manejo 1	Pelet Manejo 2	Pelicul Manejo 1	Pelicul Manejo 2
0,5	13,69 a	5,21 b	12,62 a	7,87 a
4,5	11,36 b	8,62 a	14,52 a	7,74 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Pelet – Peletização; Pelicul – Peliculização

Manejo 1: Composto orgânico + B via solo e foliar; Manejo 2: Sem composto orgânico e sem B.

A média da massa fresca da inflorescência foi de 478 g, superior ao relatada por Godoy e Cardoso (2005) de 377 g para o híbrido Shiromaru II e inferior ao obtido por Castoldi et al. (2009) de 774 g para o híbrido Verona. Quanto à produtividade média obtida de 11,95 t ha⁻¹, foi semelhante ao encontrado por Ferreira et al. (2019) de 11,3 t ha⁻¹ para o híbrido Desert e superior ao relatado por Zanuzo et al. (2013) de 6,67 t ha⁻¹ para a cultivar Piracicaba Precoce. Claro que estes valores podem variar de acordo com a cultivar, condições climáticas e de manejo, mas mostram que as plantas se desenvolveram bem nos vasos, com formação de inflorescências com bom padrão de tamanho.

Quando se compara o desempenho das plantas originadas de sementes tratadas com boro com as plantas originadas de sementes nuas, é possível observar que, quando se realiza o correto manejo de adubação (manejo 1) todas as plantas apresentam um crescimento e desenvolvimento satisfatório, já que até mesmo as sementes não tratadas resultaram em plantas com médias similares aos tratamentos com boro nas sementes para todas as características avaliadas (Tabela 10). Portanto, nestas condições não há vantagem em tratar as sementes com boro.

Tabela 10 – Comparação das plantas de couve-flor originárias de semente nua cultivadas sob manejo com composto orgânico e boro via solo e foliar com os tratamentos das sementes com boro para as características ciclo, número de folhas (NF), massa fresca (MFFC) e seca de folhas e caule (MSFC), massa fresca (MFI) e seca de inflorescência (MSI), diâmetro da inflorescência (DIAM), taxa de plantas com deficiência de boro (DEF), produtividade total (PT) e produtividade comercial (PC)

Tratamento	Dose g kg ⁻¹ de sementes	CICLO dias	NF	MFFC	MSFC	MFI	MSI	DIAM cm	DEF %	PT -----t ha ⁻¹ -----	PC
				-----g-----							
Peliculizada	0,5	58,2*	26,0*	1007,5*	101,2*	504,9*	42,3*	29,1*	0,0*	12,6*	12,6*
Peletizada	0,5	57,8*	26,2*	1086,3*	102,7*	547,7*	43,2*	29,8*	0,0*	13,7*	13,7*
Peliculizada	4,5	57,0*	27,0*	1105,2*	99,0*	580,7*	49,7*	30,4*	0,0*	14,5*	14,5*
Peletizada	4,5	58,2*	26,0*	1017,9*	98,5*	454,5*	41,7*	28,3*	0,0*	11,4*	11,4*
Semente nua	0	58,3*	26,7*	1039,5*	88,8*	521,0*	43,5*	29,0*	0,0*	13,0*	13,0*

* Médias estatisticamente iguais ao controle (semente nua) pelo teste de Dunnett (5%).

Destaca-se a ausência de plantas com sintomas de deficiência de boro em todos os tratamentos com o manejo 1 (Tabela 10), confirmando que uma correta adubação com boro (antes do plantio e aplicação foliar) é a melhor estratégia preventiva contra o aparecimento de plantas com deficiência, conforme ressaltado por Pizetta et al. (2005), Camargo et al. (2009) e Filgueira (2013). No entanto, nem sempre o produtor tem adubo orgânico em quantidade suficiente e nem sempre faz a correta adubação com boro, acarretando sérios prejuízos, conforme observado nesta pesquisa, pois no manejo sem composto orgânico e na ausência de adubação com B via solo e foliar (manejo 2) quando se utilizou sementes nuas foi obtida a maior taxa de plantas com deficiência de boro (62,5%) e a menor produtividade comercial (Tabela 11), inferior a todos os tratamentos com boro, com exceção da peletização a 0,5 g B kg⁻¹ de

sementes. No tratamento em que se obteve o maior valor numérico para produtividade comercial (semente peletizada com a dose 4,5 g de B kg⁻¹ de sementes) obteve-se aumento de 49% na produtividade comercial em comparação ao controle com sementes nuas, além de ter sido o único tratamento que estatisticamente a taxa de plantas com deficiência foi igual ao manejo recomendado (Tabela 7). Porém, sabendo-se que as espécies de brássica não requerem peletização para o plantio de precisão, pois as sementes não são tão pequenas e apresentam formato arredondado, a peliculização é a tecnologia frequentemente usada pelas empresas (Hill, 1999), considerando o ponto de vista econômico.

No manejo 1 não houve qualquer vantagem em se aplicar boro via sementes (Tabela 8). Por outro lado, no manejo 2 (sem aplicação de boro no solo e via foliar) o tratamento das sementes com este nutriente foi eficiente em reduzir a taxa de plantas com deficiência de boro e, consequentemente, aumentar a produtividade comercial (Tabela 9). Portanto, em uma situação em que o produtor não costuma fazer o correto manejo das fontes de B no campo, a aplicação de B via semente é uma alternativa que reduz a ocorrência de plantas com deficiência, resultando em maior produtividade comercial. Além disto, é uma tecnologia que se vier a ser utilizada, é muito mais econômica do que aplicar B no solo e via foliar e, principalmente, grandes quantidades de adubo orgânico incorporados ao solo antes do plantio.

Tabela 11 – Comparação das plantas de couve-flor originárias de semente nua cultivadas sob manejo sem uso de composto orgânico e sem aplicação de boro via solo ou foliar com os tratamentos das sementes com boro para as características ciclo, número de folhas (NF), massa fresca (MFFC) e seca de folhas e caule (MSFC), massa fresca (MFI) e seca de inflorescência (MSI), diâmetro da inflorescência (DIAM), taxa de plantas com deficiência de boro (DEF), produtividade total (PT) e produtividade comercial (PC)

Tratamento	Dose g kg ⁻¹ de sementes	CICLO dias	NF	MFFC	MSFC	MFI	MSI	DIAM cm	DEF %	PT ----t ha ⁻¹ ----	PC
				-----g-----							
Peliculizada	0,5	60,8*	27,8*	1195,1*	96,7*	468,9*	34,0*	27,4*	33,3	11,7*	7,9
Peletizada	0,5	61,3*	27,7*	1160,1*	82,8*	423,4*	37,0*	26,8*	50,0*	10,6*	5,2*
Peliculizada	4,5	60,5*	27,3*	1147,0*	98,8*	429,6*	40,2*	27,3*	25,0	10,7*	7,7
Peletizada	4,5	60,7*	28,3*	1062,8*	77,7*	414,0*	38,7*	27,1*	12,5	10,4*	8,6
Semente nua	0	59,5*	28,0*	1174,5*	95,5*	424,3*	32,7*	26,7*	62,5*	10,6*	3,5*

* Médias estatisticamente iguais ao controle (semente nua) pelo teste de Dunnett (5%).

1.4 CONCLUSÕES

Sementes tratadas com boro podem ser comercializadas na menor dose testada (0,5 g de B kg⁻¹ de sementes) tanto para a tecnologia da peliculização quanto para a peletização, pois não afetou a qualidade fisiológica das sementes.

O desenvolvimento agrônomo da cultura demonstrou que a tecnologia mais viável para se fornecer boro é via semente peliculizada na dose de 0,5 g kg⁻¹ de sementes ou pela adubação de plantio e foliar.

REFERÊNCIAS

- AFZAL, I.; JAVED, T.; AMIRKHANI, M.; TAYLOR, A. G. Modern Seed Technology: Seed coating delivery systems for enhancing seed and crop performance. **Agriculture**, v. 10, n. 526, p.1-20, 2020.
- ALMEIDA, L. G.; BRANDÃO, A. S.; ROSSETTO, C. A. V. Embebição e qualidade fisiológica de sementes de tremoço branco tratadas com micronutrientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 4, p. 612-618, 2015.
- ALVES, A. U. **Absorção e mobilidade do boro em plantas de repolho e de couve-flor**. 64 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.
- BATISTA, V. A. P.; VIEIRA, H. D.; PIRES, J. I. C.; CORREIA, L. Z. Physical-physiological quality and early performance of sorghum plants under different boron doses via seed. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 42, n. 6, p. 3185-3200, 2021.
- BEZERRA, S. R. B.; MARQUES, I. B.; BARDIVIESSO, E. M.; PELVINE, R. A. AGUILAR, A. S.; CARDOSO, A. I. I. Application of calcium and boron directed to inflorescences in production, quality and nutrient accumulation in lettuce seeds. **Horticultura Brasileira**, v. 41, n. 1, e2427, 2023.
- BOLFARINI, A. C. B.; MARTINS, B. N. M.; NASSER, M. D.; MURO, E. M.; VILLAS BOAS, R. L. Recomendação de adubação para a couve-flor baseada na marcha de absorção de nutrientes. **Mirante**, v. 10, n. 1, 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 111, de 4 de setembro de 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- BRUNES, A. P.; MENDONÇA, A. O.; OLIVEIRA, S.; LEMES, E. S.; LEITZKE, I. D.; VILLELA, F. A. Produção, qualidade e expressão isoenzimática de semente de trigo produzidas sob diferentes doses de boro. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 14, n. 3, 2016.
- CAMARGO, M. S.; MELLO, S. C.; FOLTRAN, D. E.; CARMELLO, Q. A. C. Produtividade e podridão parda em couve-flor 'Sharon' influenciadas pela aplicação de nitrogênio e boro. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 030-034, 2009.
- CANDIAN, J. S.; MARTINS, B. N. M.; CARDOSO, A. I. I. Doses de composto orgânico no desenvolvimento inicial de couve-flor e nas características químicas do solo. **Cultivando o Saber**, v.8, n.3, p.257-266, 2015.

CASTOLDI, R.; CHARLO, H. C. O.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T. Crescimento, acúmulo de nutrientes e produtividade da cultura da couve-flor. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 438-446, 2009.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Climatic classification for the districts of Botucatu and São Manuel, SP. **Irriga**, v. 14, n. 1, p.1-11, 2009.

FERREIRA, A. R.; LIMA JÚNIOR, J. A.; OLIVEIRA, P. D.; AVIZ, W. L. C.; SANTOS, H. C. A. Desempenho produtivo de couve-flor submetida a diferentes manejos de irrigação e doses de boro em ambiente protegido. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 5, p.440-451, 2019.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**:agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2013.

