

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

EMANUELE POSSAS DE SOUZA

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE COUVE-FLOR COM PRODUTO À BASE DE
Bacillus subtilis PARA PRODUÇÃO DE MUDAS E PRODUÇÃO COMERCIAL
DAS PLANTAS**

Ilha Solteira
2019

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – SISTEMAS
DE PRODUÇÃO**

EMANUELE POSSAS DE SOUZA

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE COUVE-FLOR COM PRODUTO À
BASE DE *Bacillus subtilis* PARA PRODUÇÃO DE MUDAS E
PRODUÇÃO COMERCIAL DAS PLANTAS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Sistemas de Produção.

Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá
Orientador

Profa. Dra. Pâmela Gomes Nakada Freitas
Coorientadora

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S729t Souza, Emanuele Possas de.
Tratamento de sementes de couve-flor com produto à base de bacillus subtilis para produção de mudas e produção comercial das plantas / Emanuele Possas de Souza. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2019
57 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia. Área de conhecimento: Sistema de Produção, 2019

Orientador: Marco Eustáquio de Sá
Co-orientador: Pâmela Gomes Nakada Freitas
Inclui bibliografia

1. Brassica oleracea var. Botrytis. 2. Hortaliça. 3. Tratamento biológico.
4. Vigor de sementes.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Tratamento de sementes de couve-flor com produto à base de *Bacillus subtilis* para a produção de mudas e produção comercial das plantas

AUTORA: EMANUELE POSSAS DE SOUZA

ORIENTADOR: MARCO EUSTAQUIO DE SA

COORDINADORA: PÂMELA GOMES NAKADA FREITAS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA, área: Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

Prof. Dr. PABLO FORLAN VARGAS

Departamento de Agronomia / Câmpus Experimental de Registro - UNESP

Profa. Dra. TALITA SILVEIRA AMADOR

Coordenadoria de Curso de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - UNESP

Ilha Solteira, 18 de dezembro de 2019

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Maristela Teixeira Possas de Souza e Gilson de Souza.
Nenhuma palavra poderá expressar a admiração que sinto por vocês.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me iluminar e proporcionar a força necessária para enfrentar todas as situações.

Aos meus avós de sangue e coração, por serem meus exemplos de vida e superação.

Aos meus pais, por proporcionarem que esta conquista fosse possível. Com muito amor, incentivo e dedicação, me mostram como ser uma pessoa melhor, sempre.

A minha irmã Roberta, por me lembrar que a vida pode ser mais simples do que parece.

A Lucas Delboni, pelo incentivo e apoio demonstrado ao longo dos anos.

A esta universidade, a qual me acolheu, e de um sonho passou a ser realidade.

A todos os docentes que já passaram por minha vida escolar e acadêmica, contribuindo com minha formação pessoal e profissional.

Ao meu orientador Marco Eustáquio, por me acolher desde o princípio, sempre transmitindo seus conhecimentos com muito bom humor e paciência. Foi uma honra trabalhar ao seu lado.

A minha coorientadora Pâmela Nakada, por todo seu acompanhamento e disponibilidade desde a graduação, me mostrando que sempre devo acreditar em minha capacidade.

Aos demais amigos de Junqueirópolis e Ilha Solteira, pelas alegrias, tristezas e conquistas compartilhadas. Sem dúvida, vocês fizeram com que tudo valesse a pena.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo apoio financeiro e concessão de bolsa para o desenvolvimento dessa pesquisa.

A todos que de uma forma geral participaram da minha formação, me dando suporte e apoio. O meu muito obrigado.

“Difference of habit and language are nothing at all if our aims are identical and our hearts are open.”

J.K.Rowling

RESUMO

As relações entre vigor de sementes e desempenho em campo ainda não estão totalmente esclarecidas, sendo questionável se estes efeitos se estendem até estádios fenológicos mais avançados e se afetam a produção da cultura. Diante disso, objetivou-se avaliar os efeitos na produção de mudas e de plantas de couve-flor com uso de doses de produto à base de *Bacillus subtilis* no tratamento de sementes. O estudo foi realizado no ano de 2019, sendo o delineamento experimental de blocos casualizados (campo) e delineamento inteiramente casualizado (análises laboratoriais) em esquema fatorial 2 x 5 x 2 com quatro repetições. O primeiro fator foi cultivar: Sharon e Barcelona, os tratamentos foram constituídos do tratamento de sementes com produto à base de *B. subtilis* (FMT001) em cinco doses (0, 100, 200, 300 e 400 mL por 10 kg de sementes) e o terceiro fator foi localidade: Ilha Solteira/SP e Junqueirópolis/SP. Foram avaliados o vigor das sementes e as características produtivas da cultura: massas da parte aérea, raiz e inflorescência, número de folhas, diâmetro da inflorescência, produtividade e teor de macronutrientes das inflorescências. Os resultados mostraram que as doses de 200 e 400 mL favorecem o aumento da porcentagem de plântulas fortes dos cultivares Barcelona e Sharon, respectivamente. Em Ilha Solteira, o cultivar Barcelona expressou incremento na massa de parte aérea e de raiz nas doses de 100, 200 e 300 mL, em Junqueirópolis, o cultivar Sharon apresentou aumento na massa da parte aérea das plantas na dose de 300 mL por 10 kg de sementes. As doses de 200 e 400 mL por 10 kg de sementes favoreceram o incremento do teor nutricional de magnésio e cálcio, respectivamente para o cultivar Sharon em Junqueirópolis.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. *botrytis*. Hortaliça. Tratamento biológico. Vigor de sementes.

ABSTRACT

The relation between seed vigor and field performance is not yet fully understood, and it is questionable whether these effects extend to more advanced phenological stages and if affect crop production. Therefore, the objective was to evaluate the effects on the production of seedlings and cauliflower plants using levels of *Bacillus subtilis*-based product in seed treatment in two locations. The study was conducted in 2019, with a randomized blocks (field) and complete randomized design (laboratory analysis) in a 2 x 5 x 2 factorial scheme with four replications. The first factor was cultivar: Sharon and Barcelona, the treatments consisted of seed treatment with *B. subtilis*-based product (FMT001) in five levels (0, 100, 200, 300 and 400 mL per 10 seeds) and the third factor was locality: Ilha Solteira/SP and Junqueirópolis/SP. Seed vigor and crop yield characteristics were evaluated: shoot, root and inflorescence masses, leaf number, inflorescence diameter, yield and macronutrient content of inflorescences. The results showed that the levels of 200 and 400 mL favor the increase of the percentage of strong seedlings of cultivars Barcelona and Sharon, respectively. In Ilha Solteira, the cultivar Barcelona expressed increase in shoot and root mass at levels of 100, 200 and 300 mL, in Junqueirópolis the cultivar Sharon showed an increase in the shoot mass at level of 300 mL per 10 kg of seeds. Levels of 200 and 400 mL per 10 kg of seeds favored the increase of the nutritional content of magnesium and calcium, respectively for the cultivar Sharon in Junqueirópolis.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *botrytis*. Vegetable. Biological treatment. Seed vigor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Precipitação pluvial e temperaturas médias registradas durante o experimento no período de abril a julho de 2019, segundo dados da estação climatológica em Ilha Solteira/SP	24
Figura 2	- Precipitação pluvial e temperaturas médias registradas durante o experimento no período de abril a julho de 2019, segundo dados da estação climatológica em Dracena/SP	24
Figura 3	- Tratamento das sementes para produção das mudas.....	27
Figura 4	- Desdobramento da interação para massa seca de plântulas fortes (mg/plântula) de couve-flor cultivar Barcelona tratadas com produto à base de <i>Bacillus subtilis</i>	36
Figura 5	- Desdobramento da interação para teor de potássio (g kg^{-1}) nas inflorescências de couve-flor cultivar Barcelona em Ilha Solteira em função da aplicação de doses de produto à base de <i>Bacillus subtilis</i> no tratamento de sementes.....	48
Figura 6	- Desdobramento da interação para teor de enxofre (g kg^{-1}) nas inflorescências de couve-flor cultivar Barcelona em Ilha Solteira em função da aplicação de doses de produto à base de <i>Bacillus subtilis</i> no tratamento de sementes.....	49
Figura 7	- Desdobramento da interação para teor de enxofre (g kg^{-1}) nas inflorescências de couve-flor cultivar Sharon em Junqueirópolis em função da aplicação de doses de produto à base de <i>Bacillus subtilis</i> no tratamento de sementes.....	49
Figura 8	- Couve-flor em campo aos 50 dias após o transplântio.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Resultados da análise de solo das áreas experimentais.....	27
Tabela 2	- Análise de variância para primeira contagem de germinação (PC), germinação (G), plântulas fortes (Fo), plântulas médias (Me), plântulas fracas (Fr), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea de plântulas fortes (CPA_Fo), comprimento de parte aérea de plântulas médias (CPA_Me), comprimento de parte aérea de plântulas fracas (CPA_Fr), comprimento de raiz de plântulas fortes (CRA_Fo), comprimento de raiz de plântulas médias (CRA_Me), comprimento de raiz de plântulas fracas (CRA_Fr), massa seca de plântulas fortes (MS_Fo), massa seca de plântulas médias (MS_Me), massa seca de plântulas fracas (MS_Fr), emergência (EMERG), índice de velocidade de emergência (IVE) e envelhecimento acelerado (EA) em função de doses de produto à base de <i>Bacillus subtilis</i> no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor.....	32
Tabela 3	- Desdobramento da interação para plântulas fortes, médias e fracas em função da aplicação de doses de produto à base de <i>Bacillus subtilis</i> no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor.....	34
Tabela 4	- Desdobramento da interação para comprimento de raiz de plântulas médias e massa seca de plântulas fortes e fracas em função da aplicação de doses de produto à base de <i>Bacillus subtilis</i> no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor.....	35
Tabela 5	- Análise de variância para massa de parte aérea (PA), massa de raiz (R), massa da inflorescência (MI), número de folhas (F), diâmetro da inflorescência (D) e produtividade (P) em função de doses de produto à base de <i>Bacillus subtilis</i> no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor em duas localidades.....	37
Tabela 6	- Desdobramento da interação Local x Cultivar para massa de parte aérea (PA), massa de raiz (R), massa de inflorescência (MI), diâmetro da inflorescência (D) e produtividade (P) em função da aplicação de doses de produto à base de <i>Bacillus subtilis</i> no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor em duas localidades.....	38
Tabela 7	- Desdobramento da interação Local x Cultivar x Doses para massa de parte aérea (PA), massa de raiz (R), massa de inflorescência (MI), diâmetro da inflorescência (D) e produtividade (P) em função da aplicação de doses de produto à base de <i>Bacillus subtilis</i> no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor em duas localidades.....	40

Tabela 8	- Análise de variância para teores de macronutrientes nas inflorescências em função de doses de produto à base de <i>Bacillus subtilis</i> no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor em duas localidades.....	42
Tabela 9	- Desdobramento da interação Local x Cultivar para teores de macronutrientes nas inflorescências em função da aplicação de doses de produto à base de <i>Bacillus subtilis</i> no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor em duas localidades.....	43
Tabela 10	- Desdobramento da interação tripla para análise do fator cultivar dentro de local e doses para teores de macronutrientes nas inflorescências em função da aplicação de produto à base de <i>Bacillus subtilis</i> no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor em duas localidades.....	47
Tabela 11	- Desdobramento da interação tripla para análise do fator local dentro de cultivares e doses para teores de cálcio e magnésio nas inflorescências em função da aplicação de produto à base de <i>Bacillus subtilis</i> no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor em duas localidades.....	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	CULTIVO DE HORTALIÇAS.....	16
2.2	A CULTURA DA COUVE-FLOR.....	17
2.3	INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DA SEMENTE EM SEU DESENVOLVIMENTO EM CAMPO.....	18
2.4	TRATAMENTO DE SEMENTES.....	20
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1	LOCAIS DE CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	23
3.2	TRATAMENTOS E TESTES DE LABORATÓRIO.....	25
3.3	CARACTERÍSTICAS E HISTÓRICO DAS ÁREAS DE PLANTIO.....	27
3.4	IMPLANTAÇÃO, TRATOS CULTURAIS E COLHEITA.....	28
3.5	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1	VARIÁVEIS ANALISADAS EM LABORATÓRIO.....	31
4.2	VARIÁVEIS ANALISADAS EM CAMPO.....	36
4.3	TEORES DE NUTRIENTES NAS INFLORESCÊNCIAS.....	41
4.3.1	Nitrogênio.....	43
4.3.2	Fósforo.....	44
4.3.3	Potássio.....	44
4.3.4	Cálcio.....	45
4.3.5	Magnésio.....	45
4.3.6	Enxofre.....	46
5	CONCLUSÃO.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar tem notável importância na geração de renda e emprego além da segurança alimentar da população, já que grande parte dos produtos presentes na alimentação básica são provenientes de estabelecimentos familiares (NASCIMENTO, 2012).

Predominantemente cultivados pelos pequenos e médios produtores, as hortaliças são indispensáveis à saúde humana, contribuindo com o fornecimento de vitaminas e sais minerais (FILGUEIRA, 2003). O cultivo de hortaliças se diferencia das outras atividades agrícolas extensivas por exigir altos investimentos. Entretanto, permite a obtenção de elevada produção devido o ciclo curto das culturas, 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).

As brassicáceas constituem a família botânica que compreende numerosas espécies de plantas de variados usos para o homem, seja como alimentos frescos e industrializados ou como plantas forrageiras, medicinais e ornamentais. Entre as espécies hortícolas pertencentes à família destacam-se a couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), o brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*), a couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*), o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*), a mostarda (*Brassica juncea*) e a rúcula (*Eruca sativa*) (MAROUELLI; CASTRO E MELO; BRAGA, 2017).

Originária da Ásia Menor, a couve-flor foi levada para a Europa no século XVI. É uma hortaliça do tipo inflorescência, de fácil digestão, fonte de cálcio, fósforo, ácido fólico e vitamina C (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA HORTALIÇAS, 2015). Proveniente de clima temperado, considerava-se por volta da década de 50, que a couve-flor era típica de outono-inverno, característica esta que através do melhoramento genético pôde ser alterada, proporcionando para o produtor uma janela muito mais ampla de plantio e colheita (FILGUEIRA, 2003).

O período compreendido entre a semeadura e o estabelecimento das plântulas é fase crucial da produção das hortaliças. Dessa forma, os produtores buscam sementes de alta qualidade e condições que permitam a máxima germinação em menor tempo possível, com máxima uniformidade de plântulas (NASCIMENTO, 2005). A semente de alta qualidade deve conter carga genética favorável, originando

plantas responsivas às tecnologias agrícolas empregadas e produtos com as características exigidas pelo consumidor (FILGUEIRA, 2003).

