

**JANINE FARIAS MENEGAES**  
**UBIRAJARA RUSSI NUNES**  
ORGANIZADORES

# Sementes

**FOCO EM PESQUISA SOBRE  
QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA**



Pantanal Editora

2021



**Janine Farias Menegaes**  
**Ubirajara Russi Nunes**  
Organizadores

# **SEMENTES**

**FOCO EM PESQUISA SOBRE QUALIDADE FISIOLÓGICA E  
SANITÁRIA**



Pantanal Editora

2021

Copyright<sup>©</sup> Pantanal Editora  
Copyright do Texto<sup>©</sup> 2021 Os Autores  
Copyright da Edição<sup>©</sup> 2021 Pantanal Editora  
Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo  
Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera  
Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora

Edição de Arte: A editora. Imagens de capa e contra-capa: Canva.com

Revisão: O(s) autor(es), organizador(es) e a editora

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – OAB/PB
- Profa. Msc. Adriana Flávia Neu – Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
- Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – IF SUDESTE MG
- Profa. Msc. Aris Verdecia Peña – Facultad de Medicina (Cuba)
- Profa. Arisleidis Chapman Verdecia – ISCM (Cuba)
- Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo - UEA
- Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu – UNEMAT
- Prof. Dr. Carlos Nick – UFV
- Prof. Dr. Claudio Silveira Maia – AJES
- Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – UFGD
- Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva – UEMS
- Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos – IFPA
- Prof. Msc. David Chacon Alvarez – UNICENTRO
- Prof. Dr. Denis Silva Nogueira – IFMT
- Profa. Dra. Denise Silva Nogueira – UFMG
- Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão – URCA
- Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves – ISEPAM-FAETEC
- Prof. Me. Ernane Rosa Martins – IFG
- Prof. Dr. Fábio Steiner – UEMS
- Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez (Colômbia)
- Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles – UNAM (Peru)
- Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira – IFRR
- Prof. Msc. Javier Revilla Armesto – UCG (México)
- Prof. Msc. João Camilo Sevilla – Mun. Rio de Janeiro
- Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales – UNMSM (Peru)
- Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski – UFMT
- Prof. Msc. Lucas R. Oliveira – Mun. de Chap. do Sul
- Prof. Dr. Leandris Argentel-Martínez – Tec-NM (México)
- Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan – Consultório em Santa Maria
- Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior – UEG
- Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla – UNAM (Peru)
- Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira – SEDUC/PA
- Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira – IFPA
- Profa. Dra. Patrícia Maurer
- Profa. Msc. Queila Pahim da Silva – IFB
- Prof. Dr. Rafael Chapman Auty – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke – UFMS
- Prof. Dr. Raphael Reis da Silva – UFPI

- Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo – UEMA
- Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca – UFPI
- Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira – FURG
- Profa. Dra. Yilan Fung Boix – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – UFT

#### Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

#### Ficha Catalográfica

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> <b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
S471	<p>Sementes [recurso eletrônico] : foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária / Organizadores Janine Farias Menegaes, Ubirajara Russi Nunes. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021. 135p.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            ISBN 978-65-88319-43-7            DOI <a href="https://doi.org/10.46420/9786588319437">https://doi.org/10.46420/9786588319437</a></p> <p>1. Sementes. 2. Fitotecnia. 3. Agricultura. I. Menegaes, Janine Farias. II. Nunes, Ubirajara Russi.</p> <p style="text-align: right;">CDD 635.3</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

O conteúdo dos e-books e capítulos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do(s) autor (es) e não representam necessariamente a opinião da Pantanal Editora. Os e-books e/ou capítulos foram previamente submetidos à avaliação pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação. O download e o compartilhamento das obras são permitidos desde que sejam citadas devidamente, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais, exceto se houver autorização por escrito dos autores de cada capítulo ou e-book com a anuência dos editores da Pantanal Editora.



#### **Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000. Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.  
 Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## **APRESENTAÇÃO**

O e-book Sementes: foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária de publicação da Pantanal Editora, apresenta, em seus nove capítulos, os resultados de pesquisas desenvolvidas aos longo dos últimos anos no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes (LDPS) do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria, RS e parceria aos Cursos de Graduação e Pós-Graduação do Centro de Ciências Rurais da UFSM, sendo coordenadas pelo professor Dr. Ubirajara Russi Nunes.

As pesquisas na Área de Sementes tem contemplado as necessidades de desenvolvimento do Setor Agrônômico Brasileiro, os presentes capítulos são resultados destas pesquisas, as quais são realizadas por mestrandos e doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFSM, bem como trabalhos de conclusão de curso (TCC) de acadêmicos do Curso de Agronomia da UFSM, entre outros cursos desta e de outras instituições parceiras, com financiamento em parte pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) ambos vinculados ao Ministério da Educação.

Deste modo, pela presente obra buscamos divulgar os resultados de nossas pesquisas e contribuir para a sua aplicabilidade no Setor Agrônômico, de forma a promover um manejo sustentável e rentável ao meio rural.

Ótima leitura e atenciosamente,

**Janine Farias Menegaes**  
**Ubirajara Russi Nunes**



“Cada escolha, por menor que seja, é uma forma de semente que lançamos sobre o canteiro que somos” (Pe. Fábio de Melo).

## SUMÁRIO

<b>Apresentação .....</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo I.....</b>	<b>7</b>
Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cártamo submetidas a tratamentos termoterápicos.....	7
<b>Capítulo II .....</b>	<b>23</b>
Substratos para testes de emergência de plântulas de celosia armazenadas por diferentes períodos.....	23
<b>Capítulo III.....</b>	<b>37</b>
Qualidade fisiológica de sementes de sorgo sacarino produzidas em arranjos de plantas e épocas de semeadura .....	37
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>52</b>
Germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plantas de sorgo sob concentrações de cobre	52
<b>Capítulo V.....</b>	<b>65</b>
Qualidade de sementes de <i>Lolium multiflorum</i> analisadas pelos laboratórios credenciados no Estado do Rio Grande do Sul.....	65
<b>Capítulo VI .....</b>	<b>78</b>
Fotoblastismo e temperatura na germinação de sementes de <i>Luffa cylindrica</i> .....	78
<b>Capítulo VII.....</b>	<b>91</b>
Qualidade fisiológica de sementes de quinoa armazenadas por diferentes períodos .....	91
<b>Capítulo VIII .....</b>	<b>103</b>
Teste de frio em diferentes substratos para avaliação do vigor em sementes de <i>Lagenaria siceraria</i> .....	103
<b>Capítulo IX.....</b>	<b>117</b>
Patologia de sementes conceitos e aplicações: uma revisão de literatura.....	117
<b>Índice Remissivo .....</b>	<b>134</b>
<b>Sobre os organizadores.....</b>	<b>135</b>

# Patologia de sementes conceitos e aplicações: uma revisão de literatura

 10.46420/9786588319437cap9

Priscila Barbieri Zini<sup>1\*</sup>   
Vinícius Spolaor Fantinel<sup>2</sup>   
Tales Poletto<sup>3</sup>   
Janine Farias Menegaes<sup>4\*</sup> 

## INTRODUÇÃO

A semente é um ser vivo que assegura a continuação das mais diversas espécies vegetais. Além disso, é considerada um insumo básico na produção agrícola, correspondendo a 90% dos alimentos (Menten, 2017). Todavia, ela pode ser considerada como uma importante via de disseminação de responsáveis por doenças de importância econômica acentuada (José et al., 2010).