GIMÉNEZ-SAMPAIO, T. G.; SAMPAIO, N. V. Recobrimento de sementes de hortaliças. *In*: NASCIMENTO, W.M. (Ed). **Produção de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. p.275-306.

GODOY, M. C.; CARDOSO, A. I. I. Produtividade da couve-flor em função da idade de transplântio das mudas produzidas e tamanhos de células na bandeja. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.3, p.837-840, 2005.

HILL, H. J. Recent developments in seed technology. **Journal New Seeds**, v.1, p.105-112, 1999.

HÖLBIG, L. S.; BAUDET, L.; VILLELA, F. A.; CAVALHEIRO, V. Recobrimento de sementes de cenouras osmocondicionadas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 4, p.22-28, 2010.

KANO, C.; SALATA, A. C.; CARDOSO, A. I. I.; EVANGELISTA, R. M.; HIGUTI, A. R. O.; GODOY, A. R. Produção e qualidade de couve-flor cultivar Teresópolis Gigante em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 4, p. 453-457, 2010.

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. **Peletização de sementes de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 28 p. – (Documentos / Embrapa Hortaliças; 137).

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006, 638 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; DE OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas**: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MAROUELLI, W. A.; CASTRO, R. A. C.; BRAGA, M. B. **Irrigação no cultivo de brássicas**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2017. 25 p. (Circular Técnica, 158).

MAY, A.; TIVELLI, S. W.; VARGAS, P. F.; SAMRA, A. G.; SACCONI, L. V.; PINHEIRO, M. Q. **A cultura da couve-flor**. Campinas: Instituto Agrônomo- IAC, 2007. 36 p. (Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico, 200).

MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças. In: REUNIÃO ORDINÁRIA DA CÂMARA SETORIAL DA CADEIA PRODUTIVA DE HORTALIÇAS / MAPA, 13., 2007, Brasília. **Atas** [...] Brasília: Associação Brasileira de Horticultura, 2007. 11 p.

MONSALVE, O. I.; GUTIÉRREZ, J. S.; CARDONA, W. A. Factors involved in the process of nitrogen mineralization when organic amendments are added to a soil. **Revista Colombiana de Ciencias Horticolas**, v. 11, p. 200-209, 2017.

MONTEIRO, G. C.; SILVA, M. B.; RODRIGUES, L. F. S.; DIAMANTE, M. S.; GOMEZ-GOMEZ, H. A.; BORGES, C. V.; MINATEL, I. O.; LIMA, G. P. P. Influência da aplicação de fungicidas sistêmicos na cultura de couve-flor. **Brazilian Applied Science Review**, v. 3, n. 2, p.1073-1082, 2019.

NASCIMENTO, R.; MORAES, V. R.; SOUZA, J. A.; MOREIRA, A. Fontes e doses de boro no desenvolvimento vegetativo da couve-flor. **Embrapa Soja-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: REUNIÃO PARANAENSE DE CIÊNCIA DO SOLO, 4., Cascavel, 2015. Desafios da ciência do solo no contexto das diferentes agriculturas do Paraná: resumos. Curitiba: SBCS, 2015.

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, P. P. Tratamentos de sementes visando o estabelecimento de plântulas. In: CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS, 12., 2012, Mossoró. **Palestras** [...] Brasília, DF: Embrapa, 2012. 15 p. Artigo em anais de congresso (ALICE).

PESSOA, A. C. S.; LUCHESE, E. B.; LUCHESE, A. V. Germinação e desenvolvimento inicial de plantas de milho, em resposta ao tratamentoso de sementes com boro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.939-945, 2000.

PIZETTA, L. C.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; BARBOSA, J. C. Resposta de brócolis, couve-flor e repolho à adubação com boro em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 51-56, 2005.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Unesp, 2008. 407 p.

ROSAL, R.; SOUSA, J. A.; SOUSA, M. V.; SOUSA, P. G. F. Desenvolvimento de plântulas do milho, utilizando sementes peletizadas com doses crescentes de boro. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO, 10., 2019, Palmas. **Anais** [...] Palmas: IFTO, 2019. p.1-8.

SCHOENINGER, V.; BISCHOFF, T. Z. Tratamento de sementes. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 3, n. especial, p. 63-73, 2014.

SILVA, J. B. C.; SANTOS, P. E. C.; NASCIMENTO, W. M. Desempenho de sementes peletizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 1, p.67-70, 2002.

SILVA-MATOS, R. R. S; ALBANO, F. G.; CAVALCANTE, I. H. L.; PESSOA NETO, J. A.; SILVA, R. L.; OLIVEIRA, I. V. M.; CARVALHO, C. I. F. S. Desenvolvimento inicial de mudas de melancia cv. Crimson Sweet em função de doses de boro aplicadas na semente. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 728-735, 2017.

SOUZA, E. P.; BUCCIARELLI, B.; PICCOLI, M. M.; CARDOSO, A. I. I. Molibdênio no tratamento de sementes de brócolis. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, e15711427154, 2022.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; FIGUEIREDO, G. J. B. Hortaliças. *In*: CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS JR, D.; BOARETTO, R. M.; RAIJ, B. V. (eds.). **Boletim 100**: Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundação IAC; 2022. p.339-427.

VERMA, R.; MEHTA, D. K. Effect of seed pelleting and integrated nutrient management on seed quality of bell pepper (*Capsicum annuum* L.). **International Journal of Chemical Studies**, v. 7, n. 1, p.1419-1423, 2019.

ZANUZO, M. R.; RIBEIRO, L. M.; LANGE, A.; MACHADO, R. A. F.; MASSAROTO, J. A. Desempenho agrônômico de genótipos de couve-flor nas condições edafoclimáticas de Sinop. **Horticultura Brasileira**, v. 3, p.332-337, 2013.

ZHOU, J.; DENG, B.; ZHANG, Y.; COBB, A. B.; ZHANG, Z. Molybdate in rhizobial seed-coat formulations improves the production and nodulation of alfalfa. **Plos One**, v. 12, v. 1, Article e0170179, 2017.

CAPÍTULO 2

SEMENTE PELICULIZADA E PELETIZADA COM MOLIBDÊNIO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA E PRODUÇÃO DA COUVE-FLOR

RESUMO

Dentre as hortaliças mais cultivadas, as brássicas se destacam pela sua importância econômica e social, mas também se destacam pela exigência em micronutrientes, principalmente a couve-flor. Frente a relevância dos micronutrientes no desenvolvimento dessa cultura e as vantagens do tratamento via sementes, objetivou-se estudar o efeito do tratamento de sementes de couve-flor com molibdênio (Mo) através das técnicas da peliculização e peletização na qualidade fisiológica e no desenvolvimento em campo em diferentes manejos. Para a qualidade fisiológica e de mudas, foram avaliados treze tratamentos, em esquema fatorial $2 \times 5 + 3$: duas tecnologias (peliculização e peletização), cinco doses (0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 g de Mo kg^{-1} de sementes) e três controles (tecnologia sem nutriente e semente nua), com quatro repetições, no delineamento inteiramente casualizado para os testes conduzidos em laboratório e em blocos ao acaso para os testes em viveiro. Para o campo, foram avaliados dez tratamentos em esquema fatorial $2 \times 2 \times 2 + 2$: duas tecnologias de tratamento de sementes (peliculização e peletização); duas doses de Mo (0,5 e 4,5 g kg^{-1} de sementes), dois manejos de adubação (de acordo com o recomendado por Trani et al. (2022) e adubação sem fonte de Mo) e dois tratamentos controle (semente nua), um em cada manejo, no delineamento de blocos ao acaso, com seis repetições e parcela experimental composta por quatro plantas cultivadas em vaso. Para análise dos dados foi realizada a comparação de médias das tecnologias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) e regressão para o fator doses. Para os dados de campo, as médias das tecnologias, doses e manejo foram comparados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As comparações de cada tratamento com o tratamento controle foram realizadas pelo teste Dunnett ($p < 0,05$). O tratamento das sementes com Mo não prejudicou a qualidade fisiológica tanto na tecnologia com peliculização como na peletização. No entanto, no experimento em ambiente protegido, a suplementação com este micronutriente via sementes mostrou-se dispensável, pois não foram observadas plantas com sintomas de deficiência e não alterou a produção.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. *botrytis*; emergência; germinação; produtividade.

ABSTRACT

Among the most cultivated vegetables, brassicas stand out for their economic and social importance, but they also stand out for their requirement for micronutrients, especially cauliflower. In view of the importance of micronutrients in the development of this crop, the objective was to study the effect of treating cauliflower seeds with molybdenum (Mo) through film coating and pelleting techniques on physiological quality and field development under different managements. For physiological and seedling quality, thirteen treatments were evaluated, in a 2x5+3 factorial scheme: two technologies (film coating and pelleting), five doses (0.5; 1.5; 2.5; 3.5 and 4.5 g of Mo kg⁻¹ of seeds) and three controls (technology without nutrient and untreated seed), with four replications, in a completely randomized design for tests conducted in the laboratory and in randomized blocks for tests in the nursery. For the field, ten treatments were evaluated in a 2x2x2+2 factorial scheme: two seed treatment technologies (film coating and pelleting); two Mo doses (0.5 and 4.5 g kg⁻¹ of seeds), two fertilization managements (as recommended by Trani et al. (2022) and fertilization without a Mo source) and two control treatments (untreated seed), one in each management, in a randomized block design, with six replications and experimental plot composed of four plants cultivated in pots. For data analysis, technology means were compared using the Tukey test ($p < 0.05$) and regression for the dose factor. For field data, the means of technologies, doses and management were compared using the Tukey test ($p < 0.05$). Comparisons of each treatment with the control treatment were performed using the Dunnett test ($p < 0.05$). The treatment of seeds with Mo did not harm the physiological quality in both film coating and pelleting technologies. However, in the experiment in a protected environment, supplementation with this micronutrient by seeds proved to be unnecessary, as no plants with deficiency symptoms were observed and it did not affect production.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *botrytis*; emergence; germination; productivity.

2.1 INTRODUÇÃO

A couve-flor (*Brassica oleraceae* var. *botrytis*) é cultivada no Oriente Médio desde a antiguidade, sendo originária da Ásia Menor, e levada para a Europa no século XVI. Entretanto, somente a partir do século XVII essa cultura começou a se expandir para outras partes do mundo, sendo introduzida no Brasil inicialmente na região serrana fluminense (May et al., 2007; Lana; Tavares, 2010). Segundo o Instituto de Economia Agrícola (2023), a produção do Estado de São Paulo em 2022 desta hortaliça foi de 1.700.498,94 engradados de 30 unidades em uma área de 1.836 ha (IEA, 2023).

