

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

Sementes

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



2024



Janine Farias Menegaes
Raquel Stefanello
Ubirajara Russi Nunes
Organizadores

**Sementes: foco em pesquisa sobre
qualidade fisiológica e sanitária**
Volume 2



Pantanal Editora

2024

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com.

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

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos

Profa. MSc. Adriana Flávia Neu

Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior

Profa. MSc. Aris Verdecia Peña

Profa. Arisleidis Chapman Verdecia

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva

Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo

Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu

Prof. Dr. Carlos Nick

Prof. Dr. Claudio Silveira Maia

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos

Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva

Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos

Prof. MSc. David Chacon Alvarez

Prof. Dr. Denis Silva Nogueira

Profa. Dra. Denise Silva Nogueira

Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão

Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves

Prof. Me. Ernane Rosa Martins

Prof. Dr. Fábio Steiner

Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza

Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez

Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles

Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira

Prof. MSc. Javier Revilla Armesto

Prof. MSc. João Camilo Sevilla

Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales

Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski

Prof. MSc. Lucas R. Oliveira

Prof. Dr. Luciano Façanha Marques

Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela

Prof. Dr. Leandris Argente-Martínez

Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa

Marchesan

Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann

Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior

Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos

Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla

Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira

Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes

Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira

Profa. Dra. Patrícia Maurer

Profa. Dra. Queila Pahim da Silva

Prof. Dr. Rafael Chapman Auty

Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke

Prof. Dr. Raphael Reis da Silva

Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes

Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)

Instituição

OAB/PB

Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã

UO (Cuba)

IF SUDESTE MG

Facultad de Medicina (Cuba)

ISCM (Cuba)

UFESSPA

UEA

UNEMAT

UFV

AJES

UFGD

UEMS

IFPA

UNICENTRO

IFMT

UFMG

URCA

ISEPAM-FAETEC

IFG

UEMS

UFF

(Colômbia)

UNAM (Peru)

IFRR

UCG (México)

Rede Municipal de Niterói (RJ)

UNMSM (Peru)

UFMT

SED Mato Grosso do Sul

UEMA

IFPR

Tec-NM (México)

Consultório em Santa Maria

UFJF

UEG

FAQ

UNAM (Peru)

SEDUC/PA

IFB

IFPA

UNIPAMPA

IFB

UO (Cuba)

UFMS

UFPI

UFG

UEMA

Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos IFB
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues
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
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Catalogação na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

S471

Sementes: foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária – Volume 2 / Organização de Janine Farias Menegaes, Raquel Stefanello, Ubirajara Russi Nunes. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2024. 156p.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-28-0

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756280>

1. Sementes. I. Menegaes, Janine Farias (Organizadora). II. Stefanello, Raquel (Organizadora). III. Nunes, Ubirajara Russi (Organizador). IV. Título.

CDD 631.521

Índice para catálogo sistemático

I. Sementes



Pantanal Editora

Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da 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

Apresentação

O e-book **Sementes: foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária – volume 2** de publicação da Pantanal Editora, apresenta, em seus treze capítulos, os resultados de pesquisas desenvolvidas ao longo dos últimos anos de várias instituições de ensino como a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) Campus Botucatu, todas com participação direta dos acadêmicos de graduação e de pós-graduação.

Sabendo que as pesquisas na Área de Sementes são essenciais para uma agricultura de baixo impacto ambiental e aumento da produtividade, nosso trabalho visa contemplar as necessidades de desenvolvimento do Setor Agrônômico Brasileiro. Aproximando o **produtor** da **ciência**, para que ambos obtenham sucesso na aplicabilidade desse conhecimento no **campo**, de forma a promover um manejo sustentável e rentável ao meio rural.

Ótima leitura e atentiosamente,

Janine Farias Menegaes

Raquel Stefanello

Ubirajara Russi Nunes

...

Quem cultiva a semente do amor
Segue em frente e não se apavora
Se na vida encontrar dissabor
Vai saber esperar a sua hora

...

(Madureira, Bernini & Pilares)

Sumário

Apresentação	4
Capítulo I	7
Introdução: principais aspectos na qualidade de sementes (revisão)	7
Capítulo II	25
Nutrição mineral de plantas e qualidade fisiológica de sementes: uma análise científica.....	25
Capítulo III	44
Componentes de produtividade de sementes de nabo-forrageiro em diferentes épocas de colheita ..	44
Capítulo IV	54
Embebição e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja	54
Capítulo V	65
Mancha-púrpura na qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja.....	65
Capítulo VI	74
Qualidade fisiológica e sanitária e patogenicidade de sementes de sorgo-sacarino	74
Capítulo VII	88
Ácido salicílico na germinação de sementes de trevo-persa.....	88
Capítulo VIII	98
Efeitos do estresse salino na germinação de sementes de aveia-branca.....	98
Capítulo IV	107
Radiação ultravioleta (UV-B) na germinação de sementes de aveia-branca	107
Capítulo X	117
Óxido de grafeno na germinação de sementes de aveia-branca	117
Capítulo XI	127
Germinação de sementes de <i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal sob efeito da embebição com ácido giberélico	127
Capítulo XII	135
Morfologia das sementes e sua relação com a presença de <i>Fusarium</i> spp.....	135
Capítulo XIII	144
Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cártamo armazenadas por diferentes períodos	144
Sobre os organizadores	155
Índice Remissivo	156

Introdução: principais aspectos na qualidade de sementes (revisão)

 10.46420/9786585756280cap1

Janine Farias Menegaes 
Raquel Stefanello 
Ubirajara Russi Nunes 

INTRODUÇÃO

A semente é um dos insumos agrícolas mais importante, pois nela contém as potencialidades produtivas da planta e a preservação dos recursos genéticos vegetais fundamentais para a garantia da sustentabilidade e segurança alimentar. As qualidades dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários determinam a capacidade da semente de originar plantas de alta produtividade (Popinigis, 1985; Machado, 2000; Zini et al., 2021) e, ao longo do tempo esses atribuídos vão se modificando.

A preservação da qualidade das sementes para a implantação da lavoura ocorre devido aos seus tratamentos, que consistem na aplicação de processos e substâncias sobre as mesmas, que auxiliam na expressão do seu potencial genético, visando, especialmente, o vigor das sementes e a eficiência do controle de fitopatógenos (Menten & Moraes, 2010).

Deste modo, as sementes no processo de pós-colheita ou beneficiamento receberão uma triagem para a retirada das sementes de outras espécies, danificadas, de coloração acentuada, das impurezas e, por fim, realizar-se-á separação por tamanho. Assim, obtêm-se sementes com características agronômicas uniformes e homogêneas denominando-se como lote. E, deste lote retirar-se-á uma amostra a ser submetida aos testes de verificação das qualidades, principalmente, físicas e fisiológicas (Brasil, 2009a; Ferreira & Borghetti, 2004), os mesmos testes são verificados na pesquisa com as mais distintas finalidades, destacando, os testes fisiológicos de vigor e germinação.

As avaliações das qualidades fisiológica, genéticas, físicas e sanitárias ocorrem de diversas formas, sendo específicas a cada espécie, algumas já são preconizadas pelas Regras para Análise de Sementes (RAS; Brasil, 2009a) e pelo Manual de Análise Sanitária de Sementes (MASS; Brasil, 2009b) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Assim, o objetivo desse capítulo foi realizar uma breve revisão de literatura sobre a temática de qualidade de sementes e seus aspectos perpassando desde a maturação, colheita até o armazenamento.

