

Tratamento químico e biológico: qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cenoura durante o armazenamento

Chemical and biological treatment: physiological and sanitary quality of carrot seeds during storage

Daniele Cardoso Pedroso¹, Elisa Souza Lemes^{2*}, Sandro de Oliveira³, Lilian Madruga de Tunes⁴, Emanuele Junges⁵, Marlove Fátima Brião Muniz⁶

¹Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil

²Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), Av. Eliseu Maciel, s/n, Capão do Leão, CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil

³Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), Pelotas, RS, Brasil

⁴Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), Pelotas, RS, Brasil

⁵Instituto Federal Farroupilha de São Vicente do Sul (IFFarroupilha), São Vicente do Sul, RS, Brasil

⁶Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil

*autor correspondente

✉ lemes.elisa@yahoo.com.br

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do tratamento químico e biológico em sementes de cenoura contaminadas com *Alternaria alternata* e *Alternaria radicina* durante o armazenamento. Foram determinadas a umidade inicial, a germinação e a sanidade das sementes. De acordo com os resultados do teste de sanidade, foi detectada a presença de *A. alternata* e *A. radicina* associados às sementes, sendo selecionadas sementes com a maior incidência dos patógenos. As sementes foram tratadas de acordo com as recomendações dos fabricantes, resultando nos seguintes tratamentos: testemunha, fungicida, fungicida + polímero, Agrotrich plus[®], Agrotrich plus[®] + polímero. Após o armazenamento, foi avaliada a qualidade das sementes por meio das seguintes determinações: teor de umidade, teste de germinação, teste de frio, teste de emergência, comprimento de plântulas, índice de velocidade de emergência e teste de sanidade. O tratamento de sementes de cenoura contaminadas com *A. alternata* e com *A. radicina*, com fungicida e a combinação entre fungicida + polímero, favorece a qualidade fisiológica e sanitária das sementes durante o armazenamento. O Agrotrich plus[®] não mostra eficiência no tratamento das sementes durante o armazenamento. A incidência de *A. alternata* e de *A. radicina* reduz durante o armazenamento, independentemente do tratamento aplicado.

PALAVRAS-CHAVE: *Daucus carota* L., hortaliças, sanidade, vigor, viabilidade.

ABSTRACT: The objective was to evaluate the effect of chemical and biological treatment in carrot seeds contaminated with *Alternaria alternata* and *Alternaria radicina* during storage. The initial moisture content, germination, and seed health were determined. Health test results showed the presence of and *A. radicina* associated with the seeds, we selected seeds with the highest incidence of the pathogens. The seeds were treated, according to the manufacturers' recommendations, resulting in the following treatments: control, fungicide, fungicide + polymer Agrotrich plus[®], Agrotrich plus[®] + polymer. The physiological quality was evaluated by the germination test, first count, cold test, seedling length, emergency, emergency speed index and health test, performed every three months for one year of storage. The treatment of carrot seeds contaminated with *A. alternata* and *A. radicina* with fungicide and the combination of fungicide + polymer favored the physiological and sanitary quality of the seeds during storage. The Agrotrich plus[®] was an ineffective treatment of the seeds in storage. The incidence of *A. radicina* and *A. alternata* medicine is reduced during storage, regardless of the treatment.

KEYWORDS: *Daucus carota* L., vegetables, sanitary, vigor, viability.

Introdução

Nos últimos anos, a crescente demanda e a exigência por produtos de melhor qualidade, aliadas às mudanças nos hábitos alimentares, têm afetado significativamente a forma de produção e comercialização das hortaliças. A cenoura (*Daucus carota* L.) ocupa um lugar de destaque no grupo das raízes tuberosas, sendo uma das hortaliças mais consumidas no Brasil,

principalmente nos estados de Minas Gerais, Goiás, Paraná, Rio Grande do Sul e Bahia (GUTIERREZ, 2010). Na safra de 2017, a cenoura apresentou uma área cultivada de aproximadamente 14,5 mil hectares, o que representou um decréscimo de 7,2% em relação à safra anterior (HF BRASIL, 2018).

O cultivo de hortaliças vem se expandindo progressivamente, assim como as exigências para com o mercado sementeiro, principalmente em termos de qualidade de semente. Neste sentido, a demanda por sementes de qualidade tem exigido das empresas produtoras de sementes padrões de qualidade mais rígidos, aliados a sistemas produtivos mais rentáveis (PEDROSO, 2009). Desse modo, um estande adequado em hortaliças pode ser obtido a partir da adoção de técnicas adequadas na produção de sementes, as quais disponibilizarão material de qualidade para a semeadura.

Dentre essas técnicas, o armazenamento de sementes assume um importante papel, principalmente no Brasil, devido às condições climáticas de algumas regiões. Esse processo é, em grande parte, dependente das etapas anteriores, pois somente o material produzido de maneira correta e de boa qualidade deve ser armazenado (FREITAS, 2009). Dessa forma, o armazenamento de sementes constitui-se em um conjunto de procedimentos voltados à preservação da qualidade das sementes, no intuito de proporcionar um ambiente no qual as mudanças fisiológicas, bioquímicas e sanitárias sejam mantidas em um nível aceitável.

Um dos principais fatores que afeta a obtenção de sementes de hortaliças com qualidade é a associação de microrganismos, principalmente fungos (NASCIMENTO, 2000). Os fungos do gênero *Alternaria* são frequentemente encontrados associados às sementes de cenoura (CARVALHO et al., 2009), ocasionando prejuízos na germinação e no vigor das sementes, podendo consequentemente prejudicar o potencial de armazenamento destas. Assim, a adoção conjunta de diferentes práticas é fundamental para o efetivo controle das alternarioses em sementes de cenoura. O estabelecimento de um programa de manejo para a doença deve incluir medidas como: semeadura de sementes sadias, semeadura de sementes de cultivares e híbridos tolerantes, rotação de culturas, redução do estresse das plantas pela correta adubação e irrigação, bem como o tratamento de sementes (TÖFOLI; DOMINGUES, 2004).