Em geral, a couve-flor se desenvolve adequadamente em solos bem drenados, férteis, ricos em matéria orgânica, tendo alta exigência em nitrogênio, boro e molibdênio (May et al., 2007; Trani et al., 2022), sendo considerada uma das hortaliças mais exigentes nestes micronutrientes.

Uma alternativa de fornecimento de micronutrientes para a cultura é através do tratamento de sementes. Enquanto a peliculização é um revestimento com um *film coating* (polímero) em que quase não há modificação da massa e forma da semente (Giménez-Sampaio; Sampaio, 2009), a peletização é o resultado da aplicação de um material seco e inerte juntamente com um material cimentante, alterando a massa e o tamanho ou a forma original da semente (Nascimento; Dias; Silva, 2011).

Qualquer tratamento feito às sementes deve melhorar ou, pelo menos, manter a qualidade fisiológica inicial do lote, pois este é um aspecto que garante o sucesso da produção, possibilitando o adequado estabelecimento de plântulas no campo, fator este diretamente relacionado com a qualidade fisiológica das sementes (Nascimento; Dias; Silva, 2011).

Sobre o desenvolvimento da couve-flor em campo, Trani et al. (2022) recomendam a pulverização foliar com molibdato de amônio três vezes durante o ciclo. O molibdênio é constituinte de várias enzimas, especialmente as que atuam no metabolismo do nitrogênio e do enxofre, que estão relacionadas com a transferência de elétrons. Com relação ao metabolismo nitrogenado, o Mo afeta a fixação biológica (nitrogenase) e a redução do nitrato em nitrito (redutases). O Mo também está envolvido no metabolismo do enxofre (redutase de sulfito) em reações de oxirredução. Além disso, tem efeito significativo na formação do grão-de-pólen (Prado, 2008).

Apesar de requerido pelas plantas em baixas quantidades, a deficiência de molibdênio causa sintomas característicos e severos na cultura da couve-flor,

podendo resultar em inflorescências fora do padrão comercial. O pH do solo é um dos fatores de maior influência para a disponibilidade deste elemento, sendo essencial a prática da calagem, sem excessos, para a disponibilidade do molibdênio para a cultura (May et al., 2007). O primeiro indicativo de uma deficiência de molibdênio é a clorose generalizada entre as nervuras e a necrose de folhas mais velhas. Em plantas como couve-flor e brócolis, as folhas podem não se tornar necróticas, mas, em vez disso, podem parecer retorcidas e, por conseguinte, morrer (“ponta-de-chicote”). A formação de flores pode ser impedida ou as flores podem cair prematuramente (Taiz et al., 2017).

Frente a relevância dos micronutrientes no desenvolvimento da couve-flor, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento com molibdênio em sementes, através de peliculização e peletização, na qualidade fisiológica e no desenvolvimento e produção de couve-flor em manejo com e sem adubação com Mo.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Áreas experimentais, tratamentos e delineamento experimental

O tratamento de sementes foi realizado na Sakata Seed Sudamerica[®], localizada em Bragança Paulista-SP. As análises de germinação e vigor foram feitas no laboratório de sementes de hortaliças do Departamento de Produção Vegetal, setor Horticultura, e o desenvolvimento das mudas no viveiro do Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente, ambos pertencentes à Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA-UNESP), campus de Botucatu-SP.

O viveiro, do modelo arco, pé direito de 3,0 m, cobertura com plástico difusor de luz e laterais com tela de monofilamento 50% contava com suportes aramados a 50 cm do solo e sistema de irrigação com microaspersores “*up side down*” com lâmina média de 5 L m⁻².

Foram utilizadas sementes de couve-flor doadas pela Sakata Seed Sudamerica[®] de um híbrido de verão, produzidas na província de Limari-Chile. O produto fonte de molibdênio (Mo na forma de quelato de aminoácidos, contendo 66,4 g L⁻¹ de Mo) foi doado pelo Núcleo de Pesquisas Aplicadas Ltda[®] de Jaboticabal-SP.

Foram executados dois experimentos independentes, um para avaliar a qualidade fisiológica e desenvolvimento de mudas e outro para o desempenho agrônomo em campo da couve-flor.

Para a etapa de laboratório e viveiro, foram avaliados treze tratamentos, em esquema fatorial $2 \times 5 + 3$: duas tecnologias de tratamento de sementes (peliculização e peletização), cinco doses (0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 g de Mo kg^{-1} de sementes) e três controles (cada tecnologia sem nutriente e semente nua), com quatro repetições, no delineamento inteiramente casualizado para os testes conduzidos em laboratório e em blocos ao acaso para os testes em viveiro.

Para a etapa de campo, foram avaliados dez tratamentos em esquema fatorial $2 \times 2 \times 2 + 2$: duas tecnologias de tratamento de sementes (peliculização e peletização), duas doses de molibdênio (0,5 e 4,5 g kg^{-1} de sementes), dois manejos de adubação (de acordo com o recomendado por Trani et al. (2022) e adubação sem fonte de molibdênio) e um tratamento controle (semente nua) em cada manejo (recomendado e sem o nutriente), em delineamento de blocos ao acaso, com seis repetições e cada parcela experimental composta por quatro plantas conduzidas em vasos.

As doses testadas nesta etapa foram selecionadas a partir da observação dos dados de laboratório e viveiro. Considerando que perante os tratamentos, o comportamento das sementes e das mudas foram muito diferentes entre si, não havendo um padrão entre os resultados, optou-se pela menor e a maior dose testadas (0,5 e 4,5 g de B kg^{-1} de sementes) visando uma maior amplitude de possíveis respostas no campo.

Foram testados os seguintes manejos: Manejo 1: uso de adubo orgânico (torta de mamona na dose de 4 t ha^{-1}), adubação de plantio com nitrogênio (ureia na dose de 60 kg ha^{-1} de N), fósforo (superfosfato simples na dose de 520 kg ha^{-1} de P_2O_5), potássio (cloreto de potássio na dose de 180 kg ha^{-1} de K_2O), boro (ácido bórico na dose de 2,7 kg ha^{-1} de B) e adubação foliar com B e Mo (solução de 1 g L^{-1} de ácido bórico e 1 g L^{-1} de molibdato de sódio, aos 15, 35 e 55 dias após o transplante - DAT); Manejo 2: sem uso de adubo orgânico, adubação de plantio com NPK e B e adubação foliar somente com B (solução de 1 g L^{-1} de ácido bórico aos 15, 35 e 55 DAT).

Os teores de macro e micronutrientes obtidos na análise química da torta de mamona foram: N= 4,34%; P_2O_5 = 1,22%; K_2O = 1,09%; Ca= 1,12%; Mg= 0,60%; S= 0,32%; Na= 685 mg kg^{-1} ; B= 36 mg kg^{-1} ; Cu= 19 mg kg^{-1} ; Fe= 2870 mg kg^{-1} ; Mn= 102 mg kg^{-1} ; Zn= 96 mg kg^{-1} ; relação C/N= 10/1; Umidade= 7% e pH= 6,3.

2.2.2 Peliculização

Foram separadas 200 g de sementes para cada tratamento. As soluções foram preparadas utilizando os insumos do procedimento padrão da empresa (Thiram 0,2%, Rovral líquido 0,08%, Sepiret 1,86% e água 1,86%) com o produto fonte de molibdênio nas respectivas doses e homogeneizadas. As sementes foram colocadas no protótipo de *film coating* da empresa e adicionada a solução no centro do equipamento para distribuição uniforme e total recobrimento das sementes.

Em seguida, as sementes passaram por secagem a 35°C durante 1 hora e foi monitorada a umidade, sendo esta mantida entre 5 a 6%, o que assegura a qualidade fisiológica. Após, as sementes foram armazenadas em câmara seca (40% de umidade relativa e 20°C).

2.2.3 Peletização

Foram separados 1,5 kg de sementes nuas para receber o pó inicial (blend de rochas) em um equipamento rotativo para o início do processo de peletização.

Após o movimento de rolagem da panela e modificação do tamanho e forma inicial das sementes, estas, agora com maior massa, foram novamente pesadas e separadas em porções para a incorporação dos tratamentos, sendo cada um composto por 530 g de sementes “semi peletizadas”.

O cálculo dos produtos teve como referência a massa da semente nua. Para cada tratamento, o produto fonte de molibdênio foi diluído em 20 mL de água para aplicação nas sementes e assim fazer parte da composição do pélete. O processo foi concluído com a aplicação de mais uma camada de pó final.

As sementes passaram por secagem a 35°C durante 1 hora e obtida umidade final do pélete de 2,5%. Após, estas foram armazenadas em câmara seca (40% de umidade relativa e 20°C).

2.2.4 Instalação da pesquisa de campo e tratos culturais

As mudas foram produzidas no viveiro do Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente, e o desenvolvimento das plantas pós transplante foi na Fazenda

Experimental São Manuel-SP, ambos pertencentes à Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA-UNESP), Campus de Botucatu-SP.

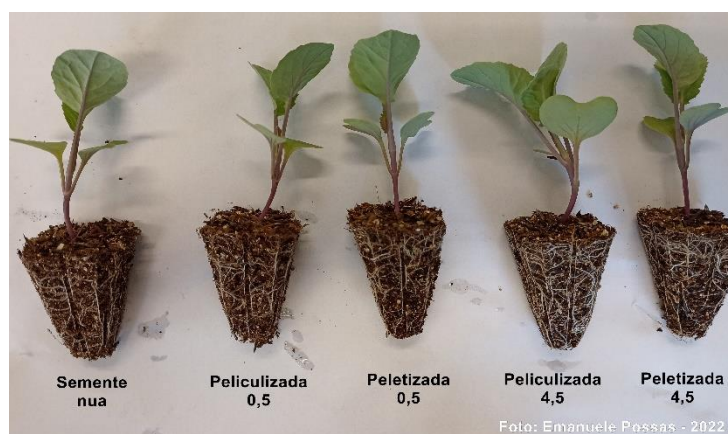
A semeadura foi feita em bandejas de 162 células com substrato Carolina Soil® no dia 11/10/2022 e o transplante das mudas (Figura 1) aos 25 dias após a semeadura (DAS).

Após o transplante, as plantas se desenvolveram em vasos com capacidade para 8 L, em ambiente protegido do tipo arco, com pé direito de 3,0 m, 7 m de largura por 20 m de comprimento, coberta com filme de polietileno de alta densidade (150 μm) e laterais com tela antiafídica.