METODOLOGIA

Para a elaboração do presente trabalho realizou-se uma revisão de literatura baseada em artigos científicos, livros e anais de eventos, todos referentes a temática abordada conforme sugerido por Pereira et al. (2018). Para a obtenção das referências citadas neste trabalho foram consultados os sites eletrônicos de pesquisa, como, SciELO, Google Acadêmico e Portal de Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Utilizando as seguintes palavras-chave para essa pesquisa: “qualidade de sementes, atributos de sementes, qualidade física, qualidade fisiológica, qualidade sanitária, aspectos genéticos, armazenamento, secagem de sementes”.

ATRIBUTOS DE QUALIDADE DE SEMENTES

Genéticos

A qualidade genética envolve a pureza varietal, potencial de produtividade, resistência a pragas e moléstias, precocidade, qualidade do grão e resistência a condições adversas de solo e clima, entre outros. Essas características são, em maior ou menor grau, influenciadas pelo meio ambiente e melhor identificadas examinando-se o desenvolvimento das plantas em nível de campo (Carvalho & Nakagawa, 2000; Ferreira & Borghetti, 2004).

Há necessidade de uma série de medidas a serem tomadas, para evitar contaminações genéticas ou varietais e, assim, colocar à disposição do agricultor sementes com características desejadas. Por **contaminação genética**, entende-se a resultante da troca de grãos de pólen entre diferentes cultivares, enquanto por **contaminação varietal**, entende-se a que acontece quando sementes de diferentes variedades se misturam. A primeira ocorre na fase de produção e a segunda, principalmente, na etapa de pós-colheita.

Com a certeza da pureza genética da cultivar, ter-se-á no campo plantas que irão reproduzir fielmente as características selecionadas pelo melhorista e originar um produto em quantidade e com as qualidades esperadas pelo agricultor e consumidor.

Nos últimos anos, tem-se dado bastante ênfase em características genéticas das sementes que possibilitem um maior desempenho para o seu estabelecimento no campo. Algumas dessas características já foram ou estão sendo incorporadas em cultivares de algumas espécies como:

- a) resistência à deterioração de campo através da incorporação dos caracteres de dureza da semente;
- b) capacidade de germinar em condições de baixa temperatura;
- c) capacidade de germinar a maiores profundidades do solo.

Físicos

A qualidade física prediz que em um lote de sementes, por exemplo, de arroz (*Oryza sativa* L.) terá apenas sementes de arroz e não de outras espécies, assim, denomina-se pureza física. Pois, uma vez um lote de sementes com baixa qualidade física poderá haver sementes silvestres, tóxicas ou contaminantes a espécie de interesse agroeconômico. Outro ponto importante desta qualidade é a umidade das sementes, que determina a quantidade de água presente, a qual pode causar danos quando em excesso ou mesmo quando em baixo grau, chegando a inibir a germinação (Carvalho & Nakagawa, 2000; Brasil, 2009a).

a) **Pureza física** - é uma característica que reflete a composição física ou mecânica de um lote de sementes. Através desse atributo, tem-se a informação do grau de contaminação do lote com sementes de plantas daninhas, de outras variedades e material inerte.

b) **Umidade** - o grau de umidade é a quantidade de água contida na semente, expressa em porcentagem, em função de seu peso úmido. A umidade exerce grande influência sobre o desempenho da semente em várias situações. Há uma faixa de umidade em que a semente sofre menos danos mecânicos e debulha com facilidade (15%). Há, também, exigências quanto a umidade para a comercialização, pois esta encontra-se associada ao peso (massa) do material adquirido. Na maioria dos países, considera-se como 13% o padrão de umidade para comercialização.

c) **Danificações mecânicas** - toda vez que a semente é manuseada, está sujeita a danificações mecânicas. O ideal seria colhê-la e beneficiá-la manualmente. Entretanto, na grande maioria das vezes, isso não é prático nem econômico. As colhedoras, mesmo quando perfeitamente reguladas, podem danificar severamente as sementes durante a operação de debulha. Esse processo causa danos às sementes, principalmente se forem colhidas muito úmidas ou secas.

d) **Massa (peso) de 1000 sementes** - é uma característica utilizada para informar o tamanho e massa da semente. Como a semeadura é realizada ajustando-se a máquina para colocar um determinado número de sementes por metro, sabendo a massa de 1000 sementes e, por conseguinte, o número de sementes por kg, é fácil de determinar o peso de sementes a ser utilizado por área.

f) **Aparência** - a aparência do lote de sementes atua como um forte elemento de comercialização. A semente deve ser boa e parecer boa. Lotes de sementes, com ervas daninhas, materiais inertes e com sementes malformadas e opacas, não possuem o reconhecimento do agricultor.

g) **Peso volumétrico** - é o peso de um determinado volume de sementes. Recebe o nome de peso hectolítrico se for o peso de 100 L. Em relação à umidade, a mesma varia conforme o tipo de semente; por exemplo, em trigo, milho e soja, quanto maior o grau de umidade, menor será o peso volumétrico, enquanto para sementes de arroz ocorre o inverso, onde 1 m³ de arroz com 13% de umidade pesa ao redor de 560 kg e, com 17%, pesa mais de 600 kg.

Fisiológicos

A **germinação** é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando sua capacidade para dar origem a uma plântula normal, sob condições ambientais favoráveis (Carvalho & Nakagawa, 2000; Brasil, 2009a). O percentual de germinação é atributo obrigatório no comércio de sementes, sendo (em geral) 80% o valor mínimo requerido nas transações. Em função do percentual de germinação e das sementes puras, o agricultor pode determinar a densidade de sua semeadura.

Marcos Filho (2015a) diz que a manutenção da integridade do sistema de membranas é fundamental para a preservação da vitalidade e da viabilidade das sementes. E, que o processo de germinação é desencadeado em condições ambientais favoráveis em presença de água, caracterizando este processo com a protrusão da radícula. Assim, no padrão trifásico proposto por Bewley & Black (1978), a germinação ocorre definitivamente na Fase III do padrão (Figura 1), com a retomada do embrião identificado com a protrusão da radícula. Anteriormente, ocorre a Fase I, que se caracteriza pelo período de transferência de água do substrato para sementes, em virtude da diferença de potenciais. E, a Fase II é um período de reorganização com degradação e mobilização das reservas e preparo para o alongamento celular.

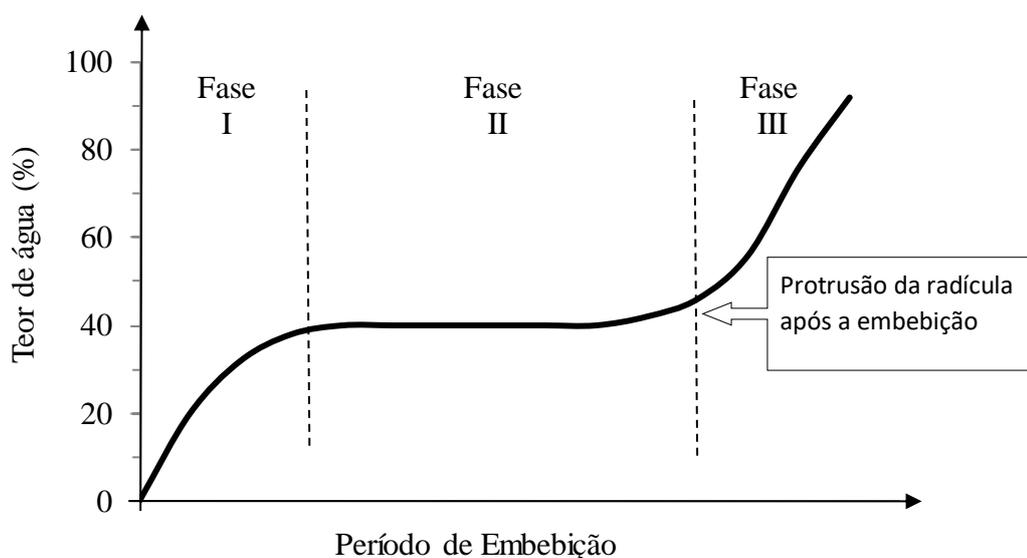


Figura 1. Padrão trifásico de captura de sementes durante a germinação. Fonte: adaptado de Bewley & Black (1978).