Como forma de amenizar esses efeitos negativos, pode-se aplicar diferentes tratamentos nas sementes de cenoura para protegê-las durante o armazenamento. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do tratamento químico e biológico, associado ou não a polímero, em sementes de cenoura contaminadas com *Alternaria* spp. durante o armazenamento.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em Laboratório de Fitopatologia e em casa de vegetação. Foram analisados 20 lotes de sementes de cenoura (cultivar Suprema) provenientes de empresa produtora do Rio Grande do Sul, sem qualquer tipo de tratamento químico.

Após o recebimento, as sementes foram submetidas à avaliação inicial do teor de água, germinação e sanidade: teor de água – determinado com base no peso úmido das sementes, pelo método de estufa a 105 °C, de acordo com as Regras para

Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Utilizaram-se duas subamostras de 5g de peso úmido de sementes, colocadas em estufa à temperatura constante de 105 ± 3 °C, durante um período de 24 horas. Após esse período, as subamostras secas foram novamente pesadas. O resultado final foi expresso pela média aritmética, em porcentagens, das subamostras. Germinação – conduzida com 200 sementes por lote, distribuídas em quatro repetições de 50 sementes, as quais foram semeadas em caixas plásticas do tipo “gerbox”, sobre três folhas de papel-filtro umedecido com água destilada e esterilizada, equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. As caixas de gerbox foram mantidas em germinador (20-30 °C), com fotoperíodo de 8 horas quando submetidas à temperatura de 30 °C. As contagens foram realizadas aos 14 dias após a semeadura, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais. Sanidade – realizada através do método do papel-filtro “Blotter Test”. Utilizou-se uma amostra de 200 sementes, dividida em quatro repetições de 50 sementes, colocadas em caixas plásticas do tipo “gerbox”, previamente desinfetadas com álcool e hipoclorito (1%), sobre duas folhas de papel-filtro umedecidas com água destilada e esterilizada. As sementes foram incubadas a 25 °C, com 12 horas de regime de luz, durante 24 horas. Em seguida, para a inibição da germinação, foram submetidas ao congelamento a -20 °C por 24 horas. Após esse procedimento, foram então incubadas novamente a 25 °C por sete dias, com 12 horas de regime de luz, conforme metodologia proposta pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). As análises foram realizadas com o auxílio de lupa e microscópio óptico para observação das estruturas morfológicas dos fungos. Os patógenos foram identificados ao nível de espécie, no caso de *Alternaria* e de gênero para *Trichoderma*, com o auxílio da bibliografia especializada de Barnett e Hunter (1998), determinando-se a porcentagem de sementes infestadas por fungos.

Nessa análise foram detectadas, associadas às sementes, as espécies *Alternaria alternata* e *A. radicina*. A partir desses resultados, foram selecionados dois lotes de cenoura, resultando nas seguintes associações: sementes de cenoura + *A. alternata*, sementes de cenoura + *A. radicina*. Posteriormente, as sementes foram submetidas ao tratamento com fungicida Captan® (na dose de 0,002 g kg⁻¹), polímero Collorseed – Rigran® (na dose 50 mL kg⁻¹) e com o produto biológico à base de *Trichoderma* spp., Agrotich plus® (na dose de 25 g ha⁻¹), de acordo com as recomendações dos fabricantes, resultando nos seguintes tratamentos: T1 – Testemunha (sem adição de produtos); T2 – Fungicida Captan®; T3 – Fungicida Captan® + polímero Collorseed – Rigran; T4 – Agrotich plus®; T5 – Agrotich plus® + polímero Collorseed – Rigran®.

O tratamento foi realizado manualmente, utilizando 0,1 kg de sementes por unidade experimental, inicialmente com a mistura de produtos em sacos plásticos com água, na quantidade necessária para completar o volume de calda de 15 mL para 1 kg de semente. Posteriormente, as sementes foram adicionadas aos sacos plástico e agitadas até a completa distribuição dos produtos e cobertura da sua superfície (NUNES, 2005). Após o tratamento, as sementes foram submetidas à secagem em estufa

com circulação de ar a 35 °C, por 12 horas, até atingirem o teor de água de 8%, monitorado através de sucessivas pesagens. Em seguida, elas foram armazenadas em envelopes aluminizados, mantidos em câmara fria (10 °C e 50% de umidade relativa) por um período de 12 meses.

Durante o período de armazenamento, avaliações da qualidade das sementes foram realizadas a cada três meses, através das seguintes determinações e testes: Teor de água: determinado da mesma forma já descrita, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Germinação: conduzida segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Primeira contagem de germinação: também realizado conforme os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Comprimento de plântula: avaliou-se o comprimento médio das plântulas normais, obtidas a partir da sementeira de quatro repetições de 25 sementes no terço superior da folha. Os rolos de papel contendo as sementes permaneceram em germinador (20-30 °C), com fotoperíodo de 12 horas, por sete dias. Após esse período, avaliou-se o comprimento total de 10 plântulas normais, com o auxílio de régua graduada em milímetros. O comprimento médio foi obtido somando-se as medidas de cada repetição e dividindo-se pelo número de plântulas normais mensuradas, com resultados expressos em centímetros (cm) plântula⁻¹, conforme descrito por Nakagawa (1999). Teste de frio: realizado com quatro repetições de 50 sementes semeadas em rolo de papel-filtro, umedecido com água destilada e esterilizada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos, permanecendo por sete dias em câmara (do tipo BOD) à temperatura constante de 10 °C. Após esse período, os rolos foram transferidos para o germinador (20-30 °C), com fotoperíodo de 12 horas, onde permaneceram por mais sete dias, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais, conforme recomendações de Cícero e Vieira (1994). Emergência: foram avaliadas quatro

