

Aplicação de boro na produção e qualidade de sementes de couve-flor

Boron application in the production and quality of cauliflower seeds

Aplicación de boro en la producción y calidad de semillas de coliflor

Recebido: 06/05/2020 | Revisado: 06/05/2020 | Aceito: 11/05/2020 | Publicado: 19/05/2020

Pâmela Gomes Nakada-Freitas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2429-0423>

Universidade Estadual Paulista/FCAT, Brasil

E-mail: pamela.nakada@unesp.br

Gabriel Ferraresi Hidalgo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1520-181X>

Universidade Estadual Paulista/FCAT, Brasil

E-mail: gabriel.f.h@hotmail.com

Juliana Tamires dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7960-4020>

Universidade Estadual Paulista/FCAT, Brasil

E-mail: ju_santos95@outlook.com

Louyne Varini Santos dos Anjos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6934-1909>

Universidade Estadual Paulista/FCAT, Brasil

E-mail: louyne_gav@hotmail.com

Thalita Helena Magalhães

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2282-7418>

Universidade Estadual Paulista/FCAT, Brasil

E-mail: thalitahmagalhaes@gmail.com

Antonio Ismael Inácio Cardoso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3251-9491>

Universidade Estadual Paulista/FCA, Brasil

E-mail: antonio-ismael.cardoso@unesp.br

Reges Heinrichs

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9461-9661>

Universidade Estadual Paulista/FCAT, Brasil

E-mail: reges.heinrichs@unesp.br

Gustavo do Valle Polycarpo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6282-3297>

Universidade Estadual Paulista/FCAT, Brasil

E-mail: gustavo.polycarpo@unesp.br

Vitor Marcelo Magalhães de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5678-5837>

Universidade Estadual Paulista/FCA, Brasil

E-mail: vitor.mac@bol.com.br

Resumo

Estudos sobre o efeito da adubação via foliar na produção e qualidade de sementes de hortaliças ainda são escassos e observa-se carência de informações referente recomendações que proporcionem aumento na produção de sementes com elevado potencial fisiológico. Assim, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de boro via foliar em distintos estádios fenológicos da couve-flor na produção e qualidade fenológica de sementes. O experimento foi desenvolvido no período de janeiro de 2017 a março de 2018. A espécie estudada foi a couve-flor cultivar Piracicaba Precoce com 16 tratamentos, resultantes da combinação de número de aplicações (1, 2, 3, 4, 5) de boro via foliar a 1,0 g L⁻¹ em cinco estádios fenológicos: haste floral com 30 cm; abertura das primeiras flores; formação das primeiras siliquas; 50% de siliquas formadas e 100% de siliquas formadas, além do controle sem aplicação de boro. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. De acordo com os resultados observou-se que a aplicação de boro via foliar em diferentes estádios fenológicos da couve-flor ‘Piracicaba Precoce’ não diferiu do controle (sem boro) para produção de sementes. Realizar uma aplicação de boro via foliar para produção de sementes de couve-flor nos estádios: de abertura das primeiras flores (média: 96%); na formação das primeiras siliquas (média: 94%), e no momento em que há 100% de siliquas formadas (ainda verdes) (média: 93%), há aumento de vigor em média de 16% a mais quando comparado a plantas com 30 cm de haste floral (estádio mais jovem, média: 78% de vigor)

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var *botrytis*; Ácido bórico; Massa de mil sementes; Germinação; Vigor.

Abstract

Studies on the effect of foliar fertilization on the production and quality of vegetable seeds are still scarce. There is a lack of information regarding recommendations that provide an increase in the production of seeds with high physiological potential. Thus, the objective was to evaluate the effect of boron application via leaf at different phenological stages of cauliflower on the production and phenological quality of seeds. The experiment was carried out from January 2017 to March 2018. The studied species was the cauliflower cultivar Piracicaba Precoce with 16 treatments, resulting from the combination of number of applications (1, 2, 3, 4, 5) of boron leaf pathway at 1.0 g L^{-1} in five phenological stages: 30 cm floral stem; opening of the first flowers; formation of the first silicas; 50% of silica formed and 100% of silica formed, in addition to control without application of boron. The experimental design was in randomized blocks with four replications. According to the results, it was observed that the application of boron via leaf at different phenological stages of 'Piracicaba Precoce' cauliflower did not differ from the control (without boron) for seed production. Perform an application of boron via leaf to produce cauliflower seeds in the stages: opening of the first flowers (average: 96%); in the formation of the first silicas (average: 94%), and at the moment when there are 100% of silicas formed (still green) (average: 93%), there is an increase in vigor on average of 16% more when compared to plants with 30 cm of floral stem (younger stage, average: 78% vigor).

Keywords: *Brassica oleracea* var *botrytis*; Boric acid; Thousand seed weight; Germination; Vigor.

