

Introdução à Patologia de Sementes Florestais

Patologia de Sementes

- Estudo de **doenças transmitidas por sementes**
- Estudo da **associação de sementes com patógenos** a fim de indicar o **controle adequado dessas doenças**

Importância da Sanidade das Sementes Florestais

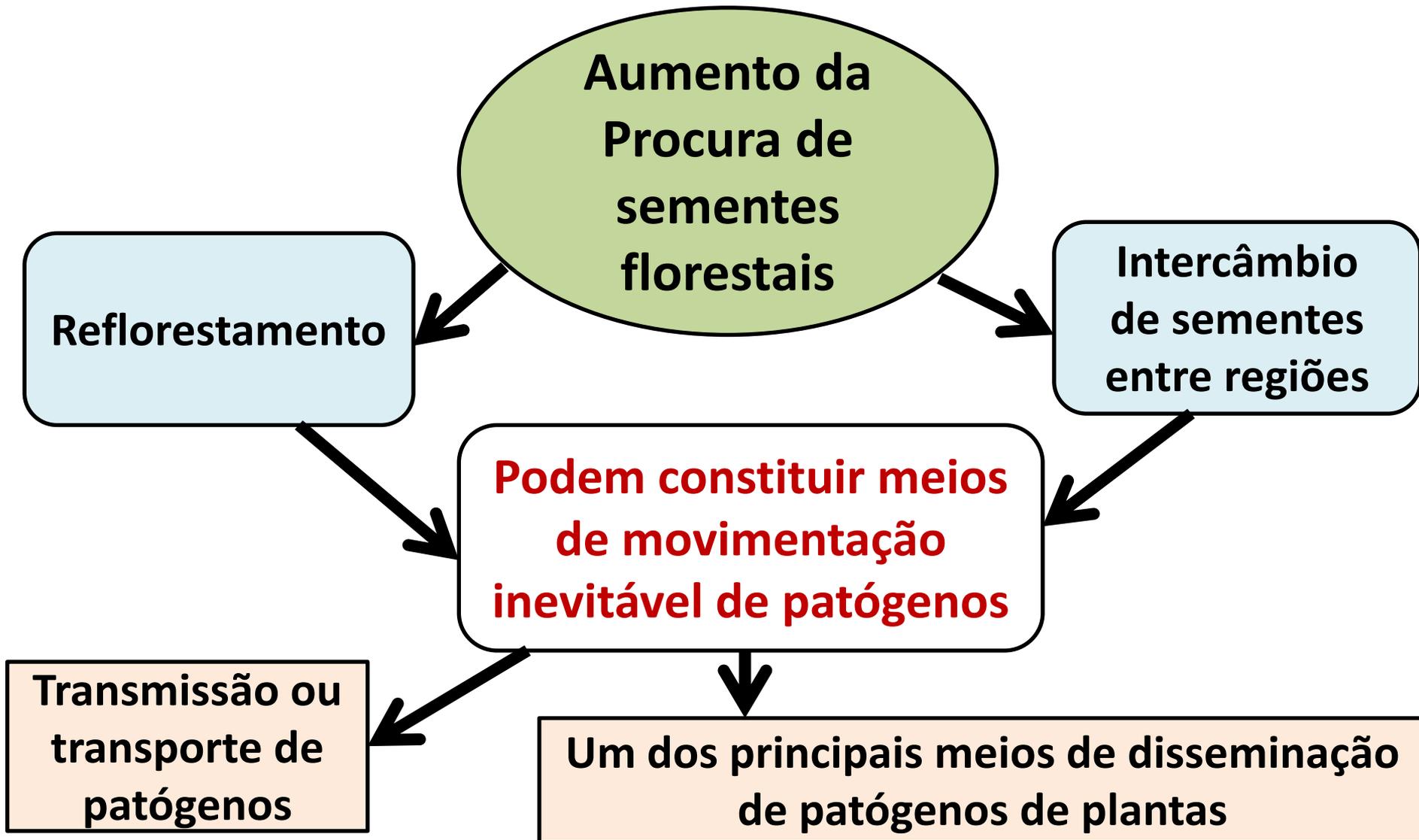
Demanda crescente de sementes de espécies florestais nativas:

- **Recuperação de áreas degradadas**
- **Instalação de áreas comerciais**

Falta de pesquisa na área de sementes florestais:

- **Queda na produção e**
- **Queda na comercialização de valiosas espécies florestais**

Importância da Sanidade das Sementes Florestais



Importância da Sanidade das Sementes Florestais

Transporte de patógenos via sementes



Não existem barreiras geográficas

Sementes representam um meio de sobrevivência

Patógenos podem ser levados a longas distâncias

Importância da Sanidade das Sementes Florestais

Presença de fungos em sementes



- Pode **REDUZIR A CAPACIDADE GERMINATIVA** de um lote
- Apresentar problemas na interpretação dos testes de germinação conduzidos em condições de laboratório
- Alguns lotes poderão ser eliminados por não atingirem índices satisfatórios de germinação \Rightarrow **↓ oferta de sementes**

Patologia de Sementes Florestais no Brasil

- Poucos trabalhos
- Relacionam apenas microrganismos que ocorrem nas sementes
- Não verificam o efeito sobre a germinação e desenvolvimento das plantas



Informação indispensável para os projetos de reflorestamento com mudas nativas



Obtenção de boa muda \Rightarrow se conheça a **sanidade e qualidade da semente** \rightarrow veículo de disseminação de patógenos

Contaminação das Sementes

- Campo
- **Operações subsequentes:** colheita, secagem, beneficiamento, armazenamento



- Afeta a qualidade das sementes
- Reduz a capacidade germinativa
- Tombamento de plântulas
- Podridões
- Manchas
- Abortos
- Deformações