As coordenadas geográficas da área são: 22° 46' de latitude Sul, 48° 34' de longitude Oeste e altitude de 740 m. Conforme a classificação de Köppen, o clima é do tipo *Cfa*, temperado quente úmido (Cunha; Martins, 2009). Dados fornecidos pelo Departamento de Engenharia Rural e Socioeconomia da FCA/UNESP referentes a estação meteorológica localizada em São Manuel registraram temperatura média mensal ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa (%) de: Outubro/22= 22,8; 73,5, Novembro/22= 22,2; 68,5; Dezembro/22= 23,2; 78,0 e Janeiro/23= 22,2; 82,4, respectivamente.

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho Distrófico Típico, arenoso. Os resultados obtidos na análise química, antes da instalação do experimento foram: $\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)} = 4,3$; $\text{M.O.} = 2 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{P}_{\text{resina}} = 2 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 27 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{K} = 0,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 11 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{B} = 0,21 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Mo} = < 1,0 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{SB} = 18 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 45 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $\text{V} = 40\%$. Foi feita calagem para se elevar a saturação de bases para 80% conforme o indicado para a cultura da couve-flor (Trani et al., 2022).

Figura 1 – Mudas originárias de sementes tratadas com molibdênio aos 25 dias após a semeadura



Misturaram-se os adubos orgânicos e inorgânicos ao solo, de acordo com os tratamentos, e colocou-se nos vasos (8 L). As mudas foram transplantadas aos 25 DAS no espaçamento de 0,5 m entre as plantas e 1,0 m entre linhas. A irrigação utilizada foi do tipo gotejamento, mantendo-se a umidade do solo próximo à capacidade de campo. A adubação de cobertura foi através de fertirrigação parcelada em oito vezes, a cada sete dias, colocando-se solução contendo NPK conforme o recomendado por Trani et al. (2022), iniciando-se aos 15 DAT.

Quando se atingiu o ponto de colheita, ou seja, no momento em que as inflorescências estavam totalmente desenvolvidas, com os botões florais ainda unidos (May et al., 2007), realizou-se a colheita de forma manual. A colheita do experimento iniciou-se aos 56 DAT estendendo-se até os 70 DAT. As plantas foram avaliadas no Departamento de Produção Vegetal, setor Horticultura (FCA-UNESP), campus de Botucatu-SP.

2.2.5 Avaliação das características físicas e qualidade fisiológica em laboratório

Foram avaliadas as seguintes características:

a) Massa de mil sementes ou péletes (MMS): foram contadas oito amostras de 100 sementes (ou péletes) tomadas ao acaso de cada tratamento e posterior determinação da massa, em gramas, em balança analítica de precisão (0,001g), conforme as Regras para Análise de Sementes -RAS (Brasil, 2009);

b) Dureza de pélete (DUR): foram amostradas ao acaso 10 sementes peletizadas de cada tratamento para serem submetidas ao medidor de dureza de pélete “Durômetro”, pertencente a Sakata, com resultados expressos em kgf;

c) Germinação (G): foi realizado teste de germinação com quatro repetições de 50 sementes, as quais foram semeadas em caixa gerbox com dois papéis mata-borrão, previamente umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco, colocadas em BOD a 20°C, segundo metodologia das RAS (Brasil, 2009), e contabilizado o número de plântulas normais ao 10º DAS, expressos em porcentagem de germinação;

d) Primeira contagem de germinação (PC): foi computado o percentual de plântulas normais, aos cinco DAS no teste de germinação (Brasil, 2009),

e) Índice de velocidade de germinação (IVG): foi registrado diariamente o número de plântulas normais germinadas até a estabilização da germinação, e o IVG foi calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962): $IVG = E1/N1 + E2/N2 + \dots En/Nn$, onde 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.

2.2.6 Avaliação da qualidade das mudas em viveiro

Foram avaliadas as seguintes características:

a) Emergência (EMERG): foi feita a semeadura de quatro repetições de 25 sementes por tratamento em bandejas de polipropileno de 200 células contendo substrato para mudas Carolina Soil®, sendo computado o total de plântulas normais emergidas ao 10º DAS, expresso em porcentagem;

b) Índice de velocidade de emergência (IVE): foram realizadas contagens diárias das plântulas normais emergidas durante dez dias, e calculado o IVE, conforme a fórmula proposta por Maguire (1962);

c) Altura de muda (ALT): foram amostradas dez plântulas do teste de emergência aos 25 DAS e aferida a altura da parte aérea com régua, e expresso em centímetros;

d) Massa fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea e raiz das plantas: foram amostradas dez plantas do teste de emergência aos 25 DAS e obtida a massa fresca da parte aérea e raízes. As mudas passaram por secagem em estufa com circulação de ar forçada, mantida à temperatura de 80°C por período de 72 horas. Após este período, foi determinada a massa seca em balança analítica, expresso em miligramas por planta.

2.2.7 Avaliação das plantas em campo

a) Teor de Mo nas mudas: no dia do transplante, uma amostra de 10 mudas de cada tratamento foi lavada e a parte aérea foi seca em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até atingirem massa constante. As amostras foram moídas, pesadas e encaminhadas para o laboratório de análise química de plantas da UNESP/FCA para determinação do teor de molibdênio. A metodologia utilizada para serem analisadas

quimicamente conforme Malavolta et al. (1997) foi a da digestão assistida por radiação;

b) Ciclo: foram contabilizados os dias desde o transplante até a colheita de cada planta e calculada a média de cada parcela;

c) Número de folhas: foi contabilizado o número de folhas em cada planta no dia da colheita;

d) Massa fresca de folhas, caule e inflorescência: no dia da colheita foi aferida a massa das folhas, do caule e da inflorescência de cada planta, separadamente, em balança com precisão de 0,1g;

e) Massa seca de folhas, caule e inflorescência: as folhas, o caule e a inflorescência foram acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até atingir massa constante e pesados em balança com precisão de 0,1g;

f) Diâmetro da inflorescência: foi mensurado com fita métrica (cm) o diâmetro de cada inflorescência;

g) Largura e comprimento de folha: foram medidos com fita métrica a largura e o comprimento das três folhas mais desenvolvidas de cada planta e obtidas as médias por folha;

h) Produtividade: estimada em kg ha^{-1} a partir da massa fresca média das inflorescências, considerando-se que todas as inflorescências puderam ser consideradas como comerciais, isto é, bem formadas e sem defeitos aparentes.

2.2.8 Análise estatística do experimento em laboratório e viveiro

Para análise dos dados foi realizada análise de variância, comparação de médias das tecnologias de tratamento pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) e regressão para o fator doses com auxílio do software Sisvar. Para comparação de cada tratamento com os tratamentos controle (tecnologia sem nutriente e semente nua) foi realizado o teste de Dunnett ($p < 0,05$) através do software Assistat.

2.2.9 Análise estatística do experimento em campo

Para análise dos dados foi realizada análise de variância, a comparação de médias das tecnologias, doses e manejo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) com auxílio do software Sisvar. Para comparação de cada tratamento com o tratamento controle (semente nua) foi realizado o teste de Dunnett ($p < 0,05$) através do software Assistat.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Qualidade fisiológica e desenvolvimento de mudas

A peletização resultou em aumento médio de seis vezes na massa de mil sementes em comparação a peliculização no tratamento com molibdênio (Tabela 1) e na comparação com o controle com sementes nuas (Tabela 2). Esse aumento facilita a semeadura, tanto manual como mecanizada, e é a principal vantagem desta tecnologia já utilizada em grande escala para as sementes de algumas hortaliças, com destaque para a alface. Esta tecnologia permite o aumento da massa da semente em até 100.000 vezes dependendo da espécie (Afzal et al., 2020).

Tabela 1 – Médias da massa de mil sementes e germinação de sementes de couve-flor peliculizadas e peletizadas com molibdênio

	Massa de mil sementes	Germinação
	g	%
Peliculização	5,16 b	98,8 a
Peletização	30,91 a	99,3 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Com a peliculização não foi observada diferença para a massa de mil sementes em função das doses de molibdênio, com média de 5,16 g, enquanto com a peletização observou-se redução e posterior estabilização no valor com o aumento das doses (Figura 2A).

Ressalta-se que o lote utilizado apresentou valor elevado de massa de mil sementes nuas (4,9 g), comparativamente aos relatados na literatura por Cardoso et al. (2016) de 3,4 g, e Nakada-Freitas et al. (2020) de 3,7 g para couve-flor, o que deve

ser devido a característica do híbrido, sendo que estes autores utilizaram a cultivar Piracicaba Precoce.

No que diz respeito a dureza de pélete, observou-se redução desta até aproximadamente a dose de $2,5 \text{ g Mo kg}^{-1}$ de sementes, quando se estabilizou (Figura 2B), sendo que apenas a dose $3,5 \text{ g Mo kg}^{-1}$ de sementes apresentou dureza inferior a peletização sem nutrientes (Tabela 2).

Tabela 2 – Comparação da peliculização e peletização com molibdênio das sementes de couve-flor com sementes peliculizadas e peletizadas sem nutrientes e com o controle (sementes nuas) para as características de massa de mil sementes (MMS), dureza de pélete (DUR), primeira contagem de germinação (PC), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência (EMERG), índice de velocidade de emergência (IVE), massa fresca de parte aérea (MFPA) e de raiz da muda (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA) e de raiz da muda (MSR) e altura da muda (ALT)