Resumen

Los estudios sobre el efecto de la fertilización foliar en la producción y la calidad de las semillas de hortalizas aún son escasos y falta información sobre las recomendaciones que proporcionan un aumento en la producción de semillas con alto potencial fisiológico. Por lo tanto, el objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de boro a través de la hoja en diferentes etapas fenológicas de la coliflor en la producción y la calidad fenológica de las semillas. El experimento se llevó a cabo desde enero de 2017 hasta marzo de 2018. La especie estudiada fue el cultivo de coliflor Piracicaba Precoce con 16 tratamientos, como resultado de la combinación de varias aplicaciones (1, 2, 3, 4, 5) de boro vía foliar a 1.0 g L^{-1} en cinco etapas fenológicas: tallo floral de 30 cm; apertura de las primeras flores; formación de las primeras sílices; 50% de sílice formada y 100% de sílice formada, además del control sin aplicación de boro. El diseño experimental fue en bloques al azar con cuatro repeticiones. Según los

resultados, se observó que la aplicación de boro a través de la hoja en diferentes etapas fenológicas de la coliflor 'Piracicaba Precoce' no difería del control (sin boro) para la producción de semillas. Haga una aplicación de boro a través de la hoja para producir semillas de coliflor en las etapas: apertura de las primeras flores (promedio: 96%); en la formación de las primeras sílices (promedio: 94%), y en el momento en que se forma el 100% de las sílices (aún verdes) (promedio: 93%), hay un aumento en el vigor en promedio de 16% más en comparación con las plantas con 30 cm de tallo floral (etapa más joven, promedio: 78% de vigor).

Palabras clave: *Brassica oleracea* var *botrytis*; Ácido bórico; Masa de mil semillas; Germinación; Vigor.

1. Introdução

A couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) é uma hortaliça herbácea, sendo uma fonte de vitamina A, potássio, ferro, cálcio, fibras e fitoquímicos ricos em ácido cítrico, ácido ascórbico e sais de cálcio, atuando como alimento fortalecedor do sistema imunológico e prevenindo o envelhecimento precoce (Manolopoulou & Varzakas, 2011).

Cultura originariamente de clima frio, é indiferente ao fotoperíodo e tem apenas a temperatura como fator limitante para alcançar elevadas produtividades. Após o melhoramento, a hortaliça é cultivada o ano todo, devido à existência de cultivares adaptadas às condições de temperaturas mais quentes (Arashida & Cutolo Filho, 2016). Além das condições climáticas, a qualidade e produtividade da couve-flor são influenciadas por diversos outros fatores, dentre eles o manejo da adubação (Kano et al., 2010).

A cultura é exigente em boro, sendo recomendado de 3 a 4 kg ha⁻¹ de boro no plantio e três aplicações foliar com ácido bórico a 0,1% (Trani et al., 1997). Vale ressaltar que essa recomendação é até a fase da formação dos primórdios florais, que representa a produção comercial da hortaliça. Para produção de sementes, o período de condução da cultura é muito maior e, possivelmente, são necessárias adubações complementares. O B é transportado via xilema, por meio do fluxo de transpiração, que é afetada, principalmente, pela temperatura e intensidade luminosa, pelo conteúdo de água no solo e pela umidade relativa (Asad et al., 2001). Por isto, para a maioria das espécies, a taxa de redistribuição para os frutos é baixíssima (Faquin, 2005; Ho & White, 2005), bem como para as sementes. Bevilaqua et al. (2002) sugerem que a aplicação deste nutriente deve ser feita via foliar na fase de floração ou

pós-floração para o melhor aproveitamento e, conseqüentemente, aumento na produtividade de sementes.

Conhecer o mecanismo de absorção e do acúmulo de nutrientes, nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, determinam as épocas em que os elementos são mais exigidos, orientando as correções das deficiências que possam ocorrer durante o seu desenvolvimento. As curvas de absorção refletem a necessidade da planta, considerando a eficiência de aproveitamento dos nutrientes, a qual é variável em função das condições climáticas, tipo de solo, irrigação e do manejo cultural. Essas informações auxiliam no programa de adubação, principalmente na quantidade dos diferentes nutrientes que devem ser aplicados nos distintos estádios fenológicos da cultura (Villas Bôas, 2001). Castoldi et al. (2009) estudaram a curva de absorção da couve-flor e detectaram que o primórdio floral é o principal dreno e, Cardoso et al. (2016) observaram que as sementes são o principal dreno de nutrientes.

Embora o B ser classificado como o décimo elemento exigido pela cultura, o acúmulo total deste elemento foi de 4,57 mg planta⁻¹, sendo que a maior parte (42,01%) foi acumulada pelas folhas, no período entre 28 aos 50 DAT (dias após transplantio). Do total acumulado na planta, as folhas, pecíolos e caule apresentaram o maior acúmulo, ou seja, 74,7; 78,3 e 67,8%, respectivamente. Aos 50 até 69 DAT houve estabilização de acúmulo, o que provavelmente foi devido à formação das inflorescências, que apresentam uma elevada demanda desse nutriente (Castoldi et al., 2009).

Trabalhos evidenciam os benefícios da adubação com boro na produção comercial da couve-flor (Kotur & Kumar, 1989; Camargo et al., 2008) e outros não significativos (Mello et al., 2009; Kojoi et al., 2009).

A aplicação de boro para a produção de sementes de couve-flor ainda não foram realizados ou são muito escassos. Porém, existem pesquisas com resultados positivos em soja (Bevilaqua et al., 2002), em feijão (Farinelli et al., 2006; Silva et al., 2006) e em milho (Javorski et al., 2015).