Mecanismos e Dinâmica da Transmissão de Patógenos por Sementes de Essências Florestais

Envolve Duas Fases Principais

- **Contaminação e ou infecção das sementes pelo inóculo do patógeno**
- **Transmissão do inóculo do patógeno das sementes contaminadas ou infectadas para as sementes sadias**

Contaminação de Sementes

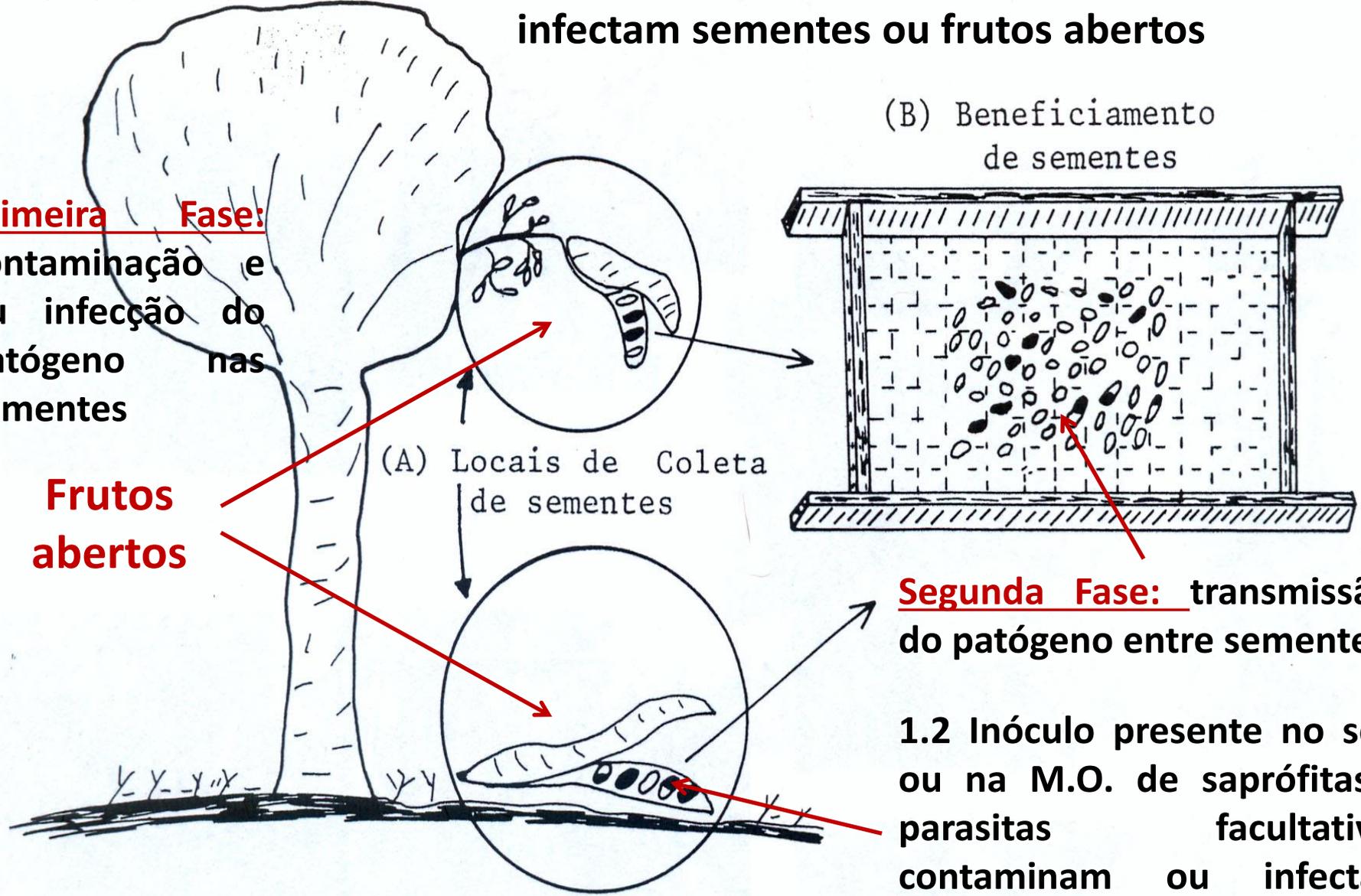
1.1 Inóculo de fungos carregado por ventos, chuvas com ventos e insetos contaminam ou infectam sementes ou frutos abertos