Marcos Filho (2015a) exemplifica que o desenvolvimento inicial das plântulas, especialmente, as flores, é expresso pela taxa de emergência (potencial fisiológico) que pode ser relacionada com a adaptação e a interação das sementes com as condições climáticas as quais foram expostas.

O **teste de vigor** de sementes é definido pela Association of Official Seed Analysis (AOSA, 1983) e Marcos Filho (2015b), como, uma das propriedades das sementes que determinam seu potencial para uma rápida emergência no campo, bem como, o desenvolvimento uniforme de plântulas normais em

uma faixa ampla de condições ambientais. Neste sentido, o teste para conferência do vigor das sementes deve apresentar sensibilidade, simplicidade e rapidez na sua execução. Pois, o vigor reflete a manifestação de

um conjunto de características que determinam o potencial para a emergência rápida e uniforme de plântulas e, por esse motivo, torna-se muito difícil, senão impossível, o desenvolvimento de apenas um teste que indique com precisão razoável o potencial de desempenho das sementes expostas as mais variadas situações (Marcos Filho, 2015a, p.622).

Sanitários

As sementes utilizadas para reprodução devem ser sadias e livres de patógenos. Sementes infectadas por doenças podem não apresentar viabilidade ou serem de baixo vigor. A semente é um bom veículo para distribuição e disseminação de patógenos, os quais podem, às vezes, causar surtos de doenças nas plantas, pois pequenas quantidades de inóculo na semente podem ter uma grande significância epidemiológica. Os patógenos transmitidos pela semente incluem bactérias, fungos, nematoides e vírus, sendo os fungos os mais frequentes (Zini et al., 2021).

A associação entre sementes e microrganismos patogênicos é determinada durante o desenvolvimento vegetativo ou o processo reprodutivo. O transporte de patógenos e a transmissão de doenças pelas sementes são geralmente encontrados em todas as espécies com reprodução sexuada, sendo vários destes patógenos prejudiciais à germinação e ao crescimento da planta (Marcos Filho, 2015a).

De modo geral, o transporte de patógenos por sementes pode ocorrer quando o microrganismo se encontra misturado com as sementes ou presente nas suas estruturas essenciais (tecidos ou embrião) ou aderido à superfície destas (Brasil, 2009a). Normalmente, o controle químico com fungicidas e inseticidas tem sido a principal estratégia utilizada no tratamento de sementes (Domene et al., 2016), seguido de outros métodos de controle alternativo como assepsia (Pinheiro et al., 2016), extratos vegetais (Menegaes et al., 2019; Pires et al., 2023), *Trichoderma* sp. (Sales et al., 2023), termoterapia (Lazarotto et al., 2013; Menegaes et al., 2020a), ondas eletromagnéticas (Santos et al., 2023), entre outros.

Os maiores problemas ligados a doenças ocorrem durante a germinação e formação das mudas e são geralmente causados por fungos, seguidos por bactérias e vírus, em menor proporção (Brasil, 2009b; Vechiato, 2010). Nesse contexto, é preciso atenção à qualidade sanitária das sementes, pois estas podem se tornar o principal veículo de disseminação de microrganismos em áreas inexistentes. A utilização de sementes sadias e com o tratamento adequado é essencial para a prevenção ou redução das perdas de produção.

Assim, o tratamento de sementes é imprescindível para evitar a disseminação de doenças a campo, entre as técnicas de tratamentos de sementes a termoterapia via calor úmido ou seco torna-se uma alternativa viável e com baixo impacto ambiental (Lazarotto et al., 2013; Silva et al., 2002). Esta técnica

tem sido amplamente utilizada para diversas espécies e estruturas vegetais com resultados satisfatórios. Entretanto, a termoterapia ainda depende do conhecimento da sensibilidade entre a semente e o patógeno (Françoso & Barbedo, 2014; Grondeau, Samson & Sands, 1994).

Deste modo, os mesmos autores, classificam os tratamentos de sementes em quatro tipos:

Químico: com uso de fungicidas, normalmente, em tratamento realizado imediatamente antes da semeadura;

Biológico: agentes de controle biológico (*Trichoderma*, *Bacillus*, entre outros) são incorporados às sementes, agindo através de antagonismo e competição;

Bioquímico: por fermentação anaeróbica, através de extratos;

Físico (termoterapia): as sementes são submetidas ao calor (binômio temperatura-tempo), sendo eficiente quando o patógeno for mais sensível que a semente.

MATURAÇÃO (DESENVOLVIMENTO) E COLHEITA DE SEMENTES

O processo de formação das sementes é desencadeado com a indução floral e a formação dos gametas, e óvulo depois de fecundado sofre uma série de modificações, tanto em suas funções e forma como em sua fisiologia, originando a semente que, em seu estágio final de desenvolvimento, atinge o seu maior tamanho e maior matéria (peso) seca, chegando à maturidade fisiológica com alto teor de água nas sementes, o qual na sequência inicia o processo de desidratação. Nesses pontos de máximas as sementes atingem as maiores porcentagens de germinação e vigor (Carvalho & Nakagawa, 2000; Taiz & Zeiger, 2009).

A maturação de sementes foi conceituada por Delouche (1971) como

o processo constituído por uma série de alterações morfológicas, físicas, fisiológicas e bioquímicas que ocorrem a partir da fecundação do óvulo e prosseguem até o momento em que as sementes se desligam fisiologicamente da planta-matriz (maturidade fisiológica).

Durante o processo de maturação ocorre grande diferenciação celular, acúmulo de matéria seca e dessecação, até o ponto de máximo potencial fisiológico denominado maturidade fisiológica. Após essa etapa inicia o processo de deterioração que ao longo do período de armazenamento ou conservação vão se modificando com a degeneração de membranas, respiração e biossíntese alteradas, processo germinativo lento, menor taxa, uniformidade e emergência de plântulas, anormalidades, entre outros, até casos mais severos ocorrendo a perda de viabilidade e morte das sementes (Peske, Rosenthal & Rota, 2003; Marcos Filho, 2015a).

O processo de desenvolvimento (maturação) da semente compreende quatro fases, contendo a divisão e a expansão celular, a histodiferenciação, o acúmulo de matéria seca e a dessecação. Nas fases de divisão, expansão e histodiferenciação ocorre alta atividade metabólica e fisiológica regada pelos fitormônios como citocininas e giberelinas, resultando em um rápido acréscimo de matéria verde e aumento do volume celular que estabelecem o limite para acúmulo de reservas nas sementes (Figura 2).

Na fase de acúmulo de massa seca pelas sementes, os processos metabólicos são direcionados através da digestão da nucela e tecidos adjacentes e transferência de reservas da planta mãe para as sementes, aproveitando o processo fonte-dreno da planta. E, na fase final a dessecação, a semente perde conexão vascular com a planta-matriz e sofre rápida desidratação, nesta fase ocorrem os ajustes finais da organização das membranas, da síntese de enzimas, da estrutura e do metabolismo de desenvolvimento das sementes ortodoxas aptas a germinar, e as espécies recalcitrantes não exibem essa secagem rápida ao final da maturação e a germinação (Ferreira & Borghetti, 2004; Amabile et al., 2018, Dias, 2018).