Recomendação de adubação à base de boro na produção comercial de couve-flor, consumo in natura, tem sido um fator já elucidado, no entanto, não há trabalhos que abordem os efeitos dos nutrientes no processo de produção de sementes, valendo a ressalva do ciclo de vida mais prolongado o que provavelmente haja demanda diferenciada quanto a este elemento.

As cultivares de couve-flor respondem diferentemente ao boro, quanto às doses, ao teor no solo, à temperatura, disponibilidade hídrica, o local e a época de aplicação (Castoldi et

al., 2009). Como este elemento é pouco móvel nas plantas, e atua na translocação de açúcares, participa no acúmulo de reservas das sementes, podendo proporcionar maior vigor. Assim, aplicar via foliar durante o florescimento da cultura, espera-se que o boro proporcione maior produção e qualidade fisiológica em sementes de couve-flor.

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de boro via foliar em diferentes estádios fenológicos da couve-flor para produção e qualidade de sementes.

2. Metodologia

As pesquisas visam alcançar novos saberes como afirma Pereira, Shitsuka, Parreira & Shitsuka (2018). Numa pesquisa em campo as variáveis não são tão controláveis como aquelas que ocorrem em experimentos laboratoriais. O presente experimento de campo foi conduzido na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT), Campus de Dracena-SP, e as análises laboratoriais de qualidade física e fisiológica de sementes foram realizadas no Laboratório de Sementes da mesma Universidade, no período de abril de 2017 a fevereiro de 2018.

A cultivar estudada foi 'Piracicaba Precoce', adaptada ao verão, principal variedade de polinização aberta para esta estação, e como foi uma pesquisa para produção de sementes, assim não seria recomendada a utilização de um híbrido (além da variabilidade genética esperada na geração F₂, os híbridos de couve-flor podem ser auto-incompatíveis ou macho estéreis, não produzindo sementes). Caracteriza-se por plantas vigorosas, satisfatória resistência a temperaturas elevadas, possui inflorescência de cor creme, firme, com 15 a 20 cm de diâmetro e peso variando entre 0,7 e 1,2 kg. O ciclo varia entre 80 e 90 dias da semeadura (May et al., 2007).

As cultivares de verão não podem ser plantadas em condições de temperaturas abaixo de 20°C uma vez que poderá haver formação precoce da inflorescência, com tamanho reduzido e sem valor comercial.

Os tratamentos estão descritos na Tabela 1, os quais consistiram em número de aplicações via foliar (1, 2, 3, 4, 5) de solução com boro (concentração de 1,0 g L⁻¹ de ácido bórico) em cinco estádios fenológicos (haste floral com 30 cm; abertura das primeiras flores; formação das primeiras siliquis; 50% de siliquis formadas e 100% de siliquis formadas).

Tabela 1. Número de aplicações de boro e estádios fenológicos, com respectivos códigos correspondentes a cada fator na identificação dos tratamentos.

Número de Aplicações de Boro	Código	Estádio fenológico	Código
0	0B	haste floral 30 cm	E1
1	1B	abertura das primeiras flores	E2
2	2B	formação das primeiras siliquas	E3
3	3B	50% de siliquas formadas	E4
4	4B	100% de siliquas formadas	E5
5	5B	-	-

Fonte: Autores.

A seguir apresentam-se os resultados de um tratamento adicional sem aplicação de boro, totalizando 16 tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos com o número de aplicações de boro e estádios fenológicos, com respectivos códigos, para produção e qualidade de sementes de couve-flor.

TRATAMENTOS	CODIGOS
Tratamento 1	0B
Tratamento 2	1BE1
Tratamento 3	2BE1E2
Tratamento 4	3BE1E2E3
Tratamento 5	4BE1E2E3E4
Tratamento 6	5BE1E2E3E4E5
Tratamento 7	1BE2
Tratamento 8	2BE2E3
Tratamento 9	3BE2E3E4
Tratamento 10	4BE2E3E4E5
Tratamento 11	1BE3
Tratamento 12	2BE3E4
Tratamento 13	3BE3E4E5
Tratamento 14	1BE4
Tratamento 15	2BE4E5
Tratamento 16	1BE5

Fonte: Autores.

A solução de B foi aplicada com pulverizador costal, adicionado espalhante Agral® na dose 1,5 mL L⁻¹, a fim de evitar escorrimento da solução e maior aderência na folha. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições.

O solo da área experimental apresentava os seguintes atributos químicos: pH_(CaCl2)=4,6; Presina=4 mg dm⁻³; matéria orgânica=15 g dm⁻³; V=37%; e os valores de H+Al; K; Ca; Mg; SB e CTC, expressos em mmol_c.dm⁻³, de 22; 2,1; 7; 4; 13,1 e 35,1, respectivamente. Foi necessária a realização de calagem e a adubação de plantio e cobertura foram realizadas de acordo com a recomendação do Boletim 100 (RAIJ et al., 1997).

As mudas foram produzidas em bandejas de 162 células, utilizando-se o substrato Carolina®, realizado uma fertirrigação 0,5 g L⁻¹ de cada adubo: nitrato de cálcio, nitrato de potássio, MAP, ácido bórico e molibdato de sódio. O transplante para o local definitivo foi no dia 28 de abril (25 dias após a semeadura), quando as mudas estavam com quatro a cinco folhas definitivas, adotando-se espaçamento de 1,0 x 0,5 m. Cada parcela foi composta por quatro plantas, utilizando-se as duas centrais para as avaliações.