Primeira Fase:
contaminação e
ou infecção do
patógeno nas
sementes

**Frutos
abertos**

(A) Locais de Coleta de sementes

(B) Beneficiamento de sementes



Segunda Fase: transmissão do patógeno entre sementes

1.2 Inóculo presente no solo ou na M.O. de saprófitas e parasitas facultativos contaminam ou infectam sementes ou frutos

Contaminação de Sementes

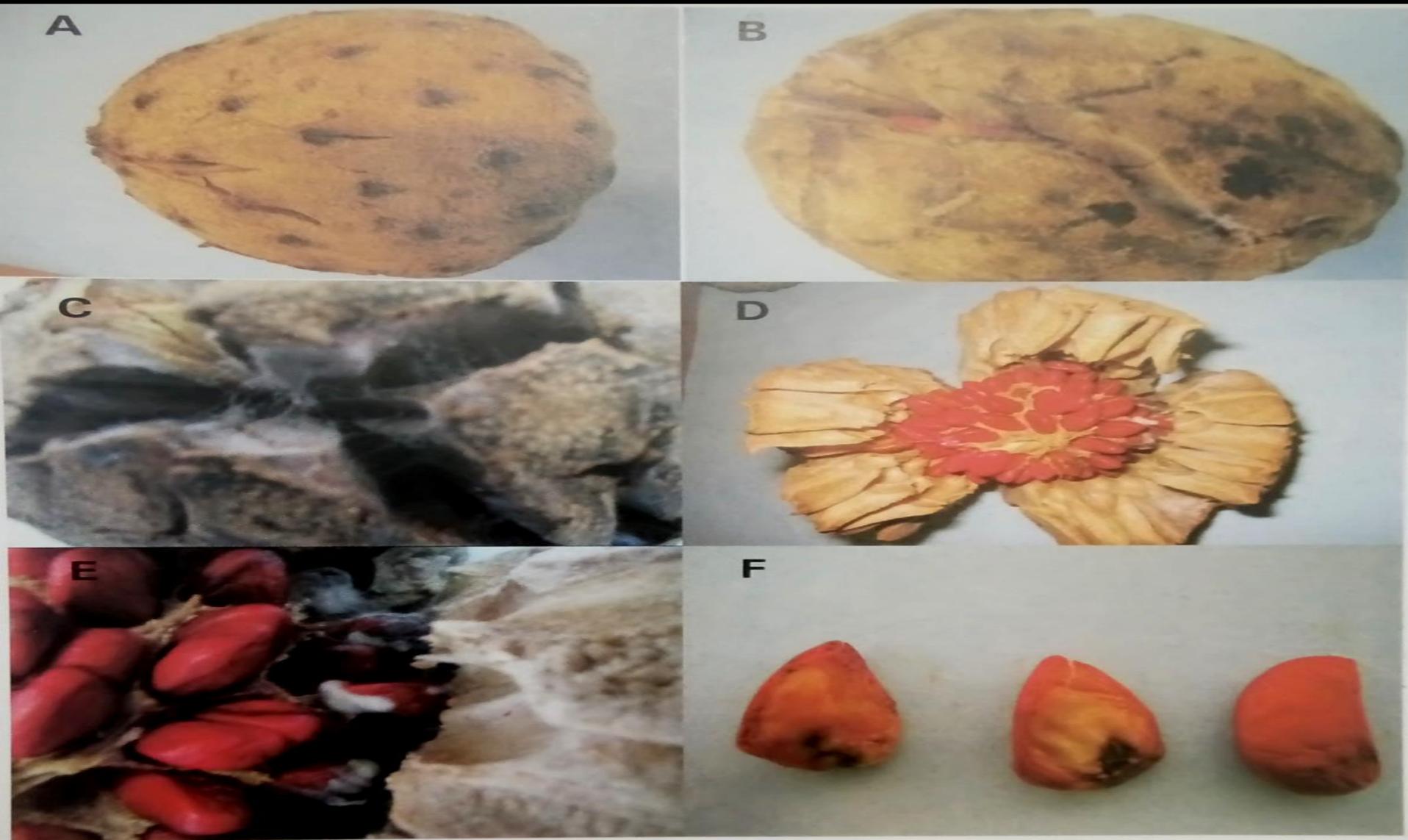


Figura 1. Frutos e sementes de baguaçu: A) fruto não aberto; B) fruto parcialmente aberto; C) fruto parcialmente aberto com crescimento fúngico; D) fruto naturalmente aberto; E) sementes com fungos; F) sementes manchadas.

Contaminação de Sementes



Figura 9. Sementes de baguaçu (*Talauma ovata*): limpas e manchadas.



Podridão de frutos e sementes da castanheira

Transmissão de Fungos por Sementes

**Doenças relacionadas à transmissão
de fungos por sementes**



Ocorrem durante a fase de formação de mudas



Tombamento

Podridão de raízes

Lesões em cotilédones, folhas, e caule

Patógenos Transmitidos por Sementes



Figura 6. Plântulas de cedro (*Cedrella fissilis*) com *Fusarium* sp. situ.



Figura 8. Lesões em plântulas de canafístula (*Peltophorum dubium*).