A utilização de lotes de sementes de elevada qualidade é um dos fatores mais importantes para o sucesso de uma cultura. A qualidade das sementes envolve aspectos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, que quando avaliados em conjunto expressam o verdadeiro potencial da semente (Carvalho; Nakagawa, 2000; Costa, 2009).

Entende-se como qualidade sanitária a condição da semente quanto à presença e grau de ocorrência de fungos, bactérias, vírus, nematoides e insetos que causam doenças ou danificações à semente, ou que são transmitidos pela semente e são capazes de causar, posteriormente, enfermidades e reduções na qualidade e produtividade das culturas (Silva et al., 2004). Dentre esses microrganismos, os fungos formam o maior grupo de agentes patogênicos, seguido das bactérias e, em menor proporção, dos vírus e dos nematoides (Machado, 2000).

Quando há infecção por algum patógeno, a semente ao entrar em contato com o solo encontra condições ideais para o início do desenvolvimento da doença. As espécies vegetais de importância agrícola apresentam diferenças quanto ao tipo de endosperma, e isso reflete a predisposição à infecção dos diferentes micro-organismos patogênicos (Costa, 2009; Sales et al., 2011).

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

<sup>2</sup> UFSM, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.

<sup>3</sup> UFSM, Dr. colaborador

<sup>4</sup> UFSM, Dr.<sup>a</sup> Docente voluntária do Departamento de Fitotecnia.

\*Autor correspondente: priscilabarbieri88@hotmail.com

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão de literatura referente a importância da patologia de sementes, contemplando seus conceitos e suas aplicações.

## MATERIAL E MÉTODOS

A elaboração desta revisão de literatura foi baseada em artigos científicos e livros, todos referentes a temática abordada conforme sugerido por Pereira et al. (2018). Para Lakatos e Marconi (2010), delimitar a temática a ser abordada, contribui para o seu desenvolvimento, sendo imprescindível para a realização de uma revisão de literatura.

Assim, a pesquisa bibliográfica para a obtenção das referências citadas neste trabalho foi consultada nos endereços eletrônicos de pesquisa, como, SciELO, Elsevier, Google Acadêmico, Science Direct e Portal de Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Utilizaram-se as seguintes palavras-chave para essa pesquisa: “patologia de sementes”, “sanidade de sementes”, “fungos fitopatogênicos” e “doenças transmitidas por sementes”.

As referências foram analisadas e selecionadas conforme as que contemplavam a temática norteadora deste trabalho. De acordo com Lopes Sobrinho et al. (2020), o processo de pesquisa bibliográfica auxilia na elaboração de uma revisão de literatura, de forma a reunir vários campos dos conhecimentos sobre a temática desejada.

## REVISÃO DE LITERATURA

### *Histórico*

A associação entre patógenos e sementes é datada em 1755, pelo francês Mathieu Tillet, o qual atribuiu que ferrugens (*Puccinia* spp.) e carvões (*Ustilago* spp.) do trigo (*Triticum* spp.) eram causados por fungos transmitidos via sementes (Bergamin Filho e Kitajima, 2011). Mas, foi somente em 1927, que a International Seed Testing Association (ISTA) reconheceu o ramo da ciência denominado de Patologia de Sementes (Henning, 2005).

Em, 20 de março de 1984, foi implantada a patologia de sementes no Brasil com a criação do Comitê de Patologia de Sementes (COPASEM) da Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes (ABRATES) (Henning, 2005).

O desenvolvimento do comércio de sementes, impulsionou alguns problemas relacionados com a sua qualidade, tais como alterações nos lotes de sementes, aonde se misturavam sementes de boa qualidade com sementes de qualidade inferiores, reduzindo a capacidade germinativa de seus lotes. As Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009a) e Manual de Análise Sanitária de Sementes (Brasil, 2009b), ambos editados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), apresentam procedimentos para a avaliação da qualidade de sementes, de acordo com cada espécie, estabelecidos por pesquisas que

estão de acordo com instruções metodológicas das regras da International Seed Testing Association (ISTA), sediada na Suíça, e da Association of Official Seed Analysts (AOSA), dos Estados Unidos (Brasil, 2009; Marcos Filho, 2015).

### ***Importância da patologia de sementes***

No Brasil, diversos patógenos foram introduzidos e estabelecidos via transmissão de sementes. Pode-se citar a *Phomopsis phaseoli* f. sp. *Meridionalis*, causadora do cancro da haste em soja (*Glycine max* (L.) Merrill); *Bipolaris maydis*, Raça T, responsável pela helmintosporiose em milho (*Zea mays* L.) e *Plasmopara halstedii* causadora do míldio em girassol (*Helianthus annuus* L.) (Menten, 2017).

Os fitopatógenos quando associados as sementes tem um período de longevidade muito grande em condições normais de armazenamento. Neergaard (1977) menciona o período de tempo que vírus, bactérias, nematoides e fungos podem ficar associados as sementes. Para *Fusarium verticillioides*, que é parasita do milho, por exemplo, esse período chega a oito anos.

Como muitas espécies de patógenos são agressivas, e podem acarretar perdas no estande de plântulas inicial da lavoura, o entendimento das formas de transmissão é um fator importante quando se busca alternativas de controle e produção de sementes com elevada qualidade fisiológica. Não obstante, ainda são poucos os estudos envolvendo patologia de sementes de espécies agrícolas e principalmente florestais, e esses, em sua maioria, se restringem apenas em identificar os micro-organismos presente nas mesmas, sem comprovar a importância epidemiológica quando associados à semente, ou seja, se ele é capaz de ocasionar uma doença para a planta ou não (Nascimento et al., 2006; Baldin et al., 2017).

Nesse sentido, a análise sanitária das sementes é uma medida de grande importância, pois revela a condição sanitária de um lote de sementes, o que previne perdas diretas e indiretas no campo, bem como a introdução de novos patógenos em áreas isentas, uma vez que as sementes podem ser veículo de disseminação de inoculo primário de um determinado patógeno (Brasil, 2009; José et al., 2010).

### ***Morfologia das sementes e sua relação com a incidência de patógenos***

A morfologia das sementes de espécies de importância agrícola e florestal é um ponto muito importante quando se busca a compreensão dos fatores envolvidos na disseminação de patógenos. Este estudo permite desenvolver técnicas de manejo para o controle de doenças disseminadas por fungos via sementes.

O endosperma das sementes é um tecido de reserva, cuja principal função é suprir os nutrientes essenciais do embrião, e em alguns casos suprir a plântula (Costa et al., 2011). Isso pode ser observado em espécies agrônômicas da família das Fabaceae (soja, feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)), onde o endosperma é parcialmente ou totalmente absorvido durante o desenvolvimento da semente em favor dos cotilédones.

Além de sua função principal, o endosperma também mantém um gradiente de pressão osmótica, que previne a germinação precoce da semente em desenvolvimento (Áquila, 2004).