Foram realizadas adubações de cobertura conforme Raij et al. (1997), e aplicações via foliar de molibdato de sódio foram realizadas 30 dias após o transplantio (DAT) na dose de 1,0 g L⁻¹, e a segunda aos 45 DAT na dose de 1,0 g L⁻¹.

As capinas manuais foram realizadas quando necessário, e devido a incidência de pulgão, realizou-se duas aplicações de Actara®.

A aplicação dos tratamentos iniciou aos 69 DAT, no primeiro estágio (plantas com haste floral de 30 centímetros) e as demais aplicações dos foram realizadas conforme desenvolvimento e estágio das plantas e descrito na Tabela 1.

O tutoramento das plantas foi com estacas de bambu para evitar o tombamento na fase reprodutiva e a colheita das sementes iniciou dia 13 de setembro (137 DAT) e pelo período de 17 dias coletou-se as síliquas estavam com cor amarela, não totalmente secas, para evitar a degrana, e as sementes possuíam coloração marrom escura (Contreras et al., 2014).

Após a colheita, as plantas permaneceram em local seco, sombreado e ventilado, a fim de perderem umidade e facilitar a extração das sementes. Em seguida foi aferido o grau de umidade das sementes que estava em torno de 8%.

Foram avaliadas as seguintes características:

- a) Altura de planta: determinada da base da superfície do solo até o segmento mais alto da planta, expressa em centímetros;
- b) Massa seca da planta: avaliada toda a parte aérea, exceto as sementes, sendo a massa determinada em balança de precisão com uma casa decimal, expresso em gramas por planta;

- c) Massa de sementes por planta: obtida através de balança de precisão com quatro casas decimais, expresso em gramas por planta;
- d) Massa de 1000 sementes: foram amostradas oito repetições de 100 sementes aferido em balança de precisão com quatro casas decimais, expresso em gramas (Brasil, 2009);
- e) Número de sementes por planta: pela média das oito repetições do teste de 1000 sementes, e extrapolada para a massa total de sementes por planta;
- f) Comprimento da raiz primária e comprimento da parte aérea: foram amostrados ao acaso 10 plântulas normais do teste de germinação, e aferido com régua, as respectivas estruturas mencionadas, e expresso em centímetros;
- g) Comprimento de plântula: foi realizado do somatório da aferição de comprimento da raiz primária e da parte aérea, expresso em centímetros.

A análise da qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos seguintes testes:

- h) Teste de germinação: repetições de 50 sementes, as quais foram semeadas dentro de caixa gerbox com dois papéis mata borrão, segundo metodologia das Regras de Análise de Sementes (Brasil, 2009), e foi contabilizado o número de plântulas normais, ao 5º e ao 10º dia após a semeadura (DAS), expressos em porcentagem de germinação. Este teste foi instalado no dia 16 de fevereiro de 2018, e anteriormente as sementes estavam armazenadas em câmara com temperatura a 20°C e 40% UR.
- i) Primeira contagem de germinação: número de plântulas normais ao 5º DAS do teste de germinação, expressos em porcentagem;
- j) Massa seca de plântula: as plântulas normais do teste de germinação, coletadas ao 10º DAS, foram colocadas em estufa de circulação de ar forçado sob temperatura de 40°C, e avaliada após estabilização da massa, aproximadamente período de 48 horas, expressos em miligramas por plântula;
- l) Condutividade elétrica: com quatro repetições de 50 sementes, determinou-se a massa em balança de precisão com quatro casas decimais, e em seguida, adicionados 75 mL de água deionizada, e permaneceram em câmara a 25 °C por período de 24 horas para realizar a leitura (Paiva et al., 2005). A condutividade elétrica foi medida através do condutivímetro modelo TEC-4MP da Tecnal, expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$
- m) Análise química das folhas: as amostras inicialmente foram lavadas com água de torneira e água ultra-pura, posteriormente com detergente neutro, na concentração de 1mL L⁻¹, e novamente com água ultra-pura, seguindo de lavagem com solução de HCL 30 mL L⁻¹, e por último, lavagem com água desmineralizada. O material vegetal seguiu para estufa com

circulação de ar forçado, sob 65°C até a estabilização da massa, e logo foi encaminhado ao laboratório de análises químicas para quantificação do boro (Carmo et al., 2000);

n) Análise química das sementes: as sementes foram maceradas com nitrogênio líquido, e acondicionadas em eppendorfs, em seguida seguiu-se a metodologia para determinação do teor de boro (Carmo, et al., 2000).

Os dados foram submetidos a análise de variância, e a comparação dos tratamentos foram por contrastes ortogonais ao nível de 5% de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

Não houve efeito significativo para nenhuma das características avaliadas no experimento, e os tratamentos deste trabalho foram analisados aplicando-se contrastes ortogonais, que seguem na Tabela 3:

Tabela 3. Contrastes ortogonais para análise do experimento de aplicação de boro em diferentes estádios fenológicos para produção e qualidade de sementes de couve-flor.