Tombamento



**Uma doenças
mais comuns**

**Afeta a
germinação -
destruindo as
sementes**

**Afeta as
plântulas recém-
emergidas**

Patógenos Transmitidos por Sementes

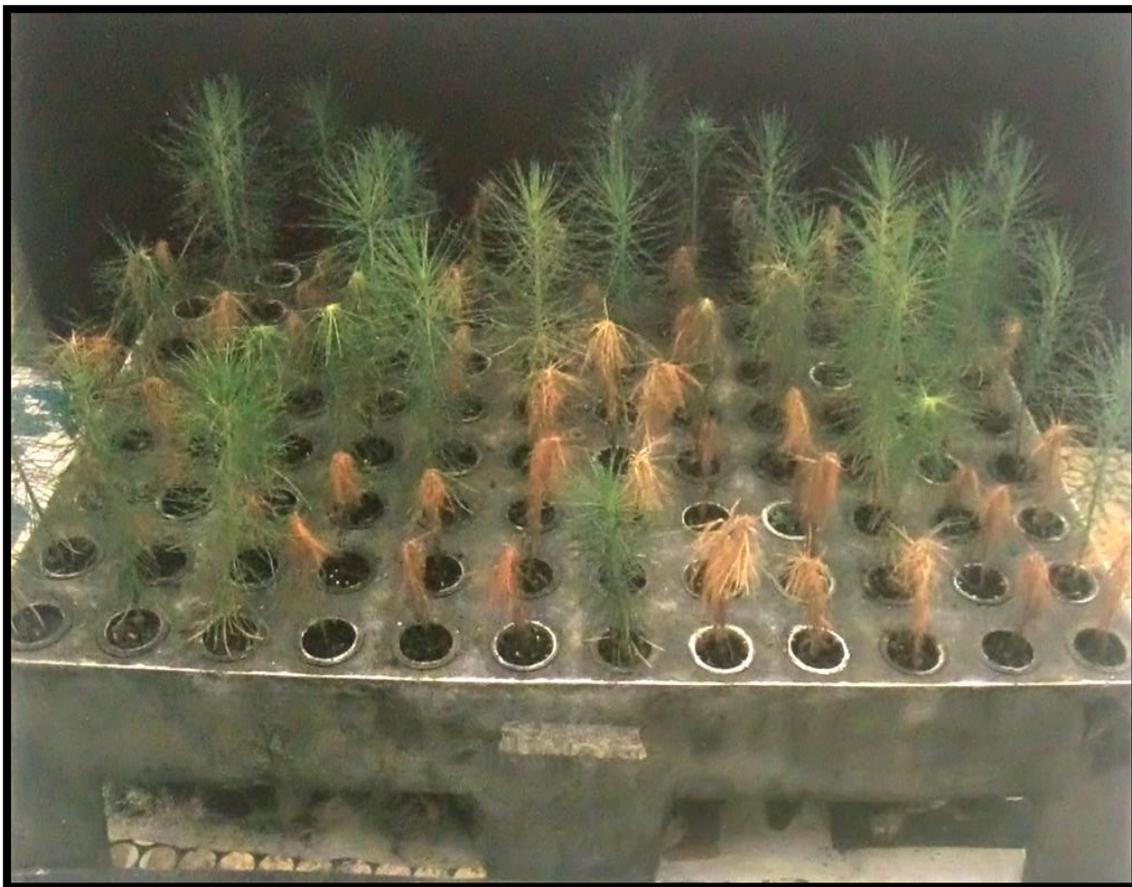


Figura 2. Tombamento de mudas de acácia-negra (*Acacia mearnsii*) provocado por *Fusarium* sp.



Figura 3 Danos provocados por *Rhizoctonia* sp. em mudas de bracatinga (*Mimosa scabrella*).

Patógenos Transmitidos por Sementes



Podridão de raízes provocada por *Fusarium* sp.
em mudas de *Pinus*

Podridão de raízes



**Declínio geral das
mudas**

**Necrose no sistema
radicular**

**Inicia pelas raízes
mais novas e tenras**

**Seca e morte na
sementeira**

Patógenos Transmitidos por Sementes



Figura 5. Mudas doentes de pupunheira (*Bactris gasipaes*).

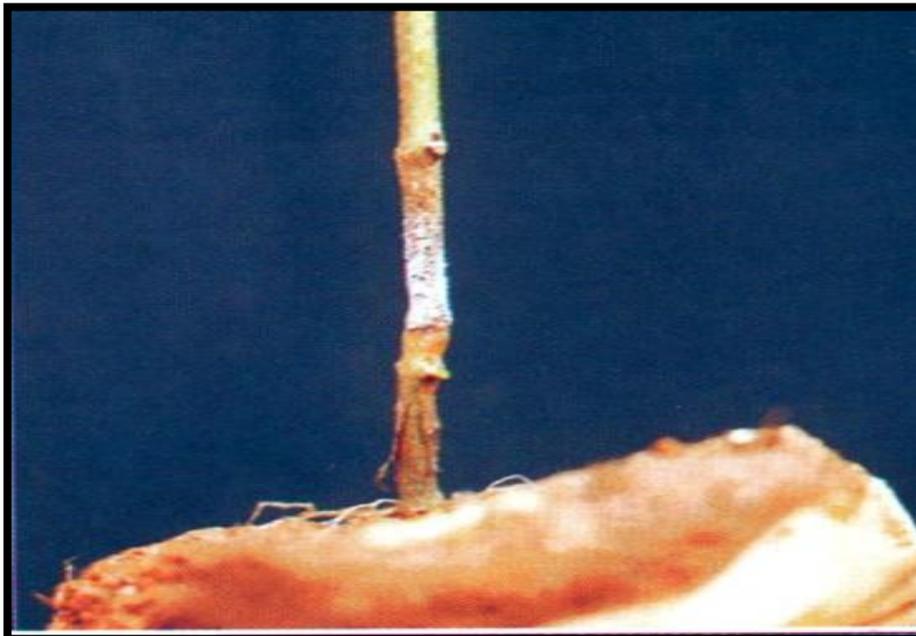
Patógenos Transmitidos por Sementes



Lesões na parte aérea



**Lesões nos cotilédones,
folhas e caule**



**Morte de mudas de eucalipto
em pós-emergência**

Patógenos Transmitidos por Sementes

Lesões na parte aérea



Figura 7. Lesões em cotilédones e plântulas de pata-de-vaca (*Bauhinia forficata*) (setas)