subamostras de 50 sementes para cada tratamento, semeadas em bandejas de plástico a 2,0 cm de profundidade, contendo substrato comercial Plantmax®, mantidas em casa de vegetação em condições não controladas. Foram realizadas irrigações sempre que necessário, e a avaliação ocorreu aos 21 dias após a sementeira, computando-se a porcentagem de plântulas emergidas (NAKAGAWA, 1999). Índice de velocidade de emergência: realizado em conjunto com a emergência, em casa de vegetação, no qual foram feitas contagens diárias de plântulas emergidas nas bandejas, até obter-se número constante. Para cada repetição, foi calculado o índice de velocidade de emergência conforme a fórmula de Maguire (1962): $IVE = (E_1 \div N_1) + (E_2 \div N_2) + \dots + (E_n \div N_n)$. Sendo: IVE = índice de velocidade de emergência; E_1, E_2, E_n = número de plântulas emergidas, computadas na primeira, na segunda e na última contagem; N_1, N_2, N_n = número de dias da sementeira à primeira, segunda e última contagem. Sanidade: realizada através do método do papel-filtro “Blotter Test”, conforme já descrito e de acordo com metodologia proposta por Brasil (2009).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x5 (cinco tratamentos e cinco períodos de armazenamento), com quatro repetições. As médias de cada tratamento, obtidas ao longo do armazenamento, foram submetidas à análise de variância e de regressão com o auxílio do Sistema de Análises Estatísticas (ZONTA; MACHADO, 1986).

Resultados e Discussão

Determinou-se o teor de água das sementes, tratadas com fungicida e Agrotrich plus®, acrescidos ou não de polímero, para acompanhar as condições de armazenamento, e não foi aplicada análise estatística para esses valores. O teor de umidade das sementes infestadas com as duas espécies de *Alternaria* não foi influenciado após a submissão aos tratamentos químico e biológico, acrescidos ou não de polímeros no período avaliado (Tabela 1).

Tabela 1. Teor de água de sementes de cenoura contaminadas com *Alternaria alternata* e *A. radicina* e submetidas ao tratamento químico e biológico, acrescidos ou não de polímero, durante 12 meses de armazenamento.

Tratamentos	Teor de Água (%) de sementes contaminadas com <i>A. alternata</i>				
	Armazenamento (meses)				
	Iniciais	Três	Seis	Nove	Doze
Testemunha	8,2	8,2	8,2	8,0	8,2
Fungicida Captan®	8,4	8,7	8,8	8,1	8,5
Fungicida Captan® + polímero	8,4	8,7	8,7	8,2	8,7
Agrotrich plus®	8,0	8,1	8,2	8,2	8,4
Agrotrich plus® + polímero	8,4	8,6	8,9	8,7	8,8
Tratamentos	Teor de Água (%) de sementes contaminadas com <i>A. radicina</i>				
	Armazenamento (meses)				
	Iniciais	Três	Seis	Nove	Doze
Testemunha	8,6	8,6	8,5	8,7	8,8
Fungicida Captan®	8,7	8,8	8,2	8,4	8,3
Fungicida Captan® + polímero	8,4	8,7	8,7	8,4	8,6
Agrotrich plus®	8,3	8,4	8,4	8,7	8,8
Agrotrich plus® + polímero	8,4	8,9	8,7	8,4	8,6

Observaram-se variações inferiores a 1 ponto percentual, as quais foram todas inferiores à amplitude máxima aceita, que é de 1 a 2 pontos percentuais, dado importante na execução dos testes, pois considera-se que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes. Segundo Marcos Filho (1999), diferenças de 1 a 2% não são comprometedoras, no entanto, acima desse percentual pode haver variação acentuada na velocidade e intensidade de deterioração das sementes, comprometendo a consistência dos dados. Sendo conveniente, portanto, a uniformização e monitoramento do teor de água antes do início dos testes e durante o armazenamento.

Os resultados de qualidade fisiológica das sementes de cenoura contaminadas com *A. alternata* e com *A. radicina*, obtidos através da análise de regressão, encontram-se nas Figuras 1 e 2. Constatou-se na primeira contagem de germinação que a porcentagem de plântulas normais decresceu no decorrer dos períodos de avaliação, independentemente do tratamento a que as sementes foram submetidas, tanto para aquelas contaminadas com *A. alternata* (Figura 1A), quanto para as sementes contaminadas com *A. radicina* (Figura 2A).

Observou-se que, independentemente do produto ou mistura utilizado, as sementes contaminadas com *A. alternata* (Figura 1A) que foram tratadas apresentaram melhor desempenho na primeira