CONTRASTES ORTOGONAIS
C1: (T1: <u>controle</u>) versus (T2+T3+T4+T5+T6+T7+T8+T9+T10+T11+T12+T13+T14+T15+T16)
C2: (T2+T7+T11+T14+T16) versus (T3+T4+T5+T6+T8+T9+T10+T12+T13+T15)
C3: (T3+T8+T12+T15) versus (T4+T5+T6+T9+T10+T13)
C4: (T4+T9+T13) versus (T5+T6+T10)
C5: (T5+T10) versus (T6)

Fonte: Autores.

Além dessa análise de variância, também foi feito para os contrastes ortogonais de todas as características, que não houve efeito significativo para quase todas, exceto para primeira contagem de germinação (Tabela 6), e para um único contraste, sendo o C1 (Tabela 3).

Para as características de quantidade de boro na folha e na semente, obteve-se médias 59,4 e 46,0 mg kg⁻¹, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Quantidade de boro na folha e em sementes de couve-flor em função da aplicação de boro em diferentes estádios fenológicos para produção e qualidade de sementes.

Grupos (número de aplicação de boro)	n ¹	Características	
		Boro na folha (mg kg ⁻¹)	Boro na semente (mg kg ⁻¹)
Controle (sem boro)	1	58,1	42,5
1 aplicação ²	5	58,0	45,6
2 aplicações	4	60,0	45,9
3 aplicações	3	56,9	47,3
4 aplicações	2	58,5	45,4
5 aplicações	1	64,6	49,3
EPM ³		0,96	0,50
Contrastes		Probabilidade ⁴	
C1: Controle vs. Aplicações (apl)		0,8494	0,0817
C2: 1 apl vs. 2, 3, 4 e 5 apl		0,4993	0,3740
C3: 2 apl vs. 3, 4 e 5 apl		0,5582	0,4185
C4: 3 apl vs. 4 e 5 apl		0,1890	0,6974
C5: 4 apl vs. 5 apl		0,1488	0,1233

¹ n: número de tratamentos que compõe os grupos.
² 1 aplicação: T2+T7+T11+T14+T16; 2 aplicações: T3+T8+T12+T15; 3 aplicações: T4+T9+T13; 4 aplicações: T5+T10; 5 aplicações: T6.
³ EPM: Erro padrão da média
⁴ Probabilidade ao nível de 5% de significância.

Fonte: Autores.

Segundo Reuter & Robinson (1997), o valor de boro na folha deve estar entre 30-80 mg kg⁻¹, portanto, tendo assim a média do trabalho um valor intermediário.

Em relação à altura de planta não houve diferença significativa, e a média dos tratamentos foi de 84,8 cm (Tabela 5).

Tabela 5. Altura de planta, massa seca de planta, massa de semente por planta, número de sementes por planta, massa de mil sementes, de couve-flor em função da aplicação de boro em diferentes estádios fenológicos para produção e qualidade de sementes.

Grupos (número de aplicação de boro)	n ¹	Características				
		Altura de planta (cm)	Massa seca de planta (g)	Massa de semente por planta (g)	Número de sementes por planta	Massa de mil sementes (g)
Controle (sem boro)	1	88,4	230,6	33,7	9098,7	3,9
1 aplicação ²	5	83,0	226,8	26,4	7323,0	3,7
2 aplicações	4	84,7	217,3	25,7	7122,9	3,8
3 aplicações	3	837,0	213,5	23,0	6022,9	3,9
4 aplicações	2	85,1	208,0	35,4	9340,7	3,5
5 aplicações	1	83,9	207,3	26,8	8663,9	3,5
EPM ³		0,93	7,29	1,69	517,02	0,06
Contrastes		Probabilidade ⁴				
C1: Controle vs. Aplicações (apl)		0,2685	0,6513	0,3187	0,4130	0,6096
C2: 1 apl vs. 2, 3, 4 e 5 apl		0,5180	0,6995	0,8635	0,9519	0,8837
C3: 2 apl vs. 3, 4 e 5 apl		0,8514	0,9408	0,6352	0,7349	0,6480
C4: 3 apl vs. 4 e 5 apl		0,7621	0,1968	0,0855	0,0840	0,1366
C5: 4 apl vs. 5 apl		0,8025	0,9231	0,2909	0,7866	0,9901

¹ n: número de tratamentos que compõe os grupos.
² 1 aplicação: T2+T7+T11+T14+T16; 2 aplicações: T3+T8+T12+T15; 3 aplicações: T4+T9+T13; 4 aplicações: T5+T10; 5 aplicações: T6.
³ EPM: Erro padrão da média
⁴ Probabilidade ao nível de 5% de significância.

Fonte: Autores.

Para as características de massa seca de planta, massa de semente por planta, número de sementes por planta, massa de mil sementes, não houve diferença significativa, com médias de 217,3 g; 28,5 g; 7928,7 e 3,7 g, respectivamente (Tabela 5). Cardoso et al. (2013), também realizando pesquisa com a cultivar ‘Piracicaba Precoce’ obtiveram máxima produção de 6060 sementes planta⁻¹ (estudando doses de fósforo), número inferior à média obtida neste trabalho, com valor de 1868,5 sementes a mais por planta. Os mesmos autores também avaliaram massa de mil sementes, e encontraram valor máximo de 3,4 g. George (2009), relatou valor de 2,8 g para esta mesma característica, sendo este bem inferior ao encontrado nesta pesquisa (3,7 g, resultando em 24% a mais).