Tratamento	Dose g kg ⁻¹ de sementes	MMS g	DUR kgf	PC -----%-----	G	IVG	EMERG %	IVE	MFPA -----mg-----	MFR	MSPA	MSR	ALT cm
Pelic. Mo	0,5	5,04 *	-	78,5 ^{a*}	97,5 ^{a*}	10,02 ^{a*}	98,0 ^{a*}	3,50 ^{a*}	526,91 ^{a*}	75,00 ^{a*}	58,32 ^{a*}	9,45 ^{a*}	7,66 ^{a*}
Pelic. Mo	1,5	5,08 *	-	88,5 ^{a*}	98,5 ^{a*}	10,69 ^{a*}	100,0 ^{a*}	3,57 ^{a*}	554,66 ^{a*}	81,16 ^{a*}	61,18 ^{a*}	10,67 ^{a*}	8,24 ^a
Pelic. Mo	2,5	5,21 ^{a*}	-	85,5 ^{a*}	99,0 ^{a*}	11,05 ^{a*}	100,0 ^{a*}	3,57 ^{a*}	487,87 ^{a*}	75,78 ^{a*}	57,25 ^{a*}	10,30 ^{a*}	7,25 ^{a*}
Pelic. Mo	3,5	5,16 ^{a*}	-	91,0 ^{a*}	99,5 ^{a*}	11,08 ^{a*}	97,0 ^{a*}	3,46 ^{a*}	397,68 ^{a*}	40,29 ^{a*}	48,25 ^{a*}	7,83 ^a	6,76 ^{a*}
Pelic. Mo	4,5	5,25 ^{a*}	-	84,5 ^{a*}	99,5 ^{a*}	10,67 ^{a*}	100,0 ^{a*}	3,57 ^{a*}	468,61 ^{a*}	56,37 ^{a*}	59,84 ^{a*}	9,58 ^{a*}	7,39 ^{a*}
Pelic. sem nutriente	-	5,22 ^{a*}	-	94,0 ^{a*}	99,0 ^{a*}	11,13 ^{a*}	98,0 ^{a*}	3,50 ^{a*}	435,71 ^{a*}	47,28 ^{a*}	62,79 ^{a*}	11,60 ^{a*}	7,41 ^{a*}
Pelet Mo	0,5	32,40	0,37 ^b	73,0 ^{b*}	99,5 ^{b*}	9,34 *	99,0 ^{b*}	3,53 ^{b*}	472,23 ^{b*}	58,77 ^{b*}	57,20 ^{b*}	10,82 ^{b*}	7,29 ^{b*}
Pelet Mo	1,5	32,09	0,38 ^b	71,5 ^{b*}	99,5 ^{b*}	9,34 *	100,0 ^{b*}	3,58 ^{b*}	462,13 ^{b*}	49,46 ^{b*}	59,79 ^{b*}	8,84 ^{b*}	7,50 ^{b*}
Pelet Mo	2,5	29,32	0,34 ^b	48,5 ^b	99,0 ^{b*}	8,78	98,0 ^{b*}	3,50 ^{b*}	453,06 ^{b*}	55,49 ^{b*}	54,61 ^{b*}	8,22 ^{b*}	7,33 ^{b*}
Pelet Mo	3,5	30,25	0,31	47,0 ^b	99,0 ^{b*}	8,79	100,0 ^{b*}	3,57 ^{b*}	405,17 ^{b*}	54,34 ^{b*}	49,00 ^{b*}	8,43 ^{b*}	6,86 ^{b*}
Pelet Mo	4,5	30,48	0,34 ^b	49,5 ^b	99,5 ^{b*}	8,86 *	98,0 ^{b*}	3,50 ^{b*}	424,57 ^{b*}	67,72 ^{b*}	50,61 ^{b*}	9,76 ^{b*}	6,91 ^{b*}
Pelet. sem nutriente	-	32,49 ^b	0,43 ^b	70,0 ^{b*}	100,0 ^{b*}	10,18 ^{b*}	99,0 ^{b*}	3,53 ^{b*}	390,41 ^{b*}	71,82 ^{b*}	56,63 ^{b*}	12,56 ^{b*}	6,64 ^{b*}
Semente nua	-	4,93 *	-	81,5 *	98,50 *	10,24 *	100,0 *	3,57 *	349,60 *	49,31 *	46,85 *	16,26 *	6,55 *

Pelic = Peliculização

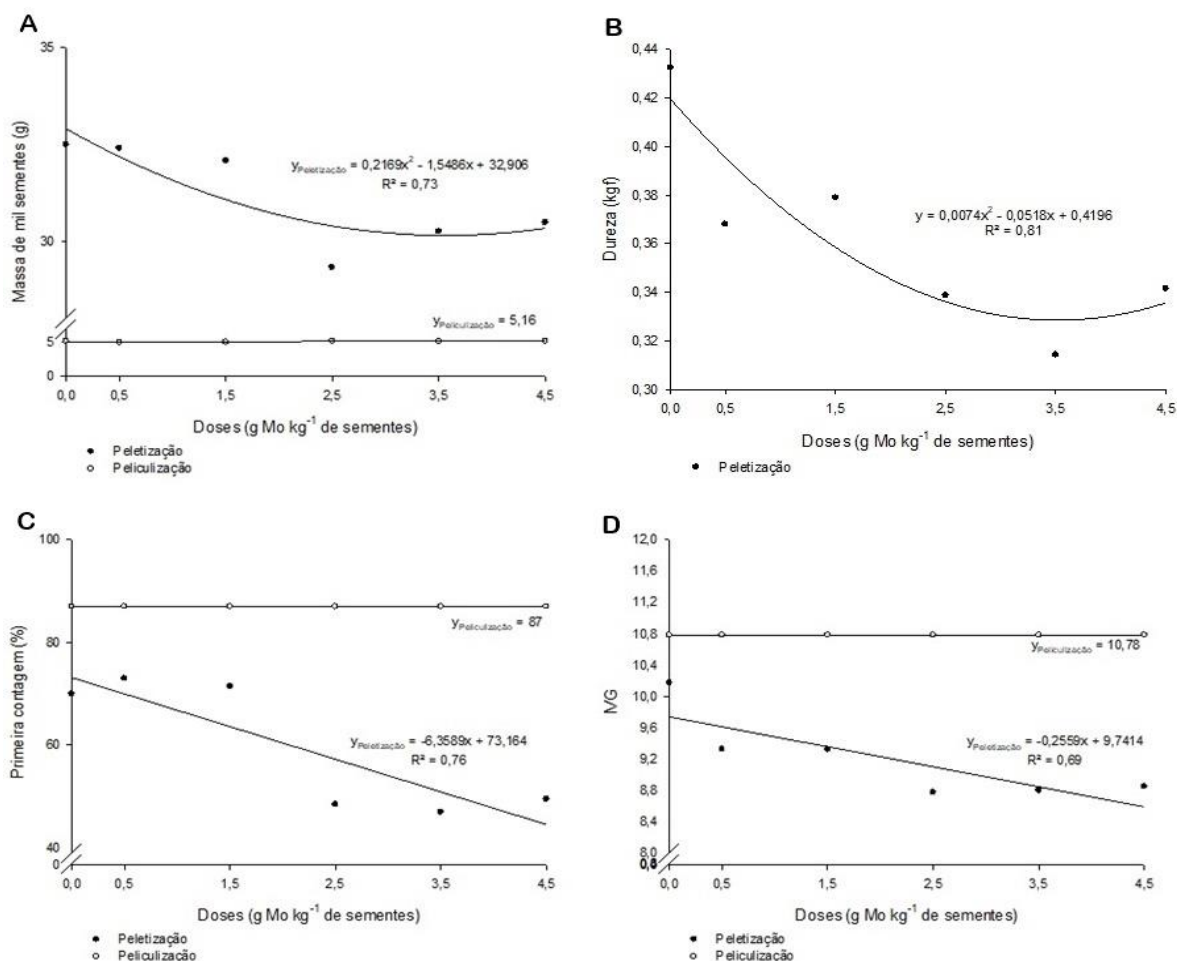
Pelet = Peletização

^a Médias estatisticamente iguais ao tratamento com peliculização sem nutriente pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

^b Médias estatisticamente iguais ao tratamento com peletização sem nutriente pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

* Médias estatisticamente iguais ao controle (semente nua) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Figura 2 – Massa de mil sementes (A), dureza de pélete (B), primeira contagem (C) e índice de velocidade de germinação (D) de sementes peliculizadas e peletizadas de couve-flor em função das doses de molibdênio



A média de dureza de pélete encontrada nesta pesquisa para os tratamentos testados variou de 0,31 a 0,43 kgf, enquanto Kangsopa, Hynes e Siri (2018), ao avaliarem diferentes composições de revestimentos para a peletização de sementes de alface, encontraram valores entre 0,03 e 1,1 kgf, ou seja, uma ampla faixa que contempla os valores observados nesta pesquisa. Segundo Silva e Nakagawa (1998), a consistência do pélete é estabelecida pela resistência da ligação entre as partículas do ligante e o pó de revestimento. Portanto, quanto maior a proporção do ligante, considerando tanto o tamanho quanto a porosidade das partículas do produto utilizado como revestimento, maior é a capacidade de ligação das estruturas do pélete.

Para as características de germinação e vigor, as sementes peliculizadas apresentaram porcentagem de primeira contagem e índice de velocidade de

germinação superior às sementes peletizadas a partir da dose de 2,5 g Mo kg⁻¹ de sementes e 1,5 g Mo kg⁻¹ de sementes, respectivamente (Tabela 3). Dependendo da camada de materiais sólidos e da aplicação destes, há a possibilidade da peletização ocasionar restrição à difusão de oxigênio entre a semente e o ambiente, bem como representar uma barreira mecânica à protrusão da radícula (Queiroga; Durán; Assunção, 2022). Porém, justamente nas maiores doses foram observados os menores valores para dureza do pélete (Figura 2B), ou seja, o atraso na germinação não ocorreu devido a barreira mecânica em si com a peletização, visto que nas menores doses não ocorreu atraso.

A menor velocidade de germinação ocorreu pela maior dose de Mo aplicado apenas na peletização. As sementes peletizadas apresentaram a tendência de reduzir linearmente a primeira contagem e o índice de velocidade de germinação com o aumento das doses de molibdênio, enquanto as sementes peliculizadas não alteraram seu comportamento, mantendo média de 87% e 10,8 respectivamente (Figura 2C e 2D). Apesar deste atraso, a germinação final não foi afetada pelas tecnologias, sem diferença entre a peliculização e peletização (Tabela 1), nem na comparação das tecnologias sem o nutriente ou com o controle (sementes nuas) (Tabela 2), com média de 99%.