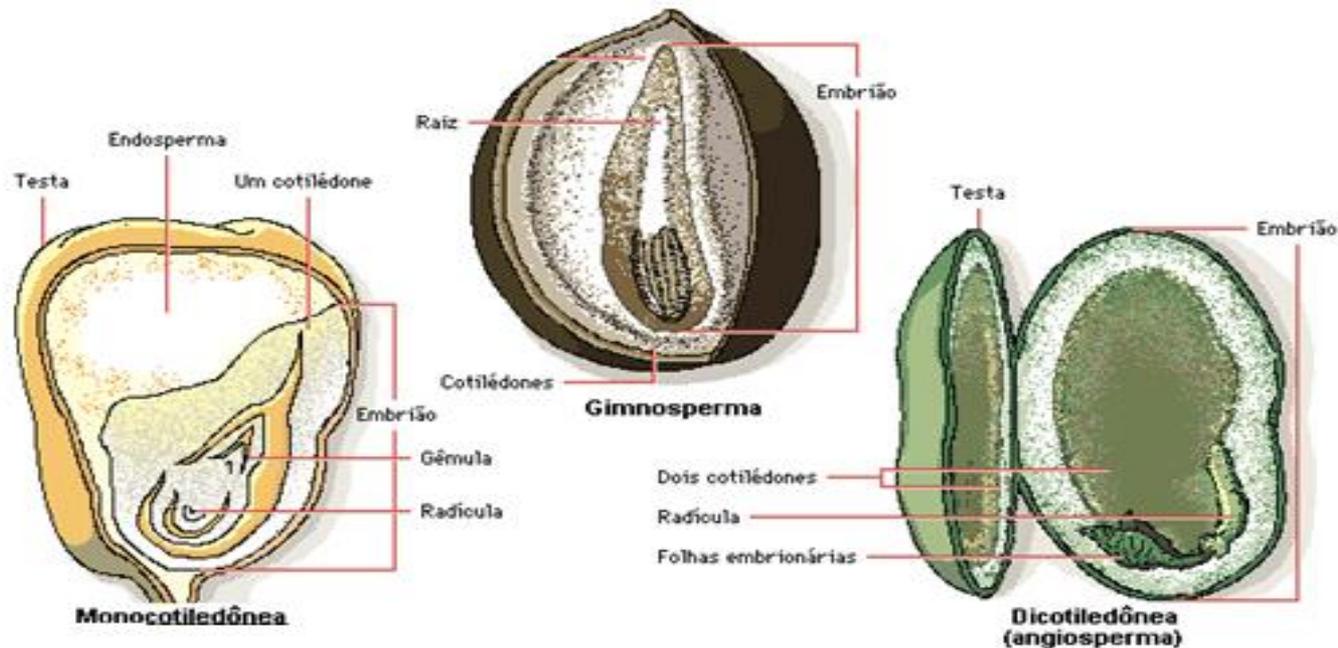
Patógenos Transmitidos por Sementes

- Potencialmente todos os organismos fitopatogênicos podem ser transportados pelas sementes, contudo, a transmissão de muitos deles, não é conhecida
- **Grupo dos fungos:** mais numerosos, seguido das bactérias, vírus e alguns nematoides

Associação entre Fungos e Sementes

✓ Internamente na semente

- Inóculo localiza-se dentro dos tecidos da semente: **endosperma ou embrião**
- Patógenos ficam protegidos contra os tratamentos de contato que controlam aqueles externamente





Hifa de *Ustilago tritici* no embrião de sementes

Associação entre Fungos e Sementes

- ✓ **Aderido externamente na semente (inóculo superficial):**
 - **Produzem estruturas que aderem à superfície durante a colheita e beneficiamento ou fruto infectado no campo**

Aderido Externamente à Semente



Aderido Externamente à Semente



Figura 10. Semente de palmeira real (*Archontophoenix* sp.) com escleródios de *Sclerotium rolfsii*.