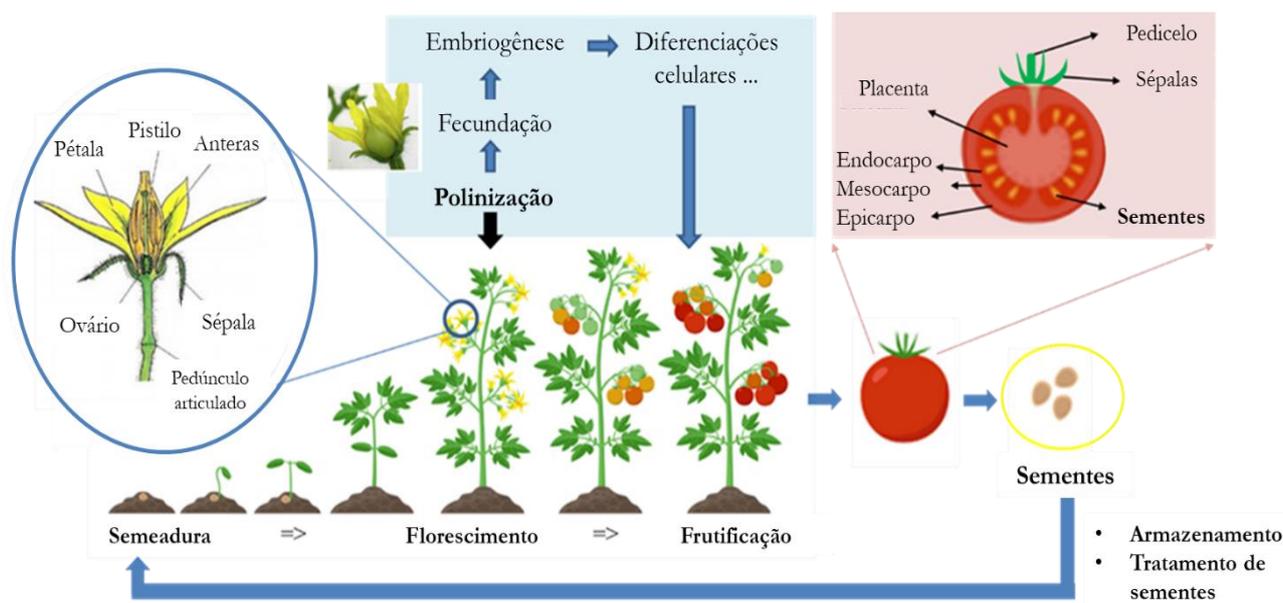


Figura 2. Formação de sementes sequências de processos. Fonte: os autores.

Peske et al. (2003) mencionam que depois de ocorrida a fecundação, ou dupla fertilização, o óvulo sofre uma série de modificações, tanto em suas funções e forma como em sua fisiologia, originando a semente que, em seu estágio final de desenvolvimento, atinge o seu maior tamanho e maior matéria (peso) seca. Nesse ponto as sementes atingem máxima germinação e vigor.

A soma de todos os atributos, tais como matéria seca, tamanho, germinação, vigor e mais as variações ocorridas em termos de proteína, lipídios e carboidratos, além de mecanismos de autoproteção, como o aparecimento de inibidores no momento da maturidade fisiológica (MF), são fatos marcantes da formação completa da semente. Em resumo, tem-se que após a fertilização, o tamanho da semente aumenta rapidamente, atingindo o máximo em curto período em relação à duração total do período de maturação. Este rápido crescimento é devido à multiplicação e ao desenvolvimento das células do embrião e do tecido de reserva. Após atingir o máximo, o tamanho vai diminuindo devido à perda de água pelas sementes.

Paralelamente, os produtos formados nas folhas, pela fotossíntese, são encaminhados para a semente em formação, onde são transformados e aproveitados para a formação de novas células, tecidos

e como futuro material de reserva. Na realidade, o que denominamos “matéria seca” da semente são as proteínas, açúcares, lipídios e outras substâncias que são acumuladas nas sementes durante o seu desenvolvimento. Logo após a fertilização, o acúmulo de matéria seca se processa de maneira lenta, pois as divisões celulares predominam, ou seja, está ocorrendo um aumento expressivo no número de células. Em seguida, verifica-se um aumento contínuo e rápido na matéria seca acompanhado por um aumento do percentual de germinação e de vigor, até atingir o máximo (Klaus & Timm, 2012; Esau, 2015).

Desse modo, pode-se afirmar que, em geral, a semente deve atingir a sua máxima qualidade fisiológica quando o conteúdo de matéria seca for máximo. É importante observar que durante esta fase de intenso acúmulo de matéria seca, o teor de água da semente permanece alto, visto ser a água o veículo responsável pela translocação do material fotossintetizado da planta para a semente. Portanto, durante esta fase é primordial que haja adequada disponibilidade de água e de nutrientes no solo para que o “enchimento” das sementes seja satisfatório. Muitos estudos feitos com maturação de sementes de diversas espécies apontam o ponto de máximo conteúdo de matéria seca como o melhor e mais seguro indicativo de que as sementes atingiram a maturidade fisiológica.

Assim, a maturidade fisiológica fica caracterizada como aquele ponto após o qual a semente não recebe mais nutrientes da planta-matriz, cessando a conexão entre a planta e a semente. A partir daí a semente permanece ligada à planta apenas fisicamente. É preciso ressaltar os cuidados com a semente neste ponto, visto que o conteúdo de reservas é máximo e o grau de umidade ainda é muito alto.

O que pode afetar o desenvolvimento da semente no campo são vários fatores, a ocorrência de estresse hídrico, o qual vai afetar a qualidade da semente nos processos de floração; fase divisão e expansão, fase de acúmulo de massa seca e dessecação; a temperatura muito alta afeta a maturação forçada (sementes verdes); a fertilidade do solo afeta as plantas bem nutridas produzindo sementes maiores e é importante no período de acúmulo de matéria seca (Bryant, 1989; Bueno, Mendes & Carvalho, 2006).

Como forma de identificar o ponto de maturidade fisiológica, os primeiros critérios propostos de período decorrido após a semeadura ou emergência de plântulas, ou dias após início do florescimento; a máxima matéria seca representa o momento em que a semente se desliga da planta e atinge a maturidade fisiológica e o grau de umidade das sementes e, aspectos morfológicos da planta, fruto e/ou sementes durante a senescência.

A resistência à desidratação durante a maturação a semente passa a tolerar a desidratação no processo final de maturação e a capacidade de germinar, intolerância à desidratação precoce (antes da maturidade fisiológica) ou muito rápida, o grau de tolerância a desidratação refere-se a capacidade de recuperar as funções biológicas quando as sementes são reidratadas e esse período de desidratação leva o embrião a quiescência período que se interpõem entre o desenvolvimento da semente e do embrião repouso da semente (Bryant, 1989; Bueno et al., 2006; Marcos Filho, 2015a).

Quiescência (repouso fisiológico) - é quando a semente inicia e completa o processo germinativo quando não há insuficiência de fatores exógenos (como água, calor e oxigênio) ou, numa definição mais

exata, é aquela capaz de germinar na maior amplitude possível de fatores do ambiente físico, considerando-se os limites impostos pelo seu genótipo. Em outras palavras, uma semente quiescente não germina a menos que encontre um conjunto de fatores ambientais não limitante às suas necessidades.