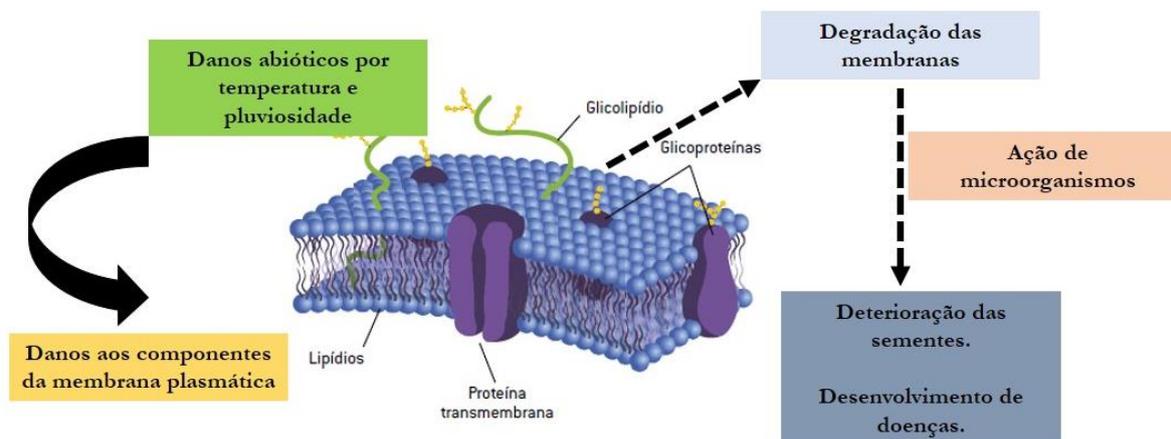
As angiospermas, que representam o maior número de espécies cultivadas com potencial agrícola, sofrem um processo chamado de dupla fecundação, onde o resultado é uma semente cujo embrião é diploide (2N), e o endosperma triploide (3N) (Nunes, 2016). Nas espécies leguminosas (Fabaceae), por exemplo, o embrião se desenvolve bastante e acumula todo o endosperma, utilizando os tecidos cotiledonares para o acúmulo de substâncias, por não apresentarem endosperma são denominadas Exalbuminosas. Já para as gramíneas (Poaceae), as reservas da semente encontram-se fora dos cotilédones, indicando a presença de endosperma. Essas espécies podem ser denominadas de albuminosas, quanto a sua textura, o tecido endospermático pode ser classificado como farinhoso, carnoso, gelatinoso, córneo ou crasso. Isso implica diretamente no grau de dificuldade que a semente impõe às ações externas, como danos mecânicos no momento da colheita ou por fatores abióticos (Barroso et al., 1999; Carvalho e Nakagawa, 2000; Brasil, 2009a, b).

Em virtude disso, o processo de formação de uma semente está sujeito a ação de vários efeitos ambientais, que podem acarretar na perda do vigor e da germinação. Entre os fatores que causam alterações no processo de formação das sementes estão fatores abióticos como precipitação, temperatura do ar e umidade do solo. Em situações de estresse hídrico no momento de enchimento das sementes, ocorre má deposição de amido nas células do endosperma, enquanto que em situações de altas temperaturas observa-se uma redução no tempo em que a semente deveria estar em processo de enchimento (Carvalho; Nakagawa, 2000; Marcos Filho, 2015). Esses estresses causam danos aos tegumentos das sementes, deixando-as predispostas ao ataque de fungos.

Por outro lado, os danos também podem ser manifestados no momento de colheita e armazenamento. Períodos de umedecimento com posterior secagem das sementes provocam a deterioração dos tecidos, assim como um armazenamento inadequado, sem o controle de temperatura e umidade. Isso permite que as sementes mantenham os processos respiratórios sem acumulação de fotoassimilados, degradando as membranas e facilitando a entrada de micro-organismos que podem desencadear doenças nas sementes (Marcos Filho, 2015; Nunes, 2016).

Trabalhos tem demonstrado que os fatores bióticos e abióticos estão envolvidos, diretamente, na perda da qualidade fisiológica das sementes, Alzugaray et al. (2007), destacaram que a alteração de períodos secos e chuvosos, combinados com variações térmicas podem causar danos aos tegumentos seminais e isso favorece a entrada de patógenos para os tecidos do endosperma. Esses fatores afetaram positivamente a taxa de infecções por *Alternaria* e *Fusarium*, sendo que para o último ocorreu a diminuição do poder germinativo.

Essas relações podem ser ilustradas na Figura 1, que mostra a alteração da membrana de uma semente quando submetida a estresses abióticos e a associação de patógenos oportunistas que aproveitam para causar infecções. Nesse contexto, o tipo de endosperma encontra-se diretamente relacionado com a facilidade que o fungo vai ter em colonizar ou não os tecidos das sementes.



**Figura 1.** Efeito das causas abióticas no tegumento das sementes e sua relação com a presença de fungos. Fonte: os autores.

A qualidade física das sementes, determinada pelo nível de dano mecânico, também está associada a suscetibilidade da semente quando atacada por patógenos. Isso é muito comum em sementes de soja, pois durante a colheita ou trilha das sementes, podem ocorrer rupturas no tegumento da semente, pelo fato de ser um tegumento mais fino e sensível à ação mecânica. Muitos agentes patogênicos aproveitam desse fator para se desenvolver, o que pode refletir na perda da viabilidade das sementes (França-Neto; Krzyzanowski, 2018). Uma vez que a semente se encontra danificada isso se torna uma forma de infecção para fungos, visto que eles se aproveitam das reservas da semente para sua reprodução e multiplicação.

A sensibilidade ao dano mecânico é variável de acordo com o tipo de endosperma das sementes, e isso está associado a predisposição ao ataque de patógenos. Entende-se que endospermas mais densos e vítreos dificultam a colonização de determinados patógenos. Oliveira et al. (2009) verificaram que para sementes de milho crioulas, quanto mais denso e vítreo era o endosperma, maior deveria ser a força empregada na ruptura da semente, indicando que para as variedades de milho crioulas com endosperma macio devem apresentar maior infecção de *Fusarium* spp., assim, a suscetibilidade a dano mecânico de endospermas macios é maior quando comparada a endospermas vítreos e duros, e esse fator se torna muito importante quando visa-se reduzir a incidência de fungos em sementes.

Para Agarwal e Sinclair (1996), uma vez associados a sementes, os patógenos podem ser transmitidos como uma infecção ou infestação. Infecção significa que o patógeno é associado