Aderido Externamente à Semente



Aderido Externamente à Semente



Aderido Externamente à Semente

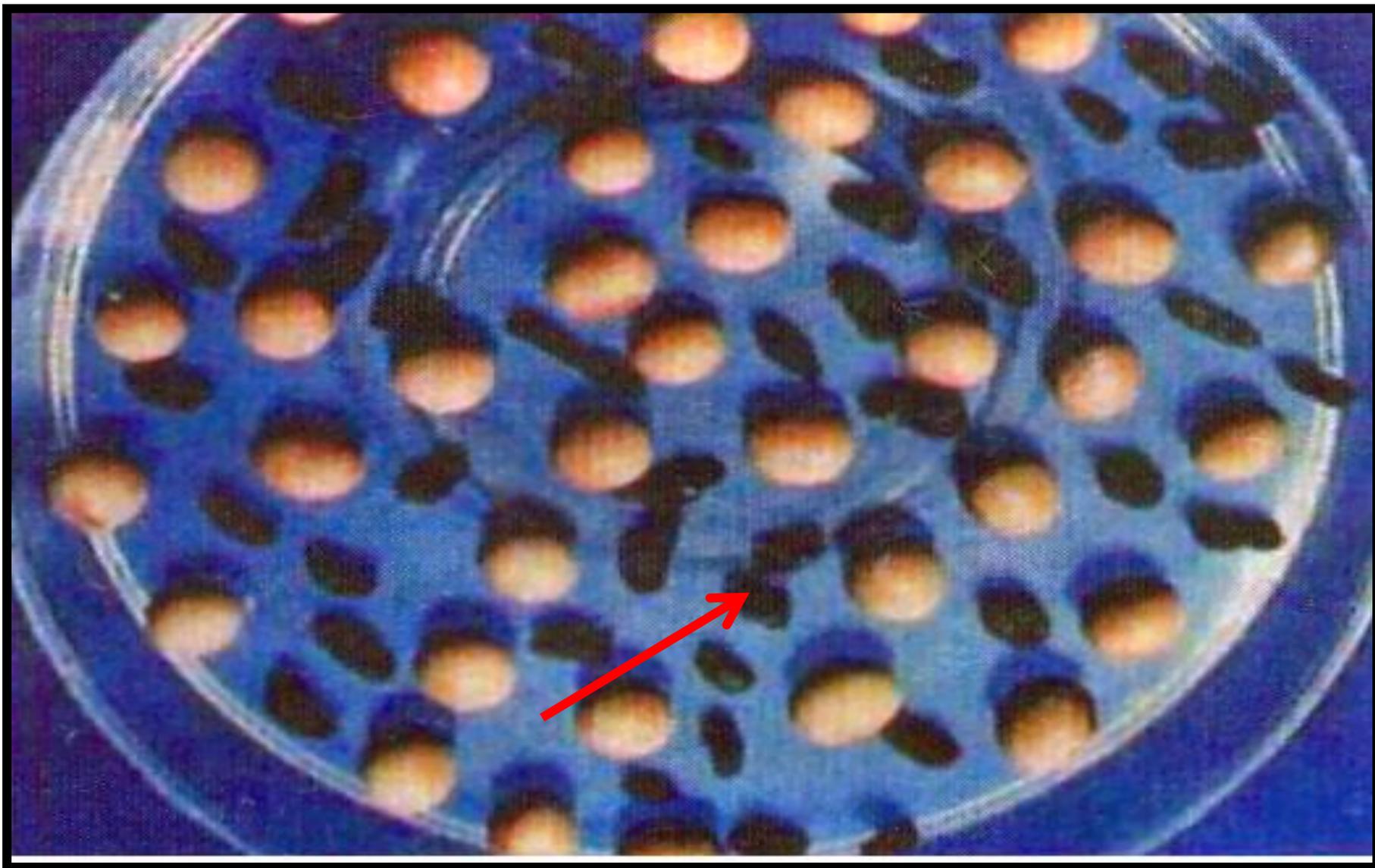


Associação entre Fungos e Sementes

✓ Acompanhando a semente:

- Inóculo acompanha o lote de sementes, não estando dentro ou na superfície da semente
- Estruturas podem estar misturadas às sementes
- Estruturas podem estar aderidas a fragmentos de plantas, torrões de solo, embalagens

Acompanhando a Semente



Escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* entre sementes

Localização dos Patógenos nas Sementes

**Quanto mais interno estiver
o patógeno na semente**



**Maior deverá ser a sua
Sobrevivência e longevidade**

Localização dos Patógenos nas Sementes

**Quanto mais superficial estiver
o patógeno na semente**



Mais eficiente deverá ser o tratamento

Localização dos Patógenos nas Sementes

**Conhecimento da posição e do tipo
de inóculo do patógeno em relação
às sementes**



- **Definem os métodos de detecção**
- **O tipo de tratamento de sementes**
- **Estima o desenvolvimento das doenças na área produtiva**

Localização dos Patógenos nas Sementes

Patógenos localizados no internamente (embrião)



Utilizar fungicidas sistêmicos no tratamento

Patógenos localizados superficialmente



Utilizar fungicidas de contato

Transmissão Semente-Planta

- **Transmissão:** infecção bem sucedida dando origem a uma planta doente
- **Detecção:** observação de sintomas
- **Infecção latente:** hospedeiro infectado não mostra sintomas até que estes apareçam estimulados por:
 - **Condições ambientais**
 - **Nutricionais**
 - **Estágio de maturidade do patógeno e/ou hospedeiro**

Transmissão Semente-Planta

- ✓ **Disseminação de patógenos por sementes é importante quando se observa as seguintes razões:**
 - **A semente assegura a presença do inóculo viável e patogênico por mais tempo (substrato nutritivo)**
 - **A presença do patógeno na semente favorece a infecção primária**
 - **Há uma distribuição homogênea do inóculo na área semeada**
 - **Áreas isentas podem ser contaminadas**
 - **É bastante eficiente e independente da distância**

Teste de Sanidade

✓ **Objetivos:**

- **Determinar o estado sanitário de uma amostra de sementes**
- **Detectar e identificar fungos, bactérias, vírus e nematóides presentes em uma amostra de sementes, possibilitando, dessa forma, **estimar o perfil sanitário de um dado lote****
- **Ferramenta de grande relevância no sentido de assegurar a sustentabilidade dos cultivos**

Circunstâncias em que o Teste de Sanidade é Importante

O teste de sanidade é importante para:

- **Explicar causas de baixo estande (germinação) e vigor**
- **Orientar no tratamento de sementes**
- **Estimar o risco de deterioração no armazenamento**
- **Avaliar a eficácia do tratamento de sementes**
- **Estimar a condição sanitária de um lote para plantio**

Requisitos Básicos que os Testes de Sanidade Devem Satisfazer

1. Sensibilidade (segurança):

- **Máxima recuperação do patógeno**
- **Maior sensibilidade conforme for a importância do patógeno e menor for sua incidência nas sementes**

Requisitos Básicos que os Testes de Sanidade Devem Satisfazer

2. Reprodutividade:

- **O método só será aceitável se ele apresentar resultados semelhantes em vários laboratórios que tenha seguido a mesma orientação**

Requisitos Básicos que os Testes de Sanidade Devem Satisfazer

3. Economicidade:

- O método deve ser econômico, em termos de materiais, equipamentos, recursos humanos, instalações físicas...

Requisitos Básicos que os Testes de Sanidade Devem Satisfazer

4. Rapidez na obtenção dos resultados:

- Fundamental que o resultado seja emitido no menos tempo possível (atualmente – 10 dias)
- É a partir do resultado que será tomada a decisão do uso ou não do lote de sementes e, quando possível do tratamento

Escolha do Método para Caracterizar o Estado Sanitário das Sementes

- **Dependente do patógeno a ser detectado**
- **Infraestrutura disponível no laboratório**
- **Espécie e semente a ser testada**
- **Objetivo do teste**
- **Grau de treinamento pessoal envolvido com a interpretação do referido teste**

Métodos de Análises de Sanidades em Sementes

1. Exames de sementes sem incubação

- **Testes rápidos**
- **Requerem poucos equipamentos**
- **Não indicam a viabilidade do patógeno**
- **Detecção adequada de poucos patógenos**

Métodos de Análises de Sanidades em Sementes

1. Exames de sementes sem incubação

1.1. Inspeção visual direta:

- Busca detectar visualmente, ou com auxílio de microscópio estereoscópio
- Poucas doenças são detectados por esse método
- Há necessidade de métodos complementares de incubação e detecção de patógenos