Já em grandes culturas como a soja, Arantes et al. (2009) aplicaram boro via foliar na produção de sementes e também não verificaram diferença significativa na produção como

ocorrido nesta pesquisa. Diferentemente do trabalho de Bevilaqua et al. (2002) que verificaram aumento na massa de sementes de soja com aplicação deste micronutriente.

Parcialmente ocorreu em feijoeiro, Farinelli et al. (2006) ao pesquisarem a respeito da aplicação de boro nas folhas em duas cultivares, detectaram aumento da produtividade em uma delas. Por outro lado, Silva et al. (2006) não detectaram efeito significativo na produção.

Em relação à porcentagem de germinação, observou-se média de 82,5% (Tabela 6), valor superior ao definido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o qual estabelece valores mínimos de germinação de 80% para a comercialização das sementes de couve-flor (Brasil, 2012). Kikuti & Marcos Filho (2007) avaliaram lotes de sementes de couve-flor, e obtiveram média de porcentagem de germinação de 87,5%, mostrando assim que houve uma boa viabilidade das sementes.

Com relação ao vigor de sementes, para a característica de primeira contagem de germinação, obteve-se média de 87,5% de plântulas ao quinto dia após a semeadura. Destaca-se novamente que houve efeito significativo para um dos contrastes, sendo o C1, mostrando que há resposta significativa se aplicado o boro ao menos uma vez durante o desenvolvimento da planta (Tabela 6). Desta maneira, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação aos pares, nos tratamentos que receberam apenas uma aplicação de boro ao longo do desenvolvimento reprodutivo da couve-flor para produção de sementes, e os pares que ocorreram efeito significativo pode ser observado na Figura 1.

As características de massa seca de plântula e condutividade elétrica não apresentaram diferença significativa, com média de 3,4 mg e 149,3 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6. Germinação, primeira contagem de germinação, massa seca de plântula, condutividade elétrica, de couve-flor em função da aplicação de boro em diferentes estádios fenológicos para produção e qualidade de sementes.

Grupos (número de aplicação de boro)	n ¹	Características			
		Germinação (%)	Primeira contagem de germinação (%)	Massa seca de plântula (mg)	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
Controle (sem boro)	1	74,0	74,5	3,3	138,3
1 aplicação ²	5	88,0	90,6	3,5	140,1
2 aplicações	4	89,5	90,3	2,7	143,8
3 aplicações	3	86,8	90,5	3,4	138,8
4 aplicações	2	85,0	90,8	3,5	150,9
5 aplicações	1	71,5	88,0	3,7	184,1
EPM ³		1,78	1,41	0,17	8,09
Contrastes		Probabilidade ⁴			
C1: Controle vs. Aplicações (apl)		0,0791	0,0034	0,9352	0,8113
C2: 1 apl vs. 2, 3, 4 e 5 apl		0,5954	0,9705	0,5121	0,6326
C3: 2 apl vs. 3, 4 e 5 apl		0,1923	0,9791	0,1101	0,7284
C4: 3 apl vs. 4 e 5 apl		0,2619	0,8685	0,7514	0,3224
C5: 4 apl vs. 5 apl		0,1134	0,6491	0,8152	0,3399

¹ n: número de tratamentos que compõe os grupos.
² 1 aplicação: T2+T7+T11+T14+T16; 2 aplicações: T3+T8+T12+T15; 3 aplicações: T4+T9+T13; 4 aplicações: T5+T10; 5 aplicações: T6.
³ EPM: Erro padrão da média
⁴ Probabilidade ao nível de 5% de significância.

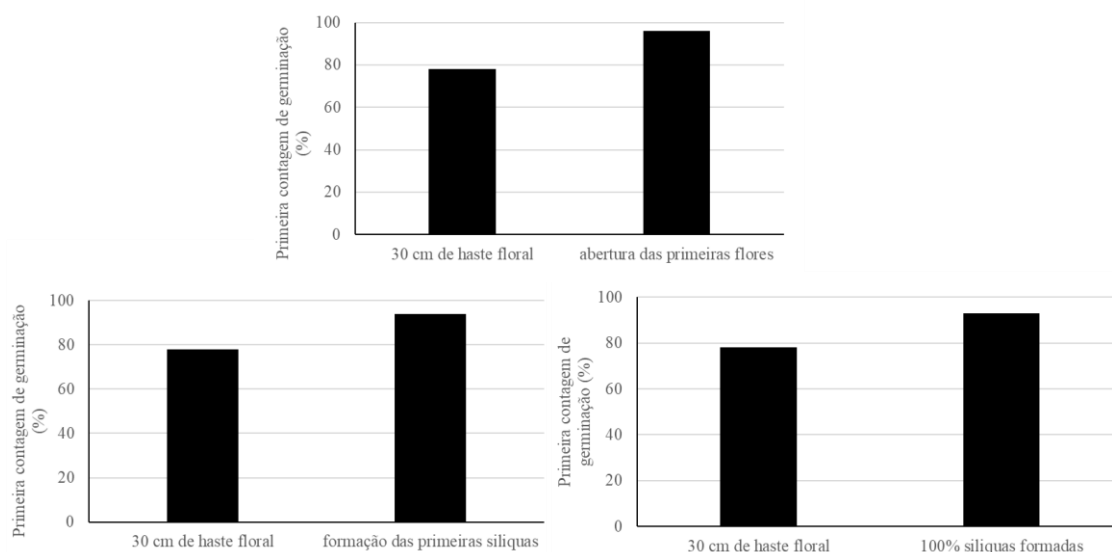
Fonte: Autores.