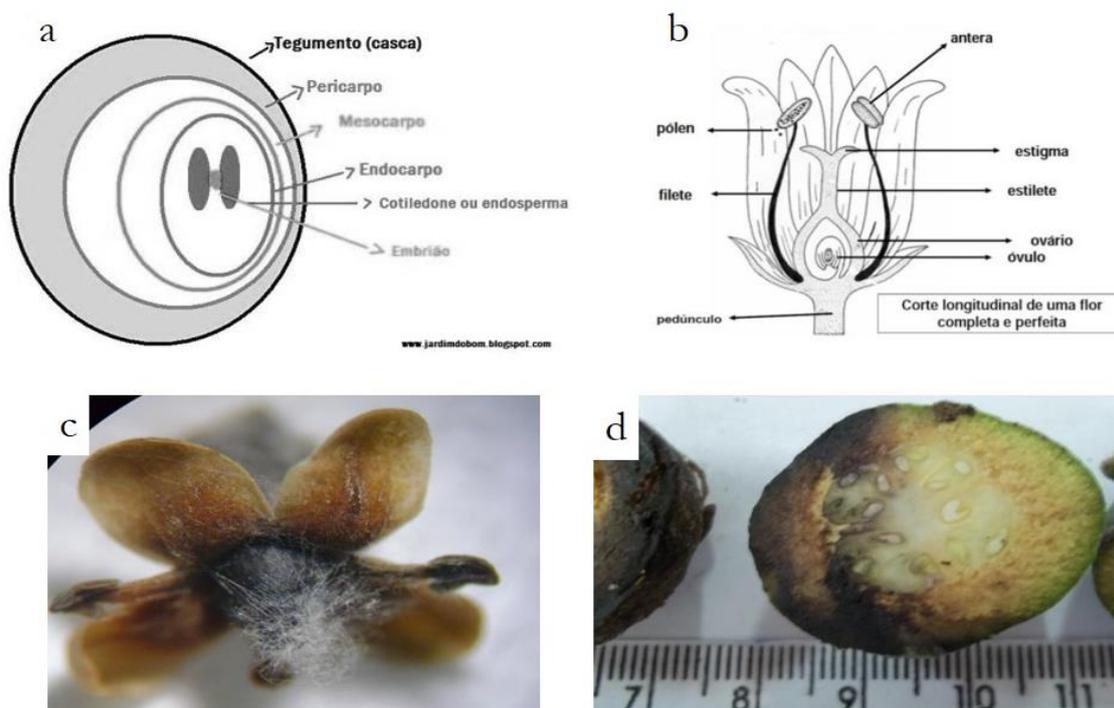
internamente, dentro do tecido da semente e, infestação, significa que o patógeno é associado passivamente, nos tecidos externos. No primeiro caso, de acordo com Agarwal e Sinclair (1996) e Dhingra (2005), pode ocorrer por diversas rotas, como:

a) a infecção sistêmica ocorre quando o patógeno cresce sistemicamente pelo sistema, vascular ou não, pela flor, pedicelo, pedúnculo ou funículo (Figura 2b e 2c). A maioria dos patógenos causadores de murcha vascular segue a rota do sistema vascular e entra na semente através do funículo, embora a infecção de sementes possa ocorrer pelo pericarpo. Patógenos comumente encontrados nesse grupo são *Fusarium* spp. e *Verticillium* spp.;

b) a infecção via estigmas de flores, também é classificada como infecção sistêmica, uma vez que o patógeno chega até a semente através de colonização sistêmica de estigmas, seguindo o caminho do tubo polínico. Fungos como *Aspergillus flavus*, *Fusarium moniliforme* e *F. graminearum* utilizam-se desta rota para causar infecção em sementes;

c) infecção local via pericarpo e tegumento. Esta é o mecanismo mais comum de infecção por patógenos necrotróficos. Primeiramente, o patógeno infecta o pericarpo, em seguida, o micélio estende-se da parede interna do pericarpo colonizado até o tegumento de sementes. Segundo Blum et al. (2006) alguns fungos, podem entrar nas sementes sem a necessidade de ferimentos ou aberturas naturais. Determinadas espécies de *Colletotrichum*, agente causal da antracnose em frutíferas, infectam a semente através do apressório (estrutura fúngica utilizada para romper a superfície do fruto), sem que haja a necessidade da existência de algum dano principalmente através do estigma, estilete, ovário, pedúnculo floral, tegumento e ainda aberturas do fruto (lenticelas) (Figura 2d).

d) muitos patógenos veiculados por sementes ficam passivamente aderidos à superfície. Em geral, o contato superficial pode ocorrer durante a colheita, ou em operações pós-colheita, mas isso pode ocorrer ainda na planta, quando o patógeno, na cavidade do fruto, começa a esporular, deixando os esporos na superfície da semente.



**Figura 2.** a) estrutura do fruto. Fonte: <http://trilhadoomato.blogspot.com.br/>; b) estruturas de uma flor completa e perfeita. Fonte: <http://pt.slideshare.net/BrunoRodriguesSouza/unidade-02-formao-e-desenvolvimento-das-sementes>; c) flor de erva mate infectada com *Fusarium* spp. Fonte: os autores; d) polpa de um fruto de goiaba-serrana parcialmente infectada com *Colletotrichum* sp. Fonte: os autores.

Os fungos que atacam as sementes de espécies florestais não têm recebido a devida atenção ao longo dos anos; conseqüentemente, há desconhecimento sobre os mecanismos de transmissão, método de penetração na semente, modos de ação e danos causados pelos mesmos (Homechin et al., 1986; Singh, 1997).

É importante considerar que, nem sempre uma alta incidência de fungos vai refletir na redução de vigor e germinação (Machado, 2000). Carvalho (1997) relata que a presença de patógenos nas sementes precisa ser observada sob duas perspectivas. A primeira é de que o dano causado pela presença de patógenos é restrito apenas a redução de rendimento, sem haver perda na viabilidade das sementes. Enquanto que a segunda se refere aos efeitos danosos da colonização do patógeno no embrião das sementes, implicando diretamente em redução do vigor e da germinação. Assim, além de verificar a presença de patógenos é necessário verificar a magnitude dos danos e compreender as relações de causa e infecção dos patógenos.

Visando explorar as relações entre os danos mecânicos nas sementes e o grau de infecção dos patógenos, Zapotoczny et al. (2020), testaram luz polarizada para detectar infecções fúngicas em grãos de cevada. O princípio do teste é de quando em contato com a luz, a imagem de uma semente sem infecção é muito mais clara e brilhante quando comparado a uma semente infectada. Assim, concluíram que a

microscopia de luz polarizada é um método eficiente na discriminação de sementes infectadas das não infectadas, podendo ser usada para desenvolver um sistema barato para determinar a gravidade das infecções de grãos causadas por vários patógenos.

### ***Localização do inoculo nas sementes***

O conhecimento prévio das formas de interação do inoculo de patógenos com sementes é importante em patologia de sementes, dentre vários aspectos, para a escolha de métodos de detecção destes agentes (Machado, 2000; Brasil, 2009b). Quanto mais interno estiver localizado o patógeno nas sementes, maior será sua sobrevivência e longevidade, sendo assim, são mais importantes do ponto de vista epidemiológico. Além disso, patógenos localizados na parte externa das sementes estão mais sujeitos a condições ambientais que podem influenciar no seu pleno desenvolvimento, sendo de mais fácil controle.

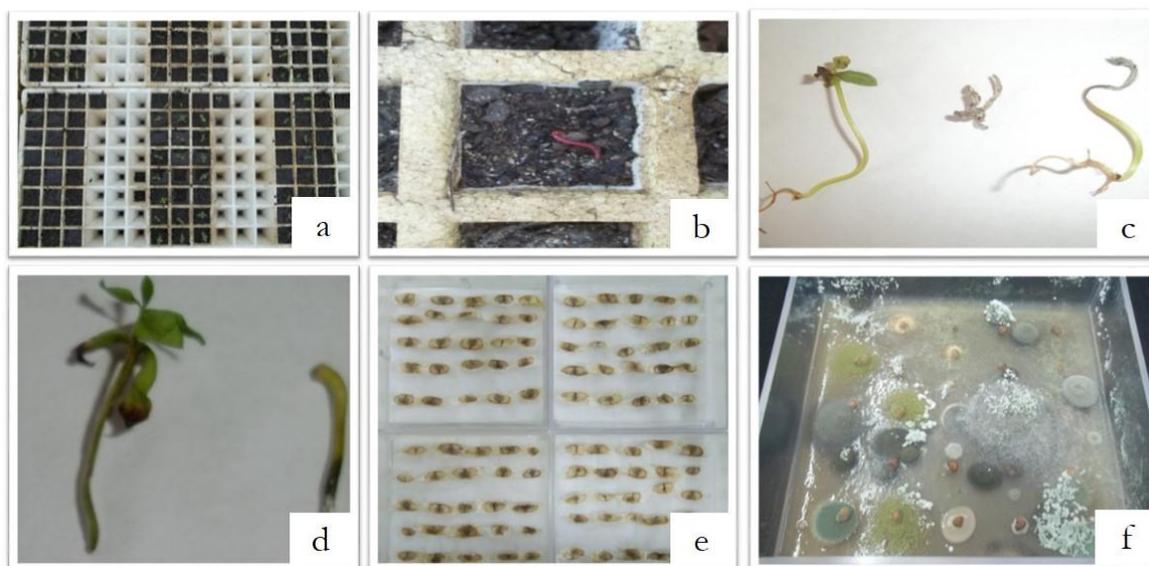
Segundo Brasil (2009b), a localização de microrganismos por sementes em um dado lote pode se dar de três maneiras, assim descritas:

Acompanhando a semente: nesse caso, o patógeno acompanha a semente, mas não se adere a ela nem dentro nem externamente, fazendo parte da fração impura do lote;

Localizados na parte externa da semente: uma segunda maneira pela qual certos patógenos podem se associar e serem transportados pelas sementes é por adesão passiva à superfície destas (tegumento). Dessa forma, os patógenos se associam às sementes durante a colheita, beneficiamento e armazenamento através de estruturas conhecidas como esporos e/ou fragmentos de micélio, ou ainda na planta, quando o patógeno, na cavidade do fruto começa a esporular, deixando os esporos na superfície da semente.

Localizados na parte interna da semente: nesse caso, o inoculo está infectando as sementes e está presente nos seus tecidos internos: endosperma e/ou embrião, estando, por isso, protegidos de condições ambientais desfavoráveis (Figura 3a), sendo mais facilmente transmitido de semente para plântula. Por isso, são importantes no que tange ao seu potencial patogênico. Nesse contexto, é recomendável a realização da assepsia superficial das sementes (geralmente, imersão em hipoclorito de sódio 1% e álcool 70% (ambos por 30 segundos).

É preciso salientar que, apesar da distinção que se faz entre esses três tipos de interação de inoculo com as sementes, um mesmo patógeno pode estar presente em um lote, sob uma ou mais formas de associação.



**Figura 3.** Teste de Transmissão montado em bandejas dividida em células (a). Tombamento de plântula em *Acca sellowiana* causado por *Fusarium* sp. (b). Lesões na parte aérea em plântulas de *Acca sellowiana* causado por *Colletotrichum* sp. (c) Sintomas de *Fusarium* sp. em raízes de *Acca sellowiana* (d). Teste de sanidade em sementes de Ipê amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*), pelo método “Blotter Test” antes o período de incubação (e). Teste de sanidade em sementes de *Acca sellowiana* em meio de Batata-Dextrose-ágar (BDA), após o período de incubação (f). Fonte: os autores.

### *Transmissão de patógenos via semente*

A transmissão de fitopatógenos, no que diz respeito à patologia de sementes, é a sua passagem, infectando as sementes, para os órgãos aéreos fotossintetizantes (Cunfer, 1987; Machado, 2000). Dentre os patógenos que estão associados às sementes, o grupo dos fungos é maioria, seguido por bactérias, vírus e nematoides.

O teste de transmissão é realizado geralmente em casa de vegetação e é montado em bandejas de isopor, dividida em células (Figura 3a). Menten (1991) define que a transmissão de patógenos é detectada pelos seus sintomas causados na plântula, entretanto, em alguns casos, o tecido colonizado pode não apresentar sintomas (infecção latente). A infecção latente só manifestará sintomas quando as condições ambientais, nutricionais forem favoráveis ou quando o patógeno e/ou hospedeiros atingirem o estágio de maturidade.

A simples presença de um patógeno em um lote de sementes ou no campo de produção não é suficiente para assegurar a sua transmissão às gerações subsequentes. A ocorrência de doenças no campo pode não se correlacionar com o nível de inoculo nas sementes. Esse fato decorre da interferência de uma série de fatores de natureza biótica e abiótica (Dhingra, 2005; Machado; Pozza, 2005). De acordo com Neergaard (1977), são fatores que influenciam na transmissão de patógenos via sementes: a espécie cultivada (resistência varietal), condições ambientais (umidade ambiental e do solo, temperatura, vento,

chuva e luz), inoculo (viabilidade, localização na semente), práticas culturais (tipo de solo, pH, profundidade de semeadura e época de plantio, fertilização, entre outros), sobrevivência do inoculo, vigor da semente, microflora do solo e da semente, dentre outros.

Os maiores problemas relacionados à transmissão de fungos por sementes ocorrem durante na fase de germinação e na de formação de mudas (Carneiro, 1987). Dentre os diversos danos causados pelo ataque de patógenos em sementes agrícolas e florestais pode-se citar:

**Tombamento de plântulas ou *Damping-off*:** esta é uma das doenças mais comuns em viveiros florestais, os patógenos mais encontrados são: *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp. e *Pythium* spp., pois afetam negativamente a germinação das sementes, como as plântulas recém-emergidas. Os sintomas caracterizam por lesões na região do colo da muda, inicialmente de aspecto encharcado, adquirindo posteriormente coloração escura, resultante da degeneração dos tecidos, assim, a destruição dos tecidos provoca o tombamento das mudas (Figura 3b).

**Lesões na parte aérea:** estes sintomas ocorrem na parte aérea e caracterizam-se por lesões nos cotilédones, folhas e caule. Ex. transmissão de *Colletotrichum* sp. em goiaba-da-Serra (*Acca sellowiana* (O.Berg) Burret) (Figura 3c).

**Podridão das raízes:** esta doença caracteriza-se por um declínio geral das mudas do sistema radicular, em seguida ela seca e morre ainda na sementeira (Figura 3d).

### ***Métodos de detecção de fungos em sementes***

Conforme Nunes (2014), a detecção de fungos em sementes é realizada através do teste de sanidade e tem como objetivo determinar as condições sanitárias de um dado lote de sementes e fornecer informações sobre a sua qualidade, certificação, valor cultural, determinação da necessidade do tratamento de sementes e avaliação da eficiência do tratamento

Por inúmeras razões o teste de sanidade de sementes é importante, pois os patógenos transmitidos por sementes podem servir de inoculo inicial para o desenvolvimento progressivo da doença no campo, infectar áreas isentas, em casos de importação, promover baixa germinação e baixo vigor da plântulas. Podem ainda, provocar morte em pré-emergência, podridão radicular, tombamento de mudas, manchas necróticas em folhas e caules, deformações como hipertrofias e subdesenvolvimento, descoloração de tecidos e infecções latentes (Neergaard, 1977; Brasil, 2009b).