Dormência - é o estágio em que uma semente viva se encontra quando se fornecem todas as condições adequadas para germinação e a mesma não germina. A dormência é uma proteção natural da planta para que a espécie não se extinga em situações adversas (umidade, temperatura, entre outros.). Isto pode acontecer devido à imaturidade do embrião, impermeabilidade da estrutura protetora da semente e presença de substâncias inibidoras. Muitas das sementes dormentes devem passar por um período de amadurecimento pós-colheita, caracterizado por complexas reações enzimáticas e bioquímicas, antes de elas germinarem.

Esse é o caso das sementes de muitas espécies de clima temperado, as quais necessitam ter passado por um período de baixas temperaturas, para superar a dormência e germinar somente, quando as temperaturas sejam adequadas. Essa característica pode ser encarada como benéfica ou não. No caso das sementes de plantas daninhas, ela é considerada ruim para o agricultor, pois dificulta o seu controle, onde algumas sementes podem ficar dormentes por vários anos no solo.

Em forrageiras, o estágio de dormência é benéfico, pois possibilita a ressemeadura natural. Outro exemplo benéfico da dormência é o caso de sementes duras de soja que podem ficar no campo aguardando a colheita com um mínimo de deterioração.

A Colheita é a ação de colher e de coletar do ambiente o produto vegetal, visando a preservação da espécie, pelo armazenamento e semeadura futura para perpetuação da espécie. Requer cuidados importantes, como o conhecimento do ponto de maturidade fisiológica, dessecação, entre outros, para evitar perdas da produção durante a colheita (Peske et al., 2003; Ludwig, 2016).

Os parâmetros que caracterizam a maturação para colheita são:

Umidade: logo após formação do zigoto apresenta em torno de 70 a 80%; em sequência fase de lento decréscimo (clima, espécie, estágio de desenvolvimento); fase de rápida desidratação □ é o ponto da MF (indica a MF de campo); decresce até um certo ponto (ocorrem oscilações □ ambiente).

Cor e Tamanho: máximo tamanho na metade do período de acúmulo de MS – depois perde água e diminui o tamanho; etapa em que as sementes crescem em tamanho rapidamente; ocorre intensa multiplicação de células do embrião e tecido de reserva; ocorre pequena redução no final do período □ desidratação.

Massa de matéria seca: - fase inicial lenta para em seguida rápido acúmulo de matéria seca; - no máximo acúmulo de MS □ MF; trabalhar com outros indicadores (dormência).

Vigor: tende a acompanhar a curva da matéria seca (ambiente); vigor das sementes é proporcional ao acúmulo da matéria seca; assim a semente tem vigor máximo quando há o final do acúmulo da matéria seca.

Germinação: as sementes têm capacidade de germinar e produzir uma plântula na medida em que há o acúmulo da matéria seca.

Viviparidade ou germinação precoce: ocorre quando não há restrição da germinação, permitindo o crescimento do embrião com a semente ainda ligada a planta-matriz.

Cuidados a serem observados durante a colheita o que varia com solo, topografia, ambiente, práticas culturais, espécies sensíveis (maior retardamento, maiores as perdas), espécies com hábito indeterminado (trepador), espécies com maturação desuniforme (forrageiras), observar características morfológicas na colheita (camada negra no milho, encolhimento da semente e ausência de sementes verde-amarela, hilo homocromo e perda de cor verde em mais de 90% na soja [*Glycine max* (L.) Merrill]).

A umidade das sementes na colheita na maturação fisiológica, alta quantidade de massa verde dificulta colheita mecânica, injúrias por amassamento, secagem a níveis compatíveis com armazenamento e perdas das sementes na colheita.

O atraso da colheita, expõe as sementes às condições menos favoráveis do ambiente; queda do potencial fisiológico; queda da produção deiscência de frutos (ex. leguminosas), degrana natural (ex. arroz), conhecer características de cada espécie (momento certo de colheita), conseqüente da má implantação e condução do campo (acamamento, estatura das plantas, inserção das vagens, plantas daninhas, topografia, regulagem inadequada de colhedoras, ponto de colheita, atraso de colheita) (Peske et al., 2003; Henning, 2005; Ludwig, 2016).

Os danos mecânicos são um dos mais sérios problemas para produção de sementes, na colheita é resultado dos impactos recebidos na trilha e separação, a intensidade do dano depende: número e local do impacto, características da semente (tamanho, tipo reserva, forma, localização do eixo embrionário, presença de tegumentos, apêndices, grau de umidade), prejuízos: germinação, vigor, pureza física, capacidade de armazenamento, valor comercial, facilita ataque de microrganismos (Machado, 2000; Brasil, 2009b).

SECAGEM DE SEMENTES

A colheita de sementes com grau de umidade acima dos recomendados para armazenamento seguro torna-se uma prática comum entre os produtores de sementes, pois, as sementes permanecendo na lavoura após a maturidade fisiológica, ficam expostas à ação das flutuações de temperatura e umidade relativa e do orvalho e/ou chuvas que, em processos alternados de sorção e dessorção de água, podem causar significativos danos físicos e fisiológicos (Ludwig, 2016).

Assim, para evitar o “armazenamento no campo” torna-se necessário antecipar ao máximo o momento de colheita, obtendo sementes com grau de umidade tal que ocorrerá a necessidade de secagem imediata, mas, em contrapartida, possibilitando obter sementes que apresentem reduzidos índices de danificação e deterioração, permitindo ao produtor melhor planejar a colheita. O intervalo de tempo que separa o final da colheita do início do processo de secagem deve ser o mais reduzido possível porque,

nesta fase do processo, as sementes com umidade elevada apresentam altas taxas de atividade respiratória e, o consumo antecipado de reservas provoca um desgaste fisiológico que, na prática, produzirão baixos índices de germinação e vigor no futuro (Costa, 2009; Menegaes et al., 2020b).

Princípios de secagem o vapor d'água presente nas sementes tende a ocupar todos os espaços intercelulares, gerando pressões em todas as direções. Por outro lado, a água presente no ar de secagem sob a forma de vapor exerce, também, uma pressão parcial, designada pressão parcial de vapor d'água no ar. O processo de secagem envolve a retirada parcial de água das sementes através da transferência simultânea de calor do ar para as sementes e de água, por meio de fluxo de vapor, das sementes para o ar (Bueno et al., 2006; Klaus & Timm, 2012). Assim, a secagem de sementes, mediante convecção forçada do ar aquecido compreende, essencialmente, dois processos simultâneos:

a) evaporação da água superficial das sementes para o ar circundante;

b) movimento de água do interior para a superfície das sementes, em virtude de gradiente hídrico entre essas duas regiões.

O modo mais utilizado para aumentar o diferencial entre as pressões de vapor da superfície das sementes e do ar de secagem é o aquecimento do ar, diminuindo sua umidade relativa, que adquire maior capacidade de retirada de água.

A secagem natural utiliza as energias solar e eólica para remover a umidade das sementes, utilizando recursos como eiras ou lonas. Cuidados especiais devem ser tomados para que as sementes não sofram aquecimento excessivo e que a secagem ocorra do modo mais uniforme possível. Este método, em geral, é pouco suscetível a riscos de danificação mecânica e térmica sendo, no entanto, dependente das condições psicrométricas do ar ambiente, que muitas vezes não são adequadas para a secagem das sementes. É um método adequado para reduzida quantidade de sementes (Peske et al., 2003; Nascimento, 2009; Ludwig, 2016).