Métodos de Análises de Sanidades em Sementes

1. Exames de sementes sem incubação

1.2. Lavagem de sementes

Sementes imersas em água destilada ou misturadas com detergente ou dispersante



Agitadas por um determinado período de tempo para remover os patógenos superficiais



Retirada de uma alíquota dessa água e examinada ao microscópio a presença de microrganismos

Métodos de Análises de Sanidades em Sementes

2. Exame de sementes com incubação

- Empregam incubação de sementes sob condições controladas para permitir o crescimento e a esporulação dos fungos**
- Permitindo a identificação**

Métodos de Análises de Sanidades em Sementes

2. Exame de sementes com incubação

- Papel de filtro (*Blotter Test*)
- Plaqueamento em meio de cultura
- Crescimento de plântulas e desenvolvimento de sintomas

Detecção de Fungos com Incubação em Papel de filtro

2.1 BLOTTER TEST: baseado na produção de estruturas morfológicas típicas

- Método universal, mais usado
- Aplicado para a maioria das espécies necrotróficas
- Menor custo material
- Resultados quantitativos
- Não distingue variações em níveis de raça
- Subjetivo
- Moroso

Detecção de Fungos com Incubação em Papel de Filtro

B



D

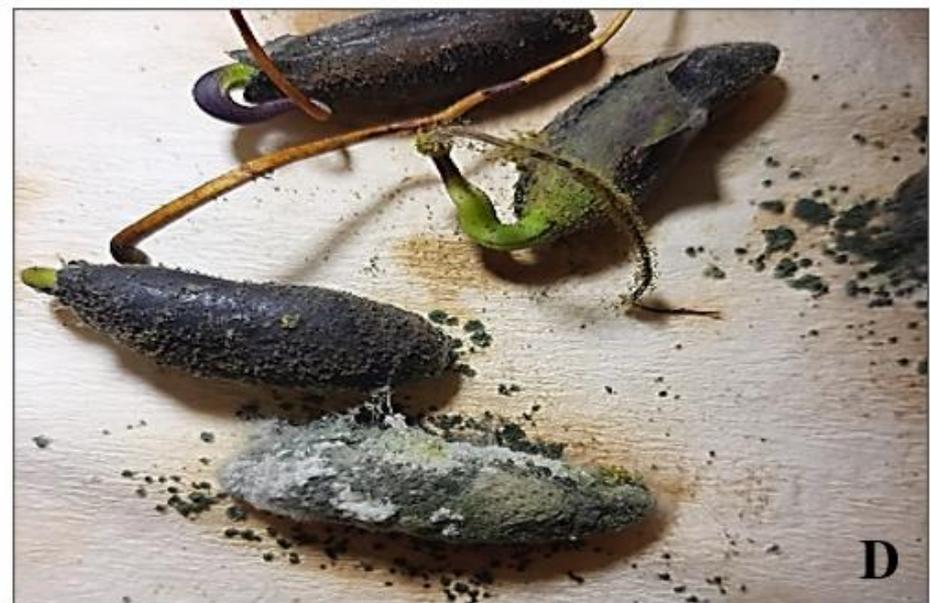








Sementes de Baru após 30 dias de armazenamento

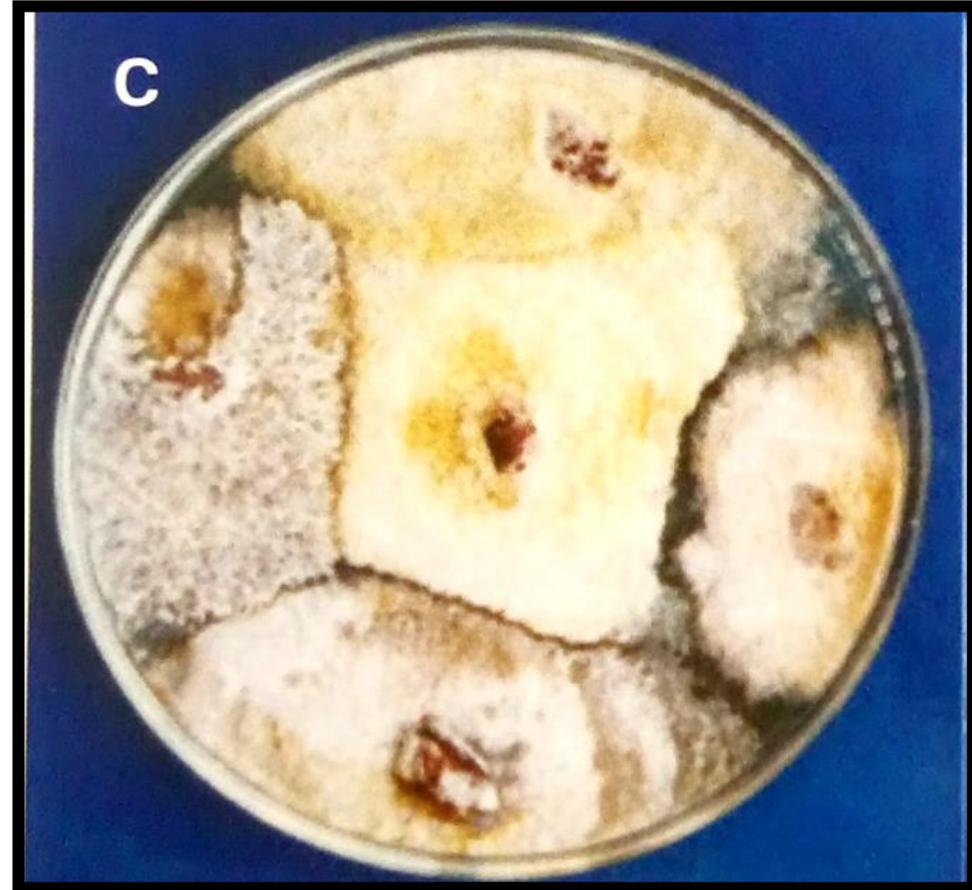


Sementes de Baru após 30 dias de armazenamento

Detecção de Fungos com Incubação em Meio de Cultura

- De modo semelhante ao blotter test, diferindo quanto ao substrato
- Método mais preciso porque pode detectar patógenos localizados no interior das sementes
- **Limitação:** processo mais caro, requer pessoal treinado e instalações laboratoriais mais sofisticadas