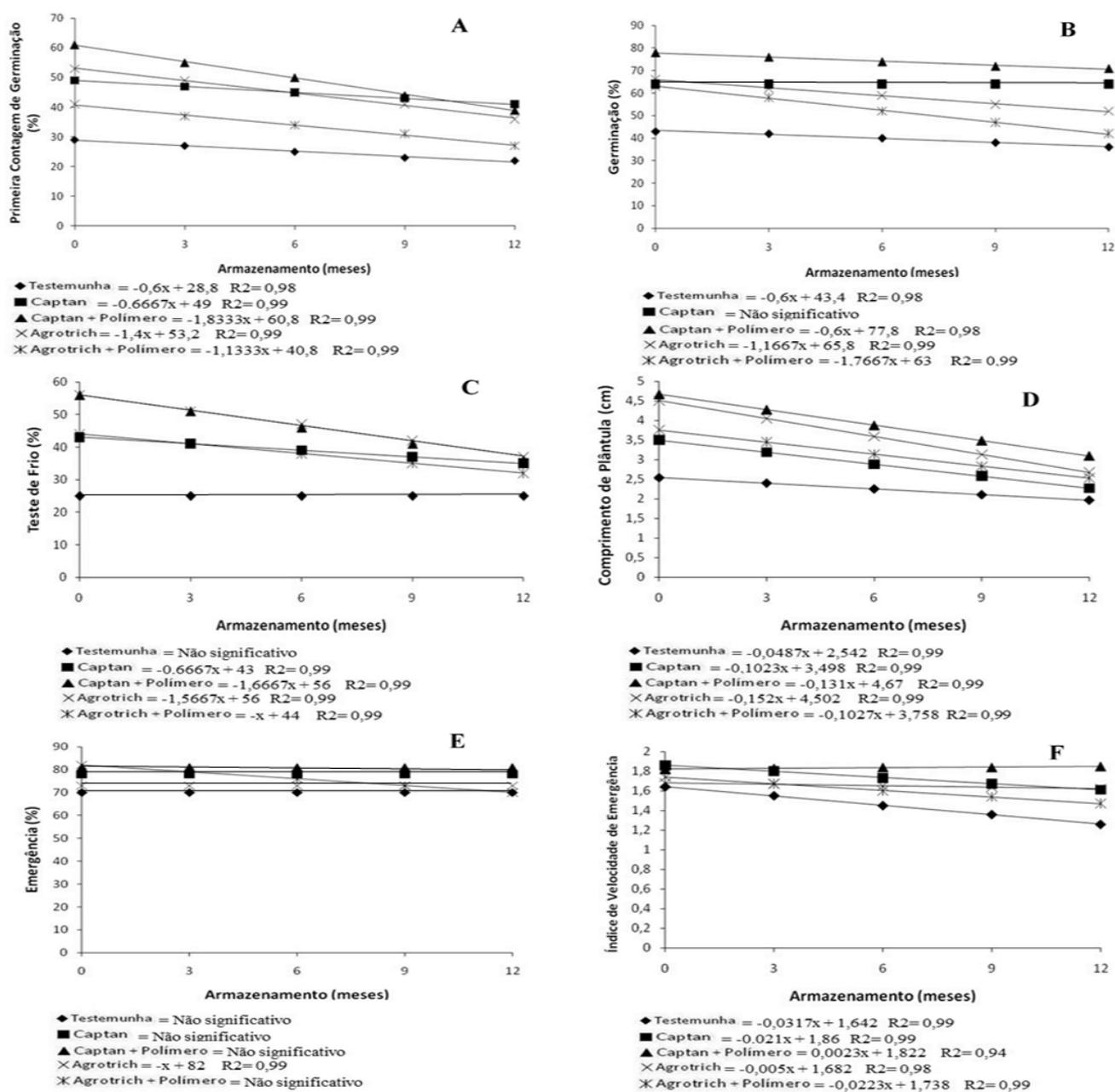


Figura 1. Primeira contagem de germinação (A), germinação (B), teste de frio (C), comprimento de plântula (D), emergência (E) e velocidade de emergência (F) de sementes de cenoura contaminadas com *Alternaria alternata* e submetidas ao tratamento químico e biológico, acrescidos ou não de polímero, durante 12 meses de armazenamento.

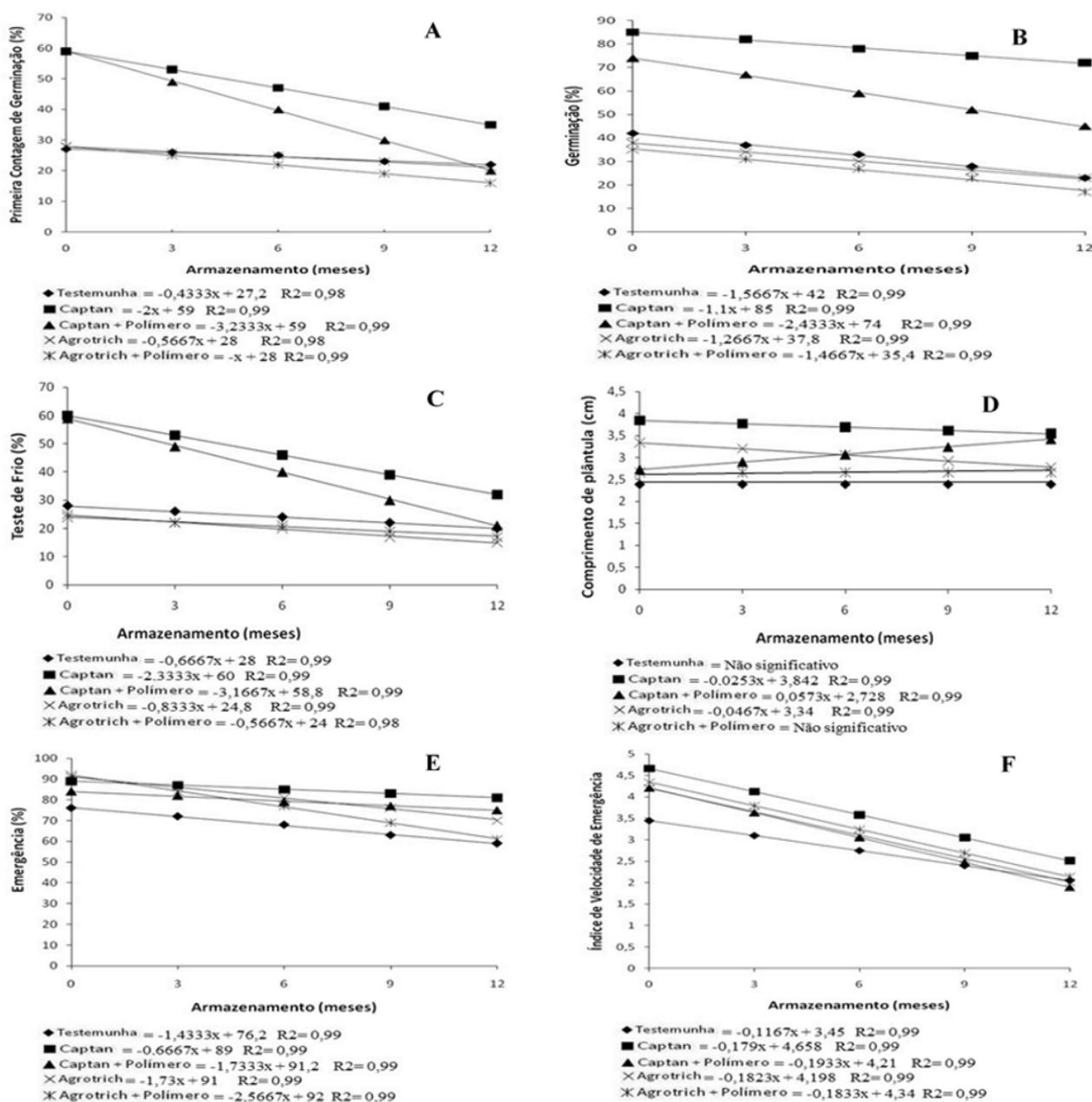


Figura 2. Primeira contagem de germinação (A), germinação (B), teste de frio (C), comprimento de plântula (D), emergência (E) e velocidade de emergência (F) de sementes de cenoura contaminadas com *Alternaria radicina* e submetidas ao tratamento químico e biológico, acrescidos ou não de polímero, durante 12 meses de armazenamento.