Tabela 3 – Primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes peliculizadas e peletizadas de couve-flor com molibdênio para cada dose do nutriente

	Doses (g Mo kg ⁻¹ de sementes)				
	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5
Primeira contagem (%)					
Peliculização	78,5a	88,5a	85,5a	91,0a	84,5a
Peletização	73,0a	71,5a	48,5b	47,0b	49,5b
IVG					
Peliculização	10,00a	10,70a	11,08a	11,08a	10,70a
Peletização	9,33a	9,33b	8,78b	8,80b	8,85b

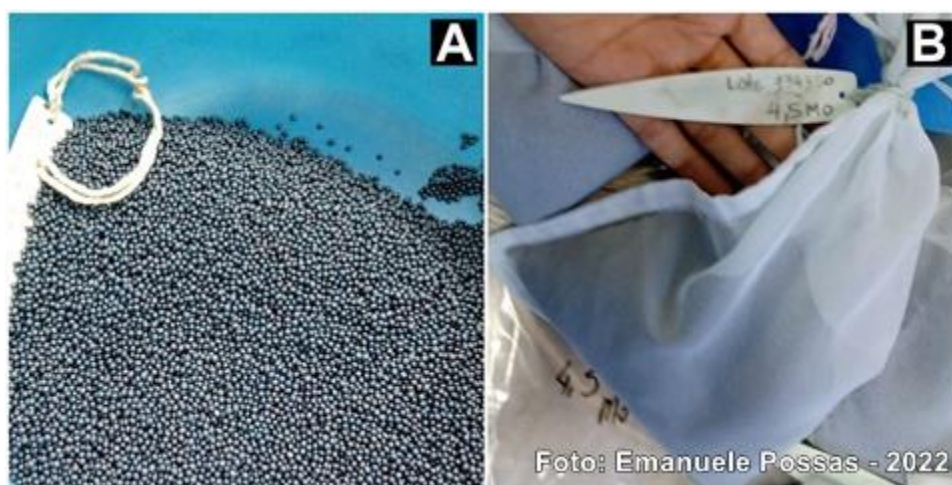
Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Observa-se que a peliculização com Mo não prejudicou a qualidade das sementes comparando-se com a peliculização padrão (sem Mo) e com as sementes nuas, independentemente da dose, enquanto a peletização reduziu o vigor das sementes a

partir da dose de $2,5 \text{ g Mo kg}^{-1}$ de sementes, porém não afetou a germinação final (Tabela 2). Considerando que todos os tratamentos proporcionaram sementes de couve-flor com porcentagens de germinação superiores a 80%, todos são viáveis comercialmente perante os requisitos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2012).

Visualmente, o molibdênio na forma de quelato de aminoácido é um líquido fluido, com boa capacidade de dissolução na solução final usada no tratamento das sementes. Ao final da peliculização, o tratamento com Mo não deixou resquícios do produto na embalagem (Figura 3A) e nem ao final da secagem (Figura 3B), e durante a peletização também não atrapalhou a formação dos péletes. Logo, provavelmente as propriedades físicas do produto contribuíram para os bons resultados obtidos em laboratório.

Figura 3 – Final do processo de peliculização com produto fonte de molibdênio (A), sementes tratadas com molibdênio na dose de $4,5 \text{ g de Mo kg}^{-1}$ depois de secas, sem resquícios de produto na embalagem (B)



Os efeitos do molibdênio no tratamento de sementes são descritos na literatura, havendo variações de acordo com a espécie estudada. Avaliando a qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com os micronutrientes molibdênio, boro, zinco e cobalto, Werner et al. (2020) observaram que o tratamento com molibdênio proporcionou os maiores valores de comprimento de parte aérea de plântulas normais no teste de germinação. Em ervilha, utilizando fonte de molibdênio (30%) e cobalto (1,5%) no tratamento de sementes, Levandoski, Menon e Carvalho (2018) relataram que a dose de $0,7 \text{ mL kg}^{-1}$ de sementes beneficiou a qualidade fisiológica,

especialmente para a germinação de sementes, comprimento total e massa seca de plântulas de ervilha. No entanto, o tratamento das sementes com Mo não melhorou a qualidade das sementes de couve-flor na presente pesquisa.

Ao utilizar o método do tratamento por imersão e molibdato de sódio dihidratado como fonte de Mo, Pereira et al. (2012) observaram que parâmetros como primeira contagem da germinação e germinação de sementes de milho foram influenciados negativamente por doses crescentes de molibdênio (0; 7,5; 22,5; 67,5; 202,5 g ha⁻¹ de Mo), provavelmente ocasionados por danos causados ao embrião da semente devido às altas concentrações de sal na semente. 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. Souza et al. (2022) observaram redução na germinação e no vigor das sementes de brócolis (mesma espécie botânica da couve-flor) tratadas por imersão com molibdênio (0,5 a 25,0 g de Mo L⁻¹ de água) em comparação ao controle, principalmente nas maiores doses, independentemente da fonte (molibdato de amônio ou quelato).

O desenvolvimento das mudas em viveiro demonstrou que não houve diferença entre as tecnologias de tratamento de sementes para todas as características avaliadas (Tabela 4), sendo todos tratamentos iguais às tecnologias padrão sem nutriente e às sementes nuas (Tabela 2), com médias de 99%, 3,5, 465,3 mg, 61,4 mg, 55,6 mg, 9,4 mg e 7,4 cm, para a emergência total aos 10 DAS, índice de velocidade de emergência, massa fresca de parte aérea, massa fresca de raiz, massa seca de parte aérea, massa seca de raiz e altura de mudas, respectivamente.

O revestimento de sementes de brócolis e salsa também não afetou a produção de mudas (Tanada-Palmu et al., 2005) e em tomate, a peliculização não alterou as variáveis biométricas relacionadas ao crescimento de mudas (Melo et al., 2015), assim como encontrado nesta pesquisa.

Por outro lado, Amaro et al. (2019) constataram que o tratamento de sementes da brassicácea crambe com fertilizante composto por zinco (35%) e molibdênio (3,5%) diluído em água destilada e aplicados diretamente nas sementes afetou negativamente e linearmente a qualidade fisiológica quanto maior a dose (0; 3,3; 6,7; 10 e 13 mL para 0,5 kg de sementes). A dose máxima de zinco e molibdênio promoveu uma redução de 18% na emergência das plântulas de crambe em comparação ao controle, onde foi verificado aproximadamente 77% de plântulas emergidas.

Tabela 4 – Médias da emergência (EMERG), índice de velocidade de emergência (IVE), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e altura (ALT) de mudas de couve-flor originárias de sementes peliculizadas e peletizadas com molibdênio

	EMERG %	IVE	MFPA	MFR	MSPA	MSR	ALT cm
			-----mg-----				
Peliculização	99,00a	3,56a	487,14a	65,72a	56,97a	9,57a	7,49a
Peletização	99,00a	3,55a	443,43a	57,15a	54,24a	9,21a	7,21a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

De acordo com os resultados, é possível inferir que para ambas as tecnologias, peliculização e peletização, todas as doses de molibdênio testadas apresentaram sementes de couve-flor com germinação adequada, garantindo a viabilidade comercial com todos os valores superiores a 97%. Além disso, também possibilitam a produção de mudas de qualidade, demonstrando o uso potencial deste micronutriente.

2.3.2 Desempenho agrônômico

A peliculização de sementes de couve-flor com molibdênio na maior dose testada favoreceu o aumento dos teores de Mo nas mudas (Tabela 5), sendo o único tratamento que se diferenciou das mudas originadas de sementes nuas (Tabela 6), resultando em teores médios de $162,5 \text{ mg kg}^{-1}$.

São escassas as pesquisas acerca do teor de molibdênio em plantas, principalmente em brássicas. Sabe-se, no geral, que os valores de molibdênio inferiores a $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ alteram negativamente o metabolismo do nitrogênio e superiores a 5 mg kg^{-1} se configuram como níveis tóxicos para as plantas (Alves e Berti, 2022). Apesar disso, na presente pesquisa não foi constatado nenhum sintoma de toxicidade nas mudas ou nas plantas de couve-flor, de forma que todo o desenvolvimento destas foi adequado durante o ciclo.

Prada, Mendonça Júnior e Carciofi (1998) encontraram concentração média de 12,8 ppm de molibdênio em forrageiras. Em soja, Milani (2007) encontrou teor médio de $29,6 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ em sementes em função da adubação foliar de molibdênio durante a fase de enchimento de grãos na dose de 1600 g ha^{-1} .

Tabela 5 - Teor de molibdênio em mudas de couve-flor em função do tratamento de sementes através da peliculização e peletização com diferentes doses de molibdênio

	Peliculização	Peletização
g Mo kg semente ⁻¹	mg Mo kg ⁻¹	
0,5	52,9Ba	111,4Aa
4,5	162,5Aa	115,4Aa

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 6 – Comparação da peliculização e peletização com molibdênio das sementes de couve-flor com o controle (sementes nuas) para a característica de teor de molibdênio em mudas

Tratamento	Dose g Mo kg ⁻¹ de sementes	Teor mg Mo kg ⁻¹
Pelic. Mo	0,5	52,9*
Pelic. Mo	4,5	162,5
Pelet. Mo	0,5	111,4*
Pelet. Mo	4,5	115,4*
Semente nua	-	27,2*

* Médias estatisticamente iguais ao tratamento com semente nua pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Os manejos (com ou sem aplicação de adubo orgânico antes do plantio ou de molibdênio foliar) não diferiram para todas as características avaliadas, assim como as tecnologias de aplicação (peletização e peliculização) e as doses de Mo (0,5 e 4,5 g kg⁻¹ de sementes) (Tabela 7). Para o manejo recomendado (com adubo orgânico antes do plantio e aplicação de molibdênio foliar), comparando-se os tratamentos com a semente nua não houve diferença para nenhuma das características avaliadas (Tabela 8), assim como para o manejo sem adubo orgânico e sem Mo foliar (Tabela 9).

Tabela 7 – Ciclo, número de folhas (NF), massa fresca (MFFC) e seca de folhas e caule (MSFC), massa fresca (MFI) e seca de inflorescência (MSI), diâmetro da inflorescência (DIAM), comprimento de folha (COMP), largura de folha (LARG) e produtividade (PROD) de plantas de couve-flor originárias de sementes tratadas com molibdênio em diferentes manejos

Manejo	Tecnologia	Dose g Mo kg ⁻¹ de sementes	CICLO dias	NF	MFFC	MSFC	MFI	MSI	DIAM	COMP	LARG	PROD t ha ⁻¹
					-----g-----				-----cm-----			
M1	Peliculização	0,5	62,5a	29,5a	1477,0a	145,3a	623,7a	44,0a	33,3a	42,8a	23,4a	15,6a
M1	Peliculização	4,5	62,8a	29,3a	1437,3a	131,3a	578,2a	36,3a	32,7a	42,7a	23,0a	14,5a
M1	Peletização	0,5	62,8a	30,2a	1507,7a	133,8a	597,9a	37,0a	31,7a	41,3a	23,5a	15,0a
M1	Peletização	4,5	62,0a	30,5a	1555,3a	140,0a	627,4a	36,3a	32,3a	42,2a	24,5a	15,7a
M2	Peliculização	0,5	63,8a	29,8a	1422,0a	132,6a	537,7a	42,3a	31,3a	43,2a	22,9a	13,4a
M2	Peliculização	4,5	63,3a	31,3a	1486,1a	146,1a	603,0a	44,6a	32,1a	41,0a	23,7a	15,1a
M2	Peletização	0,5	62,3a	30,5a	1543,5a	135,8a	641,2a	42,3a	33,0a	40,2a	23,6a	16,0a
M2	Peletização	4,5	64,0a	31,7a	1572,4a	128,8a	669,5a	39,4a	33,4a	42,4a	23,9a	16,7a