Com o objetivo de melhorar o desempenho das sementes, tanto em campo como em viveiro ou casa de vegetação, ao longo dos anos foram desenvolvidos diferentes tipos de tratamentos das sementes. Estes visam a garantia de maior segurança no manuseio das sementes, facilitação de sua distribuição, proteção durante o armazenamento, auxílio no controle de microrganismos promovendo assim maior rapidez na germinação e emergência mais uniforme das plântulas (NASCIMENTO; DIAS; SILVA, 2011).

Neste segmento, o uso das rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCPs) pode ser uma alternativa de menor impacto ambiental, as quais estão associadas a muitas espécies de plantas e estando presente em muitos ambientes (COMPANT *et al.*, 2005).

A espécie de bactéria *Bacillus subtilis* vem sendo muito estudada com o objetivo de aumentar a produtividade das culturas e no biocontrole de doenças (NGUGIA *et al.*, 2005). As linhagens de *B. subtilis* se destacam dentre as espécies do gênero *Bacillus*, por serem as mais amplamente utilizadas como promotoras de crescimento devido a sua capacidade de reduzir doenças pela produção de antibióticos quando aplicadas em sementes (BATISTA, 2012).

Bactérias antagonicas, como *B. subtilis*, de modo geral agem significativamente por antibiose e, ocasionalmente, por parasitismo e competição. Isolados de *B. subtilis* produzem uma grande variedade de metabólitos antifúngicos, entre os quais se encontram lipopeptídeos das famílias da surfactina, iturina e fengicina (LANNA FILHO; FERRO; PINHO, 2010).

Saharan e Nehra (2011) descreveram uma série de benefícios que espécies de *Bacillus* proporcionam às culturas, dentre eles a melhoria de diferentes parâmetros de raiz como enraizamento, comprimento de raízes e teor de matéria seca.

Apesar do número significativo de pesquisas sobre a utilização de RPCP na agricultura, poucas relatam a eficiência dessas bactérias na produtividade da couve-flor, especialmente a espécie *B. subtilis*. Dessa maneira, objetivou-se avaliar os efeitos na produção de mudas e de plantas de couve-flor com uso de produto à base de *B. subtilis* no tratamento de sementes em duas localidades.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTIVO DE HORTALIÇAS

A população mundial apresenta um progressivo crescimento, e consequentemente a demanda por água, energia e alimentos se torna maior, estimulando o aumento da escala de produção. Os estudos indicam que até o ano de 2050, a produção agrícola terá de aumentar de 70 a 100%. Esses dados realçam a importância da continuidade da evolução das pesquisas nos setores da indústria de sementes e do melhoramento genético, visto que o sucesso da produção está cada vez mais atrelado a estas áreas (PERALTA, 2018).

Cumprindo grande relevância econômica, social, industrial e alimentar, o mercado de hortaliças é uma atividade de grande destaque em muitas regiões do Brasil. Visando atender à crescente demanda por quantidade e qualidade, as empresas de sementes que atuam no setor oferecem grande variedade de espécies e cultivares. Em um mercado nacional estimado em R\$ 440 milhões, as mais diversas tecnologias são adotadas, objetivando a produção de sementes de alta qualidade, com elevado potencial de produção (MORETTI, 2011).

Contando com área cultivada de aproximadamente 837 mil hectares e volume de produção em torno de 63 milhões de toneladas, a produção de hortaliças contempla mais de uma centena de espécies cultivadas em todas as regiões do país (CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL, 2016).

A exploração olerícola brasileira é caracterizada como uma atividade realizada prioritariamente em micro e pequenas propriedades, localizadas em sua grande maioria nas proximidades dos grandes centros urbanos. As culturas exigem mão-de-obra desde a sua semeadura até a comercialização, o que torna a atividade uma grande geradora de empregos. Estima-se que cada hectare plantado com hortaliças possa gerar, em média, entre 3 e 6 empregos diretos e um número idêntico de indiretos (MELO; VILELA, 2007; CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL, 2016).

Além da evidente contribuição do setor com a geração de empregos, o cultivo de hortaliças promove a fixação do homem no campo, possibilidade de permanência do produtor na atividade, assim como estabilidade econômica e social das regiões

produtoras. Exerce, dessa forma, grande importância para o fortalecimento da agricultura familiar e o desenvolvimento regional (RAPPUSSI-DA-SILVA, 2010).

Dentre as hortaliças mais cultivadas, as variedades de brássicas (repolho, couve-manteiga, couve-flor, brócolis, mostarda, rúcula, couve-chinesa) se destacam pela sua expressão econômica, principalmente nas regiões Sudeste e Sul (NOWACKI, 2005).

A couve-flor, o brócolis e o repolho são as três brássicas de maior importância econômica comercializadas no Estado de São Paulo (CLAUDIO, 2013), sendo que em 2018, por meio da Companhia de Entrepósitos e Armazéns de Gerais de São Paulo foram comercializados mais de 9 mil toneladas de couve-flor (CEAGESP, 2019).

2.2 A CULTURA DA COUVE-FLOR

A couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) é uma hortaliça herbácea e muito apreciada, cultivada no Oriente Médio desde a antiguidade (MAY *et al.*, 2007). É considerada um alimento funcional, contendo grande quantidade de fibras, sais minerais, cálcio, potássio, enxofre, sódio, fósforo, magnésio e ferro, além de ser rica em vitaminas A, B1, B2, B5 e C (TAVARES, 2000).

Em 2018, a couve-flor comercializada no CEAGESP teve como procedência 60 diferentes localidades, em que mais de 35% da produção foi concentrada nos municípios de Pedra Bela/SP (2.224,6 t) e Tuiuti/SP (1.058,92 t) (CEAGESP, 2019). Segundo o Instituto de Economia Agrícola (2019), a área anual de produção do Estado de São Paulo desta hortaliça vem aumentando ao longo dos anos, sendo de 2.703,26 ha em 2016 para 2.919,96 ha em 2018 (IEA, 2019).

Apesar de ser originária de clima frio, necessitando de baixas temperaturas para a passagem da fase vegetativa para a reprodutiva, a couve-flor pode ser produzida o ano inteiro, devido os programas de melhoramento genético, produzindo cultivares e híbridos adaptados a altas temperaturas (MAY *et al.*, 2007).

A utilização de cultivares híbridos tem se ampliado, devido suas diversas vantagens sobre os cultivares de polinização aberta, propiciando plantas mais uniformes e de maior vigor, produtividade mais elevada, além de adaptações termoclimáticas e maior resistência a doenças e pragas (ALMEIDA, 2004).

Pode-se classificar os cultivares de couve-flor em três grupos: cultivares de inverno, meia estação e de verão (MAY *et al.*, 2007). Os cultivares de inverno são

exigentes em frio, tardios e de grande vigor. Sua faixa ideal para formar a cabeça fica em torno de 5 a 10°C. Os cultivares de meia estação são adaptados a condições de frio moderado, em que necessitam de 15 a 20°C para formar as cabeças. E os cultivares de verão tem melhor adaptação em temperaturas quentes, apresentando faixa ideal para a formação de cabeça em torno dos 20 a 25°C, entretanto, suportam temperaturas superiores aos 30°C sem distúrbios fisiológicos (TAVARES, 2000).

O cultivar Sharon é um exemplo pertencente ao grupo dos cultivares de meia-estação. Segundo descrições de sua empresa provedora, apresenta plantas vigorosas, tem adaptação às condições tropicais e oscilações climáticas, possui resistência a bactéria *Xanthomonas campestris* e o ciclo tem duração média de 105 dias (SAKATA, 2019).

Além desta, tem-se o cultivar Barcelona CMS que apresenta plantas vigorosas e uniformes e alta produtividade. Produz inflorescências de cor branca à creme, diâmetro médio entre 20 a 25 cm de diâmetro, e massa média de cabeça variando entre 1,5 a 2 kg, com ciclo de 100 a 120 dias (SEMINIS, 2019).

2.3 INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DA SEMENTE EM SEU DESENVOLVIMENTO EM CAMPO

O sucesso da produção olerícola depende, dentre outros aspectos, de um adequado estabelecimento de plântulas no campo, fator este diretamente relacionado com a qualidade das sementes (NASCIMENTO; DIAS; SILVA, 2011). A semente de hortaliça é um insumo biológico de alto custo cuja produção está sujeita a uma série de adversidades bióticas e abióticas, as quais podem afetar a germinação e consequentemente a emergências das plântulas (PEREIRA *et al.*, 2015).

Em relação aos fatores bióticos, a semente é comumente um meio potencial de transmissão de vários fungos, bactérias, vírus e nematoides. Dessa forma, o tratamento de sementes é essencial para garantir a sanidade das sementes, considerando que possíveis contaminações podem resultar no aumento de uma determinada doença no campo, o que resulta em severa redução da produtividade, além de promover a contaminação do solo com patógenos, podendo, futuramente, inviabilizar áreas de produção (PEREIRA *et al.*, 2015).

No tocante aos fatores abióticos, durante o período de germinação, as sementes são expostas a diferentes condições edafoclimáticas sobre as quais o produtor nem sempre tem total controle (NASCIMENTO; DIAS; SILVA, 2011). Dentre

estes fatores, a temperatura poderá vir a ser o mais importante. Temperaturas muito baixas ou muito altas podem alterar tanto a velocidade quanto a porcentagem final de germinação. Geralmente, temperaturas baixas reduzem a velocidade de germinação, enquanto temperaturas altas aumentam (NASCIMENTO, 2005).

Diversas pesquisas confirmam que o nível de vigor das sementes de hortaliças está diretamente relacionado à emergência das plântulas. Há também resultados que evidenciam o efeito positivo do vigor das sementes sobre a qualidade das mudas, comprovando o efeito significativo do vigor sobre a emergência das plântulas em campo e o desenvolvimento inicial das plantas (NASCIMENTO; DIAS; SILVA, 2011).

No entanto, as relações entre vigor e desempenho em campo ainda não estão totalmente esclarecidas, sendo questionável se estes efeitos se estendem até estádios fenológicos mais avançados e se afetam significativamente a produção da cultura. Marcos Filho e Kikuti (2006) ao avaliarem a influência do vigor de lotes de sementes de rabanete sobre o comportamento das plantas em campo, concluíram que apesar do vigor das sementes se relacionar com o desenvolvimento inicial das plantas, os efeitos não se manifestaram sobre a produção final.

Por outro lado, diversos autores verificaram efeitos positivos do vigor sobre o desenvolvimento de olerícolas em campo (GAMIELY *et al.*, 1990; FINCH-SAVAGE; MCKEE, 1990; CHIPENETE *et al.*, 2019), o que realça a necessidade de mais estudos na área.

Chipenete *et al.* (2019) comprovaram que o vigor influenciou significativamente a emergência e o desenvolvimento de cenoura em campo. O lote menos vigoroso resultou em plantas mais baixas e a produção de matéria seca de parte aérea e de raiz foi inferior em relação às dos lotes mais vigorosos.

Gamiely *et al.* (1990) evidenciaram a maior produtividade em cebola a partir de sementes de maior peso, e Finch-Savage e McKee (1990) verificaram que sementes de couve-flor de alta qualidade apresentaram um aumento no rendimento na colheita em comparação com sementes de menor qualidade.

Mesmo sendo um tema onde ainda existem discussões, pode-se afirmar que o uso de sementes vigorosas é justificável para assegurar o estabelecimento adequado do estande, mesmo que não tenha efeito significativo na produção final das plantas (NASCIMENTO; DIAS; SILVA, 2011).

Dessa forma, melhorar o crescimento e o desempenho geral da produção agrícola das culturas é uma meta importante para aumentar a produtividade e a

qualidade do produto colhido, portanto o aprimoramento do vigor de sementes é uma abordagem útil para cumprir esse objetivo (NASCIMENTO *et al.*, 2014).

2.4 TRATAMENTO DE SEMENTES

O tratamento de sementes tem sido uma das formas de se promover um melhor desenvolvimento das plantas, diminuindo adversidades que poderiam prejudicar ou reduzir a taxa de germinação das sementes e emergência das plantas.

Nesse sentido, grande destaque se dá para as rizobactérias promotoras do crescimento de plantas, as quais tem amplo efeito sobre o desenvolvimento das plantas. Os gêneros destas mais estudados são *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azospirillum* e *Rhizobium* (ARAÚJO, 2008), tendo grande potencial de uso na agricultura por possibilitarem incremento no crescimento da planta, especialmente sob condições limitantes (NABTI *et al.*, 2010).

Visando a praticidade de uso das RPCPs na agricultura, o gênero *Bacillus* se destaca, principalmente em relação a formulação de inoculantes. Esse grupo de bactérias apresenta as vantagens de resistência à dessecação, formação de endósporo de resistência, o qual confere à célula bacteriana a sobrevivência por longos períodos de tempo sob condições adversas (LANNA FILHO; FERRO; PINHO, 2010; PIMENTEL; DIONÍSIO; SIGNOR, 2016), além da maior capacidade de sobrevivência quando formuladas com polímeros e inertes diversos, entre outros (MELO, 1998).

Os produtos formulados a partir de *Bacillus subtilis* são de importância conhecida, sendo utilizados como inoculantes e biofertilizantes em vários países. Sua aplicação como agentes de controle biológico de doenças também é bastante explorada, sendo utilizada desde 1983 nos Estados Unidos para o tratamento de sementes de amendoim, entre outras culturas (WELLER, 1988).

As facilidades que acompanham o uso de *B. subtilis* estão na inexistência de período de carência, baixa toxidez e compatibilidade em misturas de tanque com produtos registrados, tais como cobre, enxofre e micronutrientes, inseticidas e fungicidas (RIBEIRO; SEI; LEITE, 2011).

A promoção de crescimento ocasionada por *B. subtilis* nas plantas é decorrente da solubilização de nutrientes como o fosfato, aumento da fixação de nitrogênio, síntese de fitormônios como giberelinas, auxinas e citocininas, melhoria das condições

do solo, além de proporcionar benefícios indiretos através da supressão deste ambiente contra microrganismos maléficos (MELO, 1998; RIBEIRO; SEI; LEITE, 2011). Essa associação benéfica possibilita o aumento fisiológico de metabólitos que desencadeiam a sensibilidade do sistema radicular as condições externas, proporcionando a facilitação da percepção e absorção de nutrientes (RIBEIRO; SEI; LEITE, 2011), aumentando o comprimento das raízes e o número dos pelos radiculares (SILVA; SILVA; FIGUEIREDO, 2006). Logo, um dos benefícios esperados para o tratamento de sementes com rizobactérias é o acúmulo de matéria seca e aumento da produtividade (MARTINS, 2013).