contagem de germinação em relação à testemunha, a qual se manteve inferior durante todo o período de armazenamento. Dentre as tratadas, as sementes com o fungicida + polímero apresentaram resultados mais satisfatórios, seguidos das sementes tratadas apenas com fungicida, das microbiolizadas com o Agrotrich plus® isolado e, por fim, com menores percentuais, aquelas em que foi aplicado o Agrotrich plus® + polímero.

Para sementes contaminadas com *A. radicina* (Figura 2A), os resultados mais expressivos foram obtidos com sementes tratadas com fungicida, seguidos daqueles obtidos com sementes tratadas com fungicida + polímero. Os demais tratamentos, Agrotrich plus® e Agrotrich plus® + polímero, apresentaram valores inferiores, e este último obteve porcentagem de plântulas

normais inferior ao observado na testemunha. Esses resultados indicam que o fungo *Trichoderma* pode ter influenciado no desenvolvimento inicial das plântulas ou até mesmo retardando a velocidade de germinação das sementes contaminadas com *A. radicina*. As informações oferecidas pelo teste de primeira contagem são consideradas avaliações indiretas da velocidade de germinação das sementes (BHERING et al., 2000).

Resultados semelhantes aos obtidos na primeira contagem de germinação foram observados na germinação das sementes associadas com *A. alternata* (Figura 1B), as quais apresentaram os maiores percentuais germinativos ao serem submetidas ao tratamento com fungicida + polímero. Todavia, quando tratadas com fungicida, a porcentagem de germinação se manteve

constante e com resultados também satisfatórios. Em ambos os tratamentos, a porcentagem de germinação manteve-se acima de 60% durante todo o período de armazenamento, diferentemente do que foi observado com sementes tratadas com Agrotrich plus® e com Agrotrich plus® + polímero, as quais apresentaram germinação inferior aos 60%, com este último tratamento chegando bem próximo dos valores observados na testemunha, que permaneceu em torno dos 40% durante todos os meses de armazenamento.

Resultados favoráveis com o fungicida também foram alcançados na germinação das sementes contaminadas por *A. radicina* (Figura 2B). Destacando-se, nesse caso, o tratamento com fungicida isolado, pois manteve a porcentagem de germinação acima de 80%, superior ao observado no tratamento com fungicida + polímero, o qual apresentou decréscimo desse percentual ao longo do armazenamento. Além disso, conforme se observou na primeira contagem de germinação, a porcentagem de plântulas normais obtidas a partir de sementes tratadas com Agrotrich plus® e Agrotrich plus® + polímero foi acentuadamente inferior até mesmo em relação à testemunha. Esses resultados sugerem que tanto a utilização de polímero como o uso do pó biológico não constituem medidas indicadas para manter um percentual de germinação satisfatório ao se armazenar sementes contaminadas com *A. radicina*.

A formulação do Agrotrich plus®, segundo o fabricante, reúne uma série de isolados do fungo, dentre os quais alguns podem ter perdido sua eficiência como antagonistas, tornando-se saprofitos, sendo esses responsáveis por prejudicar a viabilidade das sementes de cenoura. Muitos microrganismos, se cultivados em grande escala e sucessivamente, podem perder ou reduzir sua capacidade antagonista, diminuindo a eficiência do controle (GRIGOLETTI JÚNIOR et al., 2000), podendo tão somente atuar como agentes saprofitos, o que também justifica a baixa porcentagem de plântulas normais, nesses tratamentos, obtidas na primeira contagem (Figuras 1A e 2A) e na germinação (Figuras 1B e 2B) das sementes de cenoura contaminadas. No entanto, as reservas nutritivas, que já são poucas no caso de sementes de hortaliças (RAMOS et al., 2004), podem ter se exaurido em decorrência do saprofitismo característico de algumas espécies de *Trichoderma*.

Na avaliação do teste de frio para sementes associadas com *A. alternata* (Figura 1C), constatou-se que sementes tratadas com fungicida + polímero e com Agrotrich plus® isolado obtiveram resultados muito próximos, ambos superiores aos demais tratamentos. Da mesma forma, valores muito semelhantes foram obtidos com sementes tratadas com fungicida isolado e com Agrotrich plus® + polímero. No entanto, todos esses tratamentos foram superiores à testemunha, a qual apresentou sementes de qualidade inferior no teste de frio, o que provavelmente está relacionado com a presença do patógeno nessas sementes, pois, conforme se observa nos resultados da análise sanitária (Figura 3A), o mesmo manteve-se com porcentagem de incidência relativamente alta durante o armazenamento, na testemunha.

Para sementes infestadas com *A. radicina* (Figura 2C), notou-se a mesma tendência do teste de germinação e de primeira contagem, ou seja, os resultados mais satisfatórios foram obtidos a partir de sementes tratadas com fungicida, seguidos daquelas

com fungicida + polímero. Os dados resultantes das sementes tratadas com Agrotrich plus® e Agrotrich plus® + polímero foram inferiores, até mesmo em relação à testemunha. Fato esse que também pode ser atribuído à provável ação saprofitica do *Trichoderma*, conforme relatado para os demais testes realizados.