Secagem artificial

Secagem estacionária: Consiste, basicamente, no insuflamento de ar aquecido através de um volume de sementes que permanece estático. A secagem ocorre em camadas com a formação de zonas de secagem. A camada de sementes onde mais efetivamente se verifica a passagem de água das sementes para o ar é denominada de frente de secagem. Os secadores estacionários mais utilizados para secagem de sementes utilizando este método são os silos com distribuição axial ou radial do fluxo de ar. Deve-se ter cuidados operacionais para evitar secagem excessiva na camada de sementes próxima a entrada de ar quente e a demora de secagem das camadas mais distantes. Resultados de pesquisas indicam para sementes com 16 a 18% de umidade a utilização de fluxos de ar de 8 a 10 m³/min./t, temperatura do ar máxima de 40 a 43 °C, umidade relativa do ar mínima de 40% e altura da camada de sementes não

superior a 1,5 m para sementes com dimensões semelhantes a soja (Peske et al., 2003; Villela & Menezes, 2009).

Secagem Intermitente: na secagem intermitente, as sementes são submetidas à ação do ar aquecido na câmara de secagem a intervalos regulares de tempo permitindo, assim, a homogeneização da umidade e resfriamento quando as mesmas estão passando pelas partes do sistema onde não recebem ar aquecido (elevador e câmara de equalização ou resfriamento). Neste método a rapidez e uniformidade de secagem são as características mais relevantes. A secagem de sementes empregando ar aquecido durante intervalos regulares de tempo, intercalado por períodos sem aquecimento (equalização), possibilita a redistribuição de umidade, reduzindo os gradientes hídrico e térmico e, como consequência os danos físicos (fissuras) às sementes. Em razão da intermitência, é possível o emprego de temperaturas do ar aquecido que alcançam até 70 a 80 °C, sem, no entanto, ocasionar excessivo aquecimento das sementes que, em geral, não atingem temperaturas acima de 40 a 43 °C (Peske et al., 2003; Villela & Menezes, 2009).

ARMAZENAMENTO DE SEMENTES

O objetivo do armazenamento de sementes é assegurar a integralidade e a viabilidade das estruturas vegetais por períodos prolongados, preservando suas qualidades genéticas, fisiológicas, sanitárias e físicas. A conservação da qualidade das sementes, sobretudo, a fisiológica ocorre por meio da dessecação (remoção da água) e da diminuição da temperatura, sendo esta técnica empregada apenas às sementes ortodoxas (Angelovici et al., 2010; Oliveira et al., 2011; Popinigis, 1985). A presença e a ação de fitopatógenos e insetos, a umidade relativa e temperatura do ar, os tipos de embalagens, a disponibilidade de oxigênio e o período de armazenamento, também são fatores importantes para a conservação da qualidade de sementes (Carvalho & Nakagawa, 2000; Costa, 2009).

A inadequação das condições de estocagem propicia a aceleração da deterioração e, conseqüentemente, a redução da qualidade das sementes, evidenciada durante a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas (Costa, 2009; José et al., 2010). A velocidade em que ocorre esta deterioração pode ser amenizada pela adequação da qualidade inicial do lote, do estágio de maturação, da longevidade, do grau de umidade, das condições físicas das sementes e do tratamento fitossanitário (Sales et al., 2011).

A conservação da qualidade das sementes, durante o período de armazenamento, é dada pelo teor de água (umidade de secagem), presença e ação de fitopatógenos e insetos, umidade relativa e temperatura do ar, tipos de embalagens, disponibilidade de oxigênio e pelo período de armazenamento (Carvalho & Nakagawa, 2000; Costa, 2009). Contudo, apesar do manejo dos fatores na conservação das sementes, observa-se que há a deterioração das sementes em virtude das condições de estocagem, sendo estes sintomas, sobretudo, os fisiológicos evidenciados durante a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas (Menegas et al., 2020b).

A longevidade e a viabilidade das sementes são classificadas em categorias, como, ortodoxa, recalcitrante e intermediária, em função ao seu comportamento frente a tolerância a dessecação e ao armazenamento em diferentes condições ambientais.

Hong e Ellis (1996) desenvolveram um protocolo que permite identificar o grau de tolerância das sementes à dessecação (Figura 3), classificadas, como:

a) Sementes ortodoxas: são as que podem ser submetidas à secagem até atingir baixos teores de água e toleram a exposição a temperaturas relativamente baixas, sem ocorrências de danos ao metabolismo durante o armazenamento por longos períodos. Das angiospermas aproximadamente 75% das espécies produzem sementes ortodoxas, em que estas apresentam equilíbrio médio próximo de 10-15% umidade relativa do ar (UR);

b) Sementes recalcitrantes: são as incapazes de sobreviver ao armazenamento em ambientes secos e são sensíveis a dessecação e a baixas temperaturas. Das angiospermas aproximadamente 10% das espécies produzem sementes recalcitrantes, em que estas apresentam equilíbrio médio próximo de 90% UR (-1,5 a -2 MPa);

c) Sementes intermediárias: são as que apresentam características intermediárias as sementes ortodoxas e recalcitrantes, com desempenho germinativo a diferentes níveis de temperatura e dessecação. Das angiospermas aproximadamente 15% das espécies produzem sementes intermediárias, em que estas apresentam equilíbrio médio entre 40 a 50% UR.

As sementes ortodoxas caracterizam-se por tolerar armazenamento por longos períodos sem ocorrências de danos ao seu metabolismo durante o processo germinativo. Assim, a conservação da qualidade destas sementes, sobretudo, a fisiológica ocorre por meio da dessecação (remoção da água) e da diminuição da temperatura (Klaus & Timm, 2012; Dias, 2018; Esau, 2015).

Em que, conforme os graus de umidade contidos nas sementes ocorrem os seguintes eventos:

Grau de umidade superior a 45 a 60%: a semente germina;

Grau de umidade entre 20 a 45%: a velocidade respiratória da semente e dos fitopatógenos é muito elevada, ocorre o aquecimento, esse aquecimento pode gerar temperatura suficientemente elevada, ocasionando a morte da semente;

Grau de umidade entre 14 a 20%: pode ocorrer o desenvolvimento de fitopatógenos, principalmente de fungos que podem infeccionar a semente, especialmente, se esta apresentar danos físicos;

Grau de umidade entre 8 a 14%: há uma redução ou supressão na atividade dos insetos;

Grau de umidade entre 4 a 8%: favorável ao armazenamento em embalagens impermeáveis.