O uso de *B. subtilis* também promove à semente a rápida germinação, emergência de plântulas e crescimento das plantas. Isso faz com que a planta atinja o estágio adulto mais rapidamente, permanecendo menos tempo no campo, o que favorece o escape contra patógenos presentes no solo e no ambiente externo (LANNA FILHO; FERRO; PINHO, 2010).

Muitos estudos comprovam os diversos efeitos positivos que o uso das RPCPs confere ao desenvolvimento das plantas. Em cebola, Harthmann *et al.* (2009) concluíram que as bactérias promotoras de crescimento são promissoras como bioinoculantes para a cultura, ao verificarem aumento no rendimento de bulbos através do tratamento de sementes.

Com o objetivo de atenuar a doença da podridão de esclerotinia causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* na cultura da couve-flor, Kaushal, Kumar e Kaushal (2017) concluíram que a aplicação da estirpe YSPMK11 de *B. pumilus* foi eficaz na supressão da doença além de proporcionar maior produtividade para a cultura.

Martins (2013) constatou resultados positivos a partir do tratamento de sementes das cultivares de feijão Pérola e BRS Agreste com isolados de *Bacillus subtilis*. O tratamento garantiu aumento da produtividade para ambas as cultivares e reduziu a severidade de mela (*Rhizoctonia solani*), representando uma importante ferramenta no aumento da produção do feijão.

Elkoca, Turan e Donmez (2010) ao testarem os efeitos da inoculação de *Rhizobium*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* em sementes de feijão, verificaram que as inoculações aumentaram significativamente a nodulação, crescimento da planta, absorção de nutrientes e a produção de sementes. A inoculação com as bactérias, principalmente com *B. subtilis*, pode suprir parte das necessidades de

nitrogênio e fósforo, apresentando a possibilidade de reduzir estes fertilizantes, e assim, o custo de produção do feijão.

Avaliando o efeito de *B. subtilis* como promotor de crescimento e agente de supressão de nematoides em tomateiro, Araújo e Marchesi (2009) observaram que a estirpe utilizada promoveu o crescimento da cultura além de reduzir a reprodução do nematoide formador de galhas nas raízes das plantas, sob condições de casa de vegetação.

Castillo *et al.* (2013) constataram que a inoculação de *Bacillus* na cultura de melão proporcionou aumentos no número de frutos, comprimento da guia principal, folhas e diâmetro de caule, além de redução de 41% da incidência de doenças causadas por *Fusarium oxysporum* em relação ao tratamento químico convencional.

Os mesmos autores verificaram efeitos positivos da aplicação de *Bacillus* como fungicida no desenvolvimento da cultura do pimentão (*Capsicum annuum*), por meio do estímulo da produção de biomassa, aumento do número de flores e frutificações. Onde o *Bacillus* foi aplicado, as plantas tiveram aumento de altura, floração e frutificação em comparação com o manejo tradicional através do uso de agroquímicos sintéticos.

Diante do potencial das rizobactérias promotoras do crescimento de plantas, especialmente do *B. subtilis*, são necessários mais estudos acerca da atuação e eficiência desta espécie em olerícolas, visando o melhor desempenho das culturas como a couve-flor.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAIS DE CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

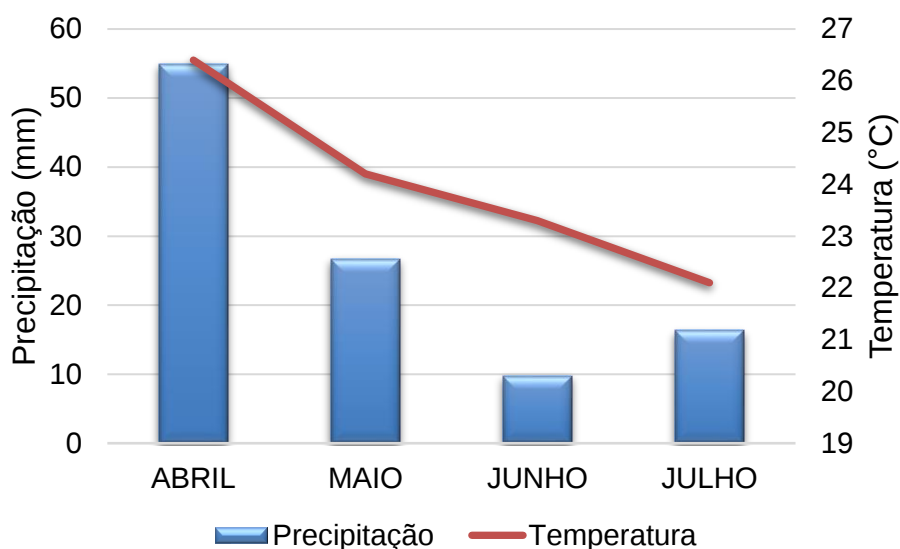
O experimento foi realizado no período de abril a julho de 2019 no laboratório de análise de sementes da Faculdade de Engenharia – UNESP/FEIS e a campo, na área experimental da Universidade em Ilha Solteira/SP, conhecida como pomar, e em área cedida em uma propriedade rural de Junqueirópolis/SP.

O trabalho conduzido no pomar pertencente à Universidade Estadual Paulista, é localizado a latitude 20°25', longitude 51°21' e 335 metros de altitude. O clima de Ilha Solteira, de acordo com classificação de Köppen é Aw, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura média anual de 23,6°C e precipitação média anual de 1.300 mm (CENTURION, 1982; BATTISTELLE *et al.*, 2000).

Em Junqueirópolis, o trabalho foi conduzido no Sítio Palmeiras, uma propriedade de agricultura familiar, localizada a latitude 21°44', longitude 51°47' e 357 metros de altitude. O clima do município segundo a classificação de Köppen é subtropical úmido, Cwa, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso. A precipitação média é de 1.350 mm anuais e temperatura média anual de 23.4°C (COSTA *et al.*, 2006; ADRIANO, 2011).

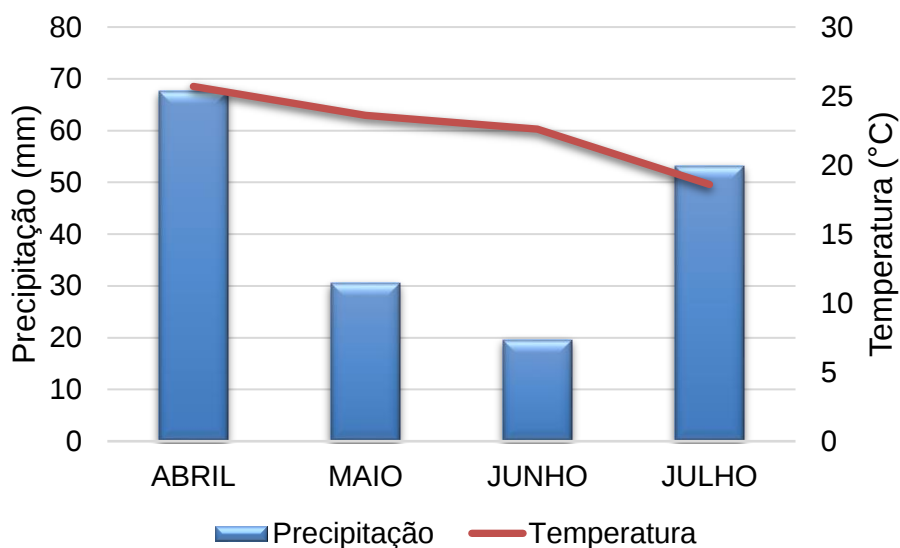
As condições climáticas no decorrer do experimento em Ilha Solteira constam na Figura 1, em que houve um acúmulo de 107,6 mm de precipitação ao longo dos quatro meses do desenvolvimento da cultura. Já no experimento em Junqueirópolis, houve um acúmulo de 170,8 mm de precipitação, tendo estes dados como base a estação climatológica mais próxima, localizado em Dracena/SP (Figura 2). Os dados de temperatura e precipitação de ambos os locais foram retirados do canal da UNESP Ilha Solteira (Portal Clima), onde há disponível toda a base agroclimática histórica e opera em tempo real.

Figura 1- Precipitação pluvial e temperaturas médias registradas durante o experimento no período de abril a julho de 2019, segundo dados da estação climatológica em Ilha Solteira/SP.



Fonte: Própria autora segundo dados retirados do Portal Clima.

Figura 2- Precipitação pluvial e temperaturas médias registradas durante o experimento no período de abril a julho de 2019, segundo dados da estação climatológica em Dracena/SP.



Fonte: Própria autora segundo dados retirados do Portal Clima.

3.2 TRATAMENTOS E TESTES DE LABORATÓRIO

As sementes de couve-flor utilizadas foram dos cultivares Sharon e Barcelona, as quais foram tratadas com produto à base de *Bacillus subtilis* estirpe FMT001 contendo 3×10^8 células cm^{-3} (Figura 3a). Os tratamentos foram constituídos das doses: 0, 100, 200, 300 e 400 mL por 10 kg de sementes para cada cultivar (Figura 3b).

Após 24 horas do tratamento, foram realizadas as etapas de campo e laboratório. Para a fase de campo, foi realizado semeadura em bandejas de poliestireno de 128 células, onde foi colocado substrato indicado para hortaliças “Vivatto Plus”. Para a caracterização de vigor das sementes de cada tratamento foi realizado a montagem dos seguintes testes em laboratório:

a) Germinação (G): foi realizado com quatro repetições de 50 sementes, as quais foram semeadas em caixa gerbox com dois papéis mata-borrão, previamente umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco, segundo metodologia das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), e contabilizado o número de plântulas normais, ao 5º e ao 10º dia após a semeadura (DAS), expressos em porcentagem de germinação;

b) Primeira contagem de germinação (PC): foi computado o percentual de plântulas normais, após cinco dias da semeadura do teste de germinação (BRASIL, 2009);

c) Índice de velocidade de germinação (IVG): registrou-se diariamente o número de plântulas normais germinadas, até quando houve estabilização da germinação, e este foi calculado pela fórmula proposta por MAGUIRE (1962): $IVG = E1/N1 + E2/N2 + \dots En/Nn$, significando E1, E2,... En = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem. N1, N2,... Nn = correspondendo ao número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem;

d) Classificação do vigor de plântula (fortes, médias e fracas): na data correspondente à da primeira contagem (5º DAS) do teste de germinação, as plântulas normais bem desenvolvidas e morfológicamente perfeitas foram retiradas e classificadas como “fortes” (vigorosas). Na data correspondente à contagem final (décimo dia), as plântulas remanescentes foram avaliadas como normais ou anormais. As normais foram classificadas como “fortes”, “médias” ou “fracas”. Nakagawa (1999)

define que plântulas normais “fracas” são aquelas que apresentam algum problema em sua estrutura ou lesão, mas insuficientes para caracterizá-las como anormais. As sementes que possuíam porcentagem maior de plântulas normais fortes foram considerados mais vigorosas, apresentando maior potencial para bom desenvolvimento em condições adversas em campo;

e) Envelhecimento acelerado (EA): 200 sementes foram distribuídas em camada única sobre tela metálica em caixas gerbox. No interior foram adicionados 40 mL de água destilada e foram mantidas em câmara a 41° C, por 48 horas (GOULART; TILLMANN, 2007). Decorrido esse período de envelhecimento, quatro subamostras de 50 sementes de cada cultivar foram colocadas para germinar seguindo a mesma metodologia utilizada para o teste de germinação. A avaliação foi realizada ao 5° DAS, computando-se a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009);

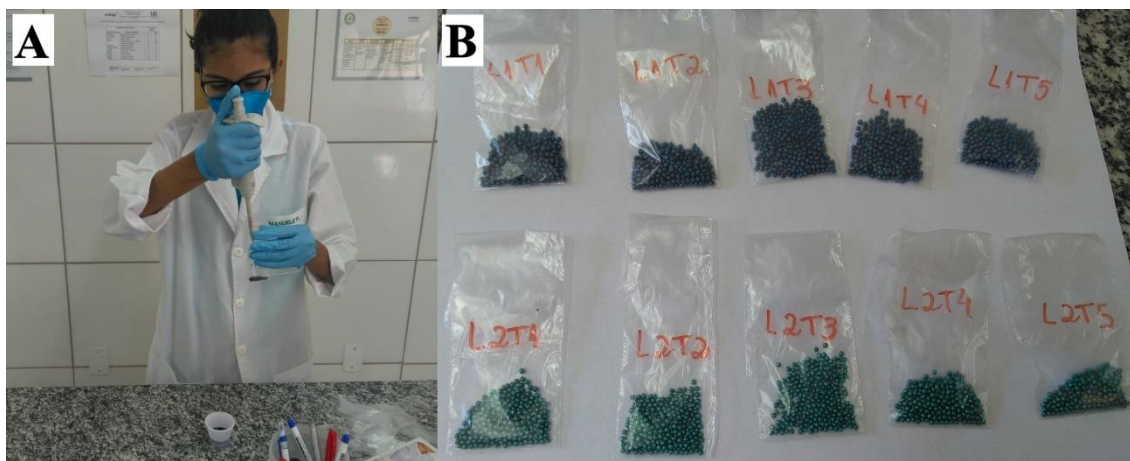
f) Comprimento de raiz e parte aérea (CRA e CPA): foram amostrados ao acaso dez plântulas normais do teste de germinação, e aferido com régua as respectivas estruturas mencionadas, e expresso em centímetros;

g) Massa seca de plântulas (MS): foram avaliadas as plântulas normais, obtidas a partir dos testes de germinação. As repetições de cada lote foram acondicionadas em sacos de papel, identificados, e levados à estufa com circulação de ar forçada, mantida à temperatura de 80°C por um período de 24 horas (NAKAGAWA, 1999). Após este período, determinou-se a massa em balança analítica, expresso em miligramas por plântula;

h) Emergência em substrato (EMERG): semeadura de quatro repetições de 25 sementes por tratamento em bandejas de poliestireno de 128 células contendo substrato para mudas, sendo computado o total de plântulas normais emergidas ao 10° DAS, expresso em porcentagem,

i) Índice de velocidade de emergência (IVE): realizou-se contagens diárias das plântulas normais emergidas durante dez dias, cujo índice foi calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962).

Figura 3- Tratamento das sementes para produção das mudas.



a) Tratamento das sementes com produto à base de *Bacillus subtilis* b) Sementes separadas por tratamento e cultivar.

Fonte: Própria autora

3.3 CARACTERÍSTICAS E HISTÓRICO DAS ÁREAS DE PLANTIO

Foi realizada amostragem e análise de solo nas duas áreas de implantação do experimento para camada de 0-0,20 m segundo metodologia proposta por RAIJ et al. (2001) para verificação da necessidade de calagem e disponibilidade de nutrientes, como seguem na Tabela 1.

Tabela 1- Resultados da análise de solo das áreas experimentais. Ilha Solteira, 2019.

LOCAL	pH (CaCl ₂)	Presina mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	H+Al -----mmolc	K	Ca	Mg	SB	CTC	V %	B	Cu	Fe	Mn	Zn
ILHA SOLTEIRA	5,4	36	28	16	4,5	41	16	61,5	77,5	79	0,20	3,6	48	48,2	3,4
JUNQUEIRÓPOLIS	5,9	49	38	12	1,9	30	8	39,9	51,9	77	0,17	1,4	19,7	10,6	5

Fonte: Elaboração da própria autora.

Diante dos resultados, não foi necessário realizar a calagem em nenhuma das áreas. Foi realizada adubação de cobertura com 4 kg ha⁻¹ de boro na forma de bórax (11% de B) aos 15 dias após o transplantio (DAT) e 130 kg ha⁻¹ de NPK na fórmula 20:05:20 aos 45 DAT em ambos os locais (TRANI; RAIJ, 1997).

Em Ilha Solteira, a área ficou em pousio por aproximadamente três anos, após de ser cultivada com pepino. Para o cultivo da couve-flor foi realizada gradagem e uso do encanteirador para o preparo dos canteiros.

A área utilizada para a montagem do experimento em Junqueirópolis foi anteriormente cultivada com a cultura da mandioca por cerca de um ano e meio, a qual foi realizada limpeza manual dos restos culturais e posterior gradagem.

3.4 IMPLANTAÇÃO, TRATOS CULTURAIS E COLHEITA

O transplântio em Junqueirópolis/SP foi realizado nos dias 21 e 22 de abril, com respectivamente 22 e 23 dias após a semeadura e 4 folhas verdadeiras. Devido a necessidade de replântio de algumas mudas pela espessura fina do caule, o transplântio em Ilha Solteira/SP foi realizado nos dias 1 e 2 de maio, com respectivamente 32 e 33 dias após a semeadura, em que as plantas já contavam com maior espessura do caule, não havendo necessidade de replântio.

Em ambos os locais, as mudas foram transplantadas em um espaçamento de 0,50 m entre os canteiros e 0,50 x 0,50 m entre as mudas. Entretanto, como em Ilha Solteira foi utilizado encanteirador, as 800 plantas do experimento ocuparam uma área de 307,5 m², resultando em um *stand* final de 26.000 plantas ha⁻¹, enquanto em Junqueirópolis, a área ocupada foi de 221 m², resultando no *stand* de 36.000 plantas ha⁻¹.

As áreas foram irrigadas com aspersores de vazão 350 m³ h⁻¹, mantendo-se a umidade do solo próximo à capacidade de campo. Para o controle de lagartas, foram utilizados os inseticidas de contato e ingestão deltametrina (6 g ha⁻¹ de i.a.) e clorantianiliprole (16 g ha⁻¹ de i.a.) aplicados, respectivamente, logo após o transplântio e após 30 dias nas duas áreas de plantio. O controle de plantas invasoras foi realizado com capinas manuais. Em Junqueirópolis/SP, aos 20 e 35 dias após o transplântio, e em Ilha Solteira/SP, devido a grande infestação de tiririca (*Cyperus rotundus*), foram realizadas capinas semanais ao longo dos primeiros 30 dias do transplântio. Ao longo da formação das cabeças, foi feito o trato cultural da proteção das inflorescências contra a direta incidência de radiação solar através da envergadura ou quebra de folhas, evitando assim a alteração da coloração.

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. Retirou-se a planta inteira, e quando necessário, com auxílio de enxadão para a retirada do sistema radicular, o

qual foi cortado e lavado para futuras avaliações. Devido a desuniformidade de maturação das inflorescências, a colheita em Junqueirópolis foi parcelada para os dois cultivares. O cultivar Sharon foi colhido aos 91 e 98 dias após a semeadura (DAS), e o cultivar Barcelona aos 100 e 106 DAS. Em Ilha Solteira, a colheita do cultivar Sharon foi realizada aos 93 DAS, enquanto o cultivar Barcelona foi colhido aos 103 DAS.

As variáveis analisadas das plantas do campo foram:

- Massa de parte aérea: foi aferido em balança de precisão 0,1g as folhas e a inflorescência da planta;
- Massa de raiz: foi aferido em balança o sistema radicular da planta;
- Número de folhas para a formação da cabeça: foram contabilizadas o número de folhas desenvolvidas até a formação da cabeça;
- Massa de cabeça: foi aferido em balança somente a inflorescência, sem as folhas;
- Diâmetro da cabeça: dado em centímetros, mensurado com fita métrica;
- Produtividade por parcela: estimado em kg ha⁻¹ a partir da pesagem e do número de plantas,
- Teor de macronutrientes das cabeças: cada parcela foi avaliada quanto aos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre contido nas inflorescências da couve-flor ao final do ciclo, conforme metodologia de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Nesse caso, foi retirado um fragmento de cada inflorescência de 5 plantas da parcela, após terem sido aferidas as suas respectivas massas e diâmetro, sendo os mesmos submetidos à secagem e moagem.

3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para os testes de laboratório, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, organizado em esquema fatorial 2 x 5, sendo dois cultivares (Sharon e Barcelona) e cinco doses (0, 100, 200, 300 e 400 mL por 10 kg de sementes) de produto à base de *Bacillus subtilis* via tratamento de semente. Para os dados de campo, foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 2 x 5 x 2, sendo dois cultivares (Sharon e Barcelona), cinco doses do produto no tratamento de sementes (0, 100, 200, 300 e 400 mL por 10 kg de sementes) e duas localidades (Ilha Solteira/SP e

Junqueirópolis/SP). Cada parcela foi composta por 20 plantas, e considerou-se 5 plantas úteis para as avaliações. Para análise dos dados, foi realizado a comparação de médias dos cultivares e dos locais pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) e regressão para as doses. Os testes foram realizados com auxílio do programa de análise estatística SISVAR (FERREIRA, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 VARIÁVEIS ANALISADAS EM LABORATÓRIO

Quanto as características avaliadas em laboratório, a interação entre os fatores testados foi significativa para as plântulas classificadas como fortes, médias, fracas, comprimento de raiz de plântulas médias e massa seca de plântulas fortes e fracas (Tabela 2).

Tabela 2- Análise de variância para primeira contagem de germinação (PC), germinação (G), plântulas fortes (Fo), plântulas médias (Me), plântulas fracas (Fr), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea de plântulas fortes (CPA_Fo), comprimento de parte aérea de plântulas médias (CPA_Me), comprimento de parte aérea de plântulas fracas (CPA_Fr), comprimento de raiz de plântulas fortes (CRA_Fo), comprimento de raiz de plântulas médias (CRA_Me), comprimento de raiz de plântulas fracas (CRA_Fr), massa seca de plântulas fortes (MS_Fo), massa seca de plântulas médias (MS_Me), massa seca de plântulas fracas (MS_Fr), emergência (EMERG), índice de velocidade de emergência (IVE) e envelhecimento acelerado (EA) em função de doses de produto à base de *Bacillus subtilis* no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor. Ilha Solteira-SP, 2019.

Tratamentos	PC	G	Fo	Me ¹	Fr ¹	IVG	CPA_Fo	CPA_Me	CPA_Fr ¹	CRA_Fo	CRA_Me ¹	CRA_Fr ¹	MS_Fo	MS_Me	MS_Fr ¹	EMERG	IVE	EA
	-----%-----						-----cm-----			cm			-----mg plântula ⁻¹ ----			%		%
DOSES <i>B. subtilis</i> mL por 10 kg sementes																		
0	99,75	99,75	88,25	3,16	1,61	9,98	3,40	2,11	1,21	5,31	2,25	1,33	3,45	3,43	1,57	99,00	9,84	99,75
100	100,00	100,00	87,50	3,46	1,21	10,00	3,41	2,00	1,07	4,94	2,01	1,10	3,86	3,65	1,16	98,00	9,76	98,75
200	98,25	98,25	86,25	3,01	1,59	9,83	3,41	2,19	1,18	4,65	2,24	1,32	3,52	3,59	1,50	99,00	9,85	98,25
300	100,00	100,00	86,25	3,76	1,00	10,00	3,43	2,08	1,00	5,13	2,10	1,00	3,72	3,50	1,00	100,00	9,98	98,75
400	99,00	99,00	88,00	3,11	1,41	9,90	3,38	2,16	1,11	4,82	2,19	1,10	3,78	3,41	1,25	100,00	9,98	98,75
CULTIVAR																		
Barcelona	99,20 A	99,20 A	87,20 A	3,28 A	1,29 A	9,92 A	3,31 B	2,02 B	1,08 A	5,28 A	2,23 A	1,091 A	3,04 B	2,90 B	1,200 A	99,60 A	9,953 A	100,00 A
Sharon	99,60 A	99,60 A	87,30 A	3,32 A	1,44 A	9,96 A	3,50 A	2,20 A	1,15 A	4,66 B	2,09 B	1,251 A	4,29 A	4,14 A	1,392 A	99,00 A	9,813 B	97,70 B
DMS (5%)	0,727	0,727	3,460	0,382	0,395	0,073	0,102	0,113	0,122	0,317	0,095	0,186	0,129	0,234	0,295	1,131	0,111	1,149
F calc																		
DB	3,671 *	3,671 *	0,253 ns	2,185 ns	1,436 ns	3,671 *	0,100 ns	1,446 ns	1,609 ns	2,219 ns	3,788 *	2,129 ns	6,037 *	0,664 ns	2,162 ns	1,174 ns	2,386 ns	0,758 ns
C	1,263 ns	1,263 ns	0,003 ns	0,040 ns	0,584 ns	1,263 ns	13,893 *	9,651 *	1,498 ns	15,804 *	9,792 *	3,073 ns	386,743 *	117,286 *	1,770 ns	1,174 ns	6,641 *	16,705 *
DB x C	1,461 ns	1,461 ns	13,479 *	17,456 *	2,833 *	1,461 ns	2,350 ns	0,471 ns	2,588 ns	2,021 ns	6,630 *	2,408 ns	6,196 *	2,143 ns	2,828 *	1,174 ns	1,582 ns	0,758 ns
CV (%)	1,13	1,13	6,14	17,91	44,86	1,13	4,66	8,28	17,01	9,88	6,84	24,56	5,46	10,28	35,22	1,76	1,74	1,80
Média geral	99,40	99,40	87,25	3,30	1,36	9,94	3,41	2,11	1,11	4,97	2,16	1,171	3,67	3,52	1,30	99,30	9,88	98,85

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey (p < 0,05); ¹ – Dados transformados por raiz quadrada de Y + 1.0 - SQRT (Y + 1.0); * – significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo; DMS – diferença mínima significativa; DB – Doses *B. subtilis*; C – Cultivar; CV – coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração da própria autora.

O desdobramento da interação entre os fatores mostrou que para cultivares dentro das doses o cultivar Sharon teve maior potencial e melhor desempenho nas doses mais altas, já que apresentou maiores porcentagens de plântulas fortes nas doses de 300 e 400 mL. Por outro lado, a baixa porcentagem de plântulas fracas indica a boa qualidade das sementes utilizadas, onde no alto vigor se obtêm plântulas bem desenvolvidas e uniformes, fato este que está de acordo com a maioria dos resultados apresentados, sendo superiores a 80% de plântulas fortes (Tabela 3). Além de apresentar maiores porcentagens de plântulas fortes, consequentemente, o cultivar Sharon também apresentou maiores valores de massa seca de plântulas fortes para todas as doses testadas. Já o cultivar Barcelona se destacou em comprimento de raiz de plântulas médias para as doses 0 e 200 mL por 10 kg sementes (Tabela 4).

Através destes dados, observa-se que mesmo as mais altas doses não reduziram grandemente a germinação e o vigor das sementes, chegando até mesmo a apresentar tendência de aumento na porcentagem de plântulas fortes para o cultivar Sharon, além de maiores valores de massa seca de plântulas fortes para Barcelona. Analisando o desdobramento da interação, verifica-se que o cultivar Barcelona apresenta valor máximo de massa seca de plântulas fortes com a dose estimada de 575 mL por 10 kg de sementes (Figura 4).

Os dados laboratoriais corroboram com informações da literatura em que foram verificados efeitos benéficos a partir do uso de *B. subtilis* promovendo à semente uma rápida germinação, emergência de plântulas e crescimento aéreo e radicular (RIBEIRO; SEI; LEITE, 2011; CERQUEIRA *et al.*, 2015).

Romagna *et al.* (2019), verificaram que o tratamento de sementes com *Bacillus subtilis* promoveu incremento de massa seca de plântulas de tomate e aumento do percentual de emissão de radícula em sementes de alface.

Tabela 3- Desdobramento da interação para plântulas fortes, médias e fracas em função da aplicação de doses de produto à base de *Bacillus subtilis* no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor. Ilha Solteira-SP, 2019.

PLÂNTULAS FORTES (%)					
DOSES <i>B. subtilis</i> (mL por 10 kg sementes)					
CULTIVAR	0	100	200	300	400
Barcelona	92,00 Aab	86,00 Aabc	96,00 Aa	82,00 Bbc	80,00 Bc
Sharon	84,50 Abc	89,00 Aab	76,50 Bc	90,50 Aab	96,00 Aa
F calc	3,920 ns	0,627 ns	26,498 *	5,035 *	17,840 *
DMS (%) = 7,736					
PLÂNTULAS MÉDIAS¹					
DOSES <i>B. subtilis</i> (mL por 10 kg sementes)					
CULTIVAR	0	100	200	300	400
Barcelona	2,65 Bbc	3,72 Aab	1,73 Bc	4,33 Aa	3,98 Aa
Sharon	3,68 Aa	3,21 Aab	4,29 Aa	3,19 Bab	2,24 Bb
F calc	6,079 *	1,500 ns	37,375 *	7,462 *	17,448 *
DMS (%) = 0,854					
PLÂNTULAS FRACAS¹					
DOSES <i>B. subtilis</i> (mL por 10 kg sementes)					
CULTIVAR	0	100	200	300	400
Barcelona	1,62 Aa	1,00 Aa	1,00 Ba	1,00 Aa	1,82 Aa
Sharon	1,59 Aa	1,41 Aa	2,17 Aa	1,00 Aa	1,00 Aa
F calc	0,003 ns	0,907 ns	7,378 *	0,000 ns	3,627 ns
DMS (%) = 0,882					

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$); ¹ – Dados transformados por raiz quadrada de $Y + 1.0 - \text{SQRT}(Y + 1.0)$; * – significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo; DMS – diferença mínima significativa.

Fonte: Elaboração da própria autora.

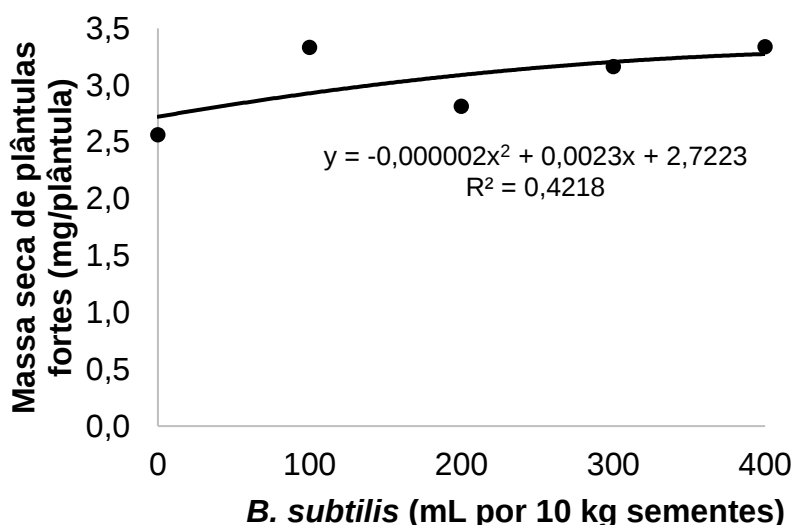
Tabela 4- Desdobramento da interação para comprimento de raiz de plântulas médias e massa seca de plântulas fortes e fracas em função da aplicação de doses de produto à base de *Bacillus subtilis* no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor. Ilha Solteira-SP, 2019.

COMPRIMENTO RAIZ_MÉDIAS¹					
DOSES <i>B. subtilis</i> (mL por 10 kg sementes)					
CULTIVAR	0	100	200	300	400
Barcelona	2,38 Aa	1,97 Ab	2,52 Aa	2,05 Ab	2,24 Aab
Sharon	2,13 Ba	2,05 Aa	1,96 Ba	2,15 Aa	2,14 Aa
F calc	5,685 *	0,489 ns	28,417 *	0,878 ns	0,843 ns
DMS (%) = 0,213					
MASSA SECA_FORTES (mg/plântula)					
DOSES <i>B. subtilis</i> (mL por 10 kg sementes)					
CULTIVAR	0	100	200	300	400
Barcelona	2,565 Bc	3,335 Ba	2,815 Bbc	3,165 Bab	3,340 Ba
Sharon	4,338 Aa	4,390 Aa	4,228 Aa	4,283 Aa	4,213 Aa
F calc	156,527 *	55,453 *	99,402 *	62,217 *	37,927 *
DMS (%) = 0,289					
MASSA SECA_FRACAS¹					
DOSES <i>B. subtilis</i> (mL por 10 kg sementes)					
CULTIVAR	0	100	200	300	400
Barcelona	1,50 Aa	1,00 Aa	1,00 Ba	1,00 Aa	1,50 Aa
Sharon	1,65 Aab	1,32 Aab	1,99 Aa	1,00 Ab	1,00 Ab
F calc	0,203 ns	0,983 ns	9,499 *	0,000 ns	2,399 ns
DMS (%) = 0,659					

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$); ¹ – Dados transformados por raiz quadrada de $Y + 1,0 - \text{SQRT}(Y + 1,0)$; * – significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo; DMS – diferença mínima significativa.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 4- Desdobramento da interação para massa seca de plântulas fortes (mg/plântula) de couve-flor cultivar Barcelona tratadas com produto à base de *Bacillus subtilis*. Ilha Solteira-SP, 2019.



Fonte: Própria autora

4.2 VARIÁVEIS ANALISADAS EM CAMPO

Analisando as variáveis de campo, verifica-se que houve significância para a interação dos fatores local e cultivar para massas de parte aérea, raiz e inflorescência, diâmetro da inflorescência e produtividade. Enquanto para número de folhas para formação da cabeça houve diferença para os fatores isolados local e cultivar, se destacando o município de Ilha Solteira e o cultivar Sharon (Tabela 5).

Através da interação dos fatores local e cultivar, identifica-se que no município de Ilha Solteira o cultivar Barcelona foi o que apresentou os maiores resultados para as características de massas de parte aérea, raiz e inflorescência, diâmetro da inflorescência e produtividade, enquanto que em Junqueirópolis o cultivar Sharon se destacou para as massas de parte aérea e raiz e produtividade. Já na comparação entre as localidades para cada cultivar, o cultivar Barcelona apresentou maiores valores de massa de parte aérea, massa de raiz e massa e diâmetro da inflorescência em Ilha Solteira, enquanto o cultivar Sharon demonstrou maior massa de raiz e produtividade em Junqueirópolis (Tabela 6).

Tabela 5- Análise de variância para massa de parte aérea (PA), massa de raiz (R), massa da inflorescência (MI), número de folhas (F), diâmetro da inflorescência (D) e produtividade (P) em função de doses de produto à base de *Bacillus subtilis* no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor em duas localidades. Ilha Solteira-SP, 2019.

Tratamentos	PA	R	MI	F	D	P
	-----kg-----				cm	kg ha ⁻¹
DOSES <i>B. subtilis</i> mL por 10 kg sementes						
0	2,101	0,127	0,655	21,7	20,7	19927
100	2,125	0,135	0,647	21,9	20,4	19612
200	2,150	0,140	0,643	21,8	20,1	19705
300	2,177	0,120	0,661	21,8	20,2	20385
400	2,265	0,147	0,698	21,9	20,4	21291
LOCAL						
Ilha Solteira	2,481 A	0,137 A	0,721 A	23,0 A	21,0 A	18745 B
Junqueirópolis	1,846 B	0,131 A	0,601 B	20,7 B	19,8 B	21623 A
CULTIVAR						
Barcelona	2,181 A	0,138 A	0,682 A	20,8 B	21,4 A	20562 A
Sharon	2,146 A	0,129 A	0,639 A	22,8 A	19,4 B	19806 A
DMS (5%)	0,181	0,015	0,059	0,682	0,721	1773,963
F calc						
DB	0,395 ns	1,525 ns	0,437 ns	0,059 ns	0,314 ns	0,481 ns
L	49,509 *	0,515 ns	16,675 *	43,705 *	12,064 *	10,556 *
C	0,148 ns	1,393 ns	2,145 ns	34,532 *	29,359 *	0,728 ns
L*DB	0,194 ns	0,540 ns	0,623 ns	0,594 ns	0,579 ns	0,674 ns
L*C	19,631 *	23,037 *	15,571 *	0,777 ns	32,447 *	14,630 *
C*DB	0,824 ns	1,526 ns	1,281 ns	1,079 ns	1,467 ns	1,264 ns
L*C*DB	0,665 ns	0,556 ns	0,928 ns	1,613 ns	0,719 ns	0,901 ns
CV (%)	18,65	25,61	19,94	6,97	7,90	19,63
Média geral	2,164	0,134	0,661	21,83	20,4	20183,8

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$); * – significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo; DMS – diferença mínima significativa; DB – Doses *B. subtilis*; L – Local; C – Cultivar; CV – coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Tabela 6- Desdobramento da interação Local x Cultivar para massa de parte aérea (PA), massa de raiz (R), massa de inflorescência (MI), diâmetro da inflorescência (D) e produtividade (P) em função da aplicação de doses de produto à base de *Bacillus subtilis* no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor em duas localidades. Ilha Solteira-SP, 2019.

VARIÁVEL	CULTIVAR			
	LOCAL	Barcelona	Sharon	F calc
PA (kg)	Ilha Solteira	2,698 Aa	2,264 Ab	11,595 *
	Junqueirópolis	1,664 Bb	2,029 Aa	8,184 *
DMS (%) = 0,256	F calc	65,745 *	3,395 ns	
R (kg)	Ilha Solteira	0,160 Aa	0,114 Bb	17,881 *
	Junqueirópolis	0,117 Bb	0,145 Aa	6,550 *
DMS (%) = 0,022	F calc	15,219 *	8,333 *	
MI (kg)	Ilha Solteira	0,801 Aa	0,641 Ab	14,638 *
	Junqueirópolis	0,564 Ba	0,637 Aa	3,078 ns
DMS (%) = 0,083	F calc	32,236 *	0,009 ns	
D (cm)	Ilha Solteira	23,0 Aa	19,0 Ab	61,768 *
	Junqueirópolis	19,7 Ba	19,8 Aa	0,039 ns
DMS (%) = 1,019	F calc	42,041 *	2,471 ns	
P (kg ha ⁻¹)	Ilha Solteira	20817 Aa	16673 Bb	10,943 *
	Junqueirópolis	20307 Ab	22939 Aa	4,415 *
DMS (%) = 2508,763	F calc	0,166 ns	25,020 *	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$); * – significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo; DMS – diferença mínima significativa.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Os maiores valores de massa de parte aérea e massa de raiz do cultivar Sharon em Junqueirópolis pode estar relacionado com seu comportamento em laboratório, o qual demonstrou maior massa seca de plântula. Enquanto o melhor desempenho em campo do cultivar Barcelona em Ilha Solteira pode estar atrelado com a sua alta porcentagem de germinação perante o teste de envelhecimento acelerado, já que ao longo da maior parte do ciclo de desenvolvimento da cultura, a mesma foi exposta a altas temperaturas neste município.

Observa-se que não houve diferença quanto as doses testadas tanto para o fator isolado como nas interações. Resultado semelhante foi encontrado por Charlo *et al.* (2006), ao realizarem o tratamento de sementes de repolho com diversos isolados de RPCPs, entre eles, *B. subtilis*, verificaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Da mesma forma, Silva *et al.* (2019) ao avaliarem sementes de girassol tratadas com isolados de bactérias promotoras de crescimento, os autores concluíram que o isolado de *Bacillus* sp. favoreceu a germinação e o vigor das sementes em condições de laboratório, entretanto este efeito não se manteve na fase de planta.

Saharan e Nehra (2011) realçaram que os bons resultados obtidos *in vitro* nem sempre podem ser reproduzidos em condições de campo, pois a interação entre as RPCPs e as plantas pode ser instável por diversos motivos como condições climáticas, características do solo ou a composição da sua microbiota.

Apesar da análise de variância não acusar significância para a interação tripla, analisando o desdobramento, pode-se identificar quais as doses que proporcionaram os melhores resultados para as variáveis estudadas. Em Ilha Solteira, as sementes do cultivar Barcelona proporcionaram plantas que apresentaram maior massa de parte aérea e de raiz para as doses 100, 200 e 300 mL, já em Junqueirópolis, as sementes do cultivar Sharon proporcionaram plantas com maior massa de parte aérea na dose de 300 mL (Tabela 7).

Além disso, é importante destacar que apesar de não haver distinção estatística entre as doses para a variável produtividade em ambos os locais testados, em Ilha Solteira há uma diferença de 4.121 kg ha⁻¹ entre a média da testemunha e o tratamento das sementes na dose de 400 mL por 10 kg de sementes para o cultivar Sharon, e em Junqueirópolis há uma diferença de 3.393 kg ha⁻¹ entre a média da testemunha e o tratamento das sementes na dose de 300 mL por 10 kg de sementes para o mesmo cultivar. Esta pode ser uma diferença significativa para os pequenos produtores, principalmente destinados ao processamento industrial em que são priorizadas as maiores cabeças.

Tabela 7- Desdobramento da interação Local x Cultivar x Doses para massa de parte aérea (PA), massa de raiz (R), massa de inflorescência (MI), diâmetro da inflorescência (D) e produtividade (P) em função da aplicação de doses de produto à base de *Bacillus subtilis* no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor em duas localidades. Ilha Solteira-SP, 2019.

CULTIVAR	ILHA SOLTEIRA/SP					JUNQUEIRÓPOLIS/SP				
	0	100	200	300	400	0	100	200	300	400
	DOSES <i>B. subtilis</i> (mL por 10 kg sementes)					DOSES <i>B. subtilis</i> (mL por 10 kg sementes)				
PA (kg)										
Barcelona	2,600 A	2,772 A	2,729 A	2,796 A	2,595 A	1,535 A	1,713 A	1,752 A	1,598 B	1,720 A
Sharon	2,323 A	2,178 B	2,101 B	2,108 B	2,609 A	1,945 A	1,837 A	2,019 A	2,206 A	2,136 A
R (kg)										
Barcelona	0,147 A	0,168 A	0,177 A	0,151 A	0,155 A	0,094 B	0,114 A	0,146 A	0,093 B	0,140 A
Sharon	0,125 A	0,120 B	0,109 B	0,089 B	0,127 A	0,144 A	0,140 A	0,129 A	0,146 A	0,167 A
MI (kg)										
Barcelona	0,838 A	0,799 A	0,810 A	0,803 A	0,754 A	0,544 A	0,492 A	0,625 A	0,565 A	0,595 A
Sharon	0,619 B	0,675 A	0,571 B	0,565 B	0,777 A	0,618 A	0,623 A	0,568 A	0,713 A	0,665 A
D (cm)										
Barcelona	23,5 A	22,5 A	23,3 A	23,0 A	22,8 A	20,0 A	18,8 A	20,0 A	19,8 A	20,0 A
Sharon	19,5 B	19,5 B	19,0 B	17,8 B	19,3 B	19,8 A	21,0 A	18,3 A	20,3 A	19,8 A
P (kg ha ⁻¹)										
Barcelona	21791 A	20770 A	21065 A	20868 A	19591 A	19580 A	17712 A	22491 A	20331 A	21420 A
Sharon	16081 B	17557 A	14833 B	14690 B	20202 A	22257 A	22410 A	20430 A	25650 A	23949 A

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

Fonte: Elaboração da própria autora.

A falta de resultados expressivos pelas plantas em campo aos tratamentos pode ter sido influenciada pela alta fertilidade inicial do solo das áreas experimentais. Considerando que as bactérias do gênero *Bacillus* são eficientes no processo de solubilização de fosfato inorgânico (VIKRAM; HAMZEHZARGHANI, 2008), os tratamentos com produtos à base deste microrganismo poderiam apresentar efeitos em condições mais restritivas deste nutriente.

Apesar dos locais estudados não apresentarem as condições ideais para o desenvolvimento da couve-flor, ambos os cultivares resultaram em produtividades satisfatórias na presente pesquisa, mostrando ser uma cultura em potencial para o cultivo na região. Segundo as normas vigentes de classificação do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, as cabeças avaliadas em Ilha Solteira do cultivar Sharon foram classificadas na categoria extra e classe 4 (maiores que 150 mm) a 6 (maiores que 190 mm). Quanto ao cultivar Barcelona, as cabeças avaliadas

se enquadraram na categoria extra e classe 6 a 8 (maiores que 230 mm) (HORTIBRASIL, 2019). Em Junqueirópolis, as plantas do cultivar Sharon foram classificadas na categoria extra e classe 5 (maiores que 170 mm) a 8, e as cabeças do cultivar Barcelona foram classificadas na categoria extra e classe 5 a 7 (maiores que 210 mm).

4.3 TEORES DE NUTRIENTES NAS INFLORESCÊNCIAS

De forma geral, pode-se dizer que para todos os macronutrientes os valores foram superiores em Ilha Solteira, corroborando com as análises de solo, as quais mostraram que havia níveis superiores para a maioria dos nutrientes (Tabela 8).

Através da interação dos fatores local e cultivar, comparando-se as localidades, identifica-se que o cultivar Barcelona apresentou os maiores teores de todos os macronutrientes no município de Ilha Solteira, enquanto o cultivar Sharon apresentou maior teor de enxofre no município de Ilha Solteira e maiores teores de cálcio e magnésio em Junqueirópolis. Já na comparação entre os cultivares para cada local, em Ilha Solteira, o cultivar Barcelona apresentou maiores teores para todos os macronutrientes nas inflorescências, enquanto em Junqueirópolis, houve maiores teores de nitrogênio e enxofre para o cultivar Sharon, e maior teor de cálcio para o cultivar Barcelona (Tabela 9).

Tabela 8- Análise de variância para teores de macronutrientes nas inflorescências em função de doses de produto à base de *Bacillus subtilis* no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor em duas localidades. Ilha Solteira-SP, 2019.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----g kg ⁻¹ -----					
DOSES <i>B. subtilis</i> mL por 10 kg sementes						
0	41,791	6,833	27,597	1,786	1,925	6,171
100	39,792	7,234	28,684	2,092	2,053	7,424
200	40,284	6,857	29,447	1,978	1,843	7,533
300	39,156	6,541	30,338	1,914	1,904	6,836
400	38,486	6,688	30,339	1,893	1,918	5,846
LOCAL						
Ilha Solteira	42,896 A	7,443 A	34,566 A	2,155 A	2,026 A	8,047 A
Junqueirópolis	36,908 B	6,219 B	23,996 B	1,710 B	1,831 B	5,477 B
CULTIVAR						
Barcelona	40,287 A	7,328 A	34,822 A	2,452 A	2,181 A	6,840 A
Sharon	39,517 A	6,334 B	23,740 B	1,413 B	1,676 B	6,684 A
DMS (5%)	2,014	0,315	3,418	0,184	0,120	0,530
F calc						
DB	1,243 ns	2,169 ns	0,375 ns	1,203 ns	1,317 ns	6,360 *
L	35,442 *	60,629 *	38,337 *	23,318 *	10,567 *	94,310 *
C	0,586 ns	39,977 *	42,149 *	127,526 *	71,120 *	0,349 ns
L*DB	0,839 ns	1,819 ns	1,723 ns	1,111 ns	2,128 ns	2,303 ns
L*C	27,902 *	67,765 *	28,274 *	67,363 *	56,104 *	39,185 *
C*DB	2,942 *	2,322 ns	1,174 ns	0,834 ns	0,904 ns	6,146 *
L*C*DB	1,525 ns	1,258 ns	0,824 ns	2,649 *	0,915 ns	0,942 ns
CV (%)	11,27	10,29	26,07	21,30	13,89	17,50
Média geral	39,902	6,831	29,281	1,932	1,929	6,762

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$); * – significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo; DMS – diferença mínima significativa; DB – Doses *B. subtilis*; L – Local; C – Cultivar; CV – coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Tabela 9- Desdobramento da interação Local x Cultivar para teores de macronutrientes nas inflorescências em função da aplicação de doses de produto à base de *Bacillus subtilis* no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor em duas localidades. Ilha Solteira-SP, 2019.

NUTRIENTE	CULTIVAR			
	LOCAL	Barcelona	Sharon	F calc
N (g kg ⁻¹)	Ilha Solteira	45,938 Aa	39,854 Ab	18,289 *
	Junqueirópolis	34,636 Bb	39,179 Aa	10,199 *
DMS (%) = 2,849	F calc	63,119 *	0,225 ns	
P (g kg ⁻¹)	Ilha Solteira	8,586 Aa	6,299 Ab	105,919 *
	Junqueirópolis	6,069 Ba	6,369 Aa	1,823 ns
DMS (%) = 0,445	F calc	128,294 *	0,099 ns	
K (g kg ⁻¹)	Ilha Solteira	44,645 Aa	24,486 Ab	69,733 *
	Junqueirópolis	24,999 Ba	22,994 Aa	0,690 ns
DMS (%) = 4,834	F calc	66,229 *	0,382 ns	
Ca (g kg ⁻¹)	Ilha Solteira	3,052 Aa	1,257 Bb	190,130 *
	Junqueirópolis	1,852 Ba	1,568 Ab	4,759 *
DMS (%) = 0,261	F calc	84,973 *	5,707 *	
Mg (g kg ⁻¹)	Ilha Solteira	2,503 Aa	1,549 Bb	126,779 *
	Junqueirópolis	1,860 Ba	1,803 Aa	0,445 ns
DMS (%) = 0,170	F calc	57,683 *	8,987 *	
S (g kg ⁻¹)	Ilha Solteira	8,954 Aa	7,141 Ab	23,462 *
	Junqueirópolis	4,727 Bb	6,227 Ba	16,071 *
DMS (%) = 0,750	F calc	127,538 *	5,957 *	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$); * – significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo; DMS – diferença mínima significativa.

Fonte: Elaboração da própria autora.

4.3.1 Nitrogênio

A média dos teores de nitrogênio nas inflorescências de 39,90 g kg⁻¹ foi semelhante aos teores encontrados por Kano *et al.* (2010) e Camargo *et al.* (2009) de 39,47 e 40,15 g kg⁻¹, respectivamente.

Apesar da análise de variância não acusar significância para a interação tripla, analisando o desdobramento, pode-se identificar que em Ilha Solteira, o cultivar Barcelona apresentou inflorescências com maior teor de N para o tratamento das sementes nas doses 100, 300 e 400 mL, já em Junqueirópolis, o cultivar Sharon

proporcionou inflorescências com maior teor do nutriente na dose de 200 mL (Tabela 10).

4.3.2 Fósforo

Segundo recomendações da *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine* (2019), a necessidade diária de fósforo para um adulto saudável é de 700 mg. A média dos teores de fósforo nas inflorescências de 6,83 g kg⁻¹ foi semelhante aos teores encontrados na parte aérea por Avalhães *et al.* (2009) de 5,00 g kg⁻¹. Furlani *et al.* (1978) observaram teores de 4,41 g kg⁻¹ de P na inflorescência de couve-flor.

Através da interação dos fatores local e cultivar, na comparação entre os locais, verifica-se que o cultivar Barcelona apresentou inflorescências com maior teor de fósforo em Ilha Solteira, assim como na comparação entre os cultivares, no município de Ilha Solteira, o cultivar Barcelona foi o que se destacou (Tabela 9).

Embora não haja significância para a interação tripla, a mesma permite a identificação de uma informação importante para o cultivar Sharon no município de Junqueirópolis. Neste caso, o cultivar Sharon pode se destacar quando realizado tratamento das sementes na dose de 200 mL (Tabela 10).

4.3.3 Potássio

A ingestão adequada de potássio para adultos é de 4.700 mg dia⁻¹ (OS MINERAIS, 2018). A média dos teores de potássio nas inflorescências de 29,28 g kg⁻¹ foi semelhante aos teores encontrados por Furlani *et al.* (1978) de 28,7 g kg⁻¹.

No desdobramento da interação entre os fatores local e cultivar, na comparação dos locais, o cultivar Barcelona se destacou em Ilha Solteira, da mesma forma que analisando o município de Ilha Solteira, o cultivar que apresentou os maiores teores de potássio nas inflorescências foi o Barcelona (Tabela 9), obtendo altos valores nas doses mais altas (Tabela 10). Analisando a regressão é possível verificar a tendência de que o aumento das doses provoca o incremento dos teores do nutriente, obtendo um ponto de máximo na dose de cerca de 856 mL resultando no teor de 58 g kg⁻¹ de potássio nas inflorescências (Figura 5).

4.3.4 Cálcio

Com relação às recomendações de ingestão adequadas, pessoas entre 19 a 50 anos devem consumir diariamente 1.000 mg de cálcio, enquanto pessoas com mais de 50 anos precisam somar 1.200 mg diárias (OS MINERAIS, 2018).

A média dos teores de cálcio encontrado nas inflorescências foi de 1,93 g kg⁻¹. Furlani *et al.* (1978) relataram teores de 4,1 g kg⁻¹ deste nutriente nas inflorescências. Segundo Nieuwhof (1969), a couve-flor possui baixo teor de cálcio comparado à maioria das brássicas, exportando somente ¼ do total exigido para as inflorescências (MAY *et al.*, 2007). Já de acordo com Filgueira (2003), a couve-flor cozida apresenta cerca de 1,23 g kg⁻¹ de cálcio.

A interação significativa entre os fatores local, cultivar e doses indicou que em Ilha Solteira, o cultivar Barcelona é o que apresenta os maiores teores de cálcio nas inflorescências. Em Junqueirópolis para o cultivar Barcelona, o tratamento com 100 mL para 10 kg de sementes foi o que proporcionou que este cultivar se destacasse entre ambos os cultivares avaliados (Tabela 10).

Analisando a comparação entre as localidades para o cultivar Sharon, é possível identificar que houve diferença significativa na dose de 400 mL, em que os teores de cálcio foram superiores a partir das inflorescências cultivadas no município de Junqueirópolis, mesmo obtendo menor teor deste nutriente no solo comparado ao teor presente no solo de Ilha Solteira (Tabela 11).

4.3.5 Magnésio

A necessidade de consumo diário de magnésio para homens e mulheres com 19 a 30 anos é de 400 mg e 310 mg, respectivamente. Após os 30 anos, a recomendação diária é de 420 mg para os homens e 320 mg para as mulheres (NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE, 2019). A média dos teores de magnésio encontrado nas inflorescências foi de 1,93 g kg⁻¹, sendo o mesmo resultado encontrado por Furlani *et al.* (1978) de 1,9 g kg⁻¹.

Analisando o desdobramento da interação tripla, na comparação entre os locais, o cultivar Barcelona apresentou inflorescências com maiores teores de magnésio em Ilha Solteira em todas as doses testadas, já o cultivar Sharon se destacou no município de Junqueirópolis a partir do tratamento das sementes com a

dose de 200 mL. A dose de 200 mL para cada 10 kg de sementes proporcionou que o cultivar Sharon apresentasse os maiores teores de Mg nas inflorescências mesmo obtendo metade do teor deste nutriente no solo comparado ao teor presente no solo de Ilha Solteira (Tabela 11).

4.3.6 Enxofre

Atualmente, não há um valor de consumo universal recomendado para o enxofre, porque se supõe que as necessidades de sulfato sejam cobertas pela ingestão dos aminoácidos sulfurados, os quais fornecem a maior parte dos sulfatos inorgânicos necessários para o metabolismo (PADOVANI *et al.*, 2006). A Organização Mundial da Saúde recomenda a ingestão diária de 13 mg kg⁻¹ de peso corporal de aminoácidos sulfurados, o que equivale a aproximadamente 910 mg dia⁻¹ para um adulto de 70 kg, entretanto, pesquisas mostram que estes valores podem ser de 2 a 3 vezes maiores em casos de doenças (PARCELL, 2002; VAN DE POLL; DEJONG; SOETERS, 2006; NIMNI; HAN; CORDOBA, 2007).

A média dos teores de enxofre de 6,72 g kg⁻¹ encontrado nas inflorescências foi próximo aos valores encontrados por Furlani *et al.* (1978) de 5,74 g kg⁻¹.

Verifica-se que em Ilha Solteira, analisando-se ambos os cultivares testados, o cultivar Barcelona foi o que apresentou inflorescências com maiores teores de enxofre quando realizados os tratamentos nas doses de 100, 200 e 300 mL para cada 10 kg de sementes (Tabela 10). A regressão permite observar que o valor de máximo é na dose de 185 mL (Figura 6).

Já em Junqueirópolis, o cultivar Sharon foi o que apresentou inflorescências com maiores teores de enxofre quando realizados os tratamentos nas doses de 0, 200 e 400 mL para cada 10 kg de sementes (Tabela 10). A regressão permite encontrar um valor de máximo na dose de cerca de 148 mL (Figura 7).

Tabela 10- Desdobramento da interação tripla para análise do fator cultivar dentro de local e doses para teores de macronutrientes nas inflorescências em função da aplicação de produto à base de *Bacillus subtilis* no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor em duas localidades. Ilha Solteira-SP, 2019.

CULTIVAR	ILHA SOLTEIRA/SP					JUNQUEIRÓPOLIS/SP				
	0	100	200	300	400	0	100	200	300	400
	DOSES <i>B. subtilis</i> (mL por 10 kg sementes)					DOSES <i>B. subtilis</i> (mL por 10 kg sementes)				
N (g kg ⁻¹)										
Barcelona	46,795 A	44,940 A	45,255 A	46,410 A	46,288 A	35,473 A	36,913 A	31,220 B	32,708 A	36,868 A
Sharon	45,328 A	37,870 B	40,018 A	38,833 B	37,223 B	39,568 A	39,445 A	44,643 A	38,675 A	33,565 A
P (g kg ⁻¹)										
Barcelona	8,323 A	9,513 A	8,190 A	7,908 A	8,998 A	6,328 A	6,683 A	5,898 B	5,785 A	5,653 A
Sharon	6,630 B	6,268 B	6,118 B	6,205 B	6,275 B	6,053 A	6,475 A	7,223 A	6,268 A	5,828 A
K (g kg ⁻¹)										
Barcelona	35,198 A	44,350 A	41,508 A	50,570 A	51,600 A	27,783 A	24,053 A	23,788 A	23,883 A	25,490 A
Sharon	23,670 B	25,120 B	24,940 B	26,643 B	22,058 B	23,738 A	21,213 A	27,553 A	20,258 A	22,208 A
Ca (g kg ⁻¹)										
Barcelona	2,553 A	3,308 A	2,933 A	3,028 A	3,440 A	1,858 A	2,213 A	1,958 A	1,813 A	1,420 A
Sharon	1,178 B	1,420 B	1,300 B	1,365 B	1,023 B	1,555 A	1,428 B	1,720 A	1,450 A	1,688 A
Mg (g kg ⁻¹)										
Barcelona	2,395 A	2,660 A	2,238 A	2,530 A	2,693 A	1,968 A	2,113 A	1,758 A	1,813 A	1,648 A
Sharon	1,568 B	1,638 B	1,370 B	1,590 B	1,580 B	1,770 A	1,803 A	2,005 A	1,685 A	1,753 A
S (g kg ⁻¹)										
Barcelona	8,098 A	10,035 A	9,315 A	9,663 A	7,658 A	2,965 B	7,148 A	5,568 B	4,863 A	3,090 B
Sharon	7,120 A	6,573 B	7,230 B	7,300 B	7,480 A	6,500 A	5,943 A	8,018 A	5,520 A	5,155 A

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste Tukey (p < 0,05)

Fonte: Elaboração da própria autora.

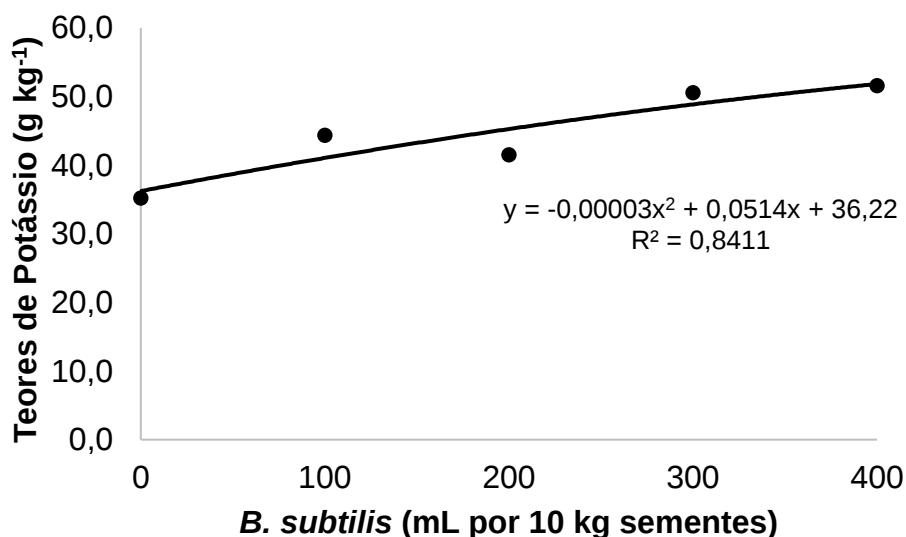
Tabela 11- Desdobramento da interação tripla para análise do fator local dentro de cultivares e doses para teores de cálcio e magnésio nas inflorescências em função da aplicação de produto à base de *Bacillus subtilis* no tratamento de sementes de cultivares de couve-flor em duas localidades. Ilha Solteira-SP, 2019.

CULTIVAR										
LOCAL	BARCELONA					SHARON				
	0	100	200	300	400	0	100	200	300	400
	DOSES <i>B. subtilis</i> (mL por 10 kg sementes)					DOSES <i>B. subtilis</i> (mL por 10 kg sementes)				
Ca (g kg ⁻¹)										
Ilha Solteira	2,553 A	3,308 A	2,933 A	3,028 A	3,440 A	1,178 A	1,420 A	1,300 A	1,365 A	1,023 B
Junqueirópolis	1,858 B	2,213 B	1,958 B	1,813 B	1,420 B	1,555 A	1,428 A	1,720 A	1,450 A	1,688 A
Mg (g kg ⁻¹)										
Ilha Solteira	2,395 A	2,660 A	2,238 A	2,530 A	2,693 A	1,568 A	1,638 A	1,370 B	1,590 A	1,580 A
Junqueirópolis	1,968 B	2,113 B	1,758 B	1,813 B	1,648 B	1,770 A	1,803 A	2,005 A	1,685 A	1,753 A

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

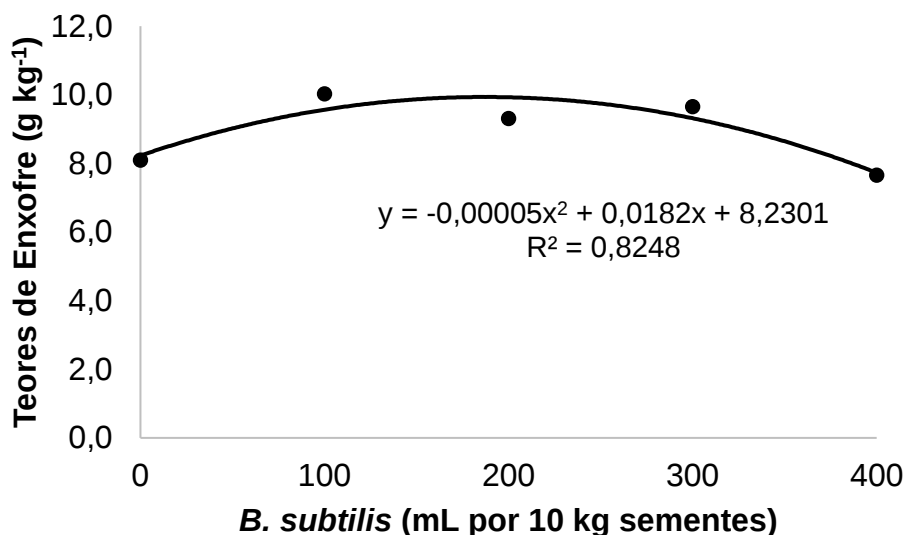
Fonte: Elaboração da própria autora.

Figura 5- Desdobramento da interação para teor de potássio (g kg⁻¹) nas inflorescências de couve-flor cultivar Barcelona em Ilha Solteira em função da aplicação de doses de produto à base de *Bacillus subtilis* no tratamento de sementes. Ilha Solteira-SP, 2019.



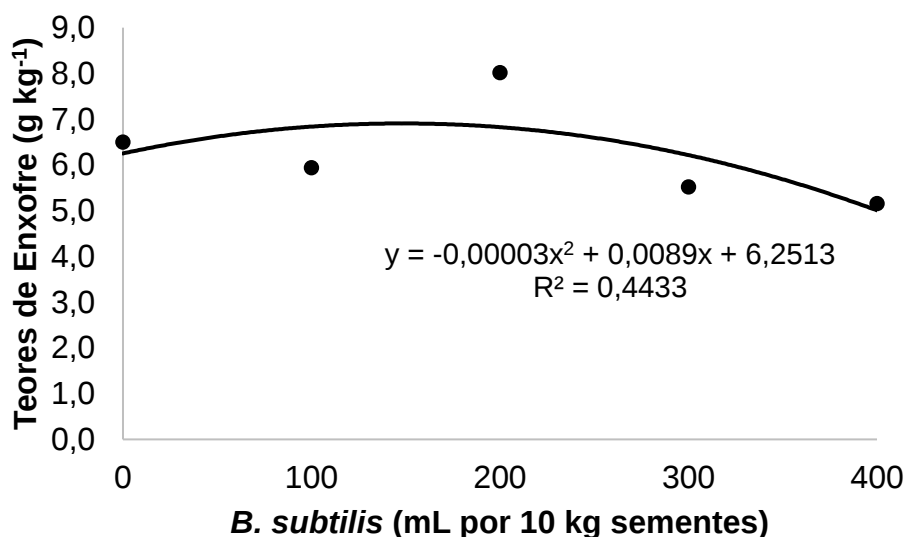
Fonte: Própria autora

Figura 6- Desdobramento da interação para teor de enxofre (g kg^{-1}) nas inflorescências de couve-flor cultivar Barcelona em Ilha Solteira em função da aplicação de doses de produto à base de *Bacillus subtilis* no tratamento de sementes. Ilha Solteira-SP, 2019.



Fonte: Própria autora

Figura 7- Desdobramento da interação para teor de enxofre (g kg^{-1}) nas inflorescências de couve-flor cultivar Sharon em Junqueirópolis em função da aplicação de doses de produto à base de *Bacillus subtilis* no tratamento de sementes. Ilha Solteira-SP, 2019.



Fonte: Própria autora

Para a cultura da couve-flor, os nutrientes que mais influenciam seu desenvolvimento são o nitrogênio e o potássio (MAY *et al.*, 2007). O nitrogênio além de ser um componente estrutural, participa dos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (PRADO, 2008), atuando assim no crescimento da inflorescência. Já o potássio atua na garantia da atividade enzimática, manutenção do pH em níveis adequados para o funcionamento da célula, expansão celular e abertura e fechamento dos estômatos (PRADO, 2008).

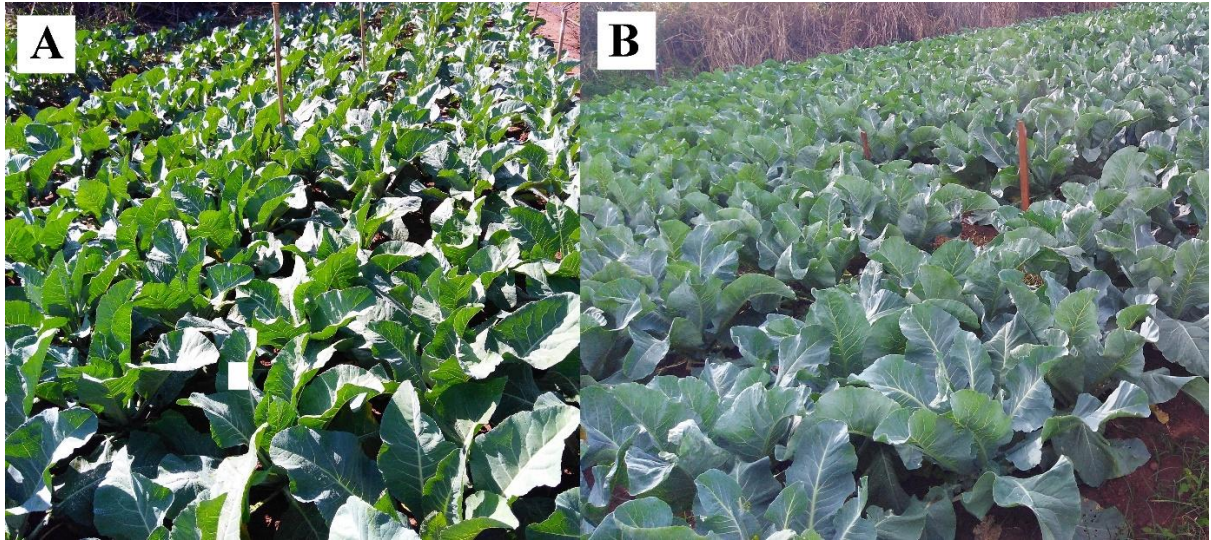
O fósforo é o macronutriente absorvido em menor quantidade pela cultura. Contudo, o fósforo assim como o magnésio são fundamentais na nutrição da couve-flor, pois favorecem a formação da inflorescência (MAY *et al.*, 2007). O P participa da transferência e armazenamento de energia, absorção iônica, fotossíntese, sínteses proteicas, multiplicação e divisão celular e fixação biológica do nitrogênio. O Mg é o átomo central da clorofila, além de ser um ativador enzimático (PRADO, 2008). A couve-flor é uma cultura indicadora da deficiência deste macronutriente secundário (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997), nestes casos apresentando clorose entre as nervuras das folhas mais velhas e posterior necrose marginal (AVALHÃES *et al.*, 2009).

O cálcio apresenta as menores concentrações nas inflorescências durante o ciclo da cultura (MAY *et al.*, 2007), entretanto é muito importante para a couve-flor tanto no aumento da produção como na diminuição de desordens fisiológicas (TREMBLAY *et al.*, 2005). Participa dos processos de estrutura e funcionamento das membranas, absorção iônica, reações com hormônios vegetais e ativação enzimática (PRADO, 2008).

Assim como o cálcio, o enxofre também demonstra grande importância para a cultura, especialmente nos solos intensivamente cultivados (MAY *et al.*, 2007). O S desempenha funções durante a fotossíntese, respiração, síntese de proteínas e na fixação simbiótica do nitrogênio (PRADO, 2008). Através da adubação com enxofre em brássicas, há aumentos da atividade antioxidante, comprovando que o enxofre é essencial para a biossíntese de compostos secundários com alto valor nutricional nestas espécies (DE PASCALE *et al.*, 2007).

De forma geral, constatou-se nos dois locais um bom desenvolvimento da cultura em campo, não sendo observado sintomas de deficiência nutricional ou de doença (Figura 8).

Figura 8- Couve-flor em campo aos 50 dias após o transplântio.



a) Cultivo em Junqueirópolis/SP b) Cultivo em Ilha Solteira/SP.

Fonte: Própria autora

5 CONCLUSÃO

O tratamento das sementes de couve-flor com produto à base de *Bacillus subtilis* na dose de 200 e 400 mL por 10 kg de sementes respectivamente, favorece o aumento da porcentagem de plântulas fortes dos cultivares Barcelona e Sharon.

É viável realizar estudos com maiores doses, já que resultados indicam máximo valor de massa seca de plântulas fortes para o cultivar Barcelona com dose estimada em 575 mL por 10 kg de sementes.

A aplicação de *B. subtilis* favoreceu o desenvolvimento das plantas de couve-flor em ambos os locais testados.

Em Ilha Solteira, o cultivar Barcelona demonstrou maior sensibilidade ao tratamento das sementes, expressando incremento na massa de parte aérea e massa de raiz nas doses de 100, 200 e 300 mL por 10 kg de sementes. Em Junqueirópolis, o cultivar Sharon apresentou aumento na massa da parte aérea das plantas quando realizado tratamento das sementes na dose de 300 mL por 10 kg de sementes.

O tratamento das sementes do cultivar Sharon na dose de 200 mL e 400 mL por 10 kg de sementes promoveu maiores teores de Mg e Ca, respectivamente, nas inflorescências produzidas em Junqueirópolis, mesmo obtendo menores teores destes nutrientes no solo comparado ao teor presente no solo de Ilha Solteira.