A deterioração das sementes, mesmo em condições de temperatura e umidade adequadas, torna-se inevitável durante o armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), principalmente tratando-se de sementes de hortaliças, possivelmente por estas apresentarem menor quantidade de reservas armazenadas, conseqüentemente maior suscetibilidade à deterioração (RAMOS et al., 2004). Segundo Freitas (2009), o termo deterioração é usado para indicar declínio no vigor e na viabilidade das sementes, de forma que vigor de sementes e deterioração estão fisiologicamente ligados, ou seja, aumento na deterioração implica redução no vigor. Fato esse observado na primeira contagem de germinação, germinação e teste de frio, nos quais ocorreu um gradual decréscimo da viabilidade e vigor das sementes de cenoura contaminadas com *A. alternata* e com *A. radicina*, ao longo do armazenamento, independentemente do tratamento aplicado.

Na avaliação do comprimento das plântulas derivadas das sementes de cenoura contaminadas com *A. alternata* (Figura 1D) e com *A. radicina* (Figura 2D), verificou-se que o fungicida + polímero se destaca com plântulas de maior crescimento, no primeiro caso, e fungicida isolado originou plântulas mais vigorosas no caso de sementes contaminadas com *A. radicina*. Os demais tratamentos apresentaram plântulas com comprimento inferior aos respectivos tratamentos de destaque em cada caso de contaminação. No entanto, todos foram superiores à testemunha, a qual não apresentou diferenças significativas entre os períodos de armazenamento, assim como o tratamento com Agrotrich plus® + polímero. Segundo a análise sanitária (Figuras 3A e 3C), ambos patógenos se fizeram presentes em porcentagens significativas de incidência até o final do armazenamento, o que sugere a ação prejudicial de *A. alternata* e *A. radicina* no desempenho das plântulas. Segundo Machado (2000), a associação de microrganismos com sementes é considerada um dos mais importantes fatores que podem prejudicar sua qualidade e o desenvolvimento de plântulas originadas dessas sementes.

Para sementes contaminadas com *A. alternata*, a porcentagem de emergência (Figura 1E), diferentemente da germinação (Figura 1B), não reduziu com o passar do tempo de armazenamento. Todos os tratamentos mantiveram-se com valores constantes e acima de 73%, exceto aquele que continha Agrotrich plus® + polímero, o qual apresentou decréscimo na porcentagem de plântulas emergidas, igualando-se, no final dos 12 meses de avaliação, à testemunha que se manteve com 70% de emergência durante todo o período.

Por outro lado, sementes contaminadas com *A. radicina* apresentaram decréscimo na porcentagem de emergência (Figura 2E) ao longo do armazenamento, independentemente do tratamento aplicado. Nesse caso, sementes tratadas com fungicida obtiveram os maiores percentuais de emergência, seguidas daquelas tratadas com fungicida + polímero e das tratadas com Agrotrich plus®, todas com emergência acima de