Os métodos de detecção de patógenos em sementes variam de patógeno para patógeno, do tipo de associação patógeno/semente, do propósito do teste e da espécie da semente a ser testada. Além do mais, em muitos casos, os baixos níveis de inoculo e a distribuição não uniforme dentro de lotes de sementes, torna o teste de sanidade uma tarefa difícil de ser realizada. Os testes de sanidade devem satisfazer alguns atributos básicos, os quais estão descritos abaixo, conforme Nunes (2014):

- a) os resultados obtidos no teste de sanidade devem ser precisos, oferecendo resultados compatíveis com os observados a campo;
- b) os resultados obtidos no teste de sanidade devem ser facilmente reproduzíveis; isso é conseguido quando se tem uma metodologia muito bem definida e avaliada, fazendo com que o teste seja facilmente aplicável e interpretado;
- c) o teste de sanidade deve ser suficientemente sensível a ponto de permitir a detecção de baixas porcentagens de infecção atendendo, em especial, aos padrões estabelecidos no programa de produção de sementes;
- d) o tempo e o trabalho dispensados na execução e avaliação dos testes de sanidade, bem como os materiais e equipamentos, devem manter-se dentro de limites economicamente aceitáveis;
- e) os resultados alcançados em testes de sanidade que necessitem incubação das sementes devem ser obtidos no mais curto período de tempo possível; isso é necessário tanto para o remetente da amostra como para o próprio laboratório.

#### ***Formas de detecção de fungos em sementes***

Entre os protocolos indicados pelo MAPA (Brasil, 2009b) está a inspeção visual das amostras de sementes, exame da suspensão de lavagem, meio ágar sólido (BDA ou MEA), método do papel de filtro e específicos para determinadas espécies fúngicas. Na literatura, têm sido publicados diversos trabalhos relacionados à detecção de fungos em sementes de diferentes culturas e métodos, sendo o teste com papel de filtro “Blotter Test” o mais conhecido e utilizado, embora a incidência de infestantes como fungos e bactérias possa impedir a frutificação dos fungos-alvo, dificultando a sua identificação e quantificação, sobretudo os de crescimento lento (Reis et al., 1999; Baldin et al., 2017).

Nesse método, as sementes são distribuídas em caixas tipo gerbox ou placas de Petri, contendo papel filtro umedecidos com água destilada esterilizada. A realização desse teste deve ser baseada nas Manual de Análise Sanitária de Sementes (Brasil, 2009b), que recomenda a utilização de 400 sementes puras provenientes de uma amostra de trabalho. Ao se tratar de sementes de espécies florestais que muitas vezes apresentam limitações na sua produção, utiliza-se frequentemente 100 sementes divididas em quatro repetições de 25 (Brasil, 2009b) (Figura 3e).

Reis et al. (1999) descrevem outras formas de detecção de fungos, com possibilidade de uso em análises rotineiras de patógenos de sementes, como os meios seletivos e semi-seletivos. Os meios de cultura devem ser utilizados quando outros não ofereçam condições adequadas para crescimento vegetativo, esporulação e detecção de fungos que produzam colônias características (Lucca Filho, 1987). Os fungos necessitam de uma fonte de carbono para se desenvolverem, que pode ser a glicose, nitrogênio além de outros elementos em menor quantidade, tais como potássio, fósforo, enxofre, ferro, magnésio,

zinco, manganês e vitaminas (Zauza et al., 2007). Segundo Medeiros et al. (1992), entre os principais meios utilizados na detecção de fungos está o meio de cultura de BDA (Batata-Dextrose- Ágar) (Figura 3f).

### *Tratamento de Sementes*

Quando um patógeno é detectado nas sementes e tem sua transmissão comprovada de semente para plântula, é necessário o controle desse patógeno já na semente, a fim de evitar que o mesmo provoque algum dano ou doença nas futuras plantas ou tenha a sua introdução em uma área até então isenta.

O tratamento de sementes produz uma zona protetora ao redor das sementes e das raízes das plântulas, o que dificulta ou impede a entrada de um determinado patógeno (Dhingra et al., 1980). É usado, principalmente com a finalidade de permitir a germinação de sementes infectadas, controlar patógenos transmitidos pela semente e proteger as sementes dos fungos do solo (Henning, 2005), sendo uma tecnologia recomendada para diminuir falhas na germinação (Goulart, 1998).

Henning (2005) elenca três formas de associação de agentes causadores de doenças em plantas advindas das sementes, por mistura física com as sementes constituindo uma fração de impureza no lote, por contaminação veiculada por adesão à superfície externa e, por infecção presente no interior das mesmas. Sendo, o grau de associação entre os fitopatógenos e as sementes proporcional à sua velocidade de deterioração, em que o tratamento das sementes pode atuar como: **Desinfetante:** agindo sobre os fitopatógenos que infestam a superfície da semente; **Erradicante:** agindo contra os fitopatógenos que tenha infeccionado a semente; **Protetor:** protegendo a semente e a plântula de fitopatógenos do solo ou dos restos culturais (Machado, 2000).

Vale ressaltar, porém, que o tratamento de sementes é a última alternativa para a obtenção de sementes “livres” de microrganismos, devendo-se sempre considerar a possibilidade da produção de sementes sadias através do manejo adequado na coleta, beneficiamento e armazenamento, visando a eliminação de sementes portadoras de patógenos (Menten, 1991).

Até o momento, existe falta de produtos químicos ou mesmo biológicos registrados para uso no tratamento de sementes florestais, fato que pode tornar o processo mais difícil, fazendo com que frequentemente haja necessidade de tomar experiências de outras culturas, geralmente agrícolas como referência (Parisi; Santos, 2011).

Machado (2000) relata que existem três tipos de tratamento mais importantes de controle de patógenos associados às sementes: químico, físico e biológico, conforme segue abaixo:

**Tratamento químico:** é o método mais comum de se tratar as sementes e envolve a aplicação de fungicidas, bactericidas, inseticidas e nematicidas. O produto utilizado para o tratamento deve ser eficiente principalmente contra os patógenos alvos, apresentar baixa fitotoxidez e pouca toxidez ao homem e ao

meio ambiente. Não deve ser corrosivo nem explosivo e ter baixo custo. Para espécies florestais existem poucos trabalhos utilizando produtos químicos no tratamento de sementes.

Devido a isso, esse tipo de tratamento pode apresentar uma série de limitações quanto às doses, sendo necessário o cálculo da proporção do fungicida com base na dose do produto indicado para espécies agrícolas e sua aplicação se dá através de sacos plásticos, sempre em local protegido de modo a evitar a intoxicação do manipulador (Parisi; Santos, 2011). Ainda segundo os mesmos autores, a metodologia de aplicação é outra limitação, sendo recomendado, em alguns casos, a peletização, ou seja, o envolvimento da semente com um adesivo, a fim de tornar possível a incorporação do produto químico.

Os fungicidas utilizados no tratamento de sementes podem ser classificados como, **Sistêmicos**, que são translocados para tecidos internos ou **Protetores ou de Contato**, que possuem atividade limitada de penetração nos tecidos, não tem mobilidade. De maneira geral, pode-se afirmar que os fungicidas sistêmicos são indicados para fungos infectantes e os protetores para fungos infestantes. Segundo Fantinel (2015), o uso de um fungicida sistêmico e de contato em conjunto, tende a aumentar o espectro de ação do produto nas sementes.

### *Classificação dos tratamentos de sementes*

**Tratamento físico (termoterapia):** esse método consiste em colocar as sementes em contato com o calor para que os patógenos presentes sejam eliminados sem perda de germinação e vigor. Para a aplicação deste tratamento, devem ser considerados a umidade, a dormência, a idade, o vigor, a presença de injúrias, o local, além das variações de sensibilidade ao calor entre vários cultivares de uma mesma espécie (Soave et al., 1996). É um processo não poluente, de baixo custo, não é utilizado comercialmente por falta de divulgação e por não apresentar efeito residual, ou seja, por não manter ações nas sementes.