Para a característica de primeira contagem de germinação, ocorreu efeito significativo em três pares, sendo eles descritos conforme o estágio de desenvolvimento da planta de couve-flor: 30 cm de haste floral (78% de plântulas normais em média no 5ºDAS) versus abertura das primeiras flores (média: 96%); 30 cm de haste floral (média: 78%) versus formação das primeiras siliquas (média: 94%); 30 cm de haste floral (78%) versus 100% de siliquas formadas (ainda verdes) (média: 93%). Portanto, nota-se superioridade em 18, 16 e 15% de plântulas normais a mais contabilizadas no 5ºDAS, respectivamente, quando realizou-se aplicação de boro via foliar em estádios mais avançados em relação a plantas mais jovens (plantas de couve-flor com 30 cm de haste floral), demonstrando haver efeito positivo na qualidade de sementes a partir do momento da abertura das primeiras flores (Figura 1). Este fato pode ser devido a afirmação de que o boro atua na translocação de açúcares, no

metabolismo do nitrogênio e na atividade de hormônios (Dechen e Nachtigall, 2006), o que pode ter resultado em aumento do vigor nas sementes de couve-flor.

Nesse mesmo sentido, Farinelli et al. (2006) relatam aumento do vigor em sementes de feijão de duas cultivares quando aplicaram boro via foliar, e o mesmo ocorreu no trabalho de Silva et al. (2006).

Figura 1. Comparação entre os tratamentos com uma aplicação, em diferentes estádios fenológicos, da cultura da couve-flor, que apresentaram diferença significativa.



Fonte: Autores.

Além das características propostas inicialmente no projeto, aproveitando as plântulas do teste de germinação, a fim de enriquecer os resultados, realizou-se aferição do comprimento de raiz primária, parte aérea e plântula, apresentando médias de 3,5; 3,6 e 7,1 cm, respectivamente, visto que para estas também não ocorreram diferença significativa (Tabela 7).

Tabela 7. Comprimentos de raiz primária, parte aérea e de plântula de couve-flor em função da aplicação de boro em diferentes estádios fenológicos para produção e qualidade de sementes.

Grupos (número de aplicação de boro)	n ¹	Características		
		Comprimento de raiz primária (cm)	Comprimento de parte aérea (cm)	Comprimento de plântula (cm)
Controle (sem boro)	1	3,4	3,4	6,8
1 aplicação ²	5	3,6	3,6	7,2
2 aplicações	4	3,3	3,7	7,0
3 aplicações	3	3,2	3,7	6,9
4 aplicações	2	3,9	3,6	7,5
5 aplicações	1	3,3	3,6	6,9
EPM ³		0,09	0,07	0,12
Contrastes		Probabilidade ⁴		
C1: Controle vs. Aplicações (apl)		0,8439	0,4999	0,5461
C2: 1 apl vs. 2, 3, 4 e 5 apl		0,2569	0,5306	0,6480
C3: 2 apl vs. 3, 4 e 5 apl		0,4804	0,7803	0,7210
C4: 3 apl vs. 4 e 5 apl		0,0623	0,5595	0,2875
C5: 4 apl vs. 5 apl		0,1713	0,8696	0,3428

¹ n: número de tratamentos que compõe os grupos.
² 1 aplicação: T2+T7+T11+T14+T16; 2 aplicações: T3+T8+T12+T15; 3 aplicações: T4+T9+T13; 4 aplicações: T5+T10; 5 aplicações: T6.
³ EPM: Erro padrão da média
⁴ Probabilidade ao nível de 5% de significância.

Fonte: Autores.

4. Considerações Finais

A aplicação de boro via foliar em diferentes estádios fenológicos da couve-flor ‘Piracicaba Precoce’ não diferiu do controle (sem boro) para produção de sementes.

Realizar uma aplicação de boro via foliar na produção de sementes de couve-flor nos estádios: de abertura das primeiras flores (média: 96%); na formação das primeiras síliquas (média: 94%), e no momento em que há 100% de síliquas formadas (ainda verdes) (média: 93%), há aumento de vigor em média de 16% a mais quando comparado a plantas com 30 cm de haste floral (estádio mais jovem, média: 78% de vigor).

Referências

Arashida, FM, Cutolo Filho, AA. (2016). Melhoramento de brócolis e couve-flor. In: Nick, A.; Borém, A. (Ed.) *Melhoramento de hortaliças*. Viçosa: Ed. UFV. p.193-220.

Arantes, RP, Cury, TN, Leão, FP & Maciel Jr, VA. (2009) Aplicação foliar de cálcio e boro a base de cloreto de cálcio e ácido bórico misturado no tanque para avaliação de rendimento da semente de soja. *Revista Científica da Fundação Educacional de Ituverava*, 6(2): 117-121.

Asad, A, Blamey, FPC, Edwards, DG. Boron nutrition of sunflower crops. In: Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol, 14. Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol, 2, 2001, *Rio Verde*. Resumos. Rio Verde: FESURV/IAM, p.14-19, 2001.