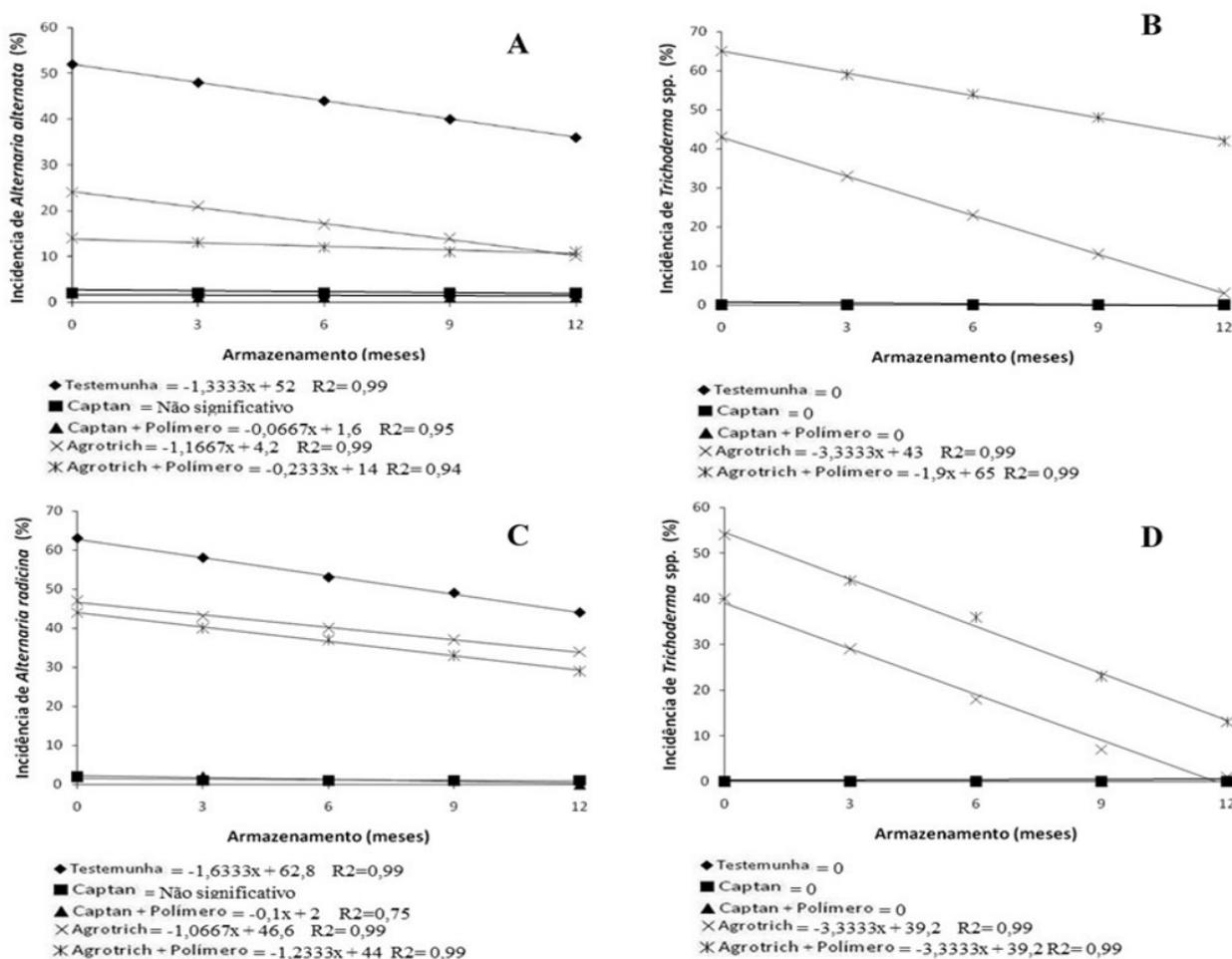


Figura 3. Incidência de *Alternaria alternata* (A) e *Trichoderma* spp. (B) em sementes de cenoura contaminadas com *A. alternata*, e de *A. radicina* (C) e *Trichoderma* spp. (D) em sementes de cenoura contaminadas com *A. radicina*, ambas submetidas ao tratamento químico e biológico, acrescidos ou não de polímero, durante 12 meses de armazenamento.

70%. Somente o tratamento com Agrotrich plus® + polímero proporcionou índices próximos ao observado na testemunha ao final do período de armazenamento. Resultados esses que estão de acordo com os obtidos nos demais testes realizados.

As sementes associadas com *A. alternata* mantiveram porcentagens altas de emergência, e sementes infestadas por *A. radicina* apresentaram redução nessa porcentagem, podendo estar ligada ao modo de ação desses fungos. *Alternaria radicina* possui capacidade de infectar sementes, penetrando em seus tecidos internos, podendo chegar até o embrião (CUNHA et al., 1987; MUNIZ; PORTO, 1999), isso faz com que seja um patógeno consideravelmente de maior virulência em relação a *A. alternata*, que comumente fica aderido à superfície da semente, em vez de penetrar no interior desta. A infecção de sementes é um aspecto de grande relevância, pois nesse caso existe maior facilidade, por parte do patógeno, em prejudicar a qualidade das sementes, conforme se observou nos resultados.

Na avaliação da velocidade de emergência, observou-se para sementes infestadas com *A. alternata* (Figura 1F) que, no tratamento com fungicida + polímero, apresentaram maiores índices de velocidade em relação aos demais tratamentos ao longo de todo o período de avaliação. E esses tratamentos

apresentaram valores inferiores e decrescentes com Agrotrich plus® + polímero e com a testemunha, destacando-se com os menores índices.

Nesse caso, vale ressaltar a eficiência da utilização do polímero na otimização do tratamento de sementes, pois ele cumpriu sua função, aumentando a penetração e a fixação dos produtos a que foi acrescentado. O fungicida apresentou resultados satisfatórios, em relação à qualidade de sementes, ao ser aplicado de forma isolada. Em conjunto com polímero, esses resultados foram maximizados. O Agrotrich plus® isolado proporcionou resultados inferiores de qualidade. Essa inferioridade também foi maximizada pela ação do polímero na fixação e durabilidade desses produtos.

Diferentemente do que foi observado no lote de sementes contaminadas com *A. alternata*, nas sementes contaminadas com *A. radicina* o fungicida (utilizado de forma isolado) proporcionou maior rapidez de emergência em relação aos demais tratamentos. A adição do polímero a esse produto provocou redução na velocidade de emergência, chegando a índices inferiores aos observados na testemunha no final do armazenamento. Nesse caso, o polímero não foi eficiente, pois funcionou como uma barreira na semente, prejudicando a

germinação (Figura 2B) e a rapidez de emergência das plântulas de cenouras oriundas de sementes contaminadas com *A. radicina*. Sementes de milho submetidas à peliculização, com associação a inseticidas e fungicidas, não tiveram comprometimento no potencial germinativo e na rapidez de emergência, podendo ser armazenadas por seis meses (PEREIRA et al., 2005).

Os resultados de qualidade sanitária das sementes de cenoura contaminadas com *A. alternata* e com *A. radicina* encontram-se na Figura 3. A incidência de *A. alternata* (Figura 3A) na testemunha, apesar de obter redução ao longo do armazenamento, permaneceu com percentuais de incidência superiores aos demais tratamentos. Por outro lado, sementes tratadas com fungicida + polímero apresentaram os menores índices de sementes contaminadas por esse fungo, seguidas daquelas tratadas apenas com o fungicida, demonstrando que esses tratamentos foram eficientes no controle de *A. alternata* presentes nas sementes de cenoura. Resultados semelhantes foram encontrados para sementes contaminadas com *A. radicina* (Figura 3C), pois o controle desse fungo nas sementes tratadas com fungicida e com fungicida + polímero foi também eficiente durante o armazenamento.

Além desses, foi observada redução da incidência, ao longo dos períodos de avaliação, em sementes contaminadas com *A. alternata* (Figura 3B) microbiolizadas com Agrotich plus® sem adição de polímero. O tratamento com Agrotich plus® + polímero apresentou incidência de *A. alternata* inferior ao observado na testemunha (Figura 3A), a qual apresentou incidência acima de 40% em todo período de avaliação. Esse efeito na redução de *A. alternata* e de *A. radicina* pode não ser devido à ação antagonista de *Trichoderma*, pois a presença deste nas sementes obteve significativa redução, conforme se observa nas Figuras 3B e 3D, chegando próximo a 1% de incidência em sementes tratadas com Agrotich plus® isolado em ambos os casos.

O polímero, associado ao Agrotich plus®, favoreceu a sobrevivência de *Trichoderma* por mais tempo nas sementes, pois a redução na incidência de *Trichoderma* no tratamento em que Agrotich plus®, aplicado de forma isolada, foi mais acentuada do que a redução naquele tratamento em que o polímero estava presente. Nesse caso, principalmente em sementes contaminadas com *A. alternata*, *Trichoderma* apresentou incidência acima de 40%, o que provavelmente contribuiu para que esse tratamento proporcionasse maior número de sementes mortas, conseqüentemente, menor potencial germinativo e menor vigor, em decorrência do seu saprofitismo. Não houve incidência de *Trichoderma* nas sementes tratadas com fungicida isolado, nem com fungicida + polímero, da mesma forma que não foi observada a presença desse fungo na testemunha (Figuras 3B e 3D). Isso demonstra que, apesar de acontecer naturalmente associado a sementes de várias espécies, no caso das sementes de cenoura, a presença do *Trichoderma* se deve exclusivamente ao tratamento com Agrotich plus®.