M1: Composto orgânico + Mo via foliar; M2: Sem composto orgânico e sem Mo

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Tabela 8 – Comparação das plantas de couve-flor originárias de semente nua cultivadas sob manejo com composto orgânico antes do plantio e molibdênio via foliar com os tratamentos em que as sementes receberam molibdênio para as características ciclo, número de folhas (NF), massa fresca (MFFC) e seca de folhas e caule (MSFC), massa fresca (MFI) e seca de inflorescência (MSI), diâmetro da inflorescência (DIAM), comprimento de folha (COMP), largura de folha (LARG) e produtividade (PROD)

Tratamento	Dose g kg ⁻¹ de sementes	CICLO dias	NF	MFFC	MSFC	MFI	MSI	DIAM	COMP	LARG	PROD
				-----g-----				-----cm-----			
Peliculizada	0,5	62,5*	29,5*	1477,0*	145,3*	623,7*	44,0*	33,3*	42,8*	23,4*	15,6*
Peletizada	0,5	62,8*	30,2*	1507,7*	133,8*	597,9*	37,0*	31,7*	41,3*	23,5*	15,0*
Peliculizada	4,5	62,8*	29,3*	1437,3*	131,3*	578,2*	36,3*	32,7*	42,7*	23,0*	14,5*
Peletizada	4,5	62,0*	30,5*	1555,3*	140,0*	627,4*	36,3*	32,3*	42,2*	24,5*	15,7*
Semente nua	0	61,3*	28,8*	1404,1*	105,0*	575,2*	34,8*	32,4*	41,4*	23,2*	14,4*

* Médias estatisticamente iguais ao controle (semente nua) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Tabela 9 – Comparação das plantas de couve-flor originárias de semente nua cultivadas sob manejo sem uso de composto orgânico antes do plantio e sem aplicação de molibdênio via foliar com os tratamentos em que as sementes receberam molibdênio para as características ciclo, número de folhas (NF), massa fresca (MFFC) e seca de folhas e caule (MSFC), massa fresca (MFI) e seca de inflorescência (MSI), diâmetro da inflorescência (DIAM), comprimento de folha (COMP), largura de folha (LARG) e produtividade (PROD)

Tratamento	Dose g kg ⁻¹ de sementes	CICLO dias	NF	MFFC	MSFC	MFI	MSI	DIAM	COMP	LARG	PROD
				-----g-----				-----cm-----			
Peliculizada	0,5	63,8*	29,8*	1422,0*	132,6*	537,7*	42,3*	31,3*	43,2*	22,9*	13,4*
Peletizada	0,5	62,3*	30,5*	1543,5*	135,8*	641,2*	42,3*	33,0*	40,2*	23,6*	16,0*
Peliculizada	4,5	63,3*	31,3*	1486,1*	146,1*	603,0*	44,6*	32,1*	41,0*	23,7*	15,1*
Peletizada	4,5	64,0*	31,6*	1572,4*	128,8*	669,5*	39,4*	33,4*	42,4*	23,9*	16,7*
Semente nua	0	64,8*	30,5*	1499,3*	137,2*	674,1*	46,2*	33,3*	42,1*	23,9*	16,9*

* Médias estatisticamente iguais ao controle (semente nua) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Também Mello e Minami (1999) não obtiveram resultados com aplicações de Mo na dose de até 54 g kg⁻¹ de sementes, sem afetar a massa média de inflorescências e a produção total de couve-flor 'Shiromaru II'. Oliveira et al. (2017), testando o uso

de sementes de soja enriquecidas com Mo e três métodos de aplicação (sem aplicação, tratamento de sementes e por via foliar), verificaram que o estande, a altura das plantas e as características de produção não foram influenciados pelos tratamentos.

O ciclo médio de 63 DAT foi semelhante aos da cultivar mais precoce estudada por Oliveira et al. (2018): 64 DAT. O número médio de folhas por planta de 30,4 foi superior ao encontrado por Torres et al. (2015) de 24 folhas para o híbrido Sharon, mostrando que o desenvolvimento das plantas não foi prejudicado pelo cultivo em vasos, originando plantas com número de folhas comparável a pesquisas em campo.

A média da massa fresca e seca de folhas e caule encontradas neste estudo foram de 1.500 g e 136,7 g, respectivamente, valores superiores aos relatados por Oliveira et al. (2018) para a massa fresca (1.002 g) e seca das folhas (78,5 g) de cinco cultivares de couve-flor. Os mesmos autores determinaram que a média da massa fresca e seca da inflorescência de duas cultivares de verão (Desert e Verona) foram de 424,2 g e 23,3 g respectivamente, valores inferiores aos obtidos nesta pesquisa de 609,8 g e 40,3 g. O diâmetro médio de 32,5 cm foi superior ao relatado por Morais Júnior et al. (2012), os quais avaliaram seis cultivares de couve-flor de verão, e obtiveram média de 20,8 cm. Já Torres et al. (2015) mencionaram diâmetro médio de 52,5 cm para o híbrido Sharon. Essa grande diferença entre os valores pode ser devido a diferenças do método de medição, diferenças genéticas, de clima e de manejo, mas mostram que as plantas se desenvolverem bem, sem restrições para o número de folhas, acúmulo de massa fresca e seca, tanta da parte vegetativa como reprodutiva.

Quanto a produtividade total de 15,25 t ha⁻¹, foi semelhante a encontrada por Castoldi et al. (2009) de 15,47 t ha⁻¹ para o híbrido Verona e superior a relatada por Oliveira et al. (2018) de 9,34 t ha⁻¹ também para o híbrido Verona.

O principal sintoma de deficiência de Mo em couve flor é a redução do limbo foliar (Prado, 2008), e as medidas foliares, como comprimento e largura das folhas, são importantes para identificar a possível deficiência deste micronutriente através de reduções nas dimensões das folhas. As médias encontradas nesta pesquisa foram de 41,97 e 23,56 cm, não havendo qualquer redução nas dimensões das folhas, comparando todos os tratamentos, inclusive os do manejo com adubação orgânica e com aplicação foliar de Mo, conforme recomendado por Trani et al. (2022). Portanto, pode-se inferir que não houve deficiência aparente de Mo.

A deficiência de Mo não é relatada com frequência nos campos de produção. O teor deste micronutriente nos tecidos vegetais é muito baixo, ou seja, sua exigência também é baixa (Prado, 2008). Entretanto, considerando que o molibdênio é um micronutriente indispensável não só para as brássicas, mas para as plantas em geral, uma vez que este elemento participa da atividade da nitrogenase e da fixação do nitrogênio (Prado, 2008), é essencial que o produtor tenha conhecimento das características da área antes do plantio, pois a deficiência de Mo é mais frequente em solos ácidos, arenosos e em áreas que receberam altas doses de fertilizantes contendo sulfato (Boaretto et al., 2022).

A ausência de diferença entre todos os tratamentos, inclusive sem adubo orgânico, sem Mo foliar e sem Mo nas sementes, pode ter sido influenciada pela quantidade inicial de molibdênio no solo, a qual estava adequada ou o híbrido utilizado apresenta elevada tolerância à deficiência em molibdênio. Todas as folhas das plantas apresentaram desenvolvimento normal, sem diferenças para o comprimento, largura, massa fresca e seca, assim como as inflorescências, todas foram consideradas comerciais e sem diferenças para a massa fresca e seca e diâmetro (Tabelas 7, 8 e 9). Neste caso, não há necessidade de fazer aplicação foliar de Mo, apesar da recomendação de Trani et al. (2022), com redução de uma operação por parte do produtor e, conseqüentemente, redução na mão de obra e no custo.

2.4 CONCLUSÕES

O tratamento de sementes com molibdênio não prejudicou a qualidade fisiológica das sementes tanto na tecnologia da peliculização como na peletização.

A aplicação de molibdênio via foliar ou via sementes não é necessária se a área a ser utilizada mostra-se sem deficiência do micronutriente.

REFERÊNCIAS

- AFZAL, I.; JAVED, T.; AMIRKHANI, M.; TAYLOR, A. G. Modern Seed Technology: Seed coating delivery systems for enhancing seed and crop performance. **Agriculture**, v. 10, n. 526, p.1-20, 2020.
- ALVES, S. R. V.; BERTI, M. P. S. Molibdênio no metabolismo e dinâmica vegetal: uma revisão. **Agrotecnologia**, v.13, n.1, p. 50-63, 2022.
- AMARO, H. T. R.; DAVID, A. M. S. S.; ASSIS, M. O.; FIGUEIREDO, J. C.; CANGUSSÚ, L. V. S.; SILVA, M. B. O. Qualidade fisiológica de sementes de crambe tratadas com zinco e molibdênio. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n.2, p.133-139, 2019.
- BOARETTO, R. M.; QUAGGIO, J. A.; MELLIS, E. V.; CANTARELLA, H. Micronutrientes. In: CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS JR, D.; BOARETTO, R. M.; RAIJ, B. V. [Ed.] **Boletim 100: Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2022. p.121-129.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 111, de 4 de setembro de 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- CARDOSO, A. I. I.; CLAUDIO, M. T. R.; MAGRO, F. O.; FREITAS, P. G. N. Phosphate fertilization on production and quality of cauliflower seeds. **Ciência Rural**, v. 46, n. 8, p.1337-1343, 2016.
- CASTOLDI, R.; CHARLO, H. C. O.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T. Crescimento, acúmulo de nutrientes e produtividade da cultura da couve-flor. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 438-446, 2009.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Climatic classification for the districts of Botucatu and São Manuel, SP. **Irriga**, v. 14, n. 1, p.1-11, 2009.
- GIMÉNEZ-SAMPAIO, T. G.; SAMPAIO, N. V. Recobrimento de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W.M. (Ed). **Produção de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. p.275-306.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA- IEA. **Estatísticas da produção paulista**. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 2023. Disponível em: ciagri.iea.sp.gov.br. Acesso em: 09 mar. 2023.
- KANGSOPA, J.; HYNES, R. K.; SIRI, B. Lettuce seeds pelleting: A new bilayer matrix for lettuce (*Lactuca sativa*) seeds. **Seed Science and Technology**, v. 46, n. 3, p.521-531, 2018.

LANA, M. M.; TAVARES, S. A. (Ed.). **50 Hortaliças: como comprar, conservar e consumir**. 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 209 p. il. color.

LEVANDOSKI, J. G.; MENON, E. E.; CARVALHO, T. C. Potencial fisiológico de sementes de ervilha submetidas ao tratamento com CoMo. **Revista Cultivando o saber**, Cascavel, v. 11, n. 1, p. 69 a 80, 2018.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; DE OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas**: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MAY, A.; TIVELLI, S. W.; VARGAS, P. F.; SAMRA, A. G.; SACCONI, L. V.; PINHEIRO, M. Q. **A cultura da couve-flor**. Campinas: Instituto Agrônômico- IAC, 2007. 36 p. (Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico, 200).

MELO, A.P.C.; SELEGUINI, A.; VELOSO, V.R.S.; PEREIRA, J.M. Recobrimento de sementes de tomate com concentrações crescentes de polímero sintético. **Ciência Rural**, v. 45, n. 6, p.958-963, 2015.

MELLO, S. D. C.; MINAMI, K. Efeitos do molibdênio e da calagem no crescimento da couve-flor. **Scientia agrícola**, v. 56, p.235-238, 1999.

MILANI, G. L. **Aplicação foliar de molibdênio durante a maturação das sementes de soja: efeitos na produtividade, no teor de Mo, na qualidade das sementes e na nodulação**. 50 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

MORAIS JÚNIOR, O. P.; CARDOSO, A. F.; LEÃO, E. F.; PEIXOTO, N. Desempenho de cultivares de couve-flor de verão em Ipameri. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1923-1928, 2012.

NAKADA-FREITAS, P. G.; HIDALGO, G. F.; SANTOS, J. T.; ANJOS, L. V. S.; MAGALHÃES, T. H.; CARDOSO, A. I. I.; HEINRICHS, R.; POLYCARPO, G. V.; SOUZA, V. M. M. Aplicação de boro na produção e qualidade de sementes de couve-flor. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, p.1-20, 2020.

NASCIMENTO, W. M.; DIAS, D. C. F. S.; SILVA, P. P. Qualidade fisiológica da semente e estabelecimento de plantas de hortaliças no campo. In: CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS, 11., 2011, Porto Alegre, **Palestras** [...] Porto Alegre: Embrapa, 2011. 16 p.

OLIVEIRA, C. O.; PINTO, C. C.; GARCIA, A.; BETTIOL, J. V. T.; SÁ, M. E.; LAZARINI, E. Produção de sementes de soja enriquecidas com molibdênio. **Revista Ceres**, v. 64, p. 282-290, 2017.

OLIVEIRA, F. A.; SANTOS, C. A.; COSTA, E. S. P.; GUTHIER, R.; GOULART, T.; ANDRADE, N. F.; DINIZ, C. S. Desempenho de híbridos de couve-flor nas condições da baixada fluminense-RJ. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 8, n. 1, p.30-36, 2018.

PEREIRA, F. R. S.; BRACHTVOGEL, E. L.; CRUZ, S. C. S.; BICUDO, S. J.; MACHADO, C. G.; PEREIRA, J. C. Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas com molibdênio. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.3, p.450-456, 2012.

POSSENTI, J. C.; VILLELA, F. A. Efeito do molibdênio aplicado via foliar e via sementes sobre o potencial fisiológico e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, p.143-150, 2010.

PRADA, F.; MENDONÇA JÚNIOR, C. X.; CARCIOFI, A. C. Concentração de cobre e molibdênio em algumas plantas forrageiras do Estado do Mato Grosso do Sul. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 35, n. 6, p. 275-278, 1998.

PRADO, R.M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Unesp, 2008. 407 p.

QUEIROGA, V. P.; DURÁN, J. M.; ASSUNÇÃO, M. V. (Ed.). **Tecnologias utilizadas no recobrimento de sementes de algodão e gergelim**. Campina Grande: AREPB. Embrapa, 2022. 298 p.

SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Metodologia para avaliação da resistência de péletes. **Horticultura Brasileira**, v. 16, n. 2, p. 118-122, 1998.

SOUZA, E. P.; BUCCIARELLI, B.; PICCOLI, M. M.; CARDOSO, A. I. I. Molibdênio no tratamento de sementes de brócolis. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, 2022.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TANADA-PALMU, P. S.; PROENÇA, P. S. P.; TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; GROSSO, C. R. F. Recobrimento de sementes de brócolos e salsa com coberturas e filmes biodegradáveis. **Bragantia**, v. 64, n. 2, p.291-297, 2005.

TEIXEIRA, A. R. **Doses de molibdênio nas culturas do milho-pipoca**. 49 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

TORRES, J. L.; ARAÚJO, A. S.; BARRETO, A. C.; SILVA NETO, O. F.; SILVA, V. R.; VIEIRA, D. Desenvolvimento e produtividade de couve-flor e repolho influenciados por tipos de cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p.510-514, 2015.

TRANI, P.E.; RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; FIGUEIREDO, G. J. B. Hortaliças. *In*: CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS JR, D.; BOARETTO, R.M.; RAIJ, B. V. (eds.). **Boletim 100**: Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundação IAC; 2022. p.339-427.

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. Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glicyne max* L. Merrill) tratadas com micronutrientes. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e787997761, 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo correto da fertilidade do solo antes do plantio da couve-flor é fundamental visando o desenvolvimento satisfatório das plantas no campo, para que o híbrido possa expressar todo o seu potencial genético. Práticas como a análise de solo, calagem, uso de adubo orgânico, adubação de cobertura e foliar são essenciais para o monitoramento e adequação da necessidade nutricional das plantas.

Porém, alguns produtores podem enfrentar algumas dificuldades logísticas ou financeiras para a manutenção da fertilidade do solo com certa frequência ou até mesmo podem ocorrer problemas na amostragem para análise de solo, incorporação de adubo orgânico, aplicação foliar desuniforme, quando feita, entre outros. Em situações como essa, o tratamento de sementes é uma importante ferramenta para reduzir perdas na produção comercial, principalmente em áreas com restrição de boro.

A peliculização e peletização das sementes com molibdênio não prejudicou a qualidade fisiológica, entretanto, não houve diferença entre todos os tratamentos para as características avaliadas em campo. Portanto, nessas condições, não há necessidade de utilizar este micronutriente via foliar e nem via sementes. No entanto, como não prejudicou a qualidade das sementes, pode ser utilizada a aplicação nas sementes, visando reduzir os riscos para produtores que talvez tenham solo com deficiência neste micronutriente.

A peliculização na dose de 0,5 e 4,5 g B kg⁻¹ de sementes e a peletização na dose de 4,5 g B kg⁻¹ de sementes reduziram a taxa de plantas com deficiência de boro e elevaram a produtividade comercial da couve-flor em uma área com restrição de composto orgânico e B. O maior valor numérico para produtividade comercial e menor incidência de deficiência foi obtido com a peletização na dose de 4,5 g de B kg⁻¹ de sementes, entretanto, as empresas não costumam oferecer sementes de couve-flor peletizadas devido ao custo ser mais alto. Porém, a peliculização já é feita rotineiramente e seria necessário apenas incluir o B no processo.

Outro entrave é o comprometimento da germinação e vigor das sementes pelos tratamentos com as doses de 4,5 g de B kg⁻¹ de sementes. Considerando que a peliculização das sementes de couve-flor na dose de 0,5 g de B kg⁻¹ de sementes resultou em germinação de 86%, este é o único tratamento viável para ser utilizado comercialmente e com redução na taxa de plantas com sintomas de deficiência de B e aumento na produtividade comercial.

REFERÊNCIAS

- BATABYAL, K.; SARKAR, D.; MANDAL, B. Critical levels of boron in soils for cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). **Journal of Plant Nutrition**, London, v. 38, n. 12, p. 1822-1835, 2015.
- BAYS, R.; BAUDET, L.; HENNING, A.; LUCCA FILHO, O. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 60-67, 2007.
- CAMARGO, M. S.; MELLO, S. C.; FOLTRAN, D. E.; CARMELLO, Q. A. C. Produtividade e podridão parda em couve-flor 'Sharon' influenciadas pela aplicação de nitrogênio e boro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 30-34, 2009.
- CARLOS, L.; RODRIGUES, N.; RAMOS, A. C.; ALEGRIA, C.; ALVES, V.; ABREU, M.; GONÇALVES, E. M. Caracterização físico-química e fitoquímica de cinco brássicas e respectivos tecidos vegetais. **Vida Rural**, Portugal, p.64-69, 2022.
- DINIZ, K. A.; SILVA, P. A.; VEIGA, A. D.; ALVIM, P. O.; OLIVEIRA, J. A. Qualidade fisiológica e atividade enzimática de sementes de alface revestidas com diferentes doses de micronutrientes, aminoácidos e reguladores de crescimento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 4, p. 396-400, 2007.
- FAROOQ, M.; WAHID, A.; SIDDIQUE, K. H. M. Micronutrient application through seed treatments – a review. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.12, n.1, p. 125-142, 2012.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2013.
- MACIEIRA, G. A. A.; FONSECA, F. H. A.; NOGUEIRA, R. H. S.; YURI, J. E. Resposta da couve-flor à adubação associada de nitrogênio, zinco e molibdênio no Sul de Minas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. S2091-S2094, 2008.
- MAY, A.; TIVELLI, S. W.; VARGAS, P. F.; SAMRA, A. G.; SACCONI, L. V.; PINHEIRO, M. Q. **A cultura da couve-flor**. Campinas: Instituto Agrônomo- IAC, 2007. 36 p. (Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico, 200).
- MELO, A. P. C.; SELEGUINI, A.; VELOSO, V. R. S.; PEREIRA, J. M. Recobrimento de sementes de tomate com concentrações crescentes de polímero sintético. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 6, p.958-963, 2015.
- MELO, P. C. T.; ARAÚJO, T. H. **Olericultura**: Planejamento da produção, do plantio à comercialização. Curitiba: SENAR – Pr, 2016. 88 p.
- MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças. In: REUNIÃO ORDINÁRIA DA CÂMARA SETORIAL DA CADEIA

PRODUTIVA DE HORTALIÇAS / MAPA, 13., 2007, Brasília. **Atas** [...] Brasília: Associação Brasileira de Horticultura, 2007. 11 p.

PRADO, R.M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Unesp, 2008. 407 p.

ZHOU, T.; HUA, Y.; ZHANG, B.; ZHANG, X.; ZHOU Y.; SHI, L.; XU, F. Low-boron tolerance strategies involving pectin-mediated cell wall mechanical properties in brassica napus. **Plant and Cell Physiology**, n. 58, p.1991-2005, 2017.