Todavia, esta forma tratamento de sementes pode provocar alterações fisiológicas e bioquímicas sobre as mesmas em diferentes intensidades, afetando ora positiva e ora negativamente seu desempenho expresso no potencial germinativo (Coutinho et al., 2007; Menten; Moraes, 2010). Assim, os métodos que envolvem a termoterapia devem ser ajustados para cada espécie vegetal, individualmente, de maneira que não afete negativamente sua qualidade fisiológica, por exemplo, a germinação. Entre os métodos de tratamento de sementes por termoterapia descritos na literatura, o binômio temperatura-tempo é por duas fontes de calor, úmido ou seco (Grondeau et al., 1994; Machado, 2000).

**Tratamento biológico:** segundo Barreto (1985), a utilização de produtos derivados da indústria química no controle de doenças e pragas da agricultura tem sido questionada pela sociedade pelas consequências causadas pelos seus efeitos negativos, tais como a poluição do ar, contaminação de alimentos e o aumento da resistência dos patógenos aos fungicidas.

Atualmente, há preocupação crescente com o uso excessivo de produtos tóxicos, questões como a contaminação dos recursos naturais e de trabalhadores afligem a todos (Maffia; Mizobuti, 2001). Outro fator importante na escolha de métodos alternativos é que, segundo Alves et al. (2008), o custo do controle biológico é de aproximadamente um terço do controle com fungicidas. Dessa forma, o controle biológico é uma técnica promissora.

Baker (1989) define controle biológico como sendo o controle de um microrganismo através da ação direta de outro organismo antagônico, o qual pode atuar por meio de antiobiose, parasitismo, competição, predação ou hipovirulência, fazendo com que a densidade do inoculo seja reduzida. Entre os organismos antagônicos utilizados no controle de patógenos associados às sementes destaca-se *Trichoderma* spp., uma vez que apresentam amplitude de ação no antagonismo a fungos e bactérias. Esses microrganismos são atóxicos ao homem e aos animais. Fungos do gênero *Trichoderma* podem ser encontrados no mundo todo e em praticamente todos os solos (Melo, 1991). São comercializados por algumas empresas na forma de pós-molháveis, grânulos desprezíveis, suspensões concentradas, óleos emulsionáveis, grãos colonizados e esporos secos (Morandi et al., 2009).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão das relações entre a incidência e infecção de patógenos em sementes é de suma importância quando se busca por sementes com alta qualidade fisiológica e, por isso o ramo da patologia de sementes merece destaque. Através da aplicação de conceitos e técnicas laboratoriais é possível identificar patógenos e prever o comportamento das principais doenças relacionadas as espécies cultivadas e não cultivadas e definir o melhor método de controle e de prevenção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarwal VK, Sinclair JB (1996). Principles of seed pathology. Boca Raton: CRC Press. 539p.
- Alves SB et al. (2008). Fungos entomopatogênicos usados no controle de pragas na América Latina. Alves SB, Lopes RB (Org.). Piracicaba: FEALQ, 69-110p.
- Alzugaray C et al. (2007). Factores bióticos y abióticos que afectan la calidad de las semillas de *Schinopsis balansae* Engl. y *Aspidosperma quebracho-blanco* Schltdl. Revista Iberoamericana de Micología, 24(1): 142-147.
- Áquila MEA (2004). Tipos de diásporos e suas origens. Ferreira AG, Borghetti F (Org.). Porto Alegre: Artmed, 69-92p.
- Baker R (1989). Improved *Trichoderma* spp. for promoting crop productivity. Trends of biotechnology, 7(1): 34-38.
- Baldin ELL et al. (2017). Inovações em manejo fitossanitário. Botucatu: FEPAF, 232p.

- Barreto SC (1985). Prática em agricultura orgânica. São Paulo: Ícone, 195p.
- Barroso GM et al. (1999) Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de Dicotiledôneas. Viçosa: UFV, 443p.
- Bergamin A, Kitajima EW (2011). História da Fitopatologia. Manual de Fitopatologia. São Paulo: Agronômica Ceres, 704p.
- Blum LEB et al. (2006). Fitopatologia o estudo das doenças de plantas. Brasília: Otimismo, 170p.
- Brasil (2009a). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Brasília: MAPA. 395p.
- Brasil (2009b). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de Análise Sanitária de Sementes. Brasília: MAPA. 200p
- Carneiro JS (1987). Testes de sanidade de sementes de essências florestais. Soave J, Whetzel MMVS (Org.). Campinas: Fundação Cargill, 386-394p.
- Carvalho MV (1997). Ocorrência, contágio e associação em sementes de milho (*Zea mays* L.). Universidade Estadual Paulista (Dissertação), Jaboticabal, 65p.
- Carvalho NM, Nakagawa J (2000). Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção. Jaboticabal: FUNEP, 588p.
- Costa CJ 2009 COSTA, Armazenamento e conservação de sementes de espécie do Cerrado. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 30p.
- Costa CJ et al. (2011). Base celular da origem e desenvolvimento do endosperma. Revista Científica Rural, 13(1): 226-246.
- Coutinho WM et al. (2007). Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho submetidas à termoterapia e condicionamento fisiológico. Fitopatologia Brasileira, 32(6): 458-4654.
- Cunfer BM (1987). Localization and survival of seed borne plant pathogens. Nasser LC et al. (Org.). Passo Fundo: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 51-62p.
- Dhingra OD (2005). Teoria da transmissão de patógenos fúngicos por sementes. Zambolim L. (Org.). Viçosa: UFV, 75-112p.
- Dhingra, OD et al. (1980). Tratamento de sementes: controle de patógenos. Viçosa: UFV, 121p.
- Fantinel VS et al. (2015). Tratamento de sementes de goiaba-serrana (*Acca sellowiana*): efeito na incidência de fungos e na germinação. Revista Brasileira de Biociências, 13(2): 84-89.
- França-Neto JB, Krzyzanowski FC (2018). Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: EMPRAPA Soja, 109p.
- Goulart ACP (1998). Tratamento de sementes com fungicidas. EMBRAPA (Org.). Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 71-84p.
- Grondeau C et al. (1994). A Review of thermotherapy to free plant materials from pathogens, especially seeds from bacteria. Critical Reviews in Plant Sciences, 13(1): 57-75.