Detecção de Fungos com Incubação em Meio de Cultura



Detecção de Fungos com Incubação em Meio de Cultura

em Meio de Cultura



Figura 1. Visualização do método de detecção de *Fusarium* sp. em sementes de *Pinus taeda* em ágar. A. Sementes recém-esmagadas e plaqueadas. B. Presença das colônias de *Fusarium* sp.



Métodos de Análises de Sanidades em Sementes

3. Sintoma em plântulas

- **Semeadura em areia, vermiculita, solo ou compostos artificiais, previamente esterilizado**
- **Espaçamento adequado para evitar infecções secundárias**
- **Incubação em condições favoráveis de temperatura e umidade**

Métodos de Análises de Sanidades em Sementes

3. Sintoma em plântulas

- Podem ser utilizadas 100 ou 200 sementes não desinfestadas
- Semeadas separadamente em bandejas contendo vermiculita esterilizada, mantidas em casa de vegetação
- Fase de desenvolvimento da plântula pode elucidar as causas da baixa germinação e problemas de desenvolvimento no campo
- **Finalidade:** dar condições para que as plântulas desenvolvam sintomas comparáveis aos normalmente observados no campo



Método do sintoma em plântula com uso de bandeja com células individuais



Método do sintoma em plântula com uso de bandeja com semeio conjunto das sementes

Métodos de Análises de Sanidades em Sementes

3. Sintoma em plântulas - Avaliação

- Observação da emergência das plântulas
- Sintomas da doença
- Sinais do patógeno nas plântulas e nas sementes não germinadas
- **Avaliação dos fungos:** microscópio estereoscópio/óptico



Figura 4. A - Plântulas saudáveis de murta (*Blepharocalyx salicifolius*); B,C,D - Plântulas com sintomas de *Cladosporium* sp., *Pestalotiopsis* sp. e *Macrophomina* sp.

Interação Patógenos-Sementes: consequências variáveis e imprevisíveis

✓ Danos diretos

- **Redução da germinação e vigor das sementes**
- **Formação de focos primários de doenças na lavoura**
- **Colapso total ou parcial de planta adulta (formação de focos secundários de infecção)**
- **Redução do volume e/ou qualidade da produção**
- **Contaminação do solo e vegetação vizinha**

Interação Patógenos-Sementes: consequências variáveis e imprevisíveis

✓ Danos indiretos:

- Aumento do consumo de agrotóxicos para o combate de doenças introduzidas via sementes**
- Contaminação de sementes produzidas**
- Contaminação de máquinas e implementos**
- Deterioração de sementes**
- Disseminação de doenças a longas distâncias**
- Repercussão negativa da imagem da empresa no comércio**

Controle de Patógenos Associados a Sementes

- **Muitas vezes não é necessário a eliminação completa do agente causal (erradicação)**
- **O estabelecimento de níveis de tolerância faz-se necessário, a partir do qual as medidas de controle devem ser selecionadas**
- **Busca-se a seleção e a combinação de diferentes medidas de controle**

Controle de Patógenos Associados a Sementes

- **Coleta dos frutos antes do período de maturação**
- **Após a coleta realizar a desinfecção superficial das sementes com água oxigenada ou hipoclorito de sódio**
- **Desinfestações periódicas das câmaras de armazenamento de sementes**
- **Expurgo dos lotes de sementes**
- **Controle com fungicidas**

Métodos de Controle em Campos de Sementes

- Seleção de cultivares resistentes ou tolerantes a patógenos (áreas florestadas, reflorestadas)
- Seleção das áreas de produção (áreas florestadas, reflorestadas): o patógeno é incapaz de estabelecer-se ou a sua taxa de crescimento é tolerável
- Práticas culturais: uso de sementes saudáveis

Tratamento de Sementes Florestais

- 1. FÍSICO (TERMOTERAPIA):** sementes em contato com o calor para que os patógenos sejam eliminados sem perda de germinação e vigor
 - **Umidade:** quanto > a umidade da sementes > a sensibilidade
 - **Dormência:** sementes dormentes são mais resistentes
 - **Idade e vigor:** quanto mais nova e vigorosa a semente, menor a sensibilidade
 - **Presença de injúrias:** quanto maior as injúrias no tegumento, maior a sensibilidade
 - **Local:** quanto mais quente for o local de produção, maior a resistência

Tratamento de Sementes Florestais

✓ Imersão em água quente:

Pré-aquecimento: 10 minutos imersas em água entre 5°C e 8°C abaixo da temperatura do tratamento



Imersão em água entre 49°C e 52°C por 15 a 30 minutos

- **Volume de água:** 1:5 (sementes:água)
- Saco poroso ou recipiente de tela
- Água com circulação forçada
- **Após o tratamento:** resfriamento em água e secagem através de ventilação forçada, à 37°C a 38°C ou à sombra à 21°C a 25°C

Tratamento de Sementes Florestais

✓ Ar quente ou calor seco

- Secadoras ou estufas (95^oC a 100^oC por 12h)
- **Menos eficiente que o calor úmido:** menos troca de calor e menor sensibilidade dos patógenos
- Fácil aplicação
- **Causa menos danos às sementes:** não ocorre rompimento do tegumento e extravasamento
- **Pode ser de longa duