Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Interferências das aplicações de *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp. na qualidade das sementes de cenoura

Ana Claudia Dognini

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2017

Ana Claudia Dognini
Engenheira Agrônoma

Interferências das aplicações de *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp. na qualidade das
sementes de cenoura

Orientador:
Profa. Dra. **ANA DIONISIA DA LUZ COELHO NOVEMBRE**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Dognini, Ana Claudia

Interferências das aplicações de *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp. na qualidade das sementes de cenoura / Ana Claudia Dognini. - - Piracicaba, 2017.

93 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. *Daucus carota* L. 2. Controle biológico 3. Tratamento de sementes 4. Armazenamento das sementes I. Título

DEDICATÓRIA

Dedico

Aos meus pais, Valdir José Dognini e Solange Maria Vieira Dognini, e ao meu marido Lucas Amstalden Valarini, pelo amor, carinho, compreensão, incentivo e força incondicionais.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me ensinar ao longo desta jornada, que sem fé é impossível seguir.

Aos meus pais, Valdir José Dognini e Solange Maria Vieira Dognini por me ensinarem que o estudo é a maior herança que os pais podem deixar para seus filhos e pelo amor incondicional.

Ao meu marido Lucas Amstalden Valarini, por ter enfrentado ao meu lado todos os momentos felizes e tristes ao longo desta jornada, pelo amor, carinho, paciência, por acreditar em mim, por sonhar meus sonhos e me incentivar a ser persistente.

À minha irmã Bianca Priscila Dognini de Almeida Franco, aos meus sogros Pedro José Valarini e Ivete Regina Amstalden Valarini, e aos meus cunhados Gustavo, Guilherme, Thelma, Matheus e Patrícia, por me incentivarem a continuar estudando, a ser uma pessoa melhor todos os dias e por me darem forças nos momentos em que mais precisei.

À minha orientadora Prof^a Dra^a Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre pela paciência, amizade, exigência e, principalmente, pela orientação e incentivo para a realização deste trabalho.

À Universidade de São Paulo – USP, “Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz”, pela oportunidade de realizar o mestrado e aos professores desta instituição pela contribuição à minha formação profissional.

Ao Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de mestrado.

Às empresas Agristar do Brasil, Centro de Pesquisa Mokiti Okada, Empresa Caxiense de Controle Biológico e Koppert Brasil pelo fornecimento de materiais indispensáveis para realização desta pesquisa, assim como auxílio em determinadas análises.

À Técnica do laboratório de Análise e Tecnologia de Sementes Helena Pescarin Chamma, pela amizade, carinho, dedicação, comprometimento e por sempre estar disposta a ajudar, meu sincero agradecimento.

À especialista em laboratório de Patologia de Sementes da Esalq, Maria Heloisa Duarte de Moraes pelos ensinamentos, dedicação, carinho e suporte na realização das análises sanitárias das sementes.

Aos funcionários e amigos do laboratório de Sementes, Adilson Teixeira, Davi, Francisco Guilhien Gomes Junior, João Elias Jabur, Luis Claudio Pereira Sousa por toda ajuda durante esses anos.

Aos amigos do laboratório de Análise e Tecnologia de Sementes da Esalq, Aline Neves, Ana Carolina Minohara, Andres Trujillo, Bruna Longatti, Bruno, Cesia Flores, Deborah Bueno, Evelyn Koch, Haynna Abud, Larissa Chamma, Lucas Capelaro, Maicon Javorski, Marcos Altomani, Mayara Rodrigues, Natália Arruda, Plínio Duarte, Rayssa Fernanda, Roberta Ferreira, Sibelle Santanna pela convivência nos últimos anos, a amizade, o auxílio na pesquisa com debates enriquecedores e momentos de amizade.

Aos meus grandes amigos Carina Oliveira, Danielle Castan, Fábio Diniz e Maria Beatriz Piedade por todos os momentos de felicidade, amizade, descontração e ombro amigo. Com certeza, são amigos especiais que levarei por toda minha vida.

EPÍGRAFES

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

(Arthur Schopenhauer)

“Se não houver frutos, valeu a beleza das flores; se não houver flores, valeu a sombra das folhas; se não houver folhas, valeu a intenção da semente.”

(Henfil)

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
LISTA DE TABELAS.....	10
1. INTRODUÇÃO	15
REFERÊNCIAS	17
2. INTERFERÊNCIA DA APLICAÇÃO DE <i>TRICHODERMA</i> SPP. E <i>BACILLUS</i> SPP. NO PARÂMETRO FISIOLÓGICO DAS SEMENTES DE CENOURA.....	21
RESUMO	21
ABSTRACT	21
2.1. INTRODUÇÃO	22
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	26
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
2.4. CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS	52
3. INTERFERÊNCIA DA APLICAÇÃO DE <i>TRICHODERMA</i> SPP. E <i>BACILLUS</i> SPP. NO PARÂMETRO SANITÁRIO DAS SEMENTES DE CENOURA	59
RESUMO	59
ABSTRACT	59
3.1. INTRODUÇÃO	60
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	65
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
3.4. CONCLUSÃO	88
REFERÊNCIAS	88

RESUMO

Interferência das aplicações de *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp. na qualidade das sementes de cenoura

A produção de alimentos orgânicos amplia a demanda por sementes e a atual legislação brasileira requer a utilização de sementes orgânicas. O tratamento das sementes com produtos biológicos, à base de *Bacillus* e *Trichoderma*, possibilita o controle de patógenos e interfere na germinação da semente e no desenvolvimento da plântula. Deste modo, foi avaliado o parâmetro fisiológico das sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) após aplicação de produtos biológicos à base de *Bacillus* spp. e *Trichoderma* spp., com avaliações imediatas e aos 60, 120 e 180 dias de armazenamento. Para isto, foram utilizadas sementes de cenoura, quatro cultivares de verão, 'Brasília', 'Bruna', 'Erica' e 'Francine', considerando os seguintes tratamentos: Controle, *Bacillus* spp. cepas 1 e 2, *Trichoderma* spp. e *Trichoderma harzianum* e avaliadas por meio dos testes de germinação, emergência da plântula, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, índice de velocidade de emergência da plântula, comprimento da raiz e da plântula e sanidade. O *Trichoderma harzianum* causa fitotoxidez nas plântulas de cenoura dos cultivares Brasília, Bruna e Erica, quando avaliadas, no teste de germinação e quanto ao comprimento, imediatamente após a aplicação dos produtos nas sementes. Em termos fisiológicos, a qualidade das sementes dos cultivares Brasília, Bruna e Erica, não foi afetada quando tratadas previamente ao armazenamento. A eficácia do controle dos principais patógenos das sementes de cenoura variou em função do armazenamento das sementes tratadas, bem como do cultivar. Os produtos biológicos reduziram a incidência dos principais patógenos das sementes de cenoura.

Palavras-chave: *Daucus carota* L.; Controle biológico; Tratamento de sementes; Armazenamento das sementes

ABSTRACT

Interference of the applications of *Trichoderma* spp. and *Bacillus* spp. quality of carrot seeds

Organic foods production increases the demand for seeds and current Brazilian legislation requires the use of organic seeds. The treatment of seeds with biological products, based on *Bacillus* and *Trichoderma*, allows the control of pathogens and interferes in seed germination and seedling development. The physiological parameters of carrot seeds (*Daucus carota* L.) were evaluated immediately after the treatment with biological products based on *Bacillus* spp. and *Trichoderma* spp., and upon 60, 120 and 180 days of storage. Four summer cultivars of carrot seeds 'Brasília', 'Bruna', 'Erica' and 'Francine', were analyzed considering the following treatments: Control, *Bacillus* spp. Strains 1 and 2, *Trichoderma* spp. and *Trichoderma harzianum*, and they were evaluated by germination tests, seedling emergence, first germination count, germination speed index, seedling emergence speed index, root and seedling length, and sanity. *Trichoderma harzianum* causes phytotoxicity in the carrot seedlings of the cultivars Brasília, Bruna and Erica, when evaluated the germination test and in the length, immediately after the application of the products in the seeds. In physiological terms, the seed quality of the cultivars Brasília, Bruna and Erica, were not affected when treated prior to storage. The effectiveness of the control to the main pathogens of the carrot seeds varied as a function of the treated seeds storage, as well as of the cultivar. Biological products have reduced the incidence of major pathogens in carrot seeds.

Keywords: *Daucus carota* L.; Biological control; Seed treatment; Seed storage

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação de tratamentos considerados para sementes de cenoura, cultivares de verão ‘Brasília’, ‘Bruna’, ‘Erica’ e ‘Francine’.....	29
Tabela 2. Relação das condições de avaliação.....	30
Tabela 3. Sementes de cenoura, cultivar Brasília – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos nas sementes (Tinicial) (maio, 2016). 33	
Tabela 4. Sementes de cenoura, cultivar Brasília – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> aos 60 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T60 I) e avaliação após 60 dias de armazenamento das sementes tratadas (T60 A) (julho, 2016).	34
Tabela 5. Sementes de cenoura, cultivar Brasília – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> aos 120 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T120 I) e avaliação após 120 dias de armazenamento das sementes tratadas (T120 A) (setembro, 2016).	35
Tabela 6. Sementes de cenoura, cultivar Brasília – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> aos 180 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T180 I) e avaliação após 180 dias de armazenamento das sementes tratadas (T180 A) (novembro, 2016).	36
Tabela 7. Sementes de cenoura, cultivar Bruna – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos nas sementes (Tinicial) (maio, 2016). 37	
Tabela 8. Sementes de cenoura, cultivar Bruna – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma</i>	

harzianum aos 60 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T60 I) e avaliação após 60 dias de armazenamento das sementes tratadas (T60 A) (julho, 2016)..... 38

Tabela 9. Sementes de cenoura, cultivar Bruna – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 120 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T120 I) e avaliação após 120 dias de armazenamento das sementes tratadas (T120 A) (setembro, 2016). 39

Tabela 10. Sementes de cenoura, cultivar Bruna – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 180 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T180 I) e avaliação após 180 dias de armazenamento das sementes tratadas (T180 A) (novembro, 2016). 41

Tabela 11. Sementes de cenoura, cultivar Erica – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos nas sementes (Tinicial) (junho, 2016).42

Tabela 12. Sementes de cenoura, cultivar Erica – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 60 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T60 I) e avaliação após 60 dias de armazenamento das sementes tratadas (T60 A) (agosto, 2016)..... 43

Tabela 13. Sementes de cenoura, cultivar Erica – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 120 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T120 I) e avaliação após 120 dias de armazenamento das sementes tratadas (T120 A) (outubro, 2016)..... 44

Tabela 14. Sementes de cenoura, cultivar Erica – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 180 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T180 I) e avaliação após 180 dias de armazenamento das sementes tratadas (T180 A) (dezembro, 2016). 45

Tabela 15. Sementes de cenoura, cultivar Francine – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos nas sementes (Tinicial) (junho, 2016).	45
Tabela 16. Sementes de cenoura, cultivar Francine – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> aos 60 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T60 I) e avaliação após 60 dias de armazenamento das sementes tratadas (T60 A) (agosto, 2016).	46
Tabela 17. Sementes de cenoura, cultivar Francine – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> aos 120 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T120 I) e avaliação após 120 dias de armazenamento das sementes tratadas (T120 A) (outubro, 2016).	48
Tabela 18. Sementes de cenoura, cultivar Francine – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> aos 180 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T180 I) e avaliação após 180 dias de armazenamento das sementes tratadas (T180 A) (dezembro, 2016).	49
Tabela 19. Relação de tratamentos considerados para sementes de cenoura, cultivares de verão ‘Brasília’, ‘Bruna’, ‘Erica’ e ‘Francine’.	67
Tabela 20. Relação das condições de avaliação.	68
Tabela 21. Sementes de cenoura, cultivar Brasília – Incidência de fungos (%) nas sementes controle e nas sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> , com aplicação dos produtos e avaliação imediata (Tinicial) (maio, 2016).	72
Tabela 22. Sementes de cenoura, cultivar Brasília – Incidência de fungos (%) nas sementes controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> aos 60 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T60 I) e avaliação após 60 dias de armazenamento das sementes tratadas (T60 A) (julho, 2016).	73
Tabela 23. Sementes de cenoura, cultivar Brasília – Incidência de fungos (%) nas de sementes controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> aos 120 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T120 I) e avaliação após 120 dias de armazenamento das sementes tratadas (T120 A) (setembro, 2016).	74

Tabela 24. Sementes de cenoura, cultivar Brasília – Incidência de fungos (%) nas de sementes controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> aos 180 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T180 I) e avaliação após 180 dias de armazenamento das sementes tratadas (T180 A) (novembro, 2016).	75
Tabela 25. Sementes de cenoura, cultivar Bruna – Incidência de fungos (%) nas sementes controle e nas sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> , com aplicação dos produtos e avaliação imediata (Tinicial) (maio, 2016).....	75
Tabela 26. Sementes de cenoura, cv. Bruna – Incidência de fungos (%) nas sementes controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> aos 60 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T60 I) e avaliação após 60 dias de armazenamento das sementes tratadas (T60 A) (julho, 2016).	76
Tabela 27. Sementes de cenoura, cultivar Bruna – Incidência de fungos (%) nas sementes controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> aos 120 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T120 I) e avaliação após 120 dias de armazenamento das sementes tratadas (T120 A) (setembro, 2016).....	77
Tabela 28. Sementes de cenoura, cultivar Bruna – Incidência de fungos (%) nas de sementes controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> aos 180 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T180 I) e avaliação após 180 dias de armazenamento das sementes tratadas (T180 A) (novembro, 2016).	78
Tabela 29. Sementes de cenoura, cultivar Erica – Incidência de fungos (%) nas sementes controle e nas sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> , com aplicação dos produtos e avaliação imediata (Tinicial) (junho, 2016).	79
Tabela 30. Sementes de cenoura, cultivar Erica – Incidência de fungos (%) nas sementes controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> aos 60 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T60 I) e avaliação após 60 dias de armazenamento das sementes tratadas (T60 A) (agosto, 2016).	79
Tabela 31. Sementes de cenoura, cultivar Erica – Incidência de fungos (%) nas sementes controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> aos 120 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T120 I) e avaliação após 120 dias de armazenamento das sementes tratadas (T120 A) (outubro, 2016).	80
Tabela 32. Sementes de cenoura, cultivar Erica – Incidência de fungos (%) nas sementes controle e de sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> aos 180 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T180 I) e avaliação após 180 dias de armazenamento das sementes tratadas (T180 A) (dezembro, 2016).	81
Tabela 33. Sementes de cenoura, cultivar Francine – Incidência de fungos (%) nas sementes controle e nas sementes tratadas com <i>Bacillus</i> spp. (cepas 1 e 2), <i>Trichoderma</i> spp e <i>Trichoderma harzianum</i> , com aplicação dos produtos e avaliação imediata (Tinicial) (junho, 2016).	82

Tabela 34. Sementes de cenoura, cultivar Francine – Incidência de fungos (%) nas sementes controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 60 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T60 I) e avaliação após 60 dias de armazenamento das sementes tratadas (T60 A) (agosto, 2016).83

Tabela 35. Sementes de cenoura, cultivar Francine – Incidência de fungos (%) nas sementes controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 120 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T120 I) e avaliação após 120 dias de armazenamento das sementes tratadas (T120 A) (outubro, 2016).84

Tabela 36. Sementes de cenoura, cultivar Francine – Incidência de fungos (%) nas sementes controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 180 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T180 I) e avaliação após 180 dias de armazenamento das sementes tratadas (T180 A) (dezembro, 2016).85

1. INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota* L.) é destaque na produção nacional e mundial de hortaliças. No ano de 2013, esteve entre as cinco hortaliças mais produzidas no mundo, totalizando 37,2 milhões de toneladas (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2013). e no Brasil alcançou a quinta posição no ranking nacional no ano de 2014, com produção nas áreas das regiões Sul, Sudeste e Nordeste do país (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA, 2014). A produção brasileira de sementes de cenoura se restringe aos cultivares de polinização aberta (Nascimento & Melo, 2015) e a região Sul, representada, pelo município de Bagé/RS, é a principal produtora de sementes de cenoura (Nascimento *et al.*, 2012).

Segundo Nascimento & Melo (2015), o preço que os produtores de hortaliças pagam pelas sementes é alto, uma vez que nesses cultivos há aumento da demanda de sementes melhoradas por meio da utilização de híbridos ou cultivares de polinização aberta. Em 2012, o custo para o produtor com sementes de cenoura representou R\$ 42,7 milhões do custo total de produção das raízes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS - ABCSEM, 2014), tornando importante o uso de sementes de qualidade elevada, sendo esta avaliada por meio dos parâmetros físico, genético, fisiológico e sanitário.

A incidência de patógenos nas sementes causa problemas em campo, como a disseminação de doenças em áreas livres de contaminação e redução da produção de produtos vegetais comerciais. Esses microrganismos podem ser transportados pelas sementes causando danos à germinação da semente ou emergência da plântula, por isso o tratamento de sementes é recomendado (Machado & Souza, 2009).

Atualmente, há diferentes métodos indicados para o controle de patógenos associados às sementes de hortaliças, tais como os físico, químico ou biológico. O controle químico é comumente o mais utilizado pelas empresas que tratam as sementes da maioria das hortaliças por meio da combinação de fungicidas sistêmicos e protetores, devido sua eficiência no controle dos patógenos (Parisi & Medina, 2012).

Por sua vez, o controle biológico é caracterizado pela aplicação e associação à superfície da semente de microrganismos antagonistas com potencial

de sobrevivência no solo e capazes de controlar microrganismos associados. Este método de controle tem crescido atualmente no Brasil, porém devagar, devido à falta de produtos biológicos disponíveis no mercado e ao conservacionismo dos agricultores brasileiros (D'agostino & Morandi, 2009).

Apesar de existir no mercado nacional diversos produtos à base de fungos e bactérias para o biocontrole de patógenos (Pomella & Ribeiro, 2009), o AGROFIT, banco de dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) registra 107 produtos, a maioria deles são inseticidas, mas também existem fungicidas e nematicidas (Menten, 2017). A forma de uso desses produtos varia entre aplicações terrestres, aéreas e em sementes, sendo que os fungicidas biológicos registrados para o tratamento de sementes, apenas um é indicado para todas as culturas, sendo portanto também indicados para a cultura da cenoura (SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS - AGROFIT, 2017).

O fungo *Trichoderma* spp. possui algumas linhagens utilizadas no controle de fitopatógenos (Machado *et al.*, 2012), sendo *Trichoderma asperellum*, *T. harzianum*, *T. stromaticum* e *T. viride* as principais espécies comercializadas como agentes de biocontrole (Morandi & Bettiol, 2009). Por sua vez, a eficiência de *Bacillus subtilis* no controle de patógenos associados às sementes foi constatada por diversos pesquisadores em culturas como arroz, feijão, soja e trigo (D'agostino & Morandi, 2009).

O cultivo orgânico de produtos agrícolas tem crescido nas últimas décadas, devido às mudanças climáticas, alimentação saudável e preservação do ambiente. A Lei 10.831/2003 que vigora no Brasil, denominada 'Lei da Agricultura Orgânica', regulamenta a produção e a comercialização de produtos orgânicos, porém não apresenta especificações quanto ao uso de sementes nesta condição de cultivo. Desse modo, em 2011 o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) instaurou a Instrução Normativa Nº 46, Art. 100, que estabelece a produção de espécies vegetais orgânicas por meio do uso de sementes e mudas oriundas de sistemas orgânicos (BRASIL, 2011).

Entretanto, a quantidade e a qualidade das sementes orgânicas ofertadas pelas empresas quando a lei foi instaurada eram precárias, por isso, a Instrução Normativa Nº 17, de 18 de junho de 2014 (Londres, 2014), decretou que a partir de 2016 as CPOrgs (Comissões da Produção Orgânica nas Unidades da Federação)

produzirão anualmente uma lista de espécies e variedades vegetais que só poderão ser cultivadas por meio de sementes orgânicas.

Devido à necessidade da avaliação dos parâmetros de qualidade das sementes de cenoura, do incentivo à redução do uso de agrotóxicos, das perdas de produtividade devido aos patógenos associados às sementes de cenoura e de alternativas para a produção orgânica desta hortaliça, é necessário o estudo do controle biológico de patógenos associados às sementes de cenoura. Deste modo, essa pesquisa avaliou as interferências das aplicações de *Bacillus* spp. e *Trichoderma* spp. na qualidade das sementes de cenoura (*Daucus carota* L.), em avaliações imediatas e aos 60, 120 e 180 dias de armazenamento.

Referências

- ABCSEM – Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas. 2014. 2º levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil - Ano base 2012. Disponível em <http://www.abcsem.com.br>
- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 08 abr. 2017.
- BRASIL – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2011, 06 de outubro. Instrução Normativa N° 46. Disponível em <http://aao.org.br/aao/pdfs/legislacao-dos-organicos/instrucao-normativa-n46.pdf>
- CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – ESALQ/USP. Hortifuti Brasil Anuário 2014 - 2015. Ano 13 – N° 141 – Dez/2014 – Jan/2015 – ISSN 1981 – 1837.
- D'AGOSTINO, F; MORANDI, MAB. 2009. Análise da viabilidade comercial de produtos à base de *Bacillus subtilis* e *Bacillus pumilus* para o controle de fitopatógenos no Brasil. In: BETTIOL, W; MORANDI, MAB. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas - Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 341 p.

- FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, 2013. In: Anuário brasileiro de hortaliças / Cleiton Evandro dos Santos [et al.]. – Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 2015. 68 p.
- LONDRES, FA. 2014. A associação biodinâmica e o desafio da produção de sementes de hortaliças. Rio de Janeiro: AS-PTA, 51 p.
- MACHADO, JC; SOUZA RM. 2009. Tratamento de sementes de hortaliças para controle de patógenos: princípios e aplicações. In: NASCIMENTO, W. M. Tecnologia de sementes de hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 432p.
- MACHADO, DFM; PARZIANELLO, FR.; SILVA, ACF; ANTONIOLLI, ZI. 2012. Trichoderma no Brasil: o fungo e o bioagente. Revista de Ciências Agrárias 26: 274-288.
- MENTEN, JOM. 2017. As tecnologias do controle biológico de pragas e doenças evoluiu, e seu uso vai crescer muito na agricultura de grãos. Disponível em <http://www.abcbio.org.br/conteudo/noticias/fitossanitarios-biologicos/>
- MORANDI, MAB; BETTIOL, W. 2009. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. In: Bettiol, W; Morandi, M.A.B. (Ed.). Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p.07-14.
- NASCIMENTO, WM; VIEIRA, JV; MAROUELLI, WA. 2012. Produção de sementes de cenoura. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF
- NASCIMENTO, WM; MELO, PCTde. 2015. Desafios e oportunidades da produção de sementes de hortaliças no Brasil. SEEDnews. Ano XIX – N. 3.
- PARISI, JJD; MEDINA, PF. 2012. Tratamento de sementes. Instituto Agrônômico – IAC, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Fitossanidade. Disponível em http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/81.pdf

POMELLA, AWV; RIBEIRO, RTS. 2009. Controle biológico com *Trichoderma* em grandes culturas – uma visão empresarial. In: BETTIOL, W; MORANDI, MAB. (Ed.). Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p. 238–244.

2. INTERFERÊNCIA DA APLICAÇÃO DE *Trichoderma* spp. E *Bacillus* spp. NO PARÂMETRO FISIOLÓGICO DAS SEMENTES DE CENOURA

RESUMO

A produção de alimentos orgânicos amplia a demanda por sementes e a atual legislação brasileira requer a utilização de sementes orgânicas. O tratamento das sementes com produtos biológicos, à base de *Bacillus* e *Trichoderma*, possibilita o controle de patógenos e interfere na germinação da semente e no desenvolvimento da plântula. Deste modo, foi avaliado o parâmetro fisiológico das sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) após aplicação de produtos biológicos à base de *Bacillus* spp. e *Trichoderma* spp., com avaliações imediatas e aos 60, 120 e 180 dias de armazenamento. Para isto, foram utilizadas sementes de cenoura, quatro cultivares de verão, 'Brasília', 'Bruna', 'Erica' e 'Francine', considerando os seguintes tratamentos: Controle, *Bacillus* spp. cepas 1 e 2, *Trichoderma* spp. e *Trichoderma harzianum* e avaliadas por meio dos testes de germinação, emergência da plântula, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, índice de velocidade de emergência da plântula, comprimento da raiz e da plântula. Há variação da interferência da aplicação dos produtos biológicos, à base de *Bacillus* e *Trichoderma*, no parâmetro fisiológico das sementes de cenoura, em função do cultivar. O *Trichoderma harzianum* causa fitotoxidez nas plântulas de cenoura dos cultivares Brasília, Bruna e Erica, quando avaliadas, no teste de germinação e quanto ao comprimento, imediatamente após a aplicação dos produtos nas sementes. Em termos fisiológicos, a qualidade das sementes dos cultivares Brasília, Bruna e Erica, não foi afetada quando tratadas previamente ao armazenamento.

Palavras-chave: *Daucus carota* L.; Controle biológico; Tratamento de sementes; Armazenamento das sementes

ABSTRACT

Organic foods production increases the demand for seeds and current Brazilian legislation requires the use of organic seeds. The treatment of seeds with biological products based on *Bacillus* spp. and *Trichoderma* spp. allows the control of pathogens and interferes in seed germination and seedling development. Carrot seeds physiological parameters were immediately evaluated after the treatment with biological products based on *Bacillus* spp. and *Trichoderma* spp. and upon 60, 120 and 180 storage days. Four summer cultivars, "Brasília", "Bruna", "Erica" and "Francine", were analyzed considering the following treatments: Control, *Bacillus* spp. strains 1 and 2, *Trichoderma* spp., and *Trichoderma harzianum*; and evaluated by germination tests, seedlings emergence, first germination count, germination speed index, seedling emergence speed index, root and seedling length. Depending on the cultivar, the application of the biological products based on *Bacillus* and *Trichoderma harzianum* resulted in variations in the physiological parameters. *Trichoderma harzianum* causes phytotoxicity in carrot seedlings of "Brasília", "Bruna" and "Erica" when evaluated in the germination test and in the length, immediately after the application of the products in the seeds. In physiological terms, the seed quality of the cultivars "Brasília", "Bruna" and "Erica", were not affected when treated prior to storage.

Keywords: *Daucus carota* L.; Biological control; Seed treatment; Seed storage

2.1. Introdução

2.1.1. A cultura da cenoura

A planta da cenoura é a quinta hortaliça mais consumida no Brasil (CEPEA, 2015) e a produção foi de 780 mil toneladas de raízes em 2014 (Carvalho *et al.*, 2016), representando importante valor econômico dentre as hortaliças e para o setor de produção de sementes. A produção de raízes concentra-se em polos produtores das regiões Sul (Marilândia), Sudeste (Carandaí, São Gotardo, Santa Juliana, Mogi das Cruzes, Piedade e Ibiúna) e Nordeste (Irecê e Lapão) do país (Grangeiro *et al.*, 2012).

A planta da cenoura (*Daucus carota* L.) é classificada como uma hortaliça de raiz tuberosa que apresenta inflorescência característica, denominada umbela. A planta possui uma umbela terminal, denominada umbela primária, seguida por demais umbelas em ordem crescente. A qualidade das sementes de cenoura é caracterizada em função da formação das umbelas, ou seja, sementes com qualidade superior são originadas na umbela primária, as de qualidade intermediária na umbela secundária, e as de qualidade inferior nas umbelas subsequentes (Silva *et al.*, 2014).

O Brasil já foi um país dependente da importação de sementes de cenoura, principalmente dos Estados Unidos e da Europa. Porém, com o desenvolvimento de novos cultivares com resistência às doenças e adaptados ao clima tropical, como é o caso do cultivar Kuronan e Brasília, houve o aumento da produção de sementes de cultivares de verão e a redução da dependência das importações (Silva *et al.*, 2014).

A produção nacional de sementes de cenoura concentra-se na região Sul, sendo o município de Bagé/RS o principal produtor (Nascimento *et al.*, 2012). Em 2009, cerca de 30 mil hectares foram cultivados para a produção de sementes de cenoura entre híbridos e variedades, de inverno e de verão (ABCSEM, 2010).

Segundo ABRASEM (2014), o mercado de sementes de cenoura corresponde a 4% dentre os segmentos de hortaliças, que compreendem as hortaliças de frutos (tomate, pimentão, pimenta, melancia, melão, pepino, abóbora, ervilha, feijão vagem, milho doce e berinjela), tuberosas (cenoura, cebola, rabanete e beterraba) e herbáceas (alface, coentro, repolho, brócolis, couve-flor e espinafre).

No mercado nacional de produção de orgânicos, a participação das hortaliças representa 1,8% da área total cultivada (Nascimento, 2016). Entretanto há

perspectiva do aumento da demanda devido às alterações climáticas, ao hábito alimentar e à preservação do ambiente.

Houve alteração da legislação brasileira em relação ao cultivo de produtos orgânicos, conforme a Instrução Normativa Nº 46, Art. 100, que vigora no Brasil desde 2011, que estabeleceu que a produção de espécies vegetais orgânicas deve ser realizada utilizando sementes e mudas provenientes de sistemas orgânicos (BRASIL, 2011).

Desse modo, o uso de produtos biológicos para o controle do parâmetro sanitário das sementes é fundamental para a produção efetiva de sementes orgânicas e, conseqüentemente, suprimento da demanda de produtos orgânicos.

2.1.2. Fatores que interferem na qualidade das sementes de cenoura

A qualidade das sementes baseia-se nos parâmetros genético, físico, fisiológico e sanitário e a preservação da qualidade depende dos fatores relacionados ao processo de produção das sementes e à conservação das sementes (Marcos-Filho & Novembre, 2009).

A conservação das sementes está relacionada à qualidade inicial, uma vez que, mesmo em condições adequadas há a deterioração natural das sementes, que é variável dependendo da espécie. No entanto, a conservação das sementes pelas empresas possibilita suprir a demanda do mercado (Freitas, 2009).

Segundo Copeland & McDonald (1995), as sementes de cenoura apresentam um potencial de armazenabilidade de valor '2', significando que após o armazenamento adequado das sementes por 3 a 5 anos, 50% das sementes tem condições de germinar. Essa determinação classifica as sementes de cenoura como sementes de vida curta, o que justifica estudos relacionados à manutenção da qualidade destas (Harrington, 1972).

Outro fator que afeta a qualidade das sementes é a associação com patógenos, que interferem na germinação das sementes. Análises sobre quantificações e qualificações dos patógenos associados às sementes são realizadas através do teste de sanidade (Blotter-test), que pode correlacionar determinadas associações à deficiência de germinação da semente e, ou, da emergência da plântula (Casaroli, 2005).

A associação de fungos com as sementes causa, entre outras formas de deterioração, o aumento da respiração e a redução ou a alteração da quantidade de materiais de reserva, favorecendo o processo de degradação das sementes (Machado, 2000). Além disso, se não houver o controle, essa associação dissemina doenças nos campos de produção e reduz a produtividade das plantas. Para a planta da cenoura as doenças fúngicas, como as queimas foliares por alternária (*Alternaria dauci*) e por cercospora (*Cercospora carotae*), são frequentes (Töfoli & Domingues, 2010), uma vez que esses patógenos são disseminados pelas sementes.

A produção de mudas de cenoura não é viável, de modo que a semente é utilizada para a multiplicação, o que ressalta a importância da utilização de sementes com qualidade sanitária e fisiológica, para assegurar a formação adequada das plântulas na área de produção (Miranda, 2015).

2.1.3. Controle de patógenos

O tratamento de sementes é definido em Brasil (2004) como qualquer substância colocada na superfície da semente. É recomendado para promover a erradicação total ou parcial dos patógenos associados às sementes e, também, para controlar patógenos que possam influenciar negativamente a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas em campo, retardando o estabelecimento do estande (Machado, 2000).

As sementes de hortaliças comercializadas geralmente recebem aplicação de fungicidas químicos, como Captan ou Thiran, mesmo que não haja o registro de produtos para as sementes de hortaliças (Nascimento & Melo, 2015).

A demanda por controle biológico aumentou nos últimos anos. Atualmente, a maioria dos produtos biológicos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento é inseticida, mas também existem fungicidas e nematicidas (Menten, 2017). A forma de uso desses produtos varia entre aplicações terrestres, aéreas e em sementes. Atualmente, apenas um produto formulado à base de *Trichoderma harzianum* está registrado para aplicação nas sementes de várias espécies como promotor do controle de *Rhizoctonia solani* e *Sclerotinia sclerotiorum* por meio da aplicação do produto nas sementes, podendo ser utilizado para as sementes de cenoura (AGROFIT, 2017).

O tratamento biológico de sementes é baseado na ação de agentes antagonistas que têm ações como eliminação, paralização ou até mesmo redução do desenvolvimento de agentes patogênicos associados às sementes ou presentes no solo de cultivo (Menten, 1995).

Fungos do gênero *Trichoderma* atuam no controle de patógenos, em função das ações de antibiose, do parasitismo e da competição. Devido a isso, o *Trichoderma* é o agente de biocontrole mais estudado no Brasil, em condições de laboratório e em casa de vegetação (Machado *et al.*, 2012).

Diferentes pesquisadores relataram a eficiência do *Trichoderma* para o controle de patógenos (Melo, 1996), principalmente aqueles que habitam os solos, como *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium* spp., entre outros (Melo, 1998). Além dessa característica, outros autores estudaram a interação entre a ação de antagonismo do *Trichoderma* e o desenvolvimento das plantas, como a precocidade da germinação e do estabelecimento da plântula, o aumento do desenvolvimento de raízes secundárias, o aumento do número de sementes germinadas, bem como o aumento do comprimento da plântula e da massa seca (Melo, 1996).

O gênero *Bacillus* destaca-se como um dos mais estudados entre as rizobactérias promotoras de crescimento (Araujo, 2008), as bactérias desse gênero são classificadas como saprófitas e sem ação patogênica para as plantas e os seres humanos (Boer & Diderichsen, 1991).

Neste sentido, pesquisadores relataram que o aumento de 48% na produção das raízes de cenoura foi decorrente do uso de bactérias promotoras do crescimento de plantas (Merriman *et al.*, 1974). Além disso, outras espécies olerícolas foram descritas por apresentarem os benefícios das rizobactérias, como beterraba (Thrane *et al.*, 2000), alface e batata (Gasoni *et al.*, 2001) e tomate (Hoffmann-Hergarten, 1998).

Em função da utilização de sementes de cebola tratadas com rizobactérias, Harthmann *et al.* (2009) relataram benefícios para a planta em relação ao comprimento, ao número de folhas, às biomassas das partes aérea e da raiz e à produção de bulbos.

É relevante a importância de microrganismos bioprotetores como alternativa para o controle de patógenos. Os bioagentes podem ser importantes para a redução do uso excessivo de agrotóxicos, para o avanço da agricultura sustentável e para a

proteção do meio ambiente (Luz, 2001). Entretanto, o armazenamento destes produtos biológicos deve ser cuidadosamente estudado, pois são provenientes de formulações à base de células vivas, havendo a necessidade de pesquisas relacionadas à vida útil e à eficiência agrônômica destes produtos (Machado *et al.*, 2012). Produtos formulados à base de *Trichoderma*, destinados à aplicação nas sementes tiveram 25 meses de durabilidade quando os produtos foram armazenados em temperatura de $26 \pm 8^{\circ}\text{C}$ (Dubey *et al.*, 2009).

São escassas informações referentes à formulação de produtos biológicos e ao tempo de viabilidade destes produtos (Machado *et al.*, 2012). Há também restrição de informações referentes ao armazenamento de sementes tratadas com produtos biológicos, bem como a manutenção da eficácia no controle de patógenos associados às sementes e interferência na qualidade destas. Deste modo, essa pesquisa avaliou o parâmetro fisiológico das sementes de *Daucus carota* L. após aplicação de produtos biológicos à base de *Bacillus* spp. e *Trichoderma* spp., com avaliações imediatas e aos 60, 120 e 180 dias de armazenamento.

2.2. Material e métodos

A pesquisa foi conduzida nos Laboratórios de Análise de Sementes, Departamento de Produção Vegetal, de Patologia de Sementes, Departamento de Nematologia e Fitopatologia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (USP, ESALQ), Piracicaba, SP e de Microbiologia, Centro de Pesquisa Mokiti Okada, Ipeúna, SP.

As médias das condições de ambiente, para o ano de 2016, em Piracicaba, SP, Latitude $22^{\circ} 42' 30''$ SUL, Longitude $47^{\circ} 38' 00''$ OESTE, Altitude 546 metros, foram de 22°C de temperatura e 76,9% de umidade relativa (USP/ESALQ, 2016).

As sementes avaliadas foram as de cenoura (*Daucus carota* L.), quatro cultivares de verão, ‘Brasília’, ‘Bruna’, ‘Erica’ e ‘Francine’, representados por um lote cada, cedidos pela empresa Agristar do Brasil.

Inicialmente, foram realizadas as aplicações dos produtos biológicos nas sementes, com exceção das sementes do tratamento Controle e então as sementes foram caracterizadas quanto ao teor de água, à germinação e ao vigor (primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da

plântula, emergência da plântula e índice de velocidade de emergência da plântula) com quatro repetições para cada teste, conforme descritos a seguir:

2.2.1. Teor de água (TA)

Determinado pelo método de estufa $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas, utilizando duas amostras de 2g de peso úmido de sementes, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009a). Após esse período as sementes foram pesadas e a quantidade de água foi expressa pela média aritmética em porcentagem.

2.2.2. Germinação (G) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

Para esse teste foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes e foram semeadas em papel umedecido com água destilada, o equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos contendo as sementes foram colocados em sacos plásticos transparentes perfurados e mantidos em BOD a 20°C constante. A primeira contagem de germinação foi realizada no sétimo dia após a instalação do teste e a contagem final no 14^o dia (BRASIL, 2009a). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais. O índice de velocidade de germinação foi determinado também no teste de germinação. O número de sementes germinadas foi registrado diariamente, até o décimo quarto dia, sendo o índice de velocidade de germinação calculado por meio da fórmula descrita por Maguire (1962).

2.2.3. Comprimento da plântula (CP)

O comprimento da plântula foi avaliado das plântulas obtidas da semeadura de quatro repetições de 20 sementes de cenoura em papel umedecido com água destilada, o equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram colocados em sacos plásticos transparentes perfurados e mantidos em BOD a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, por sete dias. Após esse período, as plântulas foram avaliadas quanto ao comprimento, utilizando uma régua graduada. Os comprimentos das raízes e das plântulas foram

calculados, conforme sugerido por Nakagawa (1999), e os resultados são indicados em centímetros.

2.2.4. Emergência da plântula (EP)

Essa avaliação foi em casa de vegetação, sem controle do ambiente, com quatro repetições de 50 sementes, em bandeja com substrato comercial Basaplant®, sendo a irrigação feita quando necessária (Barbedo *et al.*, 2000). Neste teste foi obtido o índice de velocidade de emergência da plântula. As avaliações de plântulas emergidas foram efetuadas diariamente até que o número manteve-se constante. A porcentagem de emergência da plântula foi obtida pela soma direta das plântulas emergidas, e a velocidade foi calculada por meio da fórmula, conforme indicado por Nakagawa (1994).

2.2.5. Aplicação dos produtos biológicos nas sementes de cenoura

Para avaliar a interferência da aplicação dos produtos biológicos nas sementes de cenoura foram estabelecidos cinco tratamentos estatísticos, sendo eles tratamento Controle, tratamento *Bacillus* spp. cepa 1, tratamento *Bacillus* spp. cepa 2, tratamento *Trichoderma* spp. e tratamento *Trichoderma harzianum*, conforme descritos na Tabela 1.

Para verificar a interferência dos tratamentos (Tabela 1), as sementes dos quatro cultivares foram avaliadas em quatro momentos: momento inicial (Tinicial), 60 dias (T60), 120 dias (T120) e 180 dias (T180), sendo que aos 60, 120 e 180 dias houve duas condições de avaliação: imediata (I) e armazenada (A) (Tabela 2).

Tabela 1. Relação de tratamentos considerados para sementes de cenoura, cultivares de verão, 'Brasília', 'Bruna', 'Erica' e 'Francine'.

Tratamentos	Descrição dos tratamentos	Doses
Controle	Sementes sem tratamento.	-
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	Sementes tratadas com solução de <i>Bacillus</i> spp. cepa CPMO 3.	10 ml solução/kg de semente de cenoura
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	Sementes tratadas com solução de <i>Bacillus</i> spp. cepa CPMO 4.	10 ml solução/kg de semente de cenoura
<i>Trichoderma</i> spp.	Sementes tratadas com fungicida biológico à base de mix de isolados de <i>Trichoderma</i> spp.	100 ml p.c./kg de semente de cenoura
<i>Trichoderma harzianum</i>	Sementes tratadas com fungicida biológico composto de linhagem selecionada do fungo <i>Trichoderma harzianum</i> , denominada ESALQ 1306.	10 ml solução/kg de semente de cenoura

Tabela 2. Relação das condições de avaliação.

Cultivares	Avaliação	Descrição da condição
Brasília e Bruna	Tinicial	Sementes tratadas e avaliadas em maio/2016
	T60 I	Sementes tratadas e avaliadas em julho/2016
	T60 A	Sementes tratadas em maio/2016 e avaliadas em julho/2016
	T120 I	Sementes tratadas e avaliadas em setembro/2016
	T120 A	Sementes tratadas em maio/2016 e avaliadas em setembro/2016
	T180 I	Sementes tratadas e avaliadas em novembro/2016
	T180 A	Sementes tratadas em maio/2016 e avaliadas em novembro/2016
Erica e Francine	Tinicial	Sementes tratadas e avaliadas em junho/2016
	T60 I	Sementes tratadas e avaliadas em agosto/2016
	T60 A	Sementes tratadas em junho/2016 e avaliadas em agosto/2016
	T120 I	Sementes tratadas e avaliadas em outubro/2016
	T120 A	Sementes tratadas em junho/2016 e avaliadas em outubro/2016
	T180 I	Sementes tratadas e avaliadas em dezembro/2016
	T180 A	Sementes tratadas em junho/2016 e avaliadas em dezembro/2016

2.2.6. Aplicação de solução de *Bacillus* spp. nas sementes de cenoura

Para cada cepa de *Bacillus* spp. foi preparada uma solução e, em seguida, em câmara de Neubauer foram contadas as de células viáveis para obter a concentração de $1,2 \times 10^{-8}$ células viáveis. Após a contagem foram colocados 100 microlitros de cada solução em 10 gramas de sementes de cada cultivar e 400 microlitros de cada solução em 40 gramas de sementes de cada cultivar. A solução

foi colocada no interior de um saco plástico e, em seguida, as sementes foram colocadas. Para cada avaliação, imediata e aos 60, 120 e 180 dias, a solução era preparada, verificada a concentração e aplicada nas sementes.

2.2.7. Aplicação de produto à base de mix de isolados de *Trichoderma* spp. nas sementes de cenoura

Conforme a recomendação da empresa fabricante do produto à base de mix de isolados de *Trichoderma* spp., 1 mL do produto foi aplicado em 10 gramas de sementes e 4 mL em 40 gramas de sementes. O produto foi colocado no interior de um saco plástico e, em seguida, as sementes foram colocadas. Para cada avaliação, imediata e aos 60, 120 e 180 dias, o produto foi aplicado em 10 gramas de sementes de cenoura de cada cultivar.

2.2.8. Aplicação de produto à base de *Trichoderma harzianum* nas sementes de cenoura

Conforme recomendação da empresa fabricante, para a utilização do produto à base de *Trichoderma harzianum* foi preparada uma solução considerando a densidade de 0,9 g/mL de produto. Sendo assim, foram pesados 1,8 gramas do produto comercial em balança de precisão e acrescentados 8 mL de água destilada e esterilizada para o preparo da solução.

Desta solução foram aplicados 100 microlitos em 10 gramas de sementes e 400 microlitros em 40 gramas de sementes, de cada cultivar. A solução foi colocada no interior de um saco plástico e, em seguida, as sementes foram colocadas.

Para cada avaliação, imediata e aos 60, 120 e 180 dias, a solução era preparada e aplicada em 10 gramas de sementes de cenoura de cada cultivar.

2.2.9. Análise estatística

Os dados referentes ao teor de água das sementes não foram analisados estatisticamente; os dados da avaliação imediata (realizada imediatamente após a aplicação do produto) foram analisados estatisticamente por meio da análise de

variância com delineamento experimental inteiramente casualizado com 4 repetições; os demais dados foram analisados estatisticamente por meio da análise de variância com delineamento experimental fatorial 2x5 com 4 repetições para cada época de armazenamento. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey, ao nível de 5%, programa estatístico Assistat Versão 7.7 beta de 2015 (Silva & Azevedo, 2002).

2.3. Resultados e discussão

Os teores de água das sementes dos quatro cultivares (Brasília, Bruna, Erica e Francine) analisadas imediatamente após a aplicação dos produtos, tanto inicialmente quanto aos 60, 120 e 180 dias, apresentaram variação entre 5,9 e 8,9% em função dos tratamentos descritos na Tabela 1, sendo que, o tratamento com o *Trichoderma* spp. causou o aumento imediato do teor de água das sementes, valores entre 10,2 e 14,0%. No entanto, estas variações não interferiram nos resultados das análises referentes às aplicações de *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp.

As sementes que foram tratadas previamente ao armazenamento tinham aos 60, 120 e 180 dias entre 5,6 e 8,6% de água, independentemente do tratamento, o que caracteriza o equilíbrio da água das sementes durante o armazenamento, principalmente para as quais o tratamento *Trichoderma* spp. foi aplicado. Esta redução está relacionada com a embalagem de papel, utilizada para o armazenamento das sementes, que possibilita a troca de água das sementes com o ambiente, e em função do equilíbrio higroscópico com umidade relativa e a temperatura do ar.

Os resultados do teste de germinação, da primeira contagem da germinação, do índice de velocidade da germinação e dos comprimentos da raiz e da plântula, obtidos logo após a aplicação dos produtos nas sementes, para o cultivar Brasília (Tabela 3), demonstram que houve redução significativa da viabilidade das sementes quando estas foram submetidas ao tratamento *Trichoderma harzianum* em comparação aos outros tratamentos. Em relação aos resultados do comprimento da raiz, os dois tratamentos à base de *Trichoderma* causaram redução dos que foram resultados estaticamente inferiores aos do tratamento Controle e para o comprimento da plântula, apenas o tratamento

Trichoderma harzianum apresentou resultados estatisticamente inferiores aos demais tratamentos.

Tabela 3. Sementes de cenoura, cultivar Brasília – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos nas sementes (Tinicial) (maio, 2016).

Tratamentos	G	EP	PCG	IVG	IVEP	Comprimento	
						Raiz	Plântula
Controle	86 a	83 ^{ns}	48 a	5,81 a	5,63 ^{ns}	3,46 a	5,54 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	84 a	83	36 a	5,51 a	5,38	3,10 ab	5,31 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	88 a	85	49 a	5,95 a	5,46	3,18 ab	5,48 a
<i>Trichoderma</i> spp.	84 a	85	45 a	5,63 a	5,32	2,75 b	4,77 a
<i>T. harzianum</i>	39 b	85	8 b	2,11 b	5,61	1,56 c	2,63 b
CV (%)	9,15	4,78	18,75	9,11	5,11	10,48	12,34

Na coluna, médias seguidas pela mesma letra não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Entretanto, ao analisar os resultados de emergência da plântula e do índice de velocidade de emergência da plântula, é possível perceber que os resultados não tiveram variação estatística significativa. Desse modo, a interferência do tratamento *Trichoderma harzianum* em relação ao teste de germinação, pode ter sido causado pela fitotoxidez do produto às sementes analisadas em substrato de papel.

É interessante ressaltar que, para o cultivar Brasília, as sementes avaliadas após 60 dias de armazenamento (Tabela 4) tiveram resultados de germinação estatisticamente similares entre os tratamentos, porém em comparação às sementes avaliadas imediatamente, o resultado do *Trichoderma harzianum* foi estatisticamente inferior aos resultados dos demais tratamentos, podendo constatar a fitotoxidez causada pelo produto recém-aplicado nas sementes.

A similaridade destes resultados foi observada nos resultados de primeira contagem de germinação e índice de velocidade de germinação (Tabela 4), em que o tratamento com *Trichoderma harzianum* manteve os resultados significativamente inferiores aos dos demais tratamentos. O resultado do índice de velocidade de germinação do tratamento *Trichoderma harzianum*, para as sementes armazenadas por 60 dias, os resultados foram estatisticamente superiores em relação à avaliação imediata. Isso pode ser observado, devido à fitotoxidez do produto aplicado nas sementes, que também foi observada durante a primeira época de análise.

Para as sementes do cultivar Brasília (Tabela 4), não houve variação estatística significativa entre os resultados das avaliações da emergência da plântula

e índice de velocidade de emergência da plântula independentemente da avaliação (imediata ou armazenada). Os resultados da avaliação do comprimento da raiz e da plântula não foram estatisticamente significativos em relação aos dos tratamentos e das avaliações (imediata ou armazenada), porém os tratamentos com *Bacillus* spp. cepa 1 e *Trichoderma* spp., tiveram diferença estatística significativa entre si, não diferindo dos demais tratamentos.

Tabela 4. Sementes de cenoura, cultivar Brasília – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 60 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T60 I) e avaliação após 60 dias de armazenamento das sementes tratadas (T60 A) (julho, 2016).

Tratamentos	G			EP			PCG			IVG		
	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$
Controle	87 Aa	82 Aa	84	65 ^{ns}	60	63 ^{ns}	36 ^{ns}	27	32 a	5,34 Aa	4,75 ABb	5,05
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	84 Aa	84 Aa	84	63	64	63	25	31	28 a	4,99 Aa	5,07 ABa	5,03
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	86 Aa	82 Aa	84	63	60	61	32	40	36 a	5,20 Aa	5,19 ABa	5,19
<i>Trichoderma</i> spp.	85 Aa	89 Aa	87	59	67	63	32	31	32 a	5,19 Aa	5,32 Aa	5,25
<i>T. harzianum</i>	73 Bb	81 Aa	77	64	63	64	21	15	18 b	4,03 Bb	4,54 Ba	5,29
$\bar{X}$	83	83	-	63 ^{ns}	63	-	29 A	29 A	-	4,95	4,97	-
CV (%)	4,81			8,26			22,06			6,59		

Tratamentos	IVEP			Comprimento					
	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	Raiz			Plântula		
	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$
Controle	4,02 ^{ns}	3,55	3,78 ^{ns}	2,62 ^{ns}	2,54	2,58 ab	4,41 ^{ns}	4,26	4,33 ab
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	4,14	4,22	4,18	2,50	2,20	2,35 b	4,40	3,96	4,18 b
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	3,76	3,80	3,78	2,70	2,78	2,74 ab	4,67	4,83	4,75 ab
<i>Trichoderma</i> spp.	3,61	4,31	3,96	2,93	2,99	2,96 a	4,98	4,74	4,86 a
<i>T. harzianum</i>	4,02	4,16	4,09	2,66	2,56	2,61 ab	4,61	4,48	4,54 ab
$\bar{X}$	3,91 ^{ns}	4,00	-	2,68 A	2,62 A	-	4,61 A	4,45 A	-
CV (%)	12,90			10,32			9,95		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Para os resultados dos testes de germinação e índice de velocidade de germinação das sementes do cultivar Brasília (Tabela 5) é interessante ressaltar que, novamente, apenas o tratamento com *Trichoderma harzianum* causou interferência negativa e que, para a primeira contagem, nem os tratamentos e nem as avaliações (imediata ou armazenada) tiveram diferenças estatísticas significativas entre os resultados.

O mesmo ocorreu na avaliação da emergência da plântula e no índice de velocidade de emergência da plântula (Tabela 5), demonstrando que para as sementes do cultivar Brasília, quando tratadas com produtos à base de *Bacillus* spp. ou *Trichoderma* spp. não há interferência na emergência das plântulas.

Em se tratando de comprimento da raiz e da plântula, originada das sementes do cultivar Brasília (Tabela 5), é possível perceber a interferência negativa significativa do tratamento *Trichoderma harzianum*. Por sua vez, os demais tratamentos, após armazenamento de 120 dias tiveram resultados em relação aos tratamentos avaliados imediatamente aos 120 dias, demonstrando diminuição do desenvolvimento de raízes em função do armazenamento.

Tabela 5. Sementes de cenoura, cultivar Brasília – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 120 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T120 I) e avaliação após 120 dias de armazenamento das sementes tratadas (T120 A) (setembro, 2016).

Tratamentos	G			EP			PCG			IVG		
	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$
Controle	64 ^{ns}	66	65 a	84 ^{ns}	78	81 ^{ns}	14 ^{ns}	12	13 ^{ns}	4,84 ^{ns}	4,81	4,83 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	68	66	67 a	82	66	74	11	12	11	4,96	4,91	4,94 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	65	64	65 a	72	69	71	10	7	9	4,75	4,63	4,69 a
<i>Trichoderma</i> spp.	64	63	63 a	78	69	73	12	5	8	4,71	4,45	4,58 a
<i>T. harzianum</i>	49	54	52 b	75	81	78	8	9	8	3,16	3,76	3,46 b
$\bar{X}$	62 A	63 A	-	78 ^{ns}	72	-	11 ^{ns}	9	-	4,49 A	4,51 A	-
CV (%)	7,30			11,83			31,50			7,62		

Tratamentos	IVEP			Comprimento					
	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	Raiz			Plântula		
	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$
Controle	4,89 ^{ns}	4,48	4,69 a	3,14 ^{ns}	2,56	2,85 a	5,58 Aa	4,50 ABb	5,04
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	4,81	3,51	4,16 a	2,74	2,97	2,85 a	4,70 ABa	5,01 Aa	4,86
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	4,00	3,86	3,93 a	3,21	2,52	2,86 a	5,42 Aa	4,24 ABb	4,83
<i>Trichoderma</i> spp.	4,39	3,95	4,17 a	2,64	2,45	2,55 ab	4,60 ABa	3,99 Ba	4,29
<i>T. harzianum</i>	4,51	4,80	4,65 a	2,29	2,29	2,29 b	3,97 Ba	4,02 ABa	4,00
$\bar{X}$	4,52 A	4,12 B	-	2,80 A	2,56 B	-	4,85	4,35	-
CV (%)	12,83			13,83			10,77		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Aos 180 dias, os resultados das avaliações das sementes do cultivar Brasília apresentaram interação entre as variáveis nos testes de germinação e índice de velocidade de germinação (Tabela 6).

Com esses resultados é possível observar que com o tratamento com *Trichoderma harzianum* os resultados são estatisticamente inferiores aos dos demais tratamentos durante a avaliação imediata, porém os resultados deste tratamento não são estatisticamente similares em relação ao momento da avaliação (imediata ou armazenada), sendo que, o armazenamento por 180 dias, em ambos os testes os resultados são estatisticamente superiores às avaliações imediatas apenas para o tratamento *Trichoderma harzianum*. Para a primeira contagem de

germinação não houve resultado estatisticamente significativo entre os tratamentos e os momentos de avaliações (imediate e armazenada) (Tabela 6).

Em relação à avaliação do comprimento da raiz e da plântula (Tabela 6), o armazenamento por 180 dias para as sementes dos tratamentos *Trichoderma* spp. e *Trichoderma harzianum*, os resultados foram estatisticamente inferiores aos dos demais tratamentos, com exceção do tratamento *Bacillus* spp. cepa 1, enquanto que, para as avaliações imediatas os resultados entre os tratamentos foram estatisticamente similares. Desse modo, é possível armazenar as sementes do cultivar Brasília tratadas com *Bacillus* spp. por 180 dias, sem prejudicar o desenvolvimento das plântulas.

Tabela 6. Sementes de cenoura, cultivar Brasília – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 180 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T180 I) e avaliação após 180 dias de armazenamento das sementes tratadas (T180 A) (novembro, 2016).

Tratamentos	G			EP			PCG			IVG		
	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$
Controle	84 Aa	82 Aa	83	80 ^{ns}	91	85 ^{ns}	17 ^{ns}	20	18 a	5,01 Aa	4,97 Aa	4,99
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	84 Aa	82 Aa	83	79	83	81	20	18	19 a	5,10 Aa	4,89 Aa	4,99
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	85 Aa	85 Aa	85	79	83	81	17	14	16 a	5,16 Aa	5,01 Aa	5,09
<i>Trichoderma</i> spp.	87 Aa	82 Aa	84	85	84	85	24	17	20 a	5,29 Aa	4,84 Aa	5,07
<i>T. harzianum</i>	35 Bb	79 Aa	57	90	83	86	7	8	8 b	1,49 Bb	4,46 Aa	2,98
$\bar{X}$	75	82	-	82 ^{ns}	85	-	16 A	15 A	-	4,41	4,83	-
CV (%)	8,01			8,11			43,28			8,31		

Tratamentos	IVEP			Comprimento					
				Raiz			Plântula		
	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$
Controle	5,01 ^{ns}	5,97	5,54 ^{ns}	2,73 Ab	3,41 Aa	3,07	4,77 Ab	5,88 Aa	5,33
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	5,24	5,40	5,32	2,82 Aa	2,39 BCa	2,60	4,80 Aa	4,26 BCa	4,53
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	5,24	5,55	5,39	3,06 Aa	2,89 ABa	2,98	5,49 Aa	5,27 ABa	5,38
<i>Trichoderma</i> spp.	5,51	5,60	5,56	2,99 Aa	2,24 Cb	2,62	5,22 Aa	3,95 Cb	4,58
<i>T. harzianum</i>	6,18	5,68	5,93	3,08 Aa	2,02 Cb	2,55	5,60 Aa	3,98 Cb	4,79
$\bar{X}$	5,45 ^{ns}	5,64	-	2,94	2,59	-	5,18	4,67	-
CV (%)	8,23			10,55					

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Os resultados dos testes de emergência da plântula e de índice de velocidade de emergência da plântula, não foram estatisticamente significativos (Tabela 6).

Para as sementes do cultivar Bruna (Tabela 7), para os resultados dos testes de germinação, da primeira contagem de germinação e do índice de velocidade de germinação, é possível verificar que para a aplicação do *Trichoderma*

harzianum os resultados foram estatisticamente inferiores aos dos demais tratamentos, similar aos resultados das sementes do cultivar Brasília.

Porém, os resultados de comprimento da raiz e da plântula demonstram que este tratamento não difere estatisticamente dos resultados das sementes do tratamento Controle. Neste caso, o tratamento *Bacillus* spp. cepa 1 foi o único que favoreceu o desenvolvimento das raízes e das plântulas, porém não apresentou resultados estatisticamente similares em relação ao índice de velocidade de emergência da plântula, sendo o único tratamento com resultados estatisticamente inferiores ao do tratamento Controle (Tabela 7).

Assim como para as sementes do cultivar Brasília, para as sementes do cultivar Bruna a aplicação do *Trichoderma harzianum* causou redução estatisticamente significativa para a germinação, a primeira contagem de germinação e o índice de velocidade de germinação (Tabela 7); os resultados do tratamento *Trichoderma harzianum* no teste de comprimento da raiz e das plântulas, foram estatisticamente similares aos do tratamento Controle, porém inferiores aos dos demais tratamentos. Quando estas sementes foram analisadas através dos testes de emergência da plântula e do índice de velocidade de emergência da plântula, os resultados não tiveram diferença estatística significativa, demonstrando assim, fitotoxidez do produto nos testes realizados com o substrato de papel.

Tabela 7. Sementes de cenoura, cultivar Bruna – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos nas sementes (Tinicial) (maio, 2016).

Tratamentos	G	EP	PCG	IVG	IVEP	Comprimento	
						Raiz	Plântula
Controle	85 a	86 ^{ms}	62 a	5,93 a	6,16 a	2,63 bc	4,39 bc
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	86 a	79	61 a	5,91 a	5,26 b	3,60 a	6,30 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	86 a	82	59 a	5,89 a	5,65 ab	3,02 ab	5,60 ab
<i>Trichoderma</i> spp.	92 a	82	64 a	6,22 a	5,45 ab	3,12 ab	6,09 a
<i>T. harzianum</i>	69 b	82	27 b	4,21 b	5,73 ab	2,13 c	3,92 c
CV (%)	7,97	6,47	8,52	7,27	6,17	12,06	12,00

Na coluna, médias seguidas pela mesma letra não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

As sementes do cultivar Bruna que foram avaliadas quanto aos testes de germinação e índice de velocidade de germinação aos 60 dias não apresentaram interação entre as sementes tratadas e armazenadas e as recém-tratadas e

avaliadas, entretanto os resultados do tratamento *Trichoderma harzianum* foram novamente inferiores estatisticamente aos dos demais tratamentos (Tabela 8).

Para a primeira contagem de germinação, houve interferência da aplicação do *Trichoderma harzianum* na qualidade das sementes e é interessante destacar que as sementes do tratamento Controle tiveram resultados estatisticamente inferiores devido ao armazenamento por 60 dias. Todavia, as sementes do tratamento *Bacillus* spp. cepa 2 tiveram resultados estatisticamente superiores enquanto que os demais tratamentos mantiveram os resultados estatisticamente similares. Isso pode ser interpretado como possível fitotoxidez da aplicação do *Bacillus* spp. cepa 2 no momento da aplicação, mas não mantém-se ao longo do armazenamento.

Tabela 8. Sementes de cenoura, cultivar Bruna – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 60 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T60 I) e avaliação após 60 dias de armazenamento das sementes tratadas (T60 A) (julho, 2016).

Tratamentos	G			EP			PCG			IVG		
	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$
Controle	86 ^{ns}	82	84 a	82 ^{ns}	81	81 ^{ns}	58 Aa	47 BCb	52	5,74 ^{ns}	5,31	5,52 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	86	87	86 a	79	81	80	53 Aa	63 Aa	58	5,59	5,86	5,73 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	86	87	86 a	77	75	76	51 Ab	62 ABa	56	5,61	5,80	5,71 a
<i>Trichoderma</i> spp.	87	85	86 a	74	76	75	53 Aa	46 Ca	49	5,69	5,52	5,60 a
<i>T. harzianum</i>	77	67	72 b	71	75	73	33 Ba	24 Da	28	4,77	4,03	4,40 b
$\bar{X}$	84 A	81 A	-	76 ^{ns}	77	-	49	48	-	5,48 A	5,30 A	-
CV (%)	9,11			8,78			15,05			9,06		

Tratamentos	IVEP			Comprimento					
				Raiz			Plântula		
	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$
Controle	4,29 ^{ns}	4,18	4,24 ^{ns}	3,30 ^{ns}	2,50	2,90 a	5,98 ^{ns}	5,16	5,57 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	4,11	4,32	4,21	3,32	2,42	2,87 a	6,25	5,04	5,65 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	4,08	3,96	4,02	3,26	2,70	2,98 a	5,83	5,20	5,51 a
<i>Trichoderma</i> spp.	3,93	3,97	3,95	3,43	3,14	3,29 a	6,00	5,66	5,83 a
<i>T. harzianum</i>	3,95	4,05	4,00	2,85	2,74	2,80 a	5,48	4,87	5,18 a
$\bar{X}$	4,07 ^{ns}	4,10	-	3,24 A	2,70 B	-	5,91 A	5,19 B	-
CV (%)	11,85			12,63			9,56		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Para os resultados dos testes de comprimento da raiz e da plântula (Tabela 8) houve variação significativa entre as avaliações das sementes avaliadas imediatamente aos 60 dias e das sementes armazenadas por 60 dias, sendo que estas apresentaram valores estatisticamente inferiores. Não houve variação significativa para os resultados das avaliações da emergência da plântula e do índice de velocidade de emergência da plântula.

Para as sementes do cultivar Bruna (Tabela 9), aos 120 dias, os resultados da germinação e do índice de velocidade de germinação decorrentes da aplicação dos produtos à base do fungo antagonista *Trichoderma* apresentaram resultados estatisticamente inferiores aos dos demais tratamentos, sendo que ao avaliar os resultados de germinação, os resultados da avaliação imediata foram estatisticamente inferiores em relação à avaliação armazenada. Para os resultados da primeira contagem de germinação das sementes avaliadas imediatamente aos 120 dias, os tratamentos foram prejudiciais às sementes, com exceção do tratamento *Bacillus* spp. cepa 1 que não diferiu estatisticamente do tratamento Controle. Estes resultados não são estatisticamente similares aos dos tratamentos analisados após 120 dias de armazenamento, pois nenhum resultado diferiu do tratamento Controle.

Tabela 9. Sementes de cenoura, cultivar Bruna – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 120 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T120 I) e avaliação após 120 dias de armazenamento das sementes tratadas (T120 A) (setembro, 2016).

Tratamentos	G			EP			PCG			IVG		
	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$
Controle	85 ^{ns}	84	84 a	82 Aa	82 Aa	82	49 Aa	33 Ab	41	5,67 ^{ns}	5,39	5,53 ab
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	83	86	84 a	71 ABa	75 Aa	73	42 ABa	29 Ab	35	5,52	5,41	5,47 ab
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	85	89	87 a	82 Aa	74 Aa	78	33 Ba	38 Aa	36	5,45	5,86	5,65 a
<i>Trichoderma</i> spp.	64	82	73 b	55 Cb	78 Aa	66	12 Cb	28 Aa	20	4,82	5,17	5,00 b
<i>T. harzianum</i>	69	71	70 b	63 BCb	73 Aa	68	19 Ca	27 Aa	23	3,85	4,41	4,12 c
$\bar{X}$	77 B	82 A	-	71	76	-	31	31	-	5,06 A	5,25 A	-
CV (%)	9,30			8,95			19,32			8,46		

Tratamentos	IVEP			Comprimento			Raiz	Plântula	
	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$			
Controle	5,18 Aa	5,18 Aa	5,18	2,59 ^{ns}	3,36	2,98 ^{ns}	5,67 ^{ns}	6,10	5,88 ^{ns}
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	4,12 BCa	4,39 Aa	4,25	3,07	3,28	3,18	5,78	5,72	5,75
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	4,98 ABa	4,54 Aa	4,76	2,70	3,14	2,92	5,31	5,43	5,37
<i>Trichoderma</i> spp.	3,23 Cb	4,67 Aa	3,95	3,38	3,36	3,37	6,65	5,79	6,22
<i>T. harzianum</i>	3,76 Ca	4,33 Aa	4,05	3,09	3,21	3,15	5,38	5,59	5,48
$\bar{X}$	4,25	4,62	-	2,97 ^{ns}	3,27	-	5,76 ^{ns}	5,73	-
CV (%)	11,07			15,26			14,51		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Para os testes de emergência da plântula e índice de velocidade de emergência da plântula houve interação entre os tratamentos e as condições de avaliação (imediata e armazenada) aos 120 dias (Tabela 9), sendo que é possível perceber que os tratamentos com *Trichoderma* spp. e *Trichoderma harzianum* são

prejudiciais quando recém aplicados às sementes do cultivar Bruna, porém após 120 dias de armazenamento não há efeito prejudicial uma vez que os resultados são semelhantes aos dos demais tratamentos, inclusive ao do Controle. Por sua vez, aos 120 dias não houve variação significativa para os resultados das avaliações dos comprimentos da raiz e da plântula e nem das condições de avaliação (imediata e armazenada).

A germinação das sementes avaliadas, do cultivar Bruna, Tabela 10, imediatamente aos 180 dias foi afetada pelo tratamento *Trichoderma harzianum*, sendo que esta interferência não foi verificada na avaliação da germinação das sementes armazenadas por 180 dias, demonstrando novamente, interferência decorrente da fitotoxidez do produto. Similaridade de resultados foi encontrada na primeira contagem de germinação e no índice de velocidade de germinação, sendo que, no primeiro teste o armazenamento de 180 dias das sementes promoveu resultados estatisticamente inferiores em relação à avaliação imediata dos tratamentos *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp. cepa 2. Para o índice de velocidade de germinação, a fitotoxidez do tratamento *Trichoderma harzianum* para as sementes diminuiu ao longo do armazenamento devido aos resultados estatisticamente inferiores da avaliação das sementes armazenadas em relação aos resultados da avaliação imediata.

Tabela 10. Sementes de cenoura, cultivar Bruna – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 180 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T180 I) e avaliação após 180 dias de armazenamento das sementes tratadas (T180 A) (novembro, 2016).

Tratamentos	G			EP			PCG			IVG		
	T180 I	T180 A	$\bar{x}$	T180 I	T180 A	$\bar{x}$	T180 I	T180 A	$\bar{x}$	T180 I	T180 A	$\bar{x}$
Controle	86 Aa	82 Aa	84	81 Aa	89 Aa	85	59 Aa	53 ABa	56	5,91 Aa	5,54 Aa	5,73
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	79 Aa	89 Aa	84	75 Ab	90 Aa	82	53 Aa	60 Aa	56	5,41 Ab	6,08 Aa	5,74
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	83 Aa	79 Aa	81	80 Aa	76 Aa	78	58 Aa	39 BCb	49	5,68 Aa	5,45 Aa	5,57
<i>Trichoderma</i> spp.	80 Aa	81 Aa	81	83 Aa	85 Aa	84	53 Aa	38 Cb	45	5,39 Aa	5,25 Aa	5,32
<i>T. harzianum</i>	60 Bb	81 Aa	70	85 Aa	74 Aa	79	13 Bb	38 Ca	25	3,19 Bb	5,22 Aa	4,21
$\bar{x}$	77	82	-	81	83	-	47	45	-	5,12	5,51	-
CV (%)	9,05			9,91			14,86			7,90		

Tratamentos	IVEP			Comprimento					
	T180 I	T180 A	$\bar{x}$	Raiz			Plântula		
	T180 I	T180 A	$\bar{x}$	T180 I	T180 A	$\bar{x}$	T180 I	T180 A	$\bar{x}$
Controle	5,48 Ab	6,31 Aa	5,90	2,79 ^{ns}	2,78	2,79 ab	5,19 ^{ns}	4,69	4,94 ab
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	5,06 Ab	6,28 Aa	5,67	2,74	3,14	2,94 a	5,20	5,49	5,35 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	5,69 Aa	5,36 ABa	5,53	3,07	2,67	2,87 ab	5,42	5,11	5,27 a
<i>Trichoderma</i> spp.	5,86 Aa	5,89 ABa	5,88	2,57	2,37	2,47 bc	4,98	4,40	4,69 ab
<i>T. harzianum</i>	6,01 Aa	5,07 Bb	5,54	2,33	2,40	2,36 c	4,36	4,38	4,37 b
$\bar{x}$	5,62	5,78	-	2,70 A	2,67 A	-	5,03 A	4,81 A	-
CV (%)	9,93			10,36			9,66		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Em relação aos dados de comprimento de raiz e da plântula (Tabela 10) é importante ressaltar que, o momento de avaliação (imediate ou armazenada) não foi relevante, sendo que os resultados da aplicação do *Trichoderma harzianum* foram estatisticamente inferiores aos dos demais tratamentos para o desenvolvimento de raiz. Por fim, os resultados da emergência e do índice de velocidade de emergência da plântula, mostraram que os resultados das sementes tratadas com *Bacillus* spp. cepa 1 foram estatisticamente inferiores na avaliação imediata em comparação às sementes avaliadas após armazenamento de 180 dias.

Para as sementes do cultivar Erica, os tratamentos não apresentaram variação estatística significativa quando comparados às sementes do tratamento Controle nos testes de germinação, índice de velocidade de germinação, emergência da plântula e índice de velocidade de emergência da plântula (Tabela 11), evidenciando que a viabilidade das sementes não foi afetada em função dos tratamentos. No teste de primeira contagem de germinação, a aplicação do *Bacillus* spp. cepa 2 causou redução significativa. Esta característica também pode ser observada nos resultados do comprimento de raiz e da plântula, destacando, por

sua vez, o tratamento *Trichoderma harzianum* que os resultados do comprimento de raiz e da plântula foram estatisticamente superiores aos dos demais tratamentos.

Tabela 11. Sementes de cenoura, cultivar Erica – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos nas sementes (Tinicial) (junho, 2016).

Tratamentos	G	EP	PCG	IVG	IVEP	Comprimento	
						Raiz	Plântula
Controle	82 ^{ns}	79 ^{ns}	34 a	5,40 ^{ns}	4,61 ^{ns}	2,10 bc	4,42 bc
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	86	78	31 ab	5,60	4,47	2,60 ab	4,94 ab
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	85	78	20 b	5,36	4,37	1,72 c	3,74 c
<i>Trichoderma</i> spp.	85	78	29 ab	5,52	4,09	2,75 a	5,36 ab
<i>T. harzianum</i>	83	73	33 a	5,43	3,77	3,07 a	5,72 a
CV (%)	8,03	12,63	20,22	7,39	17,33	11,76	9,44

Na coluna, médias seguidas pela mesma letra não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Para as sementes do cultivar Erica (Tabela 12) avaliadas aos 60 dias, a aplicação do *Bacillus* spp. cepa 2 favoreceu o desenvolvimento da raiz e da plântula. Para a primeira contagem de germinação há similaridade com os resultados do teste de germinação, porém o tratamento com *Bacillus* spp., cepas 1 difere estatisticamente apenas do tratamento *Bacillus* spp. cepa 2 para as sementes avaliadas imediatamente, e do tratamento *Trichoderma* spp., para as sementes avaliadas após 60 dias de armazenamento. Para o índice de velocidade de germinação, as sementes tratadas e armazenadas por 60 dias tiveram resultados estatisticamente inferiores em relação às sementes avaliadas imediatamente.

Em relação ao comprimento de raiz e da plântula (Tabela 12), para as sementes avaliadas imediatamente aos 60 dias o tratamento Controle teve resultado estatisticamente inferior aos demais tratamentos, enquanto que para as sementes armazenadas por 60 dias nenhum tratamento diferiu significativamente, demonstrando que o armazenamento de sementes do cultivar Erica, tratadas com produtos biológicos à base de *Bacillus* e *Trichoderma*, não favorece o comprimento de raiz e da plântula. Por sua vez, os resultados dos testes de emergência da plântula e índice de velocidade de emergência da plântula não apresentaram interferência entre os tratamentos, bem como entre os momentos de avaliação (imediata e armazenada).

Tabela 12. Sementes de cenoura, cultivar Erica – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 60 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T60 I) e avaliação após 60 dias de armazenamento das sementes tratadas (T60 A) (agosto, 2016).

Tratamentos	G			EP			PCG			IVG		
	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$
Controle	85 ^{ns}	87	86 ab	88 ^{ns}	92	90 ^{ns}	56 ABa	38 ABb	47	5,96 ^{ns}	5,72	5,84 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	77	83	80 b	87	87	87	47 BCa	45 Aa	46	5,46	5,64	5,55 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	88	87	88 a	89	83	86	61 Aa	36 ABb	48	6,30	5,78	6,04 a
<i>Trichoderma</i> spp.	87	86	87 ab	87	83	85	37 Ca	29 Ba	33	5,71	5,51	5,61 a
<i>T. harzianum</i>	87	81	84 ab	86	83	84	44 BCa	37 ABa	40	5,87	5,32	5,59 a
$\bar{X}$	85 A	85 A	-	87 ^{ns}	85	-	49	37	-	5,86 A	5,59 B	-
CV (%)	6,03			6,16			13,82			6,80		

Tratamentos	IVEP			Comprimento					
	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	Raiz			Plântula		
	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$
Controle	5,27 ^{ns}	5,57	5,42 ^{ns}	1,59 Cb	2,82 ABCa	2,21	3,89 Bb	5,26 ABa	4,57
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	5,40	5,36	5,38	2,19 BCb	3,06 Aa	2,62	5,17 ABa	5,65 ABa	5,41
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	5,42	4,91	5,16	2,77 ABa	3,04 ABa	2,91	5,43 Aa	5,94 Aa	5,69
<i>Trichoderma</i> spp.	5,16	4,81	4,98	2,71 ABa	2,19 Ca	2,45	5,16 ABa	4,48 Ba	4,82
<i>T. harzianum</i>	5,27	5,14	5,21	3,22 Aa	2,28 BCb	2,75	5,87 Aa	4,61 ABb	5,24
$\bar{X}$	5,30 ^{ns}	5,16	-	2,50	2,68	-	5,10	5,19	-
CV (%)	6,62			14,51			12,77		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

As sementes do cultivar Erica avaliadas aos 120 dias apresentaram resultados significativos e semelhantes nos testes de germinação, primeira contagem de germinação e índice de velocidade de germinação. Os tratamentos tiveram resultados estatisticamente similares, porém é interessante destacar que nos testes de germinação e índice de velocidade de germinação, o tratamento *Trichoderma* spp. na avaliação armazenada por 120 dias teve resultados estatisticamente inferiores quando comparado ao mesmo tratamento, porém na avaliação imediata. Isso demonstra que o armazenamento dessas sementes tratadas com produto à base de *Trichoderma* spp. pode ser prejudicial à germinação (Tabela 13).

Efeito prejudicial do armazenamento também foi observado no resultado do índice de velocidade de emergência da plântula. Por sua vez, os resultados do comprimento de raiz e da plântula do tratamento *Bacillus* spp. cepa 2 foi superior estatisticamente, independente dos momentos de avaliação (imediata ou armazenada) (Tabela 13).

Tabela 13. Sementes de cenoura, cultivar Erica – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 120 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T120 I) e avaliação após 120 dias de armazenamento das sementes tratadas (T120 A) (outubro, 2016).

Tratamentos	G			EP			PCG			IVG		
	T120 I	T120 A	$\bar{x}$	T120 I	T120 A	$\bar{x}$	T120 I	T120 A	$\bar{x}$	T120 I	T120 A	$\bar{x}$
Controle	86 ABa	87 Aa	86	88 ^{ns}	88	88 ^{ns}	42 ^{ns}	34	38 ab	5,77 ABa	5,62 Aa	5,69
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	84 ABa	82 ABa	82	81	83	82	45	40	43 a	5,69 ABa	5,47 Aa	5,58
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	82 ABa	86 Aa	84	85	80	82	28	37	32 b	5,15 Ba	5,58 Aa	5,36
<i>Trichoderma</i> spp.	89 Aa	75 Bb	82	85	82	84	41	31	36 ab	5,91 Aa	4,98 Ab	5,45
<i>T. harzianum</i>	78 Ba	81 ABa	80	83	83	83	39	41	40 ab	5,31 ABa	5,47 Aa	5,39
$\bar{x}$	84	82	-	84 ^{ns}	83	-	39 A	36 B	-	5,57	5,42	-
CV (%)	5,42			6,70			17,82			6,31		

Tratamentos	IVEP			Comprimento					
	T120 I	T120 A	$\bar{x}$	Raiz			Plântula		
	T120 I	T120 A	$\bar{x}$	T120 I	T120 A	$\bar{x}$	T120 I	T120 A	$\bar{x}$
Controle	6,38 ^{ns}	6,37	6,38 a	2,68 ^{ns}	2,61	2,65 b	5,20 ^{ns}	5,07	5,14 b
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	5,94	5,47	5,71 a	2,73	2,76	2,74 b	5,12	5,00	5,06 b
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	6,44	5,96	6,20 a	3,36	3,13	3,25 a	6,19	5,76	5,98 a
<i>Trichoderma</i> spp.	6,20	5,19	5,70 a	2,80	2,71	2,75 b	5,21	5,13	5,17 b
<i>T. harzianum</i>	5,77	5,89	5,83 a	2,52	2,89	2,71 b	5,35	5,52	5,43 ab
$\bar{x}$	6,15 A	5,78 B	-	2,82 A	2,82 A	-	5,42 A	5,30 A	-
CV (%)	8,55			10,74			9,75		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Os testes de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação e emergência da plântula, realizados nas sementes do cultivar Erica (Tabela 14) aos 180 dias, não foram significativos quanto aos tratamentos e as condições de avaliação (imediata e armazenada), demonstrando a capacidade de armazenamento de sementes tratadas do cultivar Erica, por 180 dias. Por sua vez, para o índice de velocidade de emergência da plântula o armazenamento por 180 dias das sementes tratadas com as duas cepas de *Bacillus* spp. teve resultados estatisticamente superiores quando comparados aos mesmos tratamentos avaliados imediatamente aos 180 dias.

Para o teste de comprimento da raiz e da plântula (Tabela 14) os resultados foram estatisticamente inferiores para os tratamentos *Trichoderma* spp. e *Trichoderma harzianum* independentemente da época de avaliação (imediata ou armazenada) e os tratamentos *Bacillus* spp. cepa 1 e *Bacillus* spp. cepa 2 tiveram resultados estatisticamente superiores.

Tabela 14. Sementes de cenoura, cultivar Erica – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 180 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T180 I) e avaliação após 180 dias de armazenamento das sementes tratadas (T180 A) (dezembro, 2016).

Tratamentos	G			EP			PCG			IVG		
	T180 I	T180 A	$\bar{x}$	T180 I	T180 A	$\bar{x}$	T180 I	T180 A	$\bar{x}$	T180 I	T180 A	$\bar{x}$
Controle	82 ^{ns}	85	83	86 ^{ns}	86	86 ^{ns}	69 ^{ns}	66	68 ^{ns}	6,31 ^{ns}	6,22	6,26 ^{ns}
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	84	87	85	80	87	84	64	70	67	6,05	6,57	6,31
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	83	81	82	83	91	87	66	71	68	6,08	6,09	6,08
<i>Trichoderma</i> spp.	83	79	81	88	84	86	64	55	59	5,90	5,53	5,71
<i>T. harzianum</i>	81	86	83	84	87	85	70	66	68	6,08	6,12	6,10
$\bar{x}$	82 ^{ns}	83	-	84 ^{ns}	87	-	66 ^{ns}	65	-	6,08 ^{ns}	6,10	-
CV (%)	8,71			5,88			13,83			8,68		

Tratamentos	IVEP			Comprimento					
	T180 I	T180 A	$\bar{x}$	Raiz			Plântula		
	T180 I	T180 A	$\bar{x}$	T180 I	T180 A	$\bar{x}$	T180 I	T180 A	$\bar{x}$
Controle	6,65 Aa	6,56 Aa	6,61	2,71 ^{ns}	2,95	2,83 a	4,98 ^{ns}	5,11	5,05 bc
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	5,99 Ab	6,86 Aa	6,43	2,97	2,87	2,92 a	5,50	5,18	5,34 ab
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	6,50 Ab	7,17 Aa	6,84	2,82	3,40	3,11 a	5,51	6,17	5,84 a
<i>Trichoderma</i> spp.	6,89 Aa	6,28 Aa	6,59	2,43	2,43	2,43 b	4,92	4,69	4,81 bc
<i>T. harzianum</i>	6,59 Aa	6,81 Aa	6,70	2,29	2,36	2,32 b	4,47	4,68	4,58 c
$\bar{x}$	6,53	6,74	-	2,65 A	2,80 A	-	5,08 A	5,16 A	-
CV (%)	6,66			10,09			9,98		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Os resultados da avaliação das sementes do cultivar Francine com avaliação imediata não tiveram variação estatisticamente significativa para os testes de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, emergência da plântula, índice de velocidade de emergência da plântula e comprimento da raiz e da plântula (Tabela 15).

Tabela 15. Sementes de cenoura, cultivar Francine – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos nas sementes (Inicial) (junho, 2016).

Tratamentos	G	EP	PCG	IVG	IVEP	Comprimento	
						Raiz	Plântula
Controle	79 ^{ns}	81 ^{ns}	28 ^{ns}	5,15 ^{ns}	4,28 ^{ns}	3,37 ^{ns}	6,06 ^{ns}
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	81	83	22	5,17	4,32	3,25	5,83
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	80	84	20	5,10	4,39	3,37	5,93
<i>Trichoderma</i> spp.	85	83	19	5,28	4,39	2,93	5,42
<i>T. harzianum</i>	84	83	25	5,35	4,32	3,25	5,75
CV (%)	6,31	6,05	26,01	6,70	6,01	8,11	8,27

Na coluna, médias seguidas pela mesma letra não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Quando avaliadas aos 60 dias (Tabela 16) os testes de primeira contagem de germinação e índice de velocidade de germinação apresentaram resultados similares, sendo os tratamentos *Bacillus* spp. cepa 1 e *Trichoderma harzianum* os que tiveram resultados estatisticamente inferiores ao tratamento Controle para a primeira contagem de germinação e o tratamento *Trichoderma harzianum* teve resultado estatisticamente inferior para o índice de velocidade de germinação (Tabela 16).

A germinação das sementes teve resultados sem variação estatisticamente significativa entre os tratamentos e os momentos de avaliação (imediata ou armazenada) (Tabela 16). As avaliações dos comprimentos de raiz e da plântula não tiveram variação estatisticamente significativa entre os tratamentos, porém as sementes do tratamento *Trichoderma* spp. e *Trichoderma harzianum* tiveram resultados estatisticamente similares de comprimento de raiz tanto para a avaliação imediata como para a avaliação armazenada (Tabela 16).

Tabela 16. Sementes de cenoura, cultivar Francine – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 60 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T60 I) e avaliação após 60 dias de armazenamento das sementes tratadas (T60 A) (agosto, 2016).

Tratamentos	G			EP			PCG			IVG		
	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$
Controle	83 ^{ns}	85	84 ^{ns}	78 ^{ns}	81	79 ^{ns}	43 ^{ns}	38	40 a	5,49 ^{ns}	5,43	5,46 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	81	82	81	80	83	81	26	34	30 b	5,04	5,21	5,12 ab
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	73	80	77	80	78	79	29	40	34 ab	5,24	5,28	5,26 ab
<i>Trichoderma</i> spp.	87	84	85	78	71	74	36	29	32 ab	5,47	5,22	5,35 ab
<i>T. harzianum</i>	80	76	78	78	75	76	29	30	29 b	4,93	4,74	4,84 b
$\bar{X}$	81 ^{ns}	81	-	79 ^{ns}	77	-	33 A	34 A	-	5,23 A	5,18 A	-
CV (%)	11,22			8,31			20,24			7,12		

Tratamentos	IVEP			Comprimento					
				Raiz			Plântula		
	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$
Controle	4,24 Aa	4,46 Aa	4,35	2,08 Ab	2,84 Aa	2,46	4,21 ^{ns}	5,69	4,95 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	4,34 Aa	4,90 Aa	4,62	1,93 Ab	2,83 Aa	2,38	4,69	5,53	5,11 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	4,49 Aa	4,34 ABa	4,42	1,97 Ab	2,49 Aa	2,23	4,36	4,95	4,65 a
<i>Trichoderma</i> spp.	4,28 Aa	3,45 Bb	3,86	2,29 Aa	2,67 Aa	2,48	4,92	4,89	4,91 a
<i>T. harzianum</i>	4,39 Aa	4,14 ABa	4,26	2,54 Aa	2,52 Aa	2,53	5,13	5,03	5,08 a
$\bar{X}$	4,35	4,26	-	2,16	2,67	-	4,66 B	5,22 A	-
CV (%)	10,50			12,58			11,85		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Para o comprimento da plântula, o armazenamento das sementes do cultivar Francine tratadas com produtos à base de *Bacillus* e *Trichoderma* foi significativo. Por sua vez, o teste de emergência da plântula teve resultados estatisticamente similares entre os tratamentos e os momentos de avaliação (imediata e armazenada), porém as sementes avaliadas após 60 dias de armazenamento do tratamento *Trichoderma* spp. foram as que tiveram resultados estatisticamente inferiores em relação ao índice de velocidade de emergência da plântula (Tabela 16).

Os resultados foram estatisticamente sem variação significativa quanto aos tratamentos e momentos de avaliação para os testes de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, índice de velocidade de emergência da plântula e comprimento da raiz e da plântula das sementes do cultivar Francine (Tabela 17) aos 120 dias.

Entretanto, os resultados do teste de emergência da plântula não tiveram variação estatisticamente significativa entre os tratamentos em cada momento de avaliação (imediata e armazenada), porém o armazenamento por 120 dias das sementes em que foi aplicado o *Bacillus* spp. cepa 1 teve resultado estatisticamente inferior ao mesmo tratamento quando avaliado imediatamente (Tabela 17).

Tabela 17. Sementes de cenoura, cultivar Francine – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 120 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T120 I) e avaliação após 120 dias de armazenamento das sementes tratadas (T120 A) (outubro, 2016).

Tratamentos	G			EP			PCG			IVG		
	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$
Controle	81 ^{ns}	79	80 ^{ns}	80 ABa	81 Aa	80	28 ^{ns}	33	30 ^{ns}	5,15 ^{ns}	5,14	5,14 ^{ns}
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	80	81	80	85 Aa	76 Ab	81	43	37	40	5,36	5,17	5,26
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	81	82	81	77 ABa	82 Aa	79	43	36	39	5,43	5,26	5,35
<i>Trichoderma</i> spp.	83	77	82	74 Ba	77 Aa	75	35	30	32	5,46	4,92	5,19
<i>T. harzianum</i>	85	84	84	79 ABa	72 Aa	75	41	39	40	5,61	5,57	5,59
$\bar{X}$	82 ^{ns}	80	-	79	77	-	38 ^{ns}	35	-	5,40 ^{ns}	5,21	-
CV (%)	8,20			6,76			23,34			9,02		

Tratamentos	IVEP			Comprimento					
	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	Raiz			Plântula		
	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$
Controle	4,96 ^{ns}	5,10	5,03 ^{ns}	2,51 ^{ns}	2,87	2,69 ^{ns}	5,25 ^{ns}	5,63	5,44 ^{ns}
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	5,32	4,71	5,02	2,97	2,48	2,72	5,89	5,11	5,50
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	4,90	5,09	4,99	2,84	2,60	2,72	5,82	5,82	5,82
<i>Trichoderma</i> spp.	4,53	4,83	4,68	2,86	2,44	2,65	5,77	5,26	5,51
<i>T. harzianum</i>	4,77	4,43	4,60	2,51	2,29	2,40	5,33	4,92	5,13
$\bar{X}$	4,90 ^{ns}	4,83	-	2,74 ^{ns}	2,54	-	5,61 ^{ns}	5,35	-
CV (%)	7,33			12,10			9,81		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Para as sementes do cultivar Francine, os testes de germinação, índice de velocidade de germinação, emergência da plântula, índice de velocidade de germinação, índice de velocidade de emergência da plântula e comprimento da raiz e da plântula tiveram resultados sem variação estatística significativa em relação aos tratamentos e aos momentos de avaliação (imediata e armazenada) aos 180 dias (Tabela 18). Os tratamentos tiveram resultados estatisticamente significativos no teste de primeira contagem de germinação, sendo que os tratamentos *Trichoderma* spp. e *Trichoderma harzianum* foram estatisticamente inferiores aos demais tratamentos, e que o armazenamento das sementes por 180 dia teve resultados inferiores estatisticamente significativos quando comparados aos resultados das avaliações imediatas.

Tabela 18. Sementes de cenoura, cultivar Francine – Resultados dos testes de germinação (G,%), da emergência da plântula (EP, %), da primeira contagem de germinação (PCG, %), do índice de velocidade de germinação (IVG), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e dos comprimentos da raiz e plântula (cm) de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 180 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T180 I) e avaliação após 180 dias de armazenamento das sementes tratadas (T180 A) (dezembro, 2016).

Tratamentos	G			EP			PCG			IVG		
	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$
Controle	81 ^{ns}	76	78 ^{ns}	80 ^{ns}	83	81 ^{ns}	67 ^{ns}	56	62 a	5,86 ^{ns}	5,99	5,93 ^{ns}
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	83	85	84	76	83	79	61	62	62 a	5,93	6,01	5,97
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	79	81	80	81	83	82	64	60	62 a	5,75	5,79	5,77
<i>Trichoderma</i> spp.	77	83	80	80	77	78	49	41	45 b	5,28	5,41	5,34
<i>T. harzianum</i>	77	75	76	88	79	83	52	51	51 b	5,30	5,59	5,45
$\bar{X}$	79 ^{ns}	80	-	81 ^{ns}	81	-	59 A	54 B	-	5,62 ^{ns}	5,76	-
CV (%)	9,69			7,76			12,01			9,10		

Tratamentos	IVEP			Comprimento					
	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	Raiz			Plântula		
	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$
Controle	6,07 ^{ns}	6,30	6,19 ^{ns}	2,14 ^{ns}	2,37	2,25 ^{ns}	4,82 ^{ns}	5,03	4,92 ^{ns}
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	5,74	6,13	5,94	2,48	2,53	2,51	5,07	5,12	5,09
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	6,10	6,49	6,29	2,48	2,61	2,55	5,14	5,26	5,20
<i>Trichoderma</i> spp.	5,94	5,81	5,89	2,30	2,23	2,27	4,46	4,51	4,48
<i>T. harzianum</i>	6,59	6,04	6,32	2,59	2,67	2,63	5,05	5,47	5,26
$\bar{X}$	6,09 ^{ns}	6,16	-	2,40 ^{ns}	2,48	-	4,91 ^{ns}	5,08	-
CV (%)	8,26			12,31			11,87		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Em geral, em termos fisiológicos, a qualidade das sementes de cenoura, dos cultivares Brasília, Bruna e Erica (Tabelas 3 a 14), não foi afetada quando tratadas previamente ao armazenamento. O *Trichoderma harzianum* causa fitotoxidez nas plântulas de cenoura dos cultivares Brasília, Bruna e Erica, quando avaliadas, no teste de germinação e quanto ao comprimento, imediatamente após a aplicação dos produtos nas sementes. Para as sementes do cultivar Francine (Tabelas 15 a 18), a aplicação dos produtos biológicos, bem como o armazenamento por até 180 dias, não interferiu na qualidade destas sementes.

No entanto, o tratamento das sementes com *Bacillus* e *Trichoderma* não interferiu, positiva ou negativamente, na germinação destas sementes durante o armazenamento.

Estes resultados não foram semelhantes aos obtidos por Kleifeld & Chet (1992), que observaram benefícios para a germinação das sementes de feijão, tomate, rabanete e pepino, quando foram tratadas com isolados de *T. harzianum*. Müller (2013), para as sementes de melão, a aplicação do produto comercial Biotrich[®], à base de *Trichoderma* sp., verificou que a aplicação do produto isolado ou a adição do polímero favoreceu o número das plântulas normais obtidas no teste de germinação.

Porém, também existem pesquisas mostrando resultados negativos em relação ao uso de *Trichoderma*, como o estudo realizado por Ethur *et al.* (2008) que analisaram sementes de tomate tratadas com isolados de *Trichoderma harzianum* e não tiveram resultados favoráveis em relação à germinação da semente e à emergência da plântula.

Para as sementes de cenoura dos cultivares Brasília, Bruna e Erica (Tabelas 3 a 14) houve redução dos resultados da primeira contagem de germinação e do índice de velocidade de germinação quando as sementes foram tratadas com *Trichoderma harzianum* e imediatamente avaliadas.

Analisando os resultados das análises das sementes de cenoura por até 180 dias de armazenamento, dos cultivares Brasília, Bruna e Erica (Tabelas 3 a 14), houve aumento da velocidade de germinação decorrente da aplicação de *Bacillus* spp. cepas 1 e 2. Esses resultados indicam que a aplicação do *Bacillus* spp., cepa 1 e cepa 2, nas sementes de cenoura dos cultivares Brasília, Bruna e Erica não causa redução da qualidade destas sementes durante o armazenamento. Todavia, como mencionado, para as sementes do cultivar Francine (Tabelas 15 a 18), este tipo de resultado não foi observado.

Para as sementes do cultivar Brasília (Tabela 3 a 6), em relação à emergência da plântula e ao índice de velocidade de emergência da plântula, os produtos aplicados e o armazenamento por até 180 dias não interferiram nestes resultados. Resultados divergentes foram obtidos para a planta do milho quando as sementes foram tratadas com *Trichoderma harzianum* isolado T-22, em experimentos de campo realizados por Luz (2001), que relatou aumento significativo da emergência das plantas de milho.

Para as sementes dos cultivares Bruna e Erica (Tabelas 7 a 14), a aplicação dos produtos previamente ao armazenamento das sementes favoreceu a emergência da plântula e o índice de velocidade de emergência da plântula quando comparada às avaliações realizadas imediatamente após a aplicação dos produtos. Somente após 180 dias de armazenamento das sementes do cultivar Erica (Tabelas 11 a 14) tratadas com *Trichoderma harzianum* houve redução do índice de velocidade de emergência da plântula em comparação ao mesmo tratamento avaliado imediatamente após a aplicação deste produto nas sementes.

Estudos realizados com sementes de olerícolas tratadas com *Trichoderma viride* e reguladores de crescimento indicaram que esse fungo antagonista auxilia no

desenvolvimento das plântulas, promovendo o aumento da emergência das plântulas e do índice de velocidade de emergência das plântulas (Diniz *et al.*, 2006).

Entretanto, os resultados da maioria das avaliações da qualidade das sementes de cenoura, dos cultivares Brasília, Bruna, Erica e Francine (Tabelas 3 a 18) variou em função dos tratamentos e do período de armazenamento das sementes, não possibilitou a indicação de qualquer destes produtos para as sementes de cenoura em geral, em função da variação de resultados obtidos entre os cultivares. Entretanto, esses resultados podem estar relacionados à ação saprofítica do *Trichoderma* (Polleto, 2010), causando o aumento ou a redução da capacidade antagonista (Gricoletti-Junior *et al.*, 2000).

Além disso, resultados negativos em função da aplicação de *Trichoderma* nas sementes podem ser encontrados na literatura. Estudo realizado com sementes de tomate tratadas com isolados *Trichoderma harzianum*, a fim de favorecer o desenvolvimento de plantas, concluíram que os isolados analisados não promovem a emergência do tomateiro (Ethur *et al.*, 2008).

Os resultados dos comprimentos da raiz e da plântula não foram eficientes para determinar os efeitos das aplicações dos produtos nas sementes de cenoura, dos cultivares Brasília, Erica e Francine (Tabelas 3 a 6 e 11 a 18). Estes resultados são divergentes aos usualmente descritos na literatura, que a aplicação de *Trichoderma* nas sementes favorece o crescimento da planta como, por exemplo, para as sementes de nabo forrageiro tratadas com o produto Agrotrich[®], que produziram plântulas maiores (Ethur *et al.*, 2006) e para as sementes de milho, a aplicação de *Trichoderma harzianum* aumentou a massa seca das raízes (Resende *et al.*, 2004).

Porém, para as sementes do cultivar Bruna (Tabelas 7 a 10), a aplicação do *Bacillus* spp. cepa 1 favoreceu o aumento dos comprimentos da raiz e da plântula. Aliás, Cezón *et al.* (2003) e Dey *et al.* (2004) afirmaram que as bactérias do gênero *Bacillus* causam o aumento da produção de fitohormônios, como AIA, etileno, auxinas e citocininas, promovendo o desenvolvimento das raízes e da parte aérea. Neste sentido, o tratamento das sementes de feijão guandu com *Bacillus subtilis* aumentou a velocidade de germinação, o percentual de emergência das plântulas e o peso seco das plântulas (Manjula & Podile, 2005). Cunha *et al.* (2013) relataram o aumento da massa seca de raiz e de parte aérea de mudas de *Caesalpinia apeltophoroides* oriundas de sementes tratadas com diferentes rizobactérias.

2.4. Conclusão

Há variação da interferência da aplicação dos produtos biológicos, à base de *Bacillus* e *Trichoderma*, no parâmetro fisiológico das sementes de cenoura, em função do cultivar.

O *Trichoderma harzianum* causa fitotoxidez nas plântulas de cenoura dos cultivares Brasília, Bruna e Erica, quando avaliadas, no teste de germinação e quanto ao comprimento, imediatamente após a aplicação dos produtos nas sementes.

Em termos fisiológicos, a qualidade das sementes dos cultivares Brasília, Bruna e Erica, não foi afetada quando tratadas previamente ao armazenamento.

Referências

- ABCSEM – Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas. 2010. Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças 2009. Disponível em <http://www.abcsem.com.br/dados-do-setor>
- ABRASEM – Associação Brasileira de Sementes e Mudas. UDSEN, S. Olerícolas: visão do mercado global. In: Anuário 2014. Brasília, DF. 2014.
- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 08 abr. 2017.
- ARAUJO, FF. 2008. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. Ciência e Agrotecnologia, 32: 456-462.

- BARBEDO ASC; CÂMARA FLA; NAKAGAWA J; BARBEDO CJ. 2000. *População de plantas, método de colheita e qualidade de sementes de cenoura, cultivar Brasília*. Pesquisa Agropecuária Brasileira 35: 1645 – 1652.
- BOER, AS; DIDERICHSEN, B. 1991. On the safety of *Bacillus subtilis* and *B. amyloliquefaciens*: a review. *Applied Microbiology and Biotechnology*, Berlin 36: 1- 4.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2004. *Disposições preliminares*. Capítulo I (Decreto, Nº 5.153, de 23 de julho de 2004).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2009a. *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 395p.
- BRASIL – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2011, 06 de outubro. Instrução Normativa Nº 46. Disponível em <http://aao.org.br/aao/pdfs/legislacao-dos-organicos/instrucao-normativa-n46.pdf>
- CARVALHO, C. 2016. Anuário brasileiro das hortaliças 2016. – Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 64 p.
- CASAROLI, D. 2005. *Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de abóbora variedade Menina Brasileira*. (Dissertação de Mestrado) – Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. 87p.
- CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – ESALQ/USP. Hortifuti Brasil Anuário 2014 - 2015. Ano 13 – Nº 141 – Dez/2014 – Jan/2015 – ISSN 1981 – 1837.
- CEZÓN, R; MAÑERO, FJG; PROBANZA, A; RAMOS, B; GARCIA, JAL. 2003. Effects of two plant growth-promoting Rhizobacteria on the germination and growth o pepper seedlings (*Capsicum annum*) cv. Roxy. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 49: 593-603.

- COPELAND, LO; MCDONALD, MB. 1995. *Principle of seed science and technology*. 3rd. ed. New York: Chapman & Hall, 409p.
- CUNHA, JF, ALFENAS, AC; SILVA, AG; BRANDÃO, IJ. 2013. Potencial de rizobactérias no crescimento de mudas de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* BENTH). *Revista Árvore* 37: 211-218.
- DEY, R; PAL, KK; BHATT, DM; CHAUHAN, SM. 2004. Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) by application of plant growth promoting rhizobacteria. *Microbiological Research*, 159: 371-394.
- DINIZ, KA; OLIVEIRA, JÁ; GUIMARÃES, RM; CARVALHO, MLMde; MACHADO, JC. 2006. Incorporação de microrganismos antagônicos, aminoácidos, micronutrientes e reguladores de crescimento em sementes de alface pela técnica da peliculização. *Revista Brasileira de Sementes*, 28: 37-43.
- DUBEY, SC; BHAVANI, R; SINGH, B. 2009. Development of Pusa 5SD for seed dressing and Pusa Biopellet 10G for soil application formulations of *Trichoderma harzianum* and their evaluation for integrated management of dry root rot of mungbean (*Vigna radiata*). *Biological Control*, 50: 231-242.
- ETHUR, LZ; MARLOVE, M; SILVA, ACF. 2006. Sanidade de sementes e emergência de plântulas de nabo forrageiro, aveia preta e centeio submetidas a tratamentos com bioprotetor e fungicida. *Revista Ciência e Natura* 28: 17-27.
- ETHUR, LZ; BLUME, E; MUNIZ, MFB; CAMARGO, RF; FLORES, MGv; CRUZ, JLG; MENEZES, JP. 2008. *Trichoderma harzianum* no desenvolvimento e na proteção de mudas contra a fusariose do tomateiro. *Ciência e Natura*, 30: 57-69.
- FREITAS, RA. 2009. Deterioração e armazenamento de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, WN. *Tecnologia de sementes de hortaliças*. Brasília, EMBRAPA, p. 185-246.

- GASONI, L; COZZI, J; KOBAYASHI, K; YOSSEN, V; ZUMELZU, G; BABBITT, SI. 2001. Yield response of lettuce and potato to bacterial fungal inoculants under field conditions in Cordoba (Argentina). *Journal of Plant Diseases and Protection, Germany*, v. 108, p. 530-535.
- GRANGEIRO LC; AZEVÊDO PE; NUNES GHS; DANTAS MSM; CRUZ CA. 2012. Desempenho e divergência genética de cenoura 'Brasília' em função da procedência das sementes. *Horticultura Brasileira* 30: 137-142.
- GRIGOLETTI-JÚNIOR, A; SANTOS, AF; AUER, CG. 2000. Perspectivas do uso do controle biológico contra doenças florestais. *Revista Floresta*, 30: 155-165.
- HARRINGTON, JF. Seed storage and lencevity. 1972. In: KOZLOWSKI, T. T. (Ed.) *Seed biology*. New York: Academic Press 3: 145-245.
- HARTHMANN, OEL; MÓGOR, AF; FILHO, JAW; LUZ, WC; BIAS, LA. 2009. Tratamento de sementes com rizobactérias na produção de cebola. *Ciência Rural*, Santa Maria 39: 2533-2538.
- HOFFMANN-HERGARTEN, S; GULATI, MK; SIKORA, RA. 1998. Yield response and biological control of *Meloidogyne incognita* on lettuce and tomato with rhizobacteria. *Journal of Plant Diseases and Protection, Germany* 105: 349-358.
- KLEIFELD, O; CHET, I. 1992. *Trichoderma harzianum* – interaction with plants and effect on growth response. *Plant and Soil* 144: 267-272.
- LUZ, WC. 2001. Efeito de bioprotetores em patógenos de sementes e na emergência e rendimento de grãos de milho. *Fitopatologia Brasileira* 26: 16-20.
- MACHADO, JC. *Tratamento de sementes no controle de doenças*. 2000. Lavras: UFLA/FAEPE, 138 p.

- MACHADO, DFM; PARZIANELLO, FR.; SILVA, ACF; ANTONIOLLI, ZI. 2012. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. *Revista de Ciências Agrárias* 26: 274-288.
- MAGUIRE, JD. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison 2: 176-177.
- MANJULA, K; PODILE, AR. 2005. Increase in seedling emergence and dry weight of pigeonpea in the field with chitin-supplemented formulations of *Bacillus subtilis* AF 1. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 21: 1057–1062.
- MARCOS FILHO, J; NOVENBRE, ADLC. 2009. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, WN. *Tecnologia de sementes de hortaliças*. Brasília, EMBRAPA, p. 185-246.
- MELO, IS. 1996. *Trichoderma* e *Gliocladium* como bioprotetores de plantas. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, p.261-295.
- MELO, IS. 1998. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: Melo, IS; Azevedo, JL. *Controle Biológico*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1:17-67.
- MENTEN, JOM. 1995. Importância do tratamento de sementes. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PATOLOGIA DE SEMENTES, 2. São Paulo, 1995. *Anais...* São Paulo, CIBAAGRO, p.203-224.
- MENTEN, JOM. 2017. *As tecnologias do controle biológico de pragas e doenças evoluiu, e seu uso vai crescer muito na agricultura de grãos*. Disponível em <http://www.abcbio.org.br/conteudo/noticias/fitossanitarios-biologicos/>
- MERRIMAN, PR. et al. 1974. Effect of seed inoculation with *Bacillus subtilis* and *Streptomyces griseus* on the growth of cereals and carrots. *Australian Journal of Agricultural Research*, Victoria 25: 219-226.

- MIRANDA, RM. 2015. Qualidade fisiológica, anatomia e histoquímica durante o desenvolvimento de sementes de cenoura (*Daucus carota* L). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa (Dissertação de Mestrado) 27p.
- MÜLLER, J. 2013. Tratamentos de sementes de melão e os efeitos sobre a qualidade sanitária e fisiológica. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria (Dissertação de Mestrado). 102 p.
- NAKAGAWA, J. 1994. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, RD, CARVALHO, NM. (Ed.) *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, p.49-85.
- NAKAGAWA, J. 1999. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, FC.; VIEIRA, RD.; FRANÇA NETO, JB. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina:ABRATES, p.2.1-2.24.
- NASCIMENTO, WM; VIEIRA, JV; MAROUELLI, WA. 2012. *Produção de sementes de cenoura*. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF
- POLLETO, I. 2010. Caracterização e manejo do patossistema erva-mate / podridão-de-raízes. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria (Tese de Doutorado). 97f.
- RESENDE, ML; OLIVEIRA, JAde; GUIMARÃES, RM; PINHO, RGV; VIEIRA, AR. 2004. Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento. *Ciência e Agrotecnologia*, 28: 793-799.
- SILVA, FAS; AZEVEDO, CAV. 2002. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais* 4: 71-78.
- SILVA, GO; VIEIRA, JV; NASCIMENTO, WM. 2014. Produção de sementes de cenoura. In: NASCIMENTO, W. M. *Produção de sementes de hortaliças*. Brasília – DF: Embrapa, v.1, 316 p.

THRANE, C; NIELSEN, MN; NIELSEN, TH; OLSSON, S; SORENSEN, J. 2000. Viscosinamide-producing *Pseudomonas fluorescens* DR54 exerts a biocontrol effect on *Pythium ultimum* in sugar beet rhizosphere. *FEMS Microbiol Ecol* 33: 139-146.

TÖFOLI JG; DOMINGUES, RJ. 2010. Sintoma, etiologia e manejo da queima das folhas (*Alternaria dauci*; *Cercospora carotae*) na cultura da cenoura. *Biológico* 72: 47-50.

USP/ESALQ – Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2016. Série de dados climatológicos do campus Luiz de Queiroz de Piracicaba, SP. Disponível em:
<<http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/postoaut.html>>.

3. INTERFERÊNCIA DA APLICAÇÃO DE *Trichoderma* spp. E *Bacillus* spp. NO PARÂMETRO SANITÁRIO DAS SEMENTES DE CENOURA

RESUMO

O tratamento de sementes com produtos biológicos em cultivos orgânicos é uma exigência dos órgãos legislativos do Brasil. Com a crescente demanda por produtos orgânicos, o desenvolvimento de trabalhos de pesquisa visando avaliar a eficiência do tratamento de sementes com agentes biológicos como, por exemplo, o *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp. são fundamentais para a viabilização dos sistemas orgânicos de cultivo. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar sementes de cenoura quanto ao parâmetro sanitário, após aplicação de produtos biológicos com o fungo antagonista *Trichoderma* spp. e a bactéria *Bacillus* spp., com avaliações imediata e aos 60, 120 e 180 dias de armazenamento. Para isto foram utilizadas sementes de quatro cultivares de verão, 'Brasília', 'Bruna', 'Erica' e 'Francine', submetidas a cinco tratamentos: Controle, *Bacillus* spp. cepa 1, *Bacillus* spp. cepa 2, *Trichoderma* spp. e *Trichoderma harzianum*, avaliadas quanto ao teste de sanidade, ao longo do armazenamento. A eficácia do controle dos principais patógenos das sementes de cenoura variou em função do armazenamento das sementes tratadas, bem como do cultivar. Os produtos biológicos reduziram a incidência dos principais patógenos das sementes de cenoura.

Palavras-chave: *Daucus carota* L.; Controle biológico; Tratamento de sementes; Armazenamento das sementes

ABSTRACT

The treatment of seeds with biological products in organic crops is a requirement of the Brazilian legislative bodies. Due to the increasing demand for organic products, the development of research projects in order to evaluate the efficiency of seed treatment with biological agents such as *Trichoderma* spp. and *Bacillus* spp. are fundamental to viability the systems of organic farmers. Then, the objective of this research was to evaluate the carrot seeds on the sanitary parameter, after application of the biological products with the antagonistic fungus *Trichoderma* spp. and *Bacillus* spp. This parameter was evaluated immediately after the treatment and after 60, 120 and 180 days of storage. Seeds of four summer cultivars, 'Brasília', 'Bruna', 'Erica' and 'Francine', were submitted to five treatments: Control, *Bacillus* spp. Strain 1, *Bacillus* spp. Strain 2, *Trichoderma* spp. and *Trichoderma harzianum*. The treatments were evaluated for sanity test, along the storage period. The effectiveness control to the main pathogens of the carrot seeds varied as a function of the treated seeds storage, as well as the cultivar. Biological products were able to reduce the incidence of the major pathogens of carrot seeds.

Keywords: *Daucus carota* L.; Biological control; Seed treatment; Seed storage

3.1. Introdução

3.1.1. As sementes de cenoura

A cenoura é a quinta hortaliça mais consumida no Brasil (CEPEA, 2014) e a produção de raízes no ano de 2014 foi 780 mil toneladas (Carvalho *et al.*, 2016), produção considerável para a comercialização de hortaliças e de sementes. A produção nacional de sementes de cenoura se concentra na região Sul, sendo o município de Bagé/RS o principal produtor (Nascimento *et al.*, 2012). Em 2009, cerca de 30 mil hectares foram cultivados para a produção de sementes de cenoura entre híbridos e variedades, de inverno e de verão (ABCSEM, 2010).

Segundo ABRASEM (2014), o mercado de sementes de cenoura corresponde a 4% dentre os segmentos de hortaliças. No mercado nacional de produtos orgânicos, as hortaliças representam apenas 1,8% da área total cultivada (Nascimento, 2011). Entretanto a demanda desse nicho de mercado é crescente, devido aos fatores como mudanças climáticas, alimentação saudável e preservação do ambiente.

A alteração da legislação brasileira em relação ao cultivo de produtos orgânicos tem causado mudanças nas produções orgânicas. Conforme a Instrução Normativa Nº 46, Art. 100, que vigora no Brasil desde 2011, a produção de espécies vegetais orgânicas deve ser realizada utilizando sementes e mudas provenientes de sistemas orgânicos (BRASIL, 2011).

Desse modo, o uso de produtos biológicos para controle da sanidade das sementes é fundamental para a produção efetiva de sementes orgânicas sadias, e consequentemente, suprimento da demanda de produtos orgânicos.

A associação dos patógenos com as sementes é um entrave na manutenção da qualidade das sementes, em função da deterioração das sementes. Os patógenos podem estar associados às sementes em mistura ao lote, aderidos à superfície e, ou, presentes no interior das sementes, sendo esta última associação caracterizada como infecção das sementes (Machado & Souza, 2009).

É essencial conhecer a forma de associação dos patógenos com as sementes para que o controle seja eficiente. Os patógenos podem se associar a uma semente ou ao lote de sementes como um todo, podendo se associar de uma ou mais de uma forma conjunta. Exemplos dessas associações são relacionados

aos fungos das espécies de *Alternaria* que associam-se tanto à parte externa das sementes (contato) como à parte interna (infecção) (Machado & Souza, 2009).

Os patógenos são considerados deterioradores da qualidade das sementes por causarem danos diretos e indiretos tanto em campo como após a colheita. São responsáveis pela redução da produtividade, pela introdução de inóculos em áreas isoladas ou pelo aumento da pressão do inóculo em campos infectados. Também aumentam a taxa de má formação de sementes, encarecem o custo de produção devido ao aumento de insumos para o controle das doenças, disseminam doenças a longas distâncias e ao longo do tempo (Machado, 2000).

Os principais patógenos associados às sementes de cenoura e para os quais o tratamento de sementes é recomendado são *Alternaria dauci*, *Alternaria radicina*, *Cercospora carotae*, *Colletotrichum gloesporioides*, *Fusarium* spp., *Phoma exigua* var. *exigua*, *Pythium* spp., *Sclerotinia sclerotiorum*, *Septoria daucina* e *Xanthomonas hortorum* pv. *Carotae* (Machado & Souza, 2009).

A queima das folhas por *Alternaria dauci*, o crestamento bacteriano (*Xanthomonas campestris* pv. *carotae*) e a queima das folhas por cercospora (*Cercospora carotae*) são consideradas as principais doenças da cultura da cenoura. De modo geral, os sintomas dessas doenças estão nas folhas das plantas, causando redução da produção (Massola-Junior *et al.*, 2005).

Além dessas, doenças como “damping-off”, causadas por *Alternaria radicina* e *Pythium* spp., causam o tombamento e a morte das plântulas, e amarelecimento por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum*) e podridão das raízes (*Sclerotinia sclerotiorum*) causam danos irreversíveis às raízes das cenouras (Massola-Junior *et al.*, 2005).

3.1.2. Tratamento de sementes e controle de patógenos

Os patógenos associados às sementes podem ser controlados através de diferentes métodos, incluindo os físico, químico e biológico, sendo este último baseado na incorporação de agentes antagonistas às sementes (Mathur & Manandhar, 2004). Dessa forma, qualquer ação com as sementes, relacionada à utilização de determinado produto (de natureza química ou biológica) ou a algum processo físico, que favoreça a manutenção da qualidade e o desempenho fisiológico em campo, é denominada tratamento de sementes (Machado & Souza, 2009).

Os métodos utilizados para o controle de patógenos associados às sementes dependem da natureza e tipo específico de cada patógeno. Normalmente, os que são exclusivamente transmitidos pelas sementes são de controle mais fácil, ou seja, independentemente do método escolhido, o tratamento de sementes é eficaz na erradicação do patógeno. Por sua vez, aqueles transmitidos pelas sementes e também pelo solo, permanecendo neste por longos períodos, são mais difíceis de serem erradicados por meio do tratamento de sementes (Mathur & Manandhar, 2004).

O tratamento de sementes também é recomendado para controlar determinados patógenos que possam influenciar negativamente a germinação da semente e o desenvolvimento inicial das plântulas em campo (Machado, 2000).

Atualmente não há produtos químicos ou biológicos registrados para o controle dos patógenos associados às sementes de hortaliças. No entanto, Nascimento & Melo (2015) afirmaram que é comum a aplicação dos produtos químicos, como Captan e Thiram, nas sementes comerciais. Para as sementes de cenoura, Massola Junior *et al.* (2005) recomendaram a utilização do tratamento térmico das sementes, imersão em água a 50 °C por 25 minutos, e a aplicação dos fungicidas Tiram e Iprodiona para o controle das principais doenças.

3.1.3. Tratamento de sementes à base de produtos biológicos

Muitas vezes, os controles químico e físico das sementes são eficientes para eliminar os microrganismos patogênicos, porém eliminam também microrganismos que podem ser benéficos para a germinação da semente e o estabelecimento da plântula em campo, como é o caso dos agentes antagonistas (Machado & Souza, 2009).

O tratamento biológico de sementes é baseado na eliminação, paralização ou diminuição do desenvolvimento de patógenos associados às sementes ou presentes no solo de cultivo, por meio de ações dos agentes antagonista (Menten, 1995). Essas ações são descritas como antibiose, predação, parasitismo ou competição por espaço e, ou, nutrientes, sendo antibiose o mecanismo mais estudado pelos pesquisadores (Jacobsen & Backman, 1993).

A incorporação de agentes antagonistas à superfície das sementes promove a introdução destes em solos, que podem conter microrganismos patogênicos.

Desse modo, este método de tratamento de sementes pode ser tão eficiente quanto os tratamentos químico e físico (Machado & Souza, 2009). Caso os resultados não sejam satisfatórios, o incentivo ao uso de produtos biológicos para o tratamento de sementes é favorável, a fim de promover a preservação do ambiente (Cook, 1993).

Fungos, dos gêneros *Penicillium*, *Gliocladium*, *Trichoderma*, entre outros, e bactérias, dos gêneros *Bacillus* e *Pseudomonas*, são antagonistas eficientes para o controle de importantes patógenos que associam-se às sementes de diferentes espécies vegetais (Machado & Souza, 2009).

O uso desses microrganismos, para o controle de doenças de plantas, aumentou nos últimos anos com o avanço das pesquisas e o desenvolvimento de produtos formulados. A maioria dos produtos biológicos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento é inseticida, mas também, existem fungicidas e nematicidas (Menten, 2017). A forma de uso desses produtos varia entre aplicações terrestres e aéreas, e em sementes. Atualmente, apenas um produto formulado à base de *Trichoderma harzianum* está registrado para todas as culturas como promotor do controle de *Rhizoctonia solani* e *Sclerotinia sclerotiorum* por meio da aplicação do produto nas sementes, podendo ser utilizado para as sementes de cenoura (AGROFIT, 2017).

3.1.4. *Trichoderma* spp.

Os fungos do gênero *Trichoderma* controlam os patógenos em função da antibiose, do parasitismo e da competição. Devido a isso, o *Trichoderma* é o agente de biocontrole mais estudado no Brasil, em condições de laboratório e em casa de vegetação (Machado *et al.*, 2012)

As espécies de *Trichoderma* estudadas e comercializadas no país são *T. asperellum*, *T. harzianum*, *T. stromaticum* e *T. viride*, sendo que alguns produtos são formulados à base de misturas de *Trichoderma* nas quais nem sempre são descritas as espécies (Morandi & Bettiol, 2009). Estes autores afirmaram que os fungos desse gênero controlam fungos patogênicos como *Fusarium*, *Pythium*, *Macrophomina*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Botrytis*, *Crinipellis* e *Sclerotiorum* em diferentes culturas.

Os fungos do gênero *Trichoderma* agem de diferentes maneiras para o controle dos patógenos, podendo ser utilizados junto com fungicidas no tratamento

de sementes, utilizados em produtos para a aplicação foliar ou no solo, assim como podem ser reguladores de crescimento (Pedroso, 2012).

Em relação ao tempo de armazenamento, Bettiol & Morandi (2009) afirmaram que os produtos à base de *Trichoderma* podem ser utilizados por períodos de 30 a 180 dias ou de 180 a 360 dias, quando os produtos são armazenados à temperatura ambiente (25 °C) ou em geladeira (4 a 6 °C), respectivamente.

Várias espécies de *Trichoderma* foram estudadas quanto à ação de controle de diferentes patógenos (Mello *et al.*, 2007), indicando que os fungos desse gênero tem potencial superior de antagonismo em relação a diversos patógenos. Por sua vez, diferentes espécies de *Trichoderma* podem apresentar determinada seletividade a diferentes gêneros de fungos (Wells *et al.*, 1972).

Levantamento sobre produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas relata a existência de apenas um produto formulado recomendado para o tratamento de sementes de hortaliças em geral, a fim de controlar patógenos, comercializado no Brasil, porém sem registro no MAPA (Bettiol *et al.*, 2012). Todavia, segundo o Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT, 2017) existe outro produto à base de *Trichoderma harzianum*, recomendando para o controle de alguns fungos por meio do tratamento de sementes. Isolados de *T. harzianum* demonstraram ação positiva no tratamento de semente e de solo na germinação das sementes de culturas como feijão, rabanete, tomate e pepino (Kleifeld & Chet, 1992).

3.1.5. *Bacillus* spp.

Vários gêneros bacterianos são conhecidos pela capacidade de promover o crescimento vegetal, dentre eles, *Bacillus* e *Pseudomonas* são de importância reconhecida e comercialmente utilizados como inoculantes e biofertilizantes em muitos países (Kloepper *et al.*, 2004; Bashan & Bashan, 2005).

A maioria das espécies de bactérias do gênero *Bacillus* é caracterizada como saprófita e não têm ação patogênica para as plantas e nem para os seres humanos (Boer & Diderichsen, 1991). É classificada como rizobactéria promotora do crescimento de plantas, atuando de diversos modos como competição, parasitismo,

antibiose ou indução de resistência (Kloepper, 1999; Ramamoorthy *et al.*, 2001; Tarnawski *et al.*, 2006).

A ação benéfica entre as bactérias e as plantas está relacionada ao mecanismo de produção de antibióticos capazes de promover a diminuição da população dos patógenos no solo (Araújo *et al.*, 2005).

Desde 1983, produtos formulados à base de *Bacillus subtilis* são utilizados para o tratamento de sementes nos Estados Unidos da América (Weller, 1988). No Brasil há registro de 32 produtos formulados à base de *Bacillus* spp., porém nenhum é recomendado para o controle de fungos das sementes de cenoura (AGROFIT, 2017).

A formulação das bactérias para o uso comercial é um dos principais entraves para a utilização destas em larga escala, sendo que a formulação correta dos produtos é significativa para garantir sua eficácia (Araújo, 2008).

Assim, devido a limitação de informações relacionadas ao controle de fungos associados às sementes de cenoura por meio da utilização de produtos à base de *Bacillus* e *Trichoderma*, bem como a manutenção da eficácia destes produtos ao longo do armazenamento destas sementes, essa pesquisa avaliou as sementes de cenoura quanto ao parâmetro sanitário, após aplicação de produtos biológicos com o fungo antagonista *Trichoderma* spp. e a bactéria *Bacillus* spp., com avaliações imediata e aos 60, 120 e 180 dias de armazenamento.

3.2. Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida nos Laboratórios de Análise de Sementes, Departamento de Produção Vegetal, de Patologia de Sementes, Departamento de Nematologia e Fitopatologia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (USP, ESALQ), Piracicaba, SP e de Microbiologia, Centro de Pesquisa Mokiti Okada, Ipeúna, SP.

As médias das condições de ambiente, para o ano de 2016, em Piracicaba, SP, Latitude 22° 42' 30" SUL, Longitude 47° 38' 00" OESTE, Altitude 546 metros, foram de 22°C de temperatura e 76,9% de umidade relativa (USP/ESALQ, 2016).

As sementes avaliadas foram as de cenoura (*Daucus carota* L.), quatro cultivares de verão, ‘Brasília’, ‘Bruna’, ‘Erica’ e ‘Francine’, representados por um lote cada, cedidos pela empresa Agristar do Brasil.

Inicialmente, foram realizadas as aplicações dos produtos biológicos nas sementes, com exceção das sementes do tratamento Controle e então as sementes foram caracterizadas quanto ao teor de água e à sanidade, com duas repetições e oito repetições para cada teste, respectivamente, como descritos a seguir:

3.2.1. Teor de água (TA)

Determinado pelo método de estufa $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas, utilizando duas repetições de 2g de peso úmido de sementes, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009a). Após esse período as amostras secas foram pesadas e o resultado final foi expresso pela média aritmética em porcentagem.

3.2.2. Aplicação dos produtos biológicos nas sementes de cenoura

Para avaliar a interferência da aplicação dos produtos biológicos nas sementes de cenoura foram estabelecidos cinco tratamentos estatísticos, sendo eles tratamento Controle, tratamento *Bacillus* spp. cepa 1, tratamento *Bacillus* spp. cepa 2, tratamento *Trichoderma* spp. e tratamento *Trichoderma harzianum*, conforme descritos na Tabela 19.

Para verificar a interferência dos tratamentos (Tabela 19), as sementes dos quatro cultivares foram avaliadas em quatro momentos: momento inicial (T_{inicial}), 60 dias (T₆₀), 120 dias (T₁₂₀) e 180 dias (T₁₈₀), sendo que aos 60, 120 e 180 dias houve duas condições de avaliação: imediata (I) e armazenada (A) (Tabela 20).

Tabela 19. Relação de tratamentos considerados para sementes de cenoura, cultivares de verão, 'Brasília', 'Bruna', 'Erica' e 'Francine'.

Tratamentos	Descrição dos tratamentos	Doses
Controle	Sementes sem tratamento.	-
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	Sementes tratadas com solução de <i>Bacillus</i> spp. cepa CPMO 3.	10 ml solução/kg de semente de cenoura
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	Sementes tratadas com solução de <i>Bacillus</i> spp. cepa CPMO 4.	10 ml solução/kg de semente de cenoura
<i>Trichoderma</i> spp.	Sementes tratadas com fungicida biológico à base de mix de isolados de <i>Trichoderma</i> spp.	100 ml p.c./kg de semente de cenoura
<i>Trichoderma harzianum</i>	Sementes tratadas com fungicida biológico composto de linhagem selecionada do fungo <i>Trichoderma harzianum</i> , denominada ESALQ 1306.	10 ml solução/kg de semente de cenoura

Tabela 20. Relação das condições de avaliação.

Cultivares	Avaliação	Descrição da condição
Brasília e Bruna	Tinicial	Sementes tratadas e avaliadas em maio/2016
	T60 I	Sementes tratadas e avaliadas em julho/2016
	T60 A	Sementes tratadas em maio/2016 e avaliadas em julho/2016
	T120 I	Sementes tratadas e avaliadas em setembro/2016
	T120 A	Sementes tratadas em maio/2016 e avaliadas em setembro/2016
	T180 I	Sementes tratadas e avaliadas em novembro/2016
	T180 A	Sementes tratadas em maio/2016 e avaliadas em novembro/2016
Erica e Francine	Tinicial	Sementes tratadas e avaliadas em junho/2016
	T60 I	Sementes tratadas e avaliadas em agosto/2016
	T60 A	Sementes tratadas em junho/2016 e avaliadas em agosto/2016
	T120 I	Sementes tratadas e avaliadas em outubro/2016
	T120 A	Sementes tratadas em junho/2016 e avaliadas em outubro/2016
	T180 I	Sementes tratadas e avaliadas em dezembro/2016
	T180 A	Sementes tratadas em junho/2016 e avaliadas em dezembro/2016

3.2.3. Aplicação de solução de *Bacillus* spp. nas sementes de cenoura

Para cada cepa de *Bacillus* spp. foi preparada uma solução e, em seguida, em câmara de Neubauer foram contadas as de células viáveis para obter a concentração de $1,2 \times 10^{-8}$ células viáveis. Após a contagem foram colocados 100 microlitros de cada solução em 10 gramas de sementes de cada cultivar e 400 microlitros de cada solução em 40 gramas de sementes de cada cultivar. A solução foi colocada no interior de um saco plástico e, em seguida, as sementes foram colocadas. Para cada avaliação, imediata e aos 60, 120 e 180 dias, a solução era preparada, verificada a concentração e aplicada nas sementes.

3.2.4. Aplicação de produto à base de mix de isolados de *Trichoderma* spp. nas sementes de cenoura

Conforme a recomendação da empresa fabricante do produto à base de mix de isolados de *Trichoderma* spp., 1 mL do produto foi aplicado em 10 gramas de sementes e 4 mL em 40 gramas de sementes. O produto foi colocado no interior de um saco plástico e, em seguida, as sementes foram colocadas. Para cada avaliação, imediata e aos 60, 120 e 180 dias, o produto foi aplicado em 10 gramas de sementes de cenoura de cada cultivar.

3.2.5. Aplicação de produto à base de *Trichoderma harzianum* nas sementes de cenoura

Conforme recomendação da empresa fabricante, para a utilização do produto à base de *Trichoderma harzianum* foi preparada uma solução considerando a densidade de 0,9 g/mL de produto. Sendo assim, foram pesados 1,8 gramas do produto comercial em balança de precisão e acrescentados 8 mL de água destilada e esterilizada para o preparo da solução.

Desta solução foram aplicados 100 microlitos em 10 gramas de sementes e 400 microlitros em 40 gramas de sementes, de cada cultivar. A solução foi colocada no interior de um saco plástico e, em seguida, as sementes foram colocadas.

Para cada avaliação, imediata e aos 60, 120 e 180 dias, a solução era preparada e aplicada em 10 gramas de sementes de cenoura de cada cultivar.

3.2.6. Teste de sanidade

O teste foi realizado através do método de papel de filtro, conforme o Manual de Análise Sanitária de Sementes (BRASIL, 2009b). Foram utilizadas oito repetições de 25 sementes, dispostas individualmente em placas de Petri, sobre três discos de papel de filtro umedecido com água destilada. As sementes foram incubadas a 20 °C $\pm$ 2 °C, com 12 horas de luz fluorescente branca e 12 horas de escuro, a cada 24 horas. Após 24 horas de incubação, as sementes foram congeladas, para inibição da germinação, por 24 horas. Após esse período, as sementes foram novamente colocadas em câmara incubadora a 20 °C $\pm$ 2 °C, com 12 horas de luz fluorescente e

12 horas de escuro a cada 24 horas por cinco dias, totalizando o período de sete dias, conforme indicado no Manual de Análise Sanitária de Sementes (BRASIL, 2009b). Para detecção dos fungos, as sementes foram analisadas individualmente, utilizando um estereomicroscópio, resolução de 30-80X.

3.2.7. Análise estatística

Os dados referentes ao teor de água das sementes não foram analisados estatisticamente; os dados da avaliação imediata (realizada imediatamente após a aplicação do produto) foram analisados estatisticamente por meio da análise de variância com delineamento experimental inteiramente casualizado com 4 repetições; os demais dados foram analisados estatisticamente por meio da análise de variância com delineamento experimental fatorial 2x5 com 4 repetições para cada época de armazenamento, sendo que as épocas foram comparadas visualmente ao longo da discussão. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey, ao nível de 5%, programa estatístico Assistat Versão 7.7 beta de 2015 (Silva & Azevedo, 2002).

3.3. Resultados e discussão

Os teores de água das sementes dos quatro cultivares (Brasília, Bruna, Erica e Francine) analisadas imediatamente após a aplicação dos produtos, tanto inicialmente quanto aos 60, 120 e 180 dias, apresentaram variação entre 5,9 e 8,9% em função dos tratamentos descritos na Tabela 1, sendo que, o tratamento com o *Trichoderma* spp. causou o aumento imediato do teor de água das sementes, valores entre 10,2 e 14,0%. No entanto, estas variações não interferiram nos resultados das análises referentes às aplicações de *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp.

As sementes que foram tratadas previamente ao armazenamento tinham aos 60, 120 e 180 dias entre 5,6 e 8,6% de água, independentemente do tratamento, o que caracteriza o equilíbrio da água das sementes durante o armazenamento, principalmente para as quais o tratamento *Trichoderma* spp. foi aplicado. Esta redução está relacionada com a embalagem de papel, utilizada para o armazenamento das sementes, que possibilita a troca de água das sementes com o

ambiente, e em função do equilíbrio higroscópico com umidade relativa e a temperatura do ar.

Os resultados das avaliações da sanidade das sementes de cenoura indicaram que as sementes tinham cinco dos principais patógenos associados às sementes de cenoura, como descrito por Machado & Souza (2009), que são *Alternaria dauci*, *Alternaria radicina*, *Fusarium* spp., *Phoma* spp. e *Septoria* spp.

O fungo *Alternaria alternata* não é considerado patógeno para a cultura da cenoura (Machado & Souza, 2009). No entanto, durante a avaliação das sementes de cenoura dos cultivares Brasília, Bruna, Erica e Francine, havia *Alternaria alternata*; dessa forma os resultados referentes a esse fungo foram registrados para verificar se há interferência deste fungo nos demais microrganismos utilizados para o controle biológico.

É interessante ressaltar que os fungos do gênero *Alternaria* se associam às sementes das Apiáceas, como cenoura, salsa e coentro, sendo comumente transmitidos por sementes e causando o tombamento da plântulas (Muniz & Porto, 1998).

Para as sementes do cultivar Brasília na avaliação imediata (Tabela 21), os fungos encontrados foram *Alternaria radicina*, *Fusarium* spp. e *Alternaria alternata*. A incidência dos fungos do gênero *Alternaria* foi reduzida em função dos produtos biológicos aplicados às sementes de cenoura; o tratamento *Trichoderma harzianum* teve resultados estatísticos inferiores, na incidência destes fungos, em relação aos demais tratamentos, o que comprova a eficácia do tratamento no controle destes patógenos.

Apesar da presença de *Fusarium* spp. nas sementes, este não foi controlado pelos produtos biológicos, de modo que os resultados não tiveram variação estatística significativa entre os tratamentos. Porém, analisando numericamente os resultados da incidência de *Fusarium* spp., é possível aferir que os tratamentos *Trichoderma* spp. e *Trichoderma harzianum* foram os mais eficazes no controle deste patógeno (Tabela 21).

Os fungos *Septoria* spp. e *Phoma* spp. foram detectados somente em uma semente, entre todos os tratamentos, do cultivar Brasília durante esta avaliação imediata (Tinicial).

Para as sementes do cultivar Brasília, avaliadas aos 60 dias (Tabela 22), os mesmos fungos foram detectados, sendo que para *Alternaria radicina*, *Fusarium*

spp. e *Septoria* spp. os tratamentos e as avaliações (imediate e armazenada) tiveram resultado sem variação estatística significativa. No entanto, a incidência de *Phoma* spp. aumentou nas sementes, armazenadas por 60 dias, do tratamento *Trichoderma harzianum*.

Tabela 21. Sementes de cenoura, cultivar Brasília – Incidência de fungos (%) nas sementes Controle e nas sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum*, com aplicação dos produtos e avaliação imediata (Tinicial) (maio, 2016).

Tratamentos	<i>Alternaria radicina</i>	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Alternaria alternata</i>
Controle	13,0 a	4,5 ^{ns}	47,5 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	9,0 ab	3,5	31,5 bc
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	6,5 bc	3,0	40,0 ab
<i>Trichoderma</i> spp.	6,0 bc	1,5	21,0 cd
<i>T. harzianum</i>	3,5 c	1,5	17,0 d
CV (%)	31,51	86,50	15,73

Na coluna, médias seguidas pela mesma letra não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

A incidência do fungo *Alternaria alternata* foi reduzida em todos os tratamentos quando comparados ao tratamento Controle (Tabela 22), destacando os tratamentos *Trichoderma* spp. e *Trichoderma harzianum* que tiveram as menores taxas de incidência estatisticamente significativas para este fungo. É interessante salientar que o tratatamento *Trichoderma* spp., além de ter promovido a redução, controlou este fungo após 60 dias de armazenamento. Para os outros tratamentos, as taxas percentuais de incidência foram estatisticamente similares em ambas avaliações (imediate e armazenada). Desse modo, a aplicação do *Trichoderma* spp. nas sementes de cenoura do cultivar Brasília é eficiente para o controle de *Alternaria alternata* durante o armazenamento de 60 dias das sementes tratadas.

Tabela 22. Sementes de cenoura, cultivar Brasília – Incidência de fungos (%) nas sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 60 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T60 I) e avaliação após 60 dias de armazenamento das sementes tratadas (T60 A) (julho, 2016).

Tratamentos	<i>Alternaria radicina</i>			<i>Fusarium</i> spp			<i>Phoma</i> spp.		
	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$
Controle	2,0 ^{ns}	3,0	2,5 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,5	0,3 ^{ns}	0,0 Aa	0,0 Ba	0,0
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	3,5	1,5	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0 Aa	0,0 Ba	0,0
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	0,8	0,0 Aa	0,0 Ba	0,0
<i>Trichoderma</i> spp.	0,5	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0 Aa	0,0 Ba	0,0
<i>T. harzianum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 Aa	1,0 Ab	0,5
$\bar{X}$	1,3 ^{ns}	1,0	-	0,2 ^{ns}	0,2	-	0,0	0,2	-
CV (%)	170,25			288,68			365,15		

Tratamentos	<i>Septoria</i> spp.			<i>Alternaria alternata</i>		
	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$
Controle	0,5 ^{ns}	1,0	0,8 ^{ns}	36,5 Ab	46,5 Aa	41,5
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	1,0	0,5	0,8	30,5 ABa	35,0 Ba	32,8
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,0	0,5	0,3	27,5 ABa	30,0 Ba	28,8
<i>Trichoderma</i> spp.	0,0	0,0	0,0	21,5 BCa	7,5 Cb	14,5
<i>T. harzianum</i>	0,5	0,0	0,3	14,5 Ca	17,5 Ca	16,0
$\bar{X}$	0,4 ^{ns}	0,4	-	26,1	27,3	-
CV (%)	204,12			19,39		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Aos 120 dias, as sementes do cultivar Brasília apresentaram os fungos *Alternaria radicina*, *Alternaria alternata*, *Fusarium* spp., *Phoma* spp. e *Septoria* spp. (Tabela 23). Para *Alternaria radicina* a interação entre os tratamentos e as avaliações (imedida e armazenada) teve resultados sem variação estatística significativa, porém os tratamentos foram efetivos no controle do patógeno, com destaque para os tratamentos *Trichoderma* spp. e *Trichoderma harzianum*. Os mesmos tratamentos tiveram resultados estatísticos superiores para o controle de *Alternaria alternata*, sendo que o tratamento *Trichoderma* spp. promoveu o controle estatisticamente superior após 120 dias de armazenamento.

Por sua vez, o agente patogênico *Septoria* spp. teve a incidência reduzida após as aplicações dos produtos biológicos, quando comparados ao tratamento Controle, sendo os tratamentos *Bacillus* spp. cepa 1 e *Trichoderma* spp. os que erradicaram o patógeno em ambas avaliações (imedida e armazenada) (Tabela 23).

Tabela 23. Sementes de cenoura, cultivar Brasília – Incidência de fungos (%) nas de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 120 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T120 I) e avaliação após 120 dias de armazenamento das sementes tratadas (T120 A) (setembro, 2016).

Tratamentos	<i>Alternaria radicina</i>			<i>Fusarium</i> spp			<i>Phoma</i> spp.		
	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$
Controle	2,0 ^{ns}	5,5	3,8 a	0,0 ^{ns}	0,5	0,3 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,5	0,3 ^{ns}
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	2,0	2,0	2,0 ab	0,0	0,5	0,3	0,5	0,0	0,3
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	1,5	2,0	1,8 ab	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Trichoderma</i> spp.	0,5	0,0	0,3 b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>T. harzianum</i>	0,0	0,0	0,0 b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$\bar{X}$	1,2 A	1,9 A	-	0,0 ^{ns}	0,2	-	0,1 ^{ns}	0,1	-
CV (%)	94,97			447,21			447,21		

Tratamentos	<i>Septoria</i> spp.			<i>Alternaria alternata</i>		
	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$
Controle	2,0 ^{ns}	1,0	1,5 a	36,5 Aa	40,0 Aa	38,3
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	0,0	0,0	0,0 b	31,5 ABa	27,0 Ba	29,3
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,0	1,0	0,5 ab	30,0 ABa	24,5 Ba	27,3
<i>Trichoderma</i> spp.	0,0	0,0	0,0 b	25,0 Ba	5,5 Cb	15,3
<i>T. harzianum</i>	1,0	0,5	0,8 ab	10,5 Ca	7,0 Ca	8,8
$\bar{X}$	0,6 A	0,5 A	-	26,7	20,8	-
CV (%)	159,20			23,35		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

A análise da sanidade das sementes de cenoura do cultivar Brasília aos 180 dias detectou a incidência dos fungos *Alternaria alternata*, *Fusarium* spp., *Phoma* spp. e *Septoria* spp. (Tabela 24), ressaltando que, neste período não houve detecção de *Alternaria radicina*, presente em todas as outras épocas de avaliação. *Fusarium* spp., *Phoma* spp. e *Septoria* spp. tiveram resultados sem variação estatística significativa. Todavia, o fungo *Alternaria alternata*, teve resultados sem variação estatística para as avaliações (imediate e armazenada), porém apresentou resultados estatisticamente inferiores de incidência em relação ao tratamento *Trichoderma* spp.

De modo geral, para as sementes do cultivar Brasília, as aplicações dos produtos biológicos à base de *Trichoderma* e *Bacillus* foram significativas no controle dos patógenos, principalmente o tratamento *Trichoderma* spp. que teve resultados estatisticamente inferiores em relação à incidência da maioria dos fungos durante o armazenamento de até 180 dias e imediatamente após a aplicação dos produtos biológicos nas sementes.

Tabela 24. Sementes de cenoura, cultivar Brasília – Incidência de fungos (%) nas de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 180 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T180 I) e avaliação após 180 dias de armazenamento das sementes tratadas (T180 A) (novembro, 2016).

Tratamentos	<i>Fusarium</i> spp.			<i>Phoma</i> spp.		
	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$
Controle	0,0 ^{ns}	0,0	0,0 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,0	0,3 ^{ns}
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,3
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	1,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
<i>Trichoderma</i> spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>T. harzianum</i>	0,5	0,0	0,3	0,5	0,0	0,3
$\bar{X}$	0,3 ^{ns}	0,0	-	0,3 ^{ns}	0,0	-
CV (%)	322,03			365,15		

Tratamentos	<i>Septoria</i> spp.			<i>Alternaria alternata</i>		
	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$
Controle	0,0 ^{ns}	0,0	0,0 ^{ns}	32,5 ^{ns}	38,0	35,3 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	0,0	0,0	0,0	29,5	20,0	24,8 b
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,5	0,0	0,3	30,0	25,5	27,8 ab
<i>Trichoderma</i> spp.	0,0	0,5	0,3	16,5	11,0	13,8 c
<i>T. harzianum</i>	1,0	0,0	0,5	19,5	21,5	20,5 bc
$\bar{X}$	0,3 ^{ns}	1,0	-	25,6 A	23,3 A	-
CV (%)	288,68			23,54		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

As sementes do cultivar Bruna, quando analisadas no momento da aplicação dos produtos biológicos, apresentaram incidência dos fungos *Alternaria radicina*, *Alternaria alternata*, *Septoria* spp. e *Fusarium* spp., sendo que, a incidência de *Alternaria radicina* foi constatada em apenas uma semente.

Os tratamentos tiveram resultados sem variação estatística significativa (Tabela 25), porém, os valores numéricos indicam que alguns tratamentos reduziram a taxa percentual de incidência desses patógenos, destacando os tratamentos *Bacillus* spp. cepa 1, *Trichoderma* spp. e *Trichoderma harzianum* para o controle *Septoria* spp. e *Alternaria alternata*, bem como *Trichoderma* spp. para *Fusarium* spp. (Tabela 25).

Tabela 25. Sementes de cenoura, cultivar Bruna – Incidência de fungos (%) nas sementes Controle e nas sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum*, com aplicação dos produtos e avaliação imediata (Tinicial) (maio, 2016).

Tratamentos	<i>Septoria</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Alternaria alternata</i>
Controle	2,0 ^{ns}	1,0 ^{ns}	43,5 ^{ns}
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	0,0	1,5	27,5
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	2,0	0,5	43,0
<i>Trichoderma</i> spp.	1,0	0,0	34,0
<i>T. harzianum</i>	0,0	1,0	31,0
CV (%)	212,92	218,90	22,97

Na coluna, médias seguidas pela mesma letra não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Aos 60 dias, as sementes do cultivar Bruna apresentaram os seguintes fungos: *Alternaria radicina*, *Alternaria alternata*, *Fusarium* spp., *Phoma* spp. e *Septoria* spp., sendo que *Fusarium* spp. foi detectado em apenas uma semente.

Para *Alternaria radicina* e *Septoria* spp., tanto os tratamentos quanto as avaliações (imediata ou armazenada), tiveram resultados sem variação estatística significativa (Tabela 26). Todavia, a incidência de *Phoma* spp. teve resultado estatístico superior para o tratamento *Trichoderma harzianum* em comparação aos demais tratamentos na avaliação imediata, mas após 60 dias de armazenamento a incidência do patógeno foi nula para este mesmo tratamento.

Tabela 26. Sementes de cenoura, cv. Bruna – Incidência de fungos (%) nas sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 60 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T60 I) e avaliação após 60 dias de armazenamento das sementes tratadas (T60 A) (julho, 2016).

Tratamentos	<i>Alternaria radicina</i>			<i>Phoma</i> spp.		
	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$
Controle	0,0 ^{ns}	0,5	0,3 ^{ns}	0,0 Ba	0,0 Aa	0,0
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	0,0	0,0	0,0	0,0 Ba	0,0 Aa	0,0
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,5	0,0	0,3	0,0 Ba	0,0 Aa	0,0
<i>Trichoderma</i> spp.	0,0	0,5	0,3	0,5 Ba	0,0 Aa	0,3
<i>T. harzianum</i>	1,5	0,5	1,0	1,5 Aa	0,0 Ab	0,8
$\bar{X}$	0,4 ^{ns}	0,3	-	0,4	0,0	-
CV (%)	202,03			223,61		
Tratamentos	<i>Septoria</i> spp.			<i>Alternaria alternata</i>		
	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$
Controle	1,0 ^{ns}	1,0	1,0 ^{ns}	46,0 Aa	43,0 Aa	44,5
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	0,5	2,0	1,3	24,5 Ba	35,0 Aa	29,8
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,0	0,0	0,0	31,0 ABa	36,5 Aa	33,8
<i>Trichoderma</i> spp.	0,0	1,0	0,5	36,5 ABa	10,0 Bb	23,3
<i>T. harzianum</i>	1,0	2,5	1,8	34,5 ABa	34,0 Aa	34,3
$\bar{X}$	0,5 ^{ns}	1,3	-	34,5	31,7	-
CV (%)	137,59			22,45		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Para a avaliação imediata da incidência de *Alternaria alternata* (Tabela 26), a aplicação dos produtos biológicos nas sementes de cenoura teve resultados estatísticos similares, sendo que apenas o tratamento *Bacillus* spp. cepa 1 teve resultado superior no controle de *Alternaria alternata* em relação ao tratamento Controle. Todavia, na avaliação armazenada o tratamento *Trichoderma* spp. teve resultados estatísticos inferiores na incidência de *Alternaria alternata* em relação aos demais tratamentos, bem como em relação ao mesmo tratamento porém na avaliação imediata (Tabela 26).

Aos 120 dias, houve incidência dos fungos *Alternaria radicina*, *Alternaria alternata*, *Fusarium* spp., *Phoma* spp. e *Septoria* spp. nas sementes do cultivar Bruna, porém *Fusarium* spp. e *Phoma* spp. foram detectados em uma semente. Os tratamentos e as avaliações (imediata e armazenada) tiveram resultados sem variação estatística significativa para o controle de *Alternaria radicina* e *Septoria* spp. (Tabela 27).

Tabela 27. Sementes de cenoura, cultivar Bruna – Incidência de fungos (%) nas sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 120 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T120 I) e avaliação após 120 dias de armazenamento das sementes tratadas (T120 A) (setembro, 2016).

Tratamentos	<i>Alternaria radicina</i>			<i>Septoria</i> spp.			<i>Alternaria alternata</i>		
	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$
Controle	0,5 ^{ns}	1,0	0,8 ^{ns}	1,0 ^{ns}	2,5	1,8 ^{ns}	41,5 ABa	46,5 Aa	44,0
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	41,0 ABa	32,5 Aa	36,8
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,0	0,0	0,0	1,5	1,0	1,3	46,5 Aa	36,0 Ab	41,3
<i>Trichoderma</i> spp.	0,5	0,0	0,3	0,5	0,0	0,3	28,5 Ba	17,5 Bb	23,0
<i>T. harzianum</i>	1,0	0,0	0,5	0,0	2,0	1,0	33,5 ABa	38,5 Aa	36,0
$\bar{X}$	0,4 ^{ns}	0,2	-	1,0 ^{ns}	1,5	-	38,2	34,2	-
CV (%)	227,71			175,88			19,17		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

A incidência de *Alternaria alternata* teve resultados estatisticamente similares entre os tratamentos na avaliação imediata. Entretanto, é interessante destacar que os tratamentos *Bacillus* spp. cepa 2 e *Trichoderma* spp. tiveram resultados estatisticamente inferiores, em relação a incidência de *Alternaria alternata*, na avaliação armazenada, o que demonstra a eficácia do controle durante o armazenamento de sementes com aplicação desses produtos biológicos. Na condição de avaliação armazenada o tratamento *Trichoderma* spp. teve resultado estatisticamente inferior aos demais tratamentos (Tabela 27).

As sementes do cultivar Bruna analisadas aos 180 dias tiveram a incidência dos fungos *Alternaria radicina*, *Alternaria alternata*, *Phoma* spp. e *Septoria* spp. sendo que os tratamentos e as avaliações (imediata e armazenada) tiveram resultados sem variação estatística significativa para *Alternaria radicina* e *Phoma* spp. (Tabela 28). Para *Septoria* spp., a aplicação dos produtos biológicos nas sementes do cultivar Bruna reduziram a incidência do fungo, destacando o tratamento *Bacillus* spp. cepa 1 que teve resultados estatísticos inferiores em relação aos demais tratamentos. Para o fungo *Alternaria alternata* o tratamento *Trichoderma* spp. teve resultado estatístico inferior na incidência, em relação aos

demaís tratamentos e o armazenamento de 180 dias das sementes diminuiu resultou estatisticamente a incidência deste fungo nas sementes (Tabela 28).

Tabela 28. Sementes de cenoura, cultivar Bruna – Incidência de fungos (%) nas de sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 180 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T180 I) e avaliação após 180 dias de armazenamento das sementes tratadas (T180 A) (novembro, 2016).

Tratamentos	<i>Alternaria radicina</i>			<i>Phoma</i> spp.		
	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$
Controle	0,0 ^{ns}	0,5	0,3 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,0	0,0 ^{ns}
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	1,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,3
<i>Trichoderma</i> spp.	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,5
<i>T. harzianum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$\bar{X}$	0,2 ^{ns}	0,1	-	0,3 ^{ns}	0,2	-
CV (%)	322,03			263,31		
Tratamentos	<i>Septoria</i> spp.			<i>Alternaria alternata</i>		
	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$
Controle	3,0 ^{ns}	1,5	2,3 a	36,5 ^{ns}	32,5	34,5 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	0,0	0,0	0,0 b	36,0	23,0	29,5 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,5	0,5	0,5 b	29,5	26,5	28,0 a
<i>Trichoderma</i> spp.	0,5	0,0	0,3 b	24,0	9,5	16,8 b
<i>T. harzianum</i>	0,5	0,5	0,5 b	33,5	25,0	29,3 a
$\bar{X}$	0,9 A	0,5 A	-	31,9 A	23,3 B	-
CV (%)	142,86			19,38		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Apesar dos resultados das análises sanitárias das sementes do cultivar Bruna, em cada tempo de análise, serem discrepantes, o tratamento com *Trichoderma* spp. foi efetivo para o controle dos patógenos associados às semente, assim como o armazenamento das sementes com aplicação do produto à base de *Trichoderma* spp.

Nas sementes do cultivar Erica avaliadas imediatamente foi detectada a incidência dos fungos *Alternaria dauci*, *Alternaria radicina*, *Alternaria alternata*, *Fusarium* spp., *Phoma* spp. e *Septoria* spp (Tabela 29).

Para *Alternaria radicina* a aplicação dos produtos biológicos à base de *Bacillus* e *Trichoderma* tiveram resultados estatísticos significativos em relação a incidência deste patógeno nas sementes, sendo os tratamentos *Trichoderma* spp. e *Trichoderma harzianum* os que tiveram resultados estatísticos inferiores ao tratamento Controle (Tabela 29).

Tabela 29. Sementes de cenoura, cultivar Erica – Incidência de fungos (%) nas sementes Controle e nas sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum*, com aplicação dos produtos e avaliação imediata (Tinicial) (junho, 2016).

Tratamentos	<i>Alternaria dauci</i>	<i>Alternaria radicina</i>	<i>Fusarium</i> spp.
Controle	0,5 ^{ns}	11,5 a	4,0 ^{ns}
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	1,0	10,0 ab	4,0
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,0	8,5 ab	3,5
<i>Trichoderma</i> spp.	0,5	4,0 b	2,0
<i>T. harzianum</i>	0,5	5,0 b	3,5
CV (%)	186,19	43,16	93,01
Tratamentos	<i>Phoma</i> spp.	<i>Septoria</i> spp.	<i>Alternaria alternata</i>
Controle	1,0 ^{ns}	1,0 ^{ns}	76,5 ^{ns}
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	0,5	1,0	77,0
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,0	0,5	71,5
<i>Trichoderma</i> spp.	0,0	1,5	69,0
<i>T. harzianum</i>	1,5	1,5	62,0
CV (%)	182,57	117,36	10,19

Na coluna, médias seguidas pela mesma letra não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

A análise sanitária das sementes do cultivar Erica aos 60 dias teve a incidência dos fungos *Alternaria dauci*, *Alternaria radicina*, *Alternaria alternata*, *Fusarium* spp., *Phoma* spp. e *Septoria* spp. Entretanto, o armazenamento por 60 dias das sementes com aplicação dos produtos biológicos promoveu resultados estatísticos inferiores em relação à incidência de *Alternaria radicina* (Tabela 30).

Tabela 30. Sementes de cenoura, cultivar Erica – Incidência de fungos (%) nas sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 60 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T60 I) e avaliação após 60 dias de armazenamento das sementes tratadas (T60 A) (agosto, 2016).

Tratamentos	<i>Alternaria dauci</i>			<i>Alternaria radicina</i>			<i>Fusarium</i> spp.		
	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$
Controle	0,5 ^{ns}	0,0	0,3 ^{ns}	6,5 ^{ns}	6,5	6,5 a	2,5 ^{ns}	3,5	3,0 ^{ns}
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	0,0	0,0	0,0	7,5	3,5	5,5 a	2,5	2,0	2,3
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	1,0	0,0	0,5	5,5	2,0	3,8 a	2,0	2,5	2,3
<i>Trichoderma</i> spp.	0,0	0,5	0,3	5,5	4,0	4,8 a	3,5	2,0	2,8
<i>T. harzianum</i>	0,0	0,0	0,0	4,0	2,0	3,0 a	3,5	1,0	2,3
$\bar{X}$	0,3 ^{ns}	0,1	-	5,8 A	3,6 B	-	2,8 ^{ns}	2,2	-
CV (%)	288,68			65,23			96,33		
Tratamentos	<i>Phoma</i> spp.			<i>Septoria</i> spp.			<i>Alternaria alternata</i>		
	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$
Controle	0,0 ^{ns}	0,0	0,0 ^{ns}	3,0 ^{ns}	2,5	2,8 ^{ns}	79,5 ^{ns}	74,5	77,0 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	1,0	0,0	0,5	0,0	1,0	0,5	67,0	69,5	68,3 ab
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,5	0,0	0,3	2,5	2,5	2,5	68,5	57,0	62,8 b
<i>Trichoderma</i> spp.	0,0	0,0	0,0	1,0	1,5	1,3	67,0	61,5	64,3 ab
<i>T. harzianum</i>	0,5	0,5	0,5	1,0	2,0	1,5	78,5	72,0	75,3 ab
$\bar{X}$	0,4 ^{ns}	0,1	-	1,5 ^{ns}	1,9	-	72,1 A	66,9 A	-
CV (%)	263,31			96,63			13,33		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

O único fungo que teve redução estatisticamente significativa na incidência em relação aos tratamentos foi *Alternaria alternata*. Essa variação foi observada em todos os tratamentos com a aplicação dos produtos biológicos nas sementes, entretanto, o tratamento *Bacillus* spp. cepa 2 foi o único que teve resultados estatisticamente distintos em relação ao tratamento Controle (Tabela 30).

Os resultados das análises sanitárias das sementes do cultivar Erica aos 120 dias demonstram que, tanto para as sementes avaliadas imediatamente como para as sementes avaliadas após armazenamento de 120 dias, a incidência de *Phoma* spp. foi irrisória (Tabela 31). Para *Alternaria alternata* o tratamento que teve resultado estatisticamente inferior ao tratamento Controle foi *Trichoderma* spp.

Tabela 31. Sementes de cenoura, cultivar Erica – Incidência de fungos (%) nas sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 120 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T120 I) e avaliação após 120 dias de armazenamento das sementes tratadas (T120 A) (outubro, 2016).

Tratamentos	<i>Alternaria dauci</i>			<i>Alternaria radicina</i>			<i>Fusarium</i> spp.		
	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$
Controle	0,0 ^{ns}	0,0	0,0 ^{ns}	3,0 ^{ns}	2,5	2,8 ^{ns}	3,5 ^{ns}	3,0	3,3 ^{ns}
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	0,0	0,0	0,0	1,0	4,0	2,5	3,0	5,0	4,0
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,5	0,0	0,3	4,0	4,0	4,0	2,5	3,5	3,0
<i>Trichoderma</i> spp.	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5	2,5	2,0	0,0	1,0
<i>T. harzianum</i>	0,0	0,5	0,3	2,0	4,0	3,0	2,5	2,5	2,5
$\bar{X}$	0,1 ^{ns}	0,1	-	2,5 ^{ns}	3,4	-	2,7 ^{ns}	2,8	-
CV (%)	447,21			68,08			75,99		

Tratamentos	<i>Septoria</i> spp.			<i>Alternaria alternata</i>		
	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$
Controle	0,5 ^{ns}	1,0	0,8 ^{ns}	75,0 ^{ns}	74,5	74,8 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	1,0	0,5	0,8	72,0	69,0	70,5 ab
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	1,5	0,5	1,0	70,5	75,0	72,8 a
<i>Trichoderma</i> spp.	2,5	1,0	1,8	62,5	63,5	63,0 b
<i>T. harzianum</i>	3,0	1,0	2,0	71,5	67,5	69,5 ab
$\bar{X}$	1,7 ^{ns}	0,8	-	70,3 A	69,9 A	-
CV (%)	119,55			8,58		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Aos 180 dias, as sementes do cultivar Erica analisadas quanto à sanidade apresentaram a incidência de *Alternaria dauci*, *Alternaria radicina*, *Alternaria alternata*, *Fusarium* spp., *Phoma* spp. e *Septoria* spp (Tabela 32). Para *Fusarium* spp. os resultados foram estatisticamente significativos, quanto à incidência deste patógeno nas sementes, em relação aos tratamentos, sendo que os tratamentos *Bacillus* spp. cepa 1 e *Trichoderma* spp. tiveram 100% de controle deste patógeno (Tabela 32).

Os resultados do tratamento *Trichoderma* spp. relacionados ao fungo *Alternaria alternata* foram similares aos obtidos aos 120 dias, ou seja, houve controle do fungo após a aplicação deste produto nas sementes do cultivar Erica (Tabela 32). Para estas sementes, a aplicação dos produtos biológicos à base de *Bacillus* e *Trichoderma*, assim como o armazenamento das sementes após estas aplicações, não foi eficaz para o controle da maioria dos principais patógenos associados às sementes de cenoura.

Tabela 32. Sementes de cenoura, cultivar Erica – Incidência de fungos (%) nas sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 180 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T180 I) e avaliação após 180 dias de armazenamento das sementes tratadas (T180 A) (dezembro, 2016).

Tratamentos	<i>Alternaria dauci</i>			<i>Alternaria radicina</i>			<i>Fusarium</i> spp.		
	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$
Controle	0,5 ^{ns}	0,5	0,5 ^{ns}	3,0 ^{ns}	3,5	3,3 ^{ns}	2,5 ^{ns}	2,0	2,3 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	0,0	0,0	0,0	3,0	1,0	2,0	0,0	0,0	0,0 b
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	1,5	3,0	1,5	2,3 a
<i>Trichoderma</i> spp.	0,0	0,0	0,0	2,5	1,0	1,8	0,0	0,0	0,0 b
<i>T. harzianum</i>	0,5	0,0	0,3	2,0	1,0	1,5	1,5	0,0	0,8 ab
$\bar{X}$	0,2 ^{ns}	0,1	-	2,3 ^{ns}	1,7	-	1,4 A	0,7 A	-
CV (%)	365,15			95,74			135,80		

Tratamentos	<i>Phoma</i> spp.			<i>Septoria</i> spp.			<i>Alternaria alternata</i>		
	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$
Controle	0,5 ^{ns}	0,0	0,3 ^{ns}	1,5 ABa	1,5 Aa	1,5	69,5 ^{ns}	66,5	68,0 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	0,0	0,5	0,3	0,0 Ba	0,0 Aa	0,0	63,5	61,5	62,5 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,0	0,0	0,0	1,0 ABa	2,0 Aa	1,5	58,5	63,5	61,0 ab
<i>Trichoderma</i> spp.	0,0	0,0	0,0	0,0 Ba	0,0 Aa	0,0	52,0	47,5	49,8 b
<i>T. harzianum</i>	0,0	0,0	0,0	3,0 Aa	0,0 Ab	1,5	68,5	50,5	59,5 ab
$\bar{X}$	0,1 ^{ns}	0,1	-	1,1	0,7	-	62,4 A	57,9 A	-
CV (%)	447,21			137,59			14,14		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Para as sementes de cenoura do cultivar Francine nas avaliações imediatas foram detectados os fungos *Alternaria dauci*, *Alternaria radicina*, *Alternaria alternata*, *Fusarium* spp., *Phoma* spp. e *Septoria* spp. Os resultados da incidência da maioria dos fungos detectados não teve diferença estatística significativa (Tabela 33).

Tabela 33. Sementes de cenoura, cultivar Francine – Incidência de fungos (%) nas sementes Controle e nas sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum*, com aplicação dos produtos e avaliação imediata (Tinicial) (junho, 2016).

Tratamentos	<i>Alternaria dauci</i>	<i>Alternaria radicina</i>	<i>Fusarium</i> spp.
Controle	3,0 ^{ns}	1,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	0,0	1,5	0,0
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,5	0,5	1,0
<i>Trichoderma</i> spp.	0,5	2,0	2,0
<i>T. harzianum</i>	1,5	3,5	0,0
CV (%)	126,40	101,89	227,71

Tratamentos	<i>Phoma</i> spp.	<i>Alternaria alternata</i>
Controle	1,0 ^{ns}	67,0 a
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	1,5	51,0 ab
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	1,0	53,5 ab
<i>Trichoderma</i> spp.	0,5	44,5 b
<i>T. harzianum</i>	1,0	51,5 ab
CV (%)	167,33	13,73

Na coluna, médias seguidas pela mesma letra não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

As sementes do cultivar Francine analisadas quanto à sanidade aos 60 dias tiveram a incidência dos patógenos *Alternaria dauci*, *Alternaria radicina*, *Alternaria alternata*, *Fusarium* spp., *Phoma* spp. e *Septoria* spp., sendo que a maioria teve resultados sem variação estatística significativa (Tabela 34). Para o fungo *Alternaria alternata* houve interação estatisticamente significativa entre os tratamentos e as avaliações (imediata e armazenada), sendo que, quando avaliados imediatamente, os tratamentos apresentaram resultados estaticamente similares (Tabela 34).

Após 60 dias de armazenamento, os tratamentos Controle e *Thricoderma* spp. Tiveram resultados inferiores de incidência de *Alternaria alternata* quando comparados com os mesmos tratamentos na avaliação imediata. A aplicação do produto biológico à base de *Trichoderma* spp. foi o que teve resultado estatisticamente inferior em relação aos demais produtos biológicos após os 60 dias de armazenamento das sementes (Tabela 34).

Tabela 34. Sementes de cenoura, cultivar. Francine – Incidência de fungos (%) nas sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 60 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T60 I) e avaliação após 60 dias de armazenamento das sementes tratadas (T60 A) (agosto, 2016).

Tratamentos	<i>Alternaria dauci</i>			<i>Alternaria radicina</i>			<i>Fusarium</i> spp.		
	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$
Controle	1,5 ^{ns}	1,5	1,5 ^{ns}	3,0 ^{ns}	1,0	2,0 ^{ns}	2,5 ^{ns}	2,0	2,3 ^{ns}
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	2,5	4,5	3,5	1,5	0,5	1,0	1,5	3,0	2,3
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	1,5	2,0	1,8	1,5	2,0	1,8	1,5	1,5	1,5
<i>Trichoderma</i> spp.	1,5	1,5	1,5	0,5	1,0	0,8	1,0	1,5	1,3
<i>T. harzianum</i>	1,0	2,5	1,8	0,5	1,5	1,0	1,5	1,0	1,3
$\bar{X}$	1,6 ^{ns}	2,4	-	1,4 ^{ns}	1,2	-	1,6 ^{ns}	1,8	-
CV (%)	94,87			117,50			84,56		

Tratamentos	<i>Phoma</i> spp.			<i>Septoria</i> spp.			<i>Alternaria alternata</i>		
	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$	T60 I	T60 A	$\bar{X}$
Controle	1,5 ^{ns}	1,5	1,5 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,5	0,5 ^{ns}	68,5 Aa	46,0 ABb	57,3
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	0,5	0,0	0,3	0,5	0,5	0,5	64,0 Aa	51,0 Aa	57,5
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	1,5	2,0	0,8	1,0	0,5	0,8	57,0 Aa	59,5 Aa	58,3
<i>Trichoderma</i> spp.	3,0	1,0	2,0	0,0	0,0	0,0	56,0 Aa	29,0 Bb	42,5
<i>T. harzianum</i>	1,5	0,0	0,8	1,0	0,0	0,5	51,0 Aa	52,0 Aa	51,5
$\bar{X}$	1,6 ^{ns}	0,9	-	0,6 ^{ns}	0,3	-	59,3	47,5	-
CV (%)	153,88			225,90			17,37		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Os fungos detectados nas sementes do cultivar Francine aos 120 dias foram *Alternaria dauci*, *Alternaria radicina*, *Alternaria alternata*, *Fusarium* spp. e *Phoma* spp., a aplicação dos produtos biológicos nas sementes aumentou a quantidade de *Alternaria dauci* em relação ao tratamento Controle (Tabela 35). Isso pode ter ocorrido devido ao fato de que os microrganismos antagonistas, quando aplicados nas sementes, promoveram a redução de microrganismos presentes na superfície das sementes que, de algum modo, impediam o desenvolvimento de *Alternaria dauci* (Tabela 35).

Tabela 35. Sementes de cenoura, cultivar Francine – Incidência de fungos (%) nas sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 120 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T120 I) e avaliação após 120 dias de armazenamento das sementes tratadas (T120 A) (outubro, 2016).

Tratamentos	<i>Alternaria dauci</i>			<i>Alternaria radicina</i>			<i>Fusarium</i> spp.		
	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$
Controle	0,5 ^{ns}	0,5	0,5 b	1,0 ^{ns}	2,0	1,5 ^{ns}	0,5 Aa	0,5 Aa	0,5
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	1,0	1,0	1,0 ab	0,5	0,5	0,5	0,0 Aa	0,5 Aa	0,3
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	2,0	1,5	1,8 ab	1,5	2,0	1,8	0,0 Ab	1,5 Aa	0,8
<i>Trichoderma</i> spp.	1,0	1,5	1,3 ab	2,0	0,5	1,3	1,5 Aa	0,0 Ab	0,8
<i>T. harzianum</i>	1,0	4,5	2,8 a	1,0	1,5	1,3	0,5 Aa	0,0 Aa	0,3
$\bar{X}$	1,1 A	1,8 A	-	1,2 ^{ns}	1,3	-	0,5	0,5	-
CV (%)	106,10			115,93			186,19		

Tratamentos	<i>Phoma</i> spp.			<i>Alternaria alternata</i>		
	T120 I	T120 A	$\bar{X}$	T120 I	T120 A	$\bar{X}$
Controle	1,5 ^{ns}	1,0	1,3 ^{ns}	54,5 Aa	47,5 Aa	51,0
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	0,5	0,5	0,5	40,5 Ba	42,5 Aa	41,5
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,5	1,0	0,8	56,0 Aa	51,5 Aa	53,8
<i>Trichoderma</i> spp.	2,0	0,0	1,0	43,5 ABa	23,0 Bb	33,3
<i>T. harzianum</i>	0,5	0,5	0,5	53,0 ABa	41,5 Ab	47,3
$\bar{X}$	1,0 ^{ns}	0,6	-	49,5	41,2	-
CV (%)	161,37			14,96		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Em relação à incidência de *Fusarium* spp. a aplicação dos produtos biológicos nas sementes não foi eficaz para o controle deste patógeno (Tabela 35). No entanto, após 120 dias da aplicação de *Trichoderma* spp. nas sementes do cultivar Francine houve redução, estatisticamente significativa, deste patógeno. As taxas de incidência de *Alternaria alternata* foram similares entre os resultados dos tratamentos, com exceção do tratamento *Bacillus* spp. cepa 1 para qual o resultado foi estatisticamente inferior ao do tratamento Controle durante a avaliação imediata (Tabela 35).

Para as sementes do cultivar Francine analisadas quanto à sanidade aos 180 dias (Tabela 36) foram detectados os fungos *Alternaria dauci*, *Alternaria radicina*, *Alternaria alternata*, *Fusarium* spp. e *Phoma* spp., sendo que apenas *Alternaria alternata* teve interação entre os tratamentos e as avaliações (imediata e armazenada) com resultados estatisticamente significativos. Neste caso, o tratamento *Trichoderma* spp. apresentou resultados inferiores de incidência do fungo *Alternaria alternata* quando comparados aos demais tratamentos e, ao mesmo tratamento durante a avaliação imediata (Tabela 36).

Tabela 36. Sementes de cenoura, cultivar Francine – Incidência de fungos (%) nas sementes Controle e de sementes tratadas com *Bacillus* spp. (cepas 1 e 2), *Trichoderma* spp e *Trichoderma harzianum* aos 180 dias, com avaliação imediatamente após a aplicação dos produtos (T180 I) e avaliação após 180 dias de armazenamento das sementes tratadas (T180 A) (dezembro, 2016).

Tratamentos	<i>Alternaria dauci</i>			<i>Alternaria radicina</i>			<i>Fusarium spp.</i>		
	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$
Controle	1,0 ^{ns}	1,5	1,3 ^{ns}	1,0 ^{ns}	1,0	1,0 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,0	0,3 ^{ns}
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	1,1	0,0	0,5
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,5	3,0	1,8	1,0	2,5	1,8	1,1	0,0	0,5
<i>Trichoderma</i> spp.	1,5	0,5	1,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0
<i>T. harzianum</i>	1,0	2,0	1,5	0,5	1,0	0,8	0,0	0,5	0,3
$\bar{X}$	1,0 ^{ns}	1,6	-	0,6 ^{ns}	1,2	-	0,5 ^{ns}	0,1	-
CV (%)	125,61			190,30			285,45		

Tratamentos	<i>Phoma</i> spp.			<i>Alternaria alternata</i>		
	T180 I	T180 A	$\bar{X}$	T180 I	T180 A	$\bar{X}$
Controle	0,5 ^{ns}	0,0	0,3 ^{ns}	46,0 Aa	49,5 Aa	47,8
<i>Bacillus</i> spp. cepa 1	0,5	0,5	0,5	48,5 Aa	41,5 Aa	45,0
<i>Bacillus</i> spp. cepa 2	0,5	0,0	0,3	50,0 Aa	44,5 Aa	47,3
<i>Trichoderma</i> spp.	0,5	0,0	0,3	41,5 Aa	24,5 Bb	33,0
<i>T. harzianum</i>	0,0	1,0	0,5	48,5 Aa	40,0 Aa	44,3
$\bar{X}$	0,4 ^{ns}	0,3	-	46,9	40,0	-
CV (%)	227,38			14,19		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não têm diferenças estatísticas significativas, Tukey 5%.

Os resultados das avaliações da sanidade das sementes de cenoura (Tabelas 21 a 36) indicaram cinco dos principais patógenos associados às sementes de cenoura descritos por Machado e Souza (2009), que são *Alternaria dauci*, *Alternaria radicina*, *Fusarium* spp., *Phoma* spp. e *Septoria* spp, além de *Alternaria alternata*, que não é considerado patógeno para a cultura da cenoura (Machado & Souza, 2009).

No entanto, as análises da sanidade das sementes de cenoura indicaram que havia a *Alternaria alternata* em todas as sementes analisadas nesta pesquisa, independentemente do cultivar e do tratamento avaliado (Tabelas 21 a 36), e Muniz; Porto (1983) afirmaram que há a associação deste gênero com as sementes das Apiáceas, como cenoura, salsa e coentro, e que são fungos transmitidos por sementes e causam o tombamento da plântula.

Em geral, é importante ressaltar que, para as sementes do cultivar Brasília, na avaliação da sanidade das sementes, as aplicações dos produtos biológicos à base de *Trichoderma* reduziram a incidência de *Alternaria radicina* nas sementes, nas avaliações inicial (Tabela 21) e aos 120 dias (Tabela 23) e reduziram a incidência de *Alternaria alternata*, independentemente do tratamento, por até 180 dias de armazenamento (Tabelas 21 a 24).

Para as sementes do cultivar Bruna (Tabelas 25 a 28), na avaliação inicial da sanidade das sementes, as aplicações dos produtos biológicos não interferiram na incidência dos fungos. Todavia, a aplicação do *Trichoderma* spp. foi efetiva para a redução da incidência de *Alternaria alternata* por até 180 dias de armazenamento.

Para as sementes do cultivar Erica, na avaliação inicial da sanidade das sementes (Tabela 29), as aplicações dos produtos biológicos à base de *Trichoderma* reduziram a incidência de *Alternaria alternata*. Até 60 dias (Tabela 30), as sementes previamente tratadas ao armazenamento tiveram redução da incidência de *Alternaria radicina*. Entre os 120 e os 180 dias (Tabelas 31 e 32), é possível notar que a aplicação de *Trichoderma* spp. tende a reduzir a incidência de *Alternaria alternata*. Aos 180 dias (Tabela 32), as aplicações de *Bacillus* spp. cepa 1 e *Trichoderma* spp. reduziram a incidência de *Fusarium* spp., independentemente do momento da aplicação e as sementes tratadas com o *Trichoderma harzianum* previamente ao armazenamento controlou a incidência de *Septoria* spp.; aos 180 dias, ainda, a aplicação do *Trichoderma* spp. foi efetiva para o controle de *Alternaria alternata*.

Para as sementes do cultivar Francine, na avaliação inicial da sanidade das sementes (Tabela 33), a aplicação de *Trichoderma* spp. reduziu a incidência de *Alternaria alternata* e aos 60 dias (Tabela 34), houve também este controle, mas com as sementes que foram tratadas previamente ao armazenamento. Aos 120 dias (Tabela 35), o *Trichoderma harzianum* não controlou a incidência de *Alternaria dauci*, independentemente do momento da aplicação dos produtos, porém o *Trichoderma* spp. controlou *Fusarium* spp., quando as sementes foram tratadas previamente ao armazenamento, e as aplicações dos produtos biológicos à base de *Trichoderma* reduziram a incidência de *Alternaria alternata*, quando as sementes foram tratadas previamente ao armazenamento. Por fim, aos 180 dias (Tabela 36) apenas a aplicação de *Trichoderma* spp. reduziu a incidência de *Alternaria alternata*, quando as sementes foram tratadas previamente ao armazenamento.

Em geral, houve variação na eficácia do controle de patógenos, em função dos tratamentos aplicados e das sementes de cenoura dos cultivares especificados. A aplicação de *Bacillus* e *Trichoderma* nas sementes de cenoura favorece o controle dos principais patógenos associados às sementes de cenoura. Entretanto, Pedroso (2012) afirmou que a aplicação do produto formulado à base de *Trichoderma*

(Agrotrich Plus®) não foi eficiente para o controle dos patógenos das sementes de cenoura, coentro e salsa, durante o armazenamento.

É possível afirmar que não houve o controle de *Alternaria dauci* por meio da aplicação dos produtos biológicos à base de *Bacillus* e *Trichoderma*, independentemente do cultivar ou do momento da avaliação da sanidade das sementes.

Porém, a aplicação dos produtos à base de *Trichoderma*, previamente ao armazenamento das sementes, favoreceu, em geral, o controle de *Alternaria radicina*; resultado diferente do obtido por Pedroso (2012), que recomendou a aplicação de Captan + polímero para a erradicação deste patógeno nas sementes de cenoura, salsa e coentro. No entanto, Bettiol et al. (2012) consideraram que a utilização do produto biológico comercial Trichodel, que é à base de *Trichoderma* spp., é eficiente para o controle dos patógenos *Alternaria* e *Fusarium*, para as plantas de hortaliças em geral e, inclusive, para o tratamento das sementes.

A incidência de *Alternaria alternata* durante os 180 dias de armazenamento das sementes de cenoura, independentemente do cultivar avaliado, permaneceu relativamente constante. Entretanto, Pedroso (2012) relatou que houve a redução das incidências de *Alternaria alternata* e *Alternaria radicina* ao longo de 12 meses de armazenamento.

Por sua vez, a aplicação dos produtos à base de *Trichoderma* e o tratamento previamente ao armazenamento das sementes foram efetivos para o controle de *Alternaria alternata*. Apesar de *Alternaria alternata* ser considerado um saprófita para muitas espécies vegetais, há registro de que é um fungo prejudicial para as plantas de tomate (Chellemi & Mueller, 1995) e de melão (Shahda et al., 1995), portanto é importante avaliar a incidência deste patógeno para as sementes de cenoura e a efetividade dos métodos para o controle.

O controle dos microrganismos nas sementes de cenoura por meio da aplicação dos produtos à base de *Trichoderma* foi relativamente estável para as sementes dos cultivares Brasília e Bruna e variável, em função do momento de aplicação, para as sementes dos cultivares Erica e Francine.

A aplicação dos produtos biológicos à base de *Trichoderma* foi eficaz para o controle de *Alternaria alternata*, independentemente do cultivar e do momento de aplicação dos produtos. Para as sementes dos cultivares Brasília e Bruna, a aplicação dos produtos à base de *Trichoderma* foi eficiente para o controle de

Alternaria radicina. A aplicação dos produtos biológicos à base de *Bacillus* e *Trichoderma*, independentemente do cultivar avaliado e do momento da aplicação, não foi eficaz para o controle de *Alternaria dauci* e para o controle dos microrganismos presentes nas sementes do cultivar Francine.

Desse modo, para utilizar os produtos biológicos, à base de *Trichoderma* e *Bacillus*, para as sementes de cenoura é fundamental considerar as espécies do patógeno alvo e avaliar, também, a eficácia do controle em função dos cultivares, pois os resultados podem variar de um cultivar para outro.

3.4. Conclusão

Os produtos biológicos reduzem a incidência dos principais patógenos das sementes de cenoura, especialmente *Trichoderma* spp. quando aplicados previamente ao armazenamento das sementes, principalmente para as sementes dos cultivares Brasília e Erica.

A eficácia do controle dos principais patógenos das sementes de cenoura varia em função do cultivar e em função do período de armazenamento das sementes.

Produtos à base de *Trichoderma* são eficazes para o controle de *Alternaria alternata*, especialmente quando aplicados previamente ao armazenamento das sementes, independentemente do cultivar.

Os tratamentos com produtos à base de *Bacillus* e *Trichoderma* não controlam *Alternaria dauci*.

Referências

ABRASEM – Associação Brasileira de Sementes e Mudas. UDSEN, S. Olerícolas: visão do mercado global. In: Anuário 2014. Brasília, DF. 2014.

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 08 abr. 2017.

- ARAÚJO, FF; HENNING, A; HUNGRIA, M. 2005. Phytohormones and antibiotics produced by *Bacillus subtilis* and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 1:1639- 1645.
- ARAÚJO, FF. 2008. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. *Ciência e Agrotecnologia* 32: 456-462.
- BASHAN, Y; BASHAN, LE. 2005. Bacteria - Plant growth-promoting. In: HILLEL, D. *Encyclopedia of soils in the environment*. Oxford: Elsevier 1:103-115.
- BETTIOL, W; MORANDI, MAB. 2009. Trichoderma in Brazil: history, research, commercialization and perspectives. In: METING OF THE WORKING GROUP ON BIOLOGICAL CONTROL OF FUNGAL AND BACTERIAL PLANT PATHOGENS, 10., 2008, Interlaken, Switzerland. IOBC WPRS Bulletin 43: 235-237.
- BETTIOL, W. 2012. *Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas*. Embrapa Meio Ambiente – Jaguariúna, SP, 155 p.
- BOER, AS.; DIDERICHSEN, B. 1991. On the safety of *Bacillus subtilis* and *B. amyloliquefaciens*: a review. *Applied Microbiology and Biotechnology*, Berlin, 36: 1- 4.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2009a. *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 395p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2009b. *Manual de Análise Sanitária de Sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária – Brasília: Mapa/ACS, 200p.

- BRASIL – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2011, 06 de outubro. Instrução Normativa N° 46. Disponível em <http://aao.org.br/aao/pdfs/legislacao-dos-organicos/instrucao-normativa-n46.pdf>
- CARVALHO, C. 2016. Anuário brasileiro das hortaliças 2016. – Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 64 p.
- CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – ESALQ/USP. Hortifuti Brasil Anuário 2014 - 2015. Ano 13 – N° 141 – Dez/2014 – Jan/2015 – ISSN 1981 – 1837.
- CHELLEMI, DO; MUELLER, D. 1995. A new *Alternaria* leaf blight disease on tomato in North Florida. *Plant Disease* 79:426.
- COOK, RJ. 1993. Making greater use of introduced microorganisms for biological control of plant pathogens. *Annual Review Phytopathology* 31: 53-80.
- EMBRAPA HORTALIÇAS. 2014. Situação das Safras de Hortaliças no Brasil - 2000-2011. Disponível em <http://www.cnph.embrapa.br>
- JACOBSEN, BJ; BACKMAN, PA. 1993. Biological and cultural plant disease controls: alternatives and supplements to chemicals in IPM systems. *Plant Disease* 77:311-315.
- KLEIFELD, O; CHET, I. 1992. *Trichoderma harzianum* – interaction with plants and effect on growth response. *Plant and Soil* 144: 267-272.
- KLOEPPER, JW. 1999. Plant root-bacterial interactions in biological control of soilborne diseases and potential extension to systemic and foliar diseases. *Australasian Plant Pathology* 28: 21-26.
- KLOEPPER, JW; RYU, C.M.; ZHANG, S. 2004. Induced systemic resistance and promotion o plant growth by *Bacillus* spp. *Phytopathology* 94:1259-1266.

- LUZ, WC. 2001. Efeito de bioprotetores em patógenos de sementes e na emergência e rendimento de grãos de milho. *Fitopatologia Brasileira* 26: 16-20.
- MACHADO, JC. 2000. Tratamento de sementes no controle de doenças. Lavras: UFLA/FAEPE, 138 p.
- MACHADO, JC; SOUZA RM. 2009. Tratamento de sementes de hortaliças para controle de patógenos: princípios e aplicações. In: NASCIMENTO, W. M. *Tecnologia de sementes de hortaliças*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 432p.
- MACHADO, DFM; PARZIANELLO, FR; SILVA, ACF; ANTONIOLLI, ZI. 2012. Trichoderma no Brasil: o fungo e o bioagente. *Revista de Ciências Agrárias* 26: 274-288.
- MASSOLA JUNIOR, NS; MARTINS, MC; GLORIA, R; JESUS JÚNIOR, WC. Doenças da cenoura. 2005. In: KIMATI, H; AMORIN, L; BERGAMIN FILHO, A; CAMARGO, LEA; RESENDE, JAM. (Ed.). *Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. São Paulo: Agronômica Ceres 2: 223-229.
- MATHUR, SB; MANANDHAR, HK. 2004. Seedborne pathogens. In: *Encyclopedia of plant and crop science*.
- MELLO, SCM; ÁVILA, ZR; BRAÚNA, LM, PÁDUA, RR; GOMES, D. 2007. Cepas de Trichoderma para el control biológico de Sclerotium rolfsii Sacc. *Fitosanidad* 11: 3-9.
- MENTEN, JOM. 1995. Importância do tratamento de sementes. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PATOLOGIA DE SEMENTES, 2. São Paulo, 1995. *Anais...* São Paulo, CIBAAGRO, p.203-224.
- MENTEN, JOM. 2017. *As tecnologias do controle biológico de pragas e doenças evoluiu, e seu uso vai crescer muito na agricultura de grãos*. Disponível em <http://www.abcbio.org.br/conteudo/noticias/fitossanitarios-biologicos/>

- MORANDI, MAB; BETTIOL, W. 2009. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. In: Bettiol, W; Morandi, M.A.B. (Ed.). *Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas*. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p.07-14.
- MUNIZ, MFB; PORTO, MDM. 1998. Flutuação populacional e sobrevivência de *Alternaria* spp. em sementes de cenoura. *Revista Brasileira de Sementes*, 20:449-453.
- NASCIMENTO, WM; MELO, PCT de. 2011. Panorama da cadeia produtiva da cadeia de hortaliças no Brasil. In: CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS, Porto Alegre. *Palestras...* Brasília, DF: Embrapa Hortaliças.
- NASCIMENTO, WM; VIEIRA, JV; MAROUELLI, WA. 2012. *Produção de sementes de cenoura*. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF
- NASCIMENTO, WM; MELO, PCTde. 2015. Desafios e oportunidades da produção de sementes de hortaliças no Brasil. *SEEDnews*. Ano XIX – N. 3.
- PEDROSO, DC. 2012. Apiáceas e alternarioses: tratamento de sementes, qualidade fisiológica e sanitária no armazenamento. Santa Maria, 97p.
- RAMAMOORTHY, V; VISHWANATHAN, R; RAGHUCHANDER, T; PRAKASAM, V; SAMIYAPPAN, R. 2001. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases. *Crop Protection*, 20: 1-11
- SHAHDA, WT; AL-RAMA, ANAN; RAGEH, SA. 1995. Dampingoff of some cucurbitaceous crops in Saudi Arabia with reference to control methods. *Journal of Phytopathology* 143:59-63.
- SILVA, FAS; AZEVEDO, CAV. 2002. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais* 4: 71-78.

TARNAWSKI, S; HAMELIN, J; JOSSI, M; ARAGNO, M; FROMIN, N. 2006. Phenotypic structure of *Pseudomonas* populations is altered under elevated pCO₂ in the rhizosphere of perennial grasses. *Soil Biology & Biochemistry* 38: 1193-1201.

USP/ESALQ – Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2016. Série de dados climatológicos do campus Luiz de Queiroz de Piracicaba, SP. Disponível em:
<<http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/postoaut.html>>.

WELLER, DM. 1988. Biological control of rhizosphere with bacteria. *Annual Review of Phytopathology* 26: 379-407.

WELLS, HD; BELL, DK; JAWORSKI, CA. 1972. Efficacy of *Trichoderma harzianum* as a biocontrol agente for *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology* 62: 442-447.