- Henning AA (2005). Patologia de sementes. Londrina: EMBRAPA, 47p.
- Homechin M et al. (1986). Sanidade de sementes de *Pinus elliottii* var. *elliottii* e *Pinus taeda* e patogenidade de *Fusarium oxysporum* em plântulas de *Pinus elliottii* var. *elliottii*. Summa Phytopathologica, 12(1/2): 103-112.
- José SCRBR et al. (2010). Armazenamento de sementes de girassol em temperaturas subzero: aspectos fisiológicos e bioquímicos. Revista Brasileira de Sementes, 32(4): 029-038.
- Lakatos EM, Marconi MA (2010). Fundamentos da metodologia científica. São Paulo: Atlas, 387p.
- Lopes Sobrinho OP et al. (2020). Técnicas de dendrometria no manejo da irrigação: uma revisão integrativa. Research, Society and Development, 9(8): 1-21.
- Lucca Filho OA (1987). Metodologia dos testes de sanidade de sementes. Soave J, Wetzel MMVS (Org.). Campinas: Fundação Cargill, 276-298p.
- Machado JC (2000). Tratamento de sementes no controle de doenças. Lavras: UFLA, 138p.
- Machado JC, Pozza EA (2005). Razões e procedimentos para o estabelecimento de tolerância a patógenos em sementes. Zambolim L (Org.). Viçosa: UFV, 375-398P.
- Maffia LA, Mizobuti SG (2001). Aplicações de princípios de controle no manejo ecológico de doenças de plantas. Informe Agropecuário, 22(212): 9-18.
- Marcos Filho J (2015). Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Londrina: ABRATES. 650p.
- Medeiros ACS et al. (1992). Avaliação quali-quantitativa de fungos associados à sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.). Revista Brasileira de Sementes, Brasília, 14(1): 51-55.
- Melo IS (1991). Potencialidades da utilização de *Trichoderma* spp. no controle biológico de doenças de plantas. Bettiol, W (Org.). Jaguariúna: EMBRAPA, 135-156p.
- Menten JOM (1991). Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico. Piracicaba: ESALQ: FEALQ, 321p.
- Menten JOM (2017). Prejuízos causados por patógenos associados às sementes. Piracicaba: ESALQ, 38p.
- Morandi et al. (2009). Controle biológico de pragas, doenças e plantas invasoras. Informe Agropecuário, 30(251): 73- 82.
- Nascimento WMO et al. (2006). Qualidade sanitária e germinação de sementes de *Pterogyne nitens* Tull. (Leguminosae – Caesalpinioideae). Revista Brasileira de Sementes, 28(1): 149-153.
- Neergaard P (1977). Seed Pathology. London: Mac Millan Press, 839p.
- Nunes, JL (2014). Patologia de sementes. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/sementes/TecnologiaSementes/Patologia.aspx>>. Acesso em: 15/12/2020.

- Nunes, JLS (2016). Tecnologia de sementes - Patologia. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/sementes/tecnologia-sementes/patologia\\_361341.html](https://www.agrolink.com.br/sementes/tecnologia-sementes/patologia_361341.html)>. Acesso em: 15/12/2020.
- Oliveira TR et al. (2009). Maize (*Zea Mays* L.) Landraces from the Southern Region of Brazil: Contamination by *Fusarium* sp, Zearalenone, Physical and Mechanical Characteristics of the Kernels. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(1): 11-16.
- Parisi JJD, Santos AF (2011). Tratamento de sementes florestais. Santos AF (Org.). Colombo: Embrapa Florestas, 105-114p.
- Pereira AS et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. Santa Maria: UFSM, 119p.
- Reis EM et al. (1999). Comparison of methods to detect leaf and head blighting fungi in small grain seeds. *Summa Phytopathologica*, 25(1): 364-367.
- Sales F et al. (2011). The germination of bush mint (*Hyptis marrubioides* EPL) seeds as a function of harvest stage, light, temperature and duration of storage. *Acta scientiarum. Agronomy*, 33(4): 709-713.
- Silva SC et al. (2004). Produção de sementes sadias de feijão em várzeas tropicais. Brasília: EMBRAPA, 4p.
- Singh P (1997). Tree seed pathogens and seed diseases: their detection and management in sustainable forestry. Procházková Z, Sutherland JR (Org.). Opocno: ISTA, 9-22p.
- Soave J et al. (1996). Tratamento químico de sementes. Campinas: Fundação Cargill, 104p.
- Zapotoczny P et al. (2020). The use of polarized light and image analysis in evaluations of the severity of fungal infection in barley grain. *Computers and Electronics in Agriculture*, 169(1): 105-159.
- Zauza EAV et al. (2007). Esterilização, preparo de meios de cultura e fatores associados ao cultivo de fitopatógenos. Alfenas AC, Mafia RG (Org.). Viçosa: UFV, 23-51p.

## ÍNDICE REMISSIVO

- A**  
armazenamento de sementes, 35, 101, 102, 133  
arranjos de plantas, 37, 38  
azevém, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79
- C**  
*Carthamus tinctorius* L., 7, 8, 19, 20, 22, 31, 101, 103  
*Celosia argentea* L., 14, 23, 24, 25, 28, 30, 31, 33, 34, 86
- Ch**  
*Chenopodium quinoa*, 93, 102, 103, 104
- C**  
clorofila, 55, 58, 61  
combinações de temperaturas e fotoperíodos, 82, 86, 87, 88, 89, 90
- D**  
doenças transmitidas por sementes, 119
- E**  
emergência, 10, 11, 12, 14, 15, 19, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 45, 49, 55, 56, 59, 94, 97, 98, 100, 101, 102, 105, 108, 109, 111, 112, 113, 115, 127  
envelhecimento acelerado, 34, 44, 45, 50, 106, 117
- F**  
frequências relativas de germinação, 32  
fungos fitopatogênicos, 119
- G**  
germinação, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 28, 32, 35, 36, 38, 39, 42, 45, 47, 48, 49, 53, 54, 56, 57, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 87, 89, 90, 92, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 121, 124, 127, 129, 130, 132, 133
- L**  
*Lagenaria siceraria* (Mol.) Stand., 105  
lotes, 9, 10, 12, 14, 15, 18, 25, 28, 29, 31, 32, 34, 38, 41, 42, 45, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 127  
*Luffa cylindrica* L. M. Roem., 80
- O**  
outras sementes por número, 69, 70
- P**  
patologia de sementes, 119, 120, 125, 126, 131  
plântulas de sorgo, 59  
pureza, 66, 67, 68, 69, 72, 75, 76, 77
- Q**  
qualidade de sementes, 27, 28, 34, 50, 62, 66, 68, 72, 78, 79, 95, 99, 119
- R**  
regimes de iluminação, 82, 86, 87, 88, 89, 90
- S**  
sanidade de sementes, 19, 119, 127, 132, 133  
*Sorghum bicolor* L. Moench, 37, 54, 59
- T**  
termoterapia via calor seco, 9, 10, 12, 14, 16, 18  
termoterapia via calor úmido, 8, 10, 12, 14, 16, 18  
tratamento de sementes, 8, 14, 19, 127, 129, 130

## SOBRE OS ORGANIZADORES



### **Janine Farias Menegaes**

- Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
- Mestrado em Engenharia Agrícola pela UFSM
- Doutor em Agronomia pela UFSM
- Especialista em Educação Ambiental pela UFSM
- Professora Voluntária do Departamento de Fitotecnia da UFSM, em Santa Maria, RS



### **Ubirajara Russi Nunes**

- Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
- Mestre em Agronomia pela UFSM
- Doutor em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)
- Professor Associado do Departamento de Fitotecnia da UFSM, em Santa Maria, RS
- Professor Bolsista CNPq de Produtividade em Pesquisa

O e-book Sementes: foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária de publicação da Pantanal Editora, apresenta, em seus nove capítulos, os resultados de pesquisas desenvolvidas ao longo dos últimos anos no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes (LDPS) do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria, RS e parceria aos Cursos de Graduação e Pós-Graduação do Centro de Ciências Rurais da UFSM, sendo coordenadas pelo professor Dr. Ubirajara Russi Nunes.

ISBN 978-658831943-7



**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)