As sementes de cenoura têm sua qualidade, durante o armazenamento, prejudicada pela associação com *Alternaria* spp., sendo que *A. radicina* constituiu-se no patógeno mais agressivo em relação à *A. alternata*. Portanto, pode-se inferir que sementes de cenoura portadoras de *A. alternata* devem

ser submetidas ao tratamento químico, sendo recomendada a utilização do fungicida juntamente com a adição de polímero a esse tratamento, os quais apresentaram os resultados mais promissores e eficientes. Resultados favoráveis com o fungicida também foram verificados para sementes contaminadas por *A. radicina*. Em geral, o tratamento com fungicida isolado manteve a porcentagem de germinação inferior ao observado no tratamento com fungicida + polímero, destacando-se, como técnica promissora e eficiente, a adição de polímero, o qual, além de proporcionar a otimização do tratamento de sementes, com a eficiente penetração, fixação e distribuição do produto, auxilia na manutenção da viabilidade das sementes durante o armazenamento.

O Agrotich plus®, acrescido ou não de polímero, não mostrou eficiência no tratamento de sementes de cenoura contaminadas com *A. alternata* e com *A. radicina* durante o armazenamento. Algumas lacunas no conhecimento impedem o pleno sucesso do controle biológico através da microbiolização de sementes, dentre essas um melhor entendimento sobre a ecologia do patógeno e do antagonista. Muitos microrganismos, quando cultivados em grande escala e sucessivamente, podem perder ou reduzir sua capacidade patogênica, diminuindo a eficiência e a credibilidade do controle (GRIGOLETTI JÚNIOR et al., 2000). No entanto, uma forma de obter maior eficiência nesse caso seria isolar o antagonista diretamente do local onde a doença ou o patógeno está atuando, ou seja, isolar *Trichoderma* diretamente da semente contaminada com *Alternaria* spp. Isso aumentaria as chances de sucesso, pois a presença do agente de biocontrole na semente poderia indicar que estes, além de estar atuando no controle do patógeno, está também adaptado ao sítio de biocontrole.

Conclusões

O tratamento de sementes de cenoura contaminadas com *A. alternata* e com *A. radicina*, com fungicida e a combinação entre fungicida + polímero, favorece a qualidade fisiológica e sanitária das sementes durante o armazenamento. O Agrotich plus®, acrescido ou não de polímero, não mostra eficiência no tratamento das sementes durante o armazenamento. A incidência de *A. alternata* e de *A. radicina* reduz ao longo de 12 meses de armazenamento, independentemente do tratamento aplicado nas sementes de cenoura.

Referências

- BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. Minnesota: APS Press, 1998. 218 p.
- BHERING, M. C. et al. Métodos para avaliação do vigor de sementes de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 171-175, 2000.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. 399 p.
- CARVALHO, E. M. et al. Uso da restrição hídrica na detecção de *Alternaria dauci* e *Alternaria radicina* em sementes de cenoura (*Daucus carota*). **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 4, p. 216-222, 2009.

- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- CÍCERO, S. M.; VIEIRA, R. D. Teste de frio. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: UNESP/FCAV, 1994. p. 151-164.
- CUNHA, M. M.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; VECHIA, P. T. Aspectos fitossanitários na produção de sementes de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 5, p. 11-14, 1987.
- FREITAS, R. A. Deterioração e armazenamento de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. (Ed.). **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Embrapa Hortaliças, 2009. p. 155-182.
- GRIGOLETTI JÚNIOR, J. A.; SANTOS, A. F.; AUER, C. G. Perspectivas do uso do controle biológico contra doenças florestais. **Revista Floresta**, Paraná, v. 30, p. 155-165, 2000.
- GUTIERREZ, A. S. D. **Safra 2009/2010 de cenoura, cebola, batata e tomate**. São Roque: Hortibrasil, 2010. Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org.br>>. Acesso em: 26 jul. 2016.
- HF BRASIL. **Anuário 2017-2018**. Piracicaba: HF BRASIL, 2018. Edição Especial, ano 16, n. 174, dez.-jan.
- MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 138 p.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. 1999. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-20.
- MUNIZ, M. F. B.; PORTO, M. D. M. Presença de *Alternaria* spp. em diferentes partes da semente de cenoura e em resíduos culturais e efeito do tratamento de sementes na sua transmissão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 187-193, 1999.
- NAKAGAWA, J. 1999. Testes de vigor baseado do desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2-24.
- NASCIMENTO, W. M. Temperatura x germinação. **Seed News**, Pelotas, v. 4, n. 4, p. 44-45, 2000.
- NUNES, J. C. **Tratamento de semente**: qualidade e fatores que podem afetar a sua performance em laboratório. Paulínia: Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., 2005. 16 p.
- PEDROSO, D. C. **Associação de Alternaria spp. com sementes de Apiáceas**: métodos de inoculação e influência na qualidade fisiológica. 2009. 121 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Santa Maria, 2009.
- PEREIRA, C. P.; OLIVEIRA, J. A.; EVANGELISTA, J. R. E. Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas associadas a polímeros durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 6, p. 1201-1208, 2005.
- RAMOS, N. P. et al. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 98-103, 2004.
- TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J. Alternarioses em hortaliças: sintomas, etiologia e manejo integrado. **Instituto Biológico**, São Paulo, v. 66, p. 23-33, 2004.
- ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores** – SANEST. Pelotas: UFPel, Instituto de Física e Matemática, 1986. 150 p.

Recebido: 26 jul. 2016
Aprovado: 28 maio 2018