Bevilaqua, GAP, Silva Filho, PM, Possenti, JC. (2002) Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. *Ciência Rural*, 32(1): 32-34.

Brasil. (2009). *Regras para análise de sementes*. Brasília: Mapa/ACS. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Brasil. (2012). *Portaria nº 111, de 4 de setembro de 2012*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Camargo, MS, Mello, SC, Foltran, DE & Carmello, QAC. (2008) Produtividade e podridão parda em couve-flor de inverno influenciadas pelo nitrogênio e boro. *Bragantia*, 67: 371-375.

Cardoso, AII, Cláudio, MTR, Magro, FO & Freitas, PGN. (2016). Phosphate fertilization on production and quality of cauliflower seeds. *Ciência Rural*, 46(8): 1337-1343.

Carmo, CAFS, Araujo, WS, Bernardi, ACC, Saldanha, MFC. *Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. p.41. (Circular técnica, 6)

Castoldi, R, Charlo, HCO, Vargas, PF, Braz, LT. (2009). Crescimento, acúmulo de nutrientes e produtividade da cultura da couve-flor. *Horticultura Brasileira*, 27: 438-446.

Contreras, S, Farias, A, Nascimento, WM. (2014). Produção de sementes de *Brassica oleracea*. In: *Produção de Sementes de Hortaliças*. Nascimento, WM, Brasília: Embrapa Hortaliças, 45–73.

Dechen, AR, Nachtigall, GR. Micronutrientes. In: FERNANDES, MS. (Ed.) *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. cap. 13, p. 328-352.

Faquin, V. *Nutrição mineral de plantas*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 183p.

Farinelli, R, Penariol, FG, Souza, FS, Piedade, AR., Lemos, LB. (2006) Características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão adubados via foliar com cálcio e boro. *Revista Científica*, 34: 59-65.

George, RAT. *Vegetable seed production*. New York: CABI Publishing, 2009. 320p.

Javorski, M, Rinaldi, LK, Miranda, J, Simonetti, APM, Moreira, GC. (2015) Rendimento de sementes de milho em função da adubação foliar com cálcio e boro no estágio fenológico (V6). *Revista Cultivando o Saber*. 8(2): 132-142.

Kano, C, Salata, AC, Cardoso, AII, Evangelista, RM, Higuti, ARO, Godoy, AR. (2010) Produção e qualidade de couve-flor cultivar Teresópolis Gigante em função de doses de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, 28(4): 453-457.

Kojoi, C, Mello, SC., Camargo, MS, Fagan, EB & Ribeiro, MF. (2009) Adubação com nitrogênio e boro na incidência de hastes ocas e na produção de couve-flor. *Ciência e Agrotecnologia*, 33(1): 13-17.

Kotur, SC, Kumar, S. (1989) Response of cauliflower to boron in Chotanagpur region. *Indian Journal of Agricultural Science*, 59: 640-644.

Kikuti, AP, Marcos FILHO, J. (2007) Potencial fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(1): 107-113.

Manolopoulou, E., Varzakas T. (2011). Effect of storage conditions on the sensory quality, color and texture of fresh-cut minimally processed cabbage with the addition of ascorbic acid, citric acid and calcium chloride. *Food and Nutrition Sciences*, 2: 956-963.

May, A, Tivelli, SW, Vargas, PF, Samra, AG., Sacconi, LV, Pinheiro, MQ. A cultura da couve-flor. Campinas: IAC, 2007. 37p. (Boletim Técnico, 200). Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/Btonline/Publiconline.asp>>. Acesso em: 10 abril, 2020.

Mello, SC, Camargo, MS, Vivian, R, Nascimento, TS, Oliveira, ES & Bertanha, R. (2009) Nitrogênio e boro na produção e incidência de haste oca em couve-flor ‘Sharon’. *Bragantia*, 68: 761-764.

Paiva, AS, Lopes, MM, Tesser, SM, Panobianco, M & Vieria, RD. (2005) Avaliação do potencial fisiológico de sementes de couve-flor. *Científica*, 33(1): 103-105.

Raij, B. Van, Cantarella, H, Quaggio, JÁ & Furlani, AMC. (1997). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC. 285p.

Reuter, DJ, Robinson, JB & Dutkiewicz, C. 1997. *Plant Analysis: an Interpretation Manual*. CSIRO, Melbourne, Australia, 572 p.

Silva, TRB, Soratto, RP, Bís caro, T & Lemos, LB. (2006) Boron and calcium foliar application on common bean. *Científica*, 34(1): 46 - 52.

Villas Bôas, RL. 2001. *Doses de nitrogênio para pimentão aplicadas de forma convencional e através da fertirrigação*. Botucatu. UNESP. 123 p. (Tese livre docência).

Trani, PE & Raij, B van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van. et al. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico; Fundação IAC, 1997. 285 p.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Pâmela Gomes Nakada-Freitas - 15%

Gabriel Ferraresi Hidalgo – 20%

Juliana Tamires dos Santos - 10%

Louyne Varini Santos dos Anjos - 10%

Thalita Helena Magalhães - 10%

Antonio Ismael Inácio Cardoso - 10%

Reges Heinrichs - 10%

Gustavo do Valle Polycarpo - 10%

Vitor Marcelo Magalhães de Souza - 05%