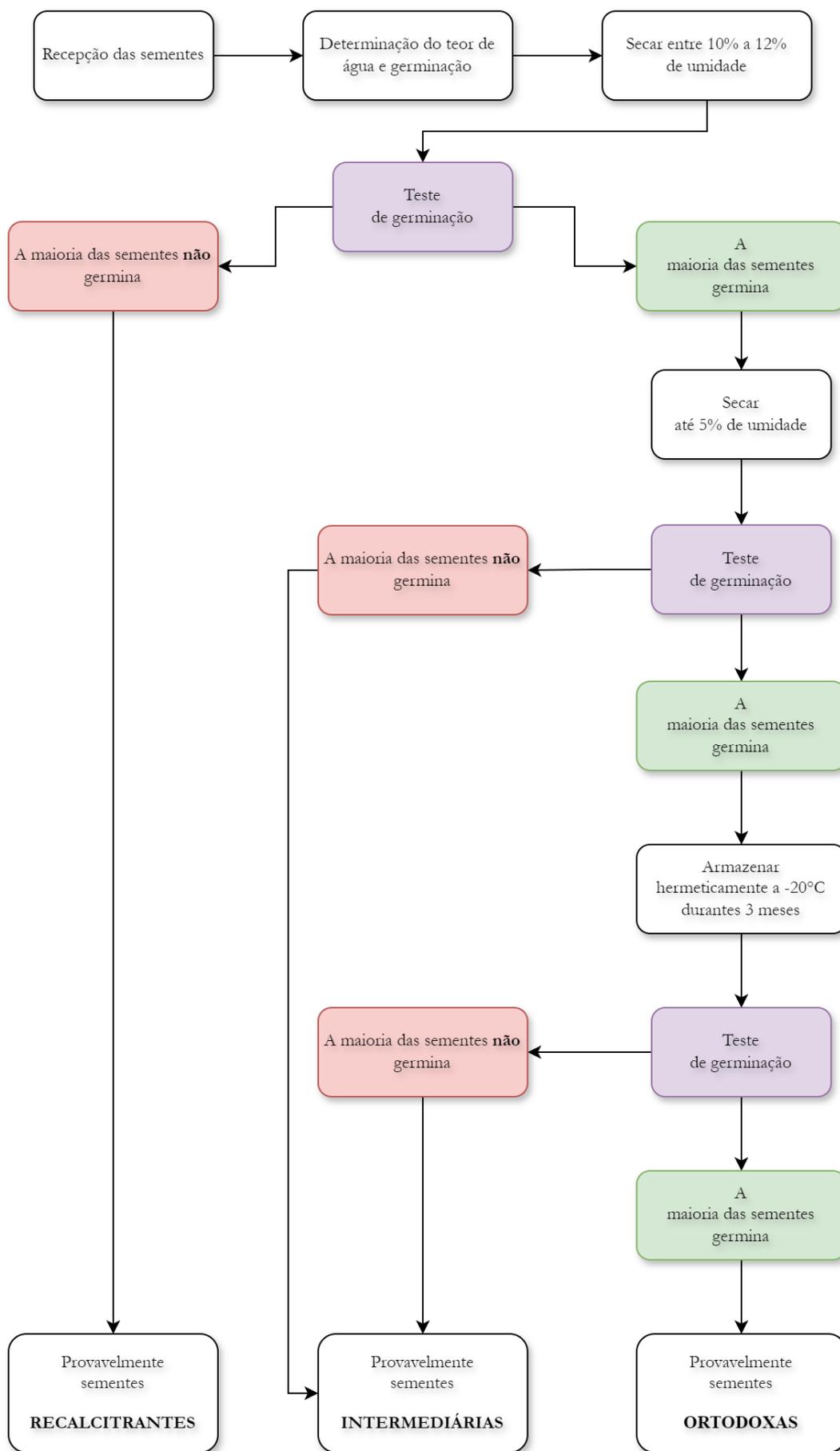


Figura 3. Protocolo simplificado para determinar o grau de tolerância à dessecação, adaptado de Hong e Ellis (1996).

A presença e a ação de patógenos e insetos, a umidade relativa e temperatura do ar, os tipos de embalagens, a disponibilidade de oxigênio e o período de armazenamento, também, são fatores importantes para a conservação da qualidade de sementes. A inadequação das condições de estocagem propicia a aceleração da deterioração e, conseqüentemente, a redução da qualidade das sementes, evidenciada durante a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas. A velocidade em que ocorre esta deterioração pode ser amenizada pela adequação da qualidade inicial do lote, do estágio de maturação, da longevidade, do grau de umidade, das condições físicas das sementes e do tratamento fitossanitário (Menegaes et al., 2020b; Zini et al., 2021).

O tratamento de sementes durante o período de armazenamento pode ser considerado uma vantagem na longevidade das sementes, entretanto, depende do método e da técnica a ser utilizado, por exemplo, uso de produtos químicos apesar da eficiência e facilidade de aplicação, podem causar efeitos fitotóxicos sobre as sementes ao longo do armazenamento. Em que, a utilização destes produtos requer registro e indicação de uso auditado pelo MAPA.

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 a semente 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.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A semente como um insumo agrícola deve ter preservado ao máximo as suas qualidades – genética, física, fisiológica e sanitária, para expressar no campo em forma de produtividade. Assim, são necessários cuidados desde a maturação fisiológica das sementes para resultar em uma colheita satisfatória, perpassando pelos processos de secagem até o armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amabile, R. F., Vilela, M. S., & Peixoto, J. R. (2018). Melhoramento de plantas: variabilidade genética, ferramentas e mercado. Brasília: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas. 108 p.
- Angelovici, R., Galili, G., Fernie, A. R., & Fait, A. (2010). Seed desiccation: a bridge between maturation and germination. *Trends in Plant Science*, 15(1), 211-218. DOI: 10.1016/j.tplants.2010.01.003

- AOSA - Association of Official Seed Analysis (1983). Seed vigour handbook. In: Association of Official Seed Analysis. The handbook of seed testing. East Lansing. 88p.
- Bewley, J. D., & Black, M. (1978). Physiology and biochemistry of seed in relation to germination. Berlin: Springer Verlag. 306 p.
- 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.
- Bryant, J. A. (1989). Fisiologia de sementes. São Paulo: EDU. 86p.
- Bueno, L. C. S., Mendes, A. N. G, & Carvalho, S. P. (2006). Melhoramento genético de plantas - princípios e procedimentos. Lavras: UFLA. 319p.
- Carvalho, N. M., & Nakagawa, J. (2000). Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP. 429p.
- Costa, C. J. (2009). Armazenamento e conservação de sementes de espécie do Cerrado. Planaltina: EMBRAPA Cerrados. 30p
- Delouche, J. C. (1971). Seed maturation. In: Handbook of seed technology. Mississippi: Mississippi State University. p. 17-21.
- Dias, J. P. T. (2018). Ecofisiologia de culturas agrícolas. - Belo Horizonte: EdUEMG. 169p.
- Domene, M. P., Gloria, E. M., Biagi, J., Benedetti, B. C., & Martins, L. (2016). Efeito do tratamento com óleos essenciais sobre a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de milho (*Zea mays* L.). Arquivos do Instituto Biológico, 83(1), 1-6. DOI: 10.1590/1808-1657000072014
- Esau, K. (2015). Anatomia das plantas com sementes. São Paulo: Blucher (20ª reimpressão 2015), 293p.
- Ferreira, A. G., & Borghetti, F. (2004). Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed. 323p.
- Françoso, C. F., & Barbedo, C. J. (2014). Tratamentos osmóticos e térmicos para controle de fungos em sementes de grumixameira (*Eugenia brasiliensis* Lam.) e pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). Hoehnea, 41(4), 541-552. DOI: 10.1590/2236-8906-30/2013
- Grondeau, C., Samson, R., & Sands, D. C. A. (1994). Review of thermotherapy to free plant materials from pathogens, especially seeds from bacteria. Critical Reviews in Plant Sciences, 13(1), 57-75. DOI: 10.1080/07352689409701908
- Henning, A. A. (2005). Patologia e tratamento de sementes: noções gerais. 2. ed. Londrina: EMBRAPA Soja. 52p.
- Hong, T. D., & Ellis, R. H. (1996). A protocol to determine seed storage behavior. Rome: IPGRI Technical Bulletin n. 1. International Plant Genetic Resources Institute. 62p.
- José, S. C. B. R., Salomão, A. N., Costa, T, S. A., Silva, J. T. T. T., & Curi, C. C. S. (2010). Armazenamento de sementes de girassol em temperaturas subzero: aspectos fisiológicos e bioquímicos. Revista Brasileira de Sementes, 32(4), 029-038. DOI: 10.1590/S0101-31222010000400004