REFERÊNCIAS

- ADRIANO, E. **Fenologia, produção e qualidade dos frutos de aceroleira cultivar Olivier, em Junqueirópolis/SP**. 2011. 48 f. Dissertação (Mestrado)– Faculdade de Ciências Agrônômicas- FCA, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- UNESP, Botucatu, 2011.
- ALMEIDA, K. **Comportamento de cultivares de couve-flor sob sistema de plantio direto e convencional em fase de conversão ao sistema orgânico**. 2004. 58 f. Dissertação (Mestrado) – Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- ARAÚJO, F. F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 456-462, mar./abr., 2008.
- ARAÚJO, F. F.; MARCHESI, G.V.P. Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1558-1561, 2009.
- AVALHÃES, C. C.; PRADO, R.M.; CORREIA, M.A.R.; ROZANE, D.E.; ROMUALDO, L.M. Avaliação do estado nutricional de plantas de couve-flor cultivadas em solução nutritiva suprimidas de macronutrientes. **Nucleus**, Fredericton, v. 6, n. 1, p. 250-261, 2009.
- BATISTA, B. D. **Produção de crescimento em milho (*Zea mays* L.) por rizobactérias associadas à cultura do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*)**. 2012. 129 f. Dissertação (Mestrado)– Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- ESALQ, Universidade de São Paulo- USP, Piracicaba, 2012.
- BATTISTELLE, R. A. G.; SILVA, A. C.; LOPES, E. M. L.; CABRAL, N. R. A. J. Descrição climática dinâmica da região de Bauru e Ilha Solteira – SP, por meio de um episódio representativo. In: CONGRESSOS BRASILEIROS DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais [...]** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2000. p. 3959-3966.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- 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, n. 1, p. 30-34, 2009.
- CASTILLO, H. F. D.; REYES, C. F.; MORALES, G. G.; HERRERA, R. R.; AGUILAR, C. Biological control of root pathogens by plant-growth promoting *Bacillus* spp. In: LARRAMENDY, M.L. (ed) **Weed and Pest Control: conventional and new challenges**. London: IntechOpen, 2013. cap 4, p. 79-103.

CENTURION, J. F. Balanço hídrico da região de Ilha Solteira. **Científica**, Botucatu, v. 10, n. 1, p. 57-61, 1982.

CERQUEIRA, W. F.; MORAIS, J. S.; MIRANDA, J. S.; MELLO, I. K. S.; SANTOS, A. F. J. Influência de bactérias do gênero *Bacillus* sobre o crescimento de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 20, p. 82-93, 2015.

CHARLO, H. C. O.; THULER, R. T.; BORTOLI, S. A.; BRAZ, L. T. Inoculação de sementes de repolho com Bactérias Promotoras do Crescimento de Plantas (BPCP) e efeitos na produção. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, 2006. 4 p.

CHIPENETE, G.; DIAS, D.; CHIPENETE, C.; OLIVEIRA, J. Vigor de sementes de cenoura no desempenho de plantas e na produtividade da cultura. In: CONGRESSO DA PÓS-GRADUAÇÃO, 28., Lavras, 2019. **Anais [...]** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2019. p. 908-909.

COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO-CEAGESP. **Dados de verduras**. Destinatário: Adriana [S .I, .], 2 abr. 2019. mensagem eletrônica.

COMPANT, S.; DUFFY, B.; NOWAK, J.; CLÉMENT, C.; BARKA, E. A. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. **Applied and environmental microbiology**, Washington, v. 71, n. 9, p. 4951-4959, 2005.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. Hortaliças. In: CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Balanço 2016 e perspectivas 2017**. Brasília: CNA, 2016. p. 101-103.

COSTA, J. C. G.; HERNANDEZ, F. B. T.; VANZELA, L. S.; BISPO, E. M. Agroclimatologia da Região da Nova Alta Paulista, Irapuru e Junqueirópolis, SP. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 18., 2006, Jaboticabal. **Trabalhos [...]** Jaboticabal: Unesp, 2006. 5 p.

CLAUDIO, M. T. R. **Doses de fósforo no acúmulo de nutrientes, na produção e na qualidade de sementes de couve-flor**. 2013. 66 f. Dissertação (Mestrado)– Faculdade de Ciências Agronômicas- FCA, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- UNESP, Botucatu, 2013.

DE PASCALE, S.; MAGGIO, A.; PERNICE, R.; FOGLIANO, V.; BARBIERI, G. Sulphur fertilization may improve the nutritional value of *Brassica rapa* L. subsp. *sylvestris*. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 26, n. 4, p. 418-424, 2007.

ELKOCA, E.; TURAN, M.; DONMEZ, M. F. Effects of single, dual and triple inoculations with *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* and *Rhizobium leguminosarum* bv. *Phaseoli* on nodulation, nutrient uptake, yield and yield parameters of common bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. 'Elkoca-05'). **Journal of Plant Nutrition**, London, v. 33, n. 14, p. 2104-2119, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA
HORTALIÇAS. Agricultura protegida: cooperação prevê avanços tecnológicos no cultivo protegido de hortaliças. **Hortaliças em Revista**, Brasília, DF, v. 4, n. 17, 2015, 19 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. ver. e ampl. Viçosa: UFV, 2003. 412 p.

FINCH-SAVAGE, N. E.; McKEE, J. M. T. The influence of seed quality and pregermination treatment on cauliflower and cabbage transplant production and field growth. **Annals of Applied Biology**, London, v. 116, n. 1, p. 365-369, 1990.

FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R.; BATAGLIA, O. C.; HIROCE, R.; GALLO, J. R. Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia**, Campinas, v. 37, n. 5, p. 33-44, 1978.

GAMIELY, S.; SMITTLE, D. A.; MILLS, H. A.; BANNA, G. I. Onion seed size, weight and elemental content affect germination and bulb yield. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n. 5, p. 522-523, 1990.

GOULART, L. S.; TILLMANN, M. A. A. Vigor de sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.) pelo teste de deterioração controlada. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 179-186, 2007.

HARTHMANN, O. E. L.; MÓGOR, A. F.; WORDELL FILHO, J. A.; LUZ, W. C.; BIASI, L. A. Tratamento de sementes com rizobactérias na produção de cebola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2533-2538, 2009.

HORTIBRASIL. **Normas de classificação impressas pelo programa brasileiro para a modernização da horticultura**. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 2019. Disponível em: <https://www.hortibrasil.org.br/2016-06-02-10-49-06.html>. Acesso em 20 ago. 2019.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA- IEA. **Estatísticas da produção paulista**. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 2019. Disponível em: ciagri.iea.sp.gov.br. Acesso em: 15 mar. 2019.

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**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 453-457, 2010.

KAUSHAL, M.; KUMAR, A.; KAUSHAL, R. *Bacillus pumilus* strain YSPMK11 as plant growth promoter and biocontrol agent against *Sclerotinia sclerotiorum*. **3 Biotech**, Heidelberg, v. 7, n. 2, p. 90, 2017.

LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Lavras, v. 4, n. 2, p. 13, 2010.

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.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P. Vigor de sementes de rabanete e desempenho de plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 3, p. 44-51, 2006.

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

MARTINS, S. A. **Desenvolvimento do feijão-comum tratado com *Bacillus subtilis***. 2013. 58 f. Dissertação (Mestrado) – Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

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, I. S. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas: descrição e potencial de uso na agricultura. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (org.). **Ecologia Microbiana**, Jaguariúna, v. 1, p. 87-116, 1998.

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.

MORETTI, C. L. Apresentação. In: NASCIMENTO, W. M. (ed.). **Hortaliças: tecnologia de produção de sementes**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Hortaliças, 2011. p. 7-8.

NABTI, E.; SAHNOUNE, M.; GHOU, M.; FISCHER, D.; HOFMANN, A.; ROTHBALLER, M.; SCHMID, M.; HARTMANN, A. Restoration of growth of durum wheat (*Triticum durum* var. waha) under saline conditions due to inoculation with the rhizosphere bacterium *Azospirillum brasilense* NH and extracts of the marine alga *Ulva lactuca*. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v. 29, n. 1, p. 6-22, 2010.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados nos desempenhos das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-23.

NASCIMENTO F. K. S.; GUISCEM J. M.; FONSECA P. H. S.; PORTELA S. B.; SANTOS F. N. Germinação e vigor de sementes de alface tratadas com ácido ascórbico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 3548-3555, 2014.

NASCIMENTO, W. M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 211-214, 2005.

NASCIMENTO, W. M. Produção de sementes de hortaliças para a agricultura familiar. In: CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS, 12., 2012, Mossoró. **Palestras** [...] Brasília, DF: Embrapa, 2012. 23 p. Artigo em anais de congresso (ALICE).

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.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. **Dietary Reference Intakes (DRIs):** recommended dietary allowances and adequate intakes, elements. Washington: National academies, 2019. Disponível em: <http://nationalacademies.org>. Acesso em: 26 dez. 2019.

NGUGIA, H. K.; DEDEJB, S.; DELAPLANEB, K. S.; SAVELLEA, A. T.; SCHERMA, H. Effect of flower-applied Serenade biofungicide (*Bacillus subtilis*) on pollination-related variables in rabbiteye blueberry. **Biological Control**, Orlando, v. 33, n. 1, p. 32-38, 2005.

NIEUWHOF, M. **Cole crops:** botany, cultivation and utilization. London: Leonard Hill, 1969. 353 p.

NIMNI, M. E.; HAN.B.; CORDOBA, F. Are we getting enough sulfur in our diet? **Nutrition & Metabolism**, London, v. 4, n. 24, p. 1-12, 2007.

NOWACKI, J. C. **Efeitos de extratos vegetais no controle da galha das crucíferas em condições de casa de vegetação.** 2005. 54 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

OS MINERAIS na alimentação. **Aditivos e ingredientes**, São Paulo, n. 147, p. 32-44, 2018. Disponível em: <https://aditivosingredientes.com.br/revistas/abril2018/mobile/index.html#p=4>. Acesso em: 26 dez. 2018.

PADOVANI, R. M.; AMAYA-FARFÁN, J.; COLUGNATI, F. A. B.; DOMENE, S. M. A. Dietary reference intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 6, p. 741-760, 2006.

PARCELL, S. Sulfur in Human Nutrition and Applications in Medicine. **Alternative Medicine Review**, Napa, v. 7, n. 1, p. 22-44, 2002.

PERALTA, A. A indústria de sementes. In: ANUÁRIO ABRASEM. Brasília: Associação Brasileira de Sementes e Mudanças, 2018. p. 22-24.

PEREIRA, R. B.; SILVA, P. P.; NASCIMENTO, W. M. PINHEIRO, J. B. **Tratamento de sementes de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2015. 16 p. (Circular Técnica, 140).

PIMENTEL, I. C.; DIONÍSIO, J. A.; SIGNOR, D. Bactérias esporuladas. In: DIONÍSIO, J. A. *et al.* **Guia prático de biologia do solo**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Estadual do Paraná, 2016. cap. 4. p. 23-26.

PORTAL CLIMA. **Média dos dados climáticos mensais**. Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, 2019. Área de hidráulica e irrigação. Disponível em: <http://clima.feis.unesp.br>. Acesso em: 26 dez. 2019.

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

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285 p.

RAPPUSSI-DA-SILVA, M. C. C. **Enfezamento da couve-flor**: identificação molecular de fitoplasmas, evidência de potencial vetor e análise epidemiológica da doença. 2010. 106 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-ESALQ, Universidade de São Paulo-USP, Piracicaba, 2010.

RIBEIRO, R.; SEI, F. B.; LEITE, M. S. *Bacillus subtilis*: agente de controle biológico e promotor de crescimento em plantas. **Jornal Dia de Campo**, Rio de Janeiro, mar. 2011. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Newsletter.asp?data=23/04/2011&id=24104&secao=Colunas%20e%20Artigos>. Acesso em: 2 maio 2018.

ROMAGNA, I. S.; JUNGES, E.; KARSBURG, P. A.; PINTO, S. Q. Bioestimulantes em sementes de olerícolas submetidos a testes de germinação e vigor. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 15, n. 10, p. 1-7, 2019.

ROWLING, J. K. **Harry Potter and the Globet of Fire**. United Kingdom: Bloomsbury, 2000. 636 p.

SAHARAN, B. S.; NEHRA, V. Plant growth promoting rhizobacteria: a critical review. **Life Sciences and Medicine Research**, Portland, v.21, n.1, p. 1-31, 2011.

SAKATA SEED SUDAMERICA. **Catálogo hortaliças**: brássicas. Bragança Paulista: Sakata, 2019. Disponível em: <http://www.sakata.com.br/hortalicas>. Acesso em: 15 mar 2019.

SEMINIS VEGETABLE SEEDS. **Barcelona CMS**. Campinas: Seminis, 2019. Disponível em: <http://www.seminis.com.br/Produtos/barcelona-cms/370>. Acesso em: 15 mar. 2019.

SILVA, M. E. C.; MELO, I. S.; NASCIMENTO, R. S.; ROSSI, P.; RAMOS, N. P. Germinação e vigor de girassol com uso de bactérias promotoras de crescimento. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13., 2019, Campinas. **Anais** [...] Campinas: Instituto Agrônomo, 2019. p. 1-12.

SILVA, V. N.; SILVA, L. E. S. F.; FIGUEIREDO, M. V. B. Atuação de rizóbios com rizobactéria promotora de crescimento em plantas na cultura do caupi (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 407-412, 2006.

TAVARES, C. A. Couve-flor: técnica certa. **Cultivar: Hortaliças e Frutas**, Pelotas, v. 1, n. 3, p. 28-30, Agosto-Setembro 2000.

TRANI, P. E.; RAIJ, B van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (ed). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo-IAC, 1997. 285 p.

TREMBLAY, N.; BÉLEC, C.; COULOMBE, J.; GODINA, C. Evaluation of calcium cyanamide and liming for control of clubroot disease in cauliflower. **Crop protection**, Québec, v. 24, n. 9, p. 798-803, 2005.

VAN DE POLL, M. C. G.; DEJONG, C. H. C.; SOETERS, P. B. Adequate range for sulfur-containing amino acids and biomarkers for their excess: lessons from enteral and parenteral nutrition. **The Journal of Nutrition**, Maryland, v. 136, n. 6, p. 1694S-1700S, 2006.

VIKRAM, A.; HAMZEHZARGHANI, H. Effect of phosphate solubilizing bacteria on nodulation and growth parameters of greengram (*Vigna radiate* L. Wilczec). **Research Journal of Microbiology**, New York, v. 3, n. 2, p. 62-72, 2008.

WELLER, D. M. Biological control of soil borne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 26, p. 379-407, 1988.