- Klaus, R., & Timm, L. C. (2012). Solo, Planta e Atmosfera - Conceitos, Processos e Aplicações. 2ª Ed. Barueri: Manole. 524p.
- Lazarotto, M., Mezzomo, R., Maciel, C. G., Bovolini, M. P., & Muniz, M. F. B. (2013). Tratamento de sementes de canafístula via calor úmido. Revista Ciência Agrária, 56(3), 268-273. DOI: 10.4322/rca.2013.038
- Ludwig, M. P. (2016). Fundamentos da produção de sementes em culturas produtoras de grãos. Ibirubá: IFRS Campus Ibirubá. 123p.
- Machado, J. C. (2000). Tratamento de sementes no controle de doenças. Lavras: UFLA. 138p.
- Marcos Filho, J. (2015a). Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Londrina: ABRATES. 659p.
- Marcos Filho, J. (2015b). Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. Scientia Agrícola, 72(47), 63-374. DOI: 10.1590/0103-9016-2015-0007
- Menegaes, J. F., Nunes, U. R., Bellé, R. A., Backes, F. A. A. L., & Lidório, H. F. (2020a). Thermotherapy via dry heat for the treatment of safflower seeds. Ciência e Natura, 42(e92), 1-23. DOI: 10.5902/2179460X42698
- Menegaes, J. F., Nunes, U. R., Bellé, R. A., Backes, F. A. A. L., Barbieri, G. F., & Sousa, N. A. (2020b). Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cártamo armazenadas em diferentes períodos e embalagens. Brazilian Journal of Development, 6(4), 17022-17034. DOI: 10.34117/bjdv6n4-028
- Menegaes, J. F., Nunes, U. R., Bellé, R. A., Muniz, M. F. B., & Franzen, F. L. (2019). Polvo de hojas de *Melia azedarach* L., *Dendranthema grandiflora* Tzvelev y *Tagetes erecta* L. para el tratamiento de semillas de *Carthamus tinctorius* L. Biotecnología Vegetal, 19(2), 103-111.
- Menten, J. O., & Moraes, M. H. D. (2010). Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. Informativo ABRATES, 20(3), 52-53.
- Nascimento, W. M. (2009). Tecnologia de sementes de hortaliças. Brasília: EMBRAPA Hortaliças. 432p.
- Oliveira, M. D. M., Nascimento, L. C., Alves, E. U., Gonçalves, E. P., Guedes, R. S., & Silva Neto, J. J. (2011). Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Amburana cearenses* A.C. Smith submetidas à termoterapia e tratamento químico. Acta Scientiarum. Agronomy, 33(1), 45-50. DOI: 10.4025/actasciagron.v33i1.5645
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. Santa Maria: UFSM. 119p.
- Peske, S. T., Rosenthal, M. D., & Rota, G. R. M. (2003). Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: UPEL. 415p.
- Pinheiro, C. G., Lazarotto, M., Muniz, M. F. B., Redin, C. G., & Santos, M. V. (2016). Efeito da assepsia superficial na germinação e incidência de fungos em sementes de espécies florestais. Pesquisa Florestal Brasileira, 36(87), 253-260. DOI: 10.4336/2016.pfb.36.87.1234

- Pires, L. L., Silva, B. A., Sousa, E. S., Silva Neta, E. R., Lima, S. G., & Beserra Junior, J. E. (2023). Ethanolic extract of *Copaifera*, *Croton* and *Lippia* on the control of phytopathogenic fungi. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 53(1), e75126. DOI: 10.1590/1983-40632023v5375126
- Popinigis, F. (1985). *Fisiologia da semente*. 2. ed. Brasília: ABRATES. 289p.
- Sales, G. O. S., Gomes, R. S. S., Carvalho, T. K. N., Santos, M. R., & Medeiros, J. G. F. (2023). Microbiolização de sementes de soja com *Trichoderma harzianum*: qualidade fisiológica e sanitária. *Nativa*, 11(2), 220-225. DOI: 10.31413/nativa.v11i2.15234
- Sales, J. F., Pinto, J. E. B. P., Oliveira, J. A., Botrel, P. P., Silva, F. G., & Corrêa, R. M. (2011). The germination of bush mint (*Hyptis marruboides* EPL) seeds as a function of harvest stage, light, temperature and duration of storage. *Acta scientiarum. Agronomy*, 33(4), 709-713. DOI: 10.4025/actasciagron.v33i4.4611
- Santos, D. S. S., Gomes, R. S. S., Carvalho, T. K. N., Lacerda, A. V., Dornelas, C. S. M., & Medeiros, J. G. F. (2023). Fisiologia e sanidade de sementes de soja utilizando ondas eletromagnéticas. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 16(4), e11394. DOI: 10.17765/2176-9168.2023v16n4e11394
- Silva, A. M. S., Carmo, M. G. F., Olivares, F., & Pereira, A. J. (2002). Termoterapia via calor seco no tratamento de sementes de tomate: eficiência na erradicação de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* e efeitos sobre a semente. *Fitopatologia Brasileira*, 27(6): 586-593. DOI: 10.1590/S0100-41582002000600005
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2009). *Fisiologia Vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artemed. 848p.
- Vechiato, M. H. (2010). Importância da qualidade sanitária de sementes de florestais na produção de mudas. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_3/SementesFlorestais/index.htm>. Acesso em: 31 de janeiro de 2024.
- Villela, F., A., & Menezes, N. L. (2009). O potencial de armazenamento de cada semente. *Revista Seed News*, 8(1), 22-25.
- Zini, P. B., Fantinel, V. S., Toletto, T., & Menegaes, J. F. (2021). Patologia de sementes conceitos e aplicações: uma revisão de literatura. In: Menegaes, J. F., & Nunes, U. R. (Orgs.). *Sementes: foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária*. Nova Xavantina: Pantanal Editora.

Índice Remissivo

- A**
- Ácido salicílico, 90
Avena sativa, 100, 102, 103, 105, 110, 111, 113, 120, 122, 123
- C**
- Colheita, 17, 50, 51, 55
Cultivares, 81, 83, 84, 85
- D**
- Danos mecânicos, 142
- E**
- Embebição, 56
Espécie forrageira, 128
- F**
- Físico, 14
Fisiologia, 30, 130
Fusarium, 77, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 86, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 153, 154
- G**
- Germinação, 18, 50, 60, 71, 78, 129, 132
- M**
- Mancha, 67
- N**
- Nabo, 47, 48
- P**
- Plântulas, 84, 85, 94, 103, 123
- Q**
- Qualidade sanitária, 156
- S**
- Salinidade, 108
Sementes, 6, 9, 13, 21, 29, 30, 48, 49, 56, 57, 60, 62, 68, 70, 77, 83, 85, 120, 131, 136, 148, 153
Solanaceae, 129
Sorgo-sacarino, 89
- T**
- Trifolium resupinatum*, 91, 93, 94, 114, 120, 124
- V**
- Vigor, 17, 49, 50, 60, 61

Oe-book **Sementes: foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária – volume 2** de publicação da Pantanal Editora, apresenta, em seus treze capítulos, os resultados de pesquisas desenvolvidas ao longo dos últimos anos de várias instituições de ensino como a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) Campus Botucatu, todas com participação direta dos acadêmicos de graduação e de pós-graduação.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 9608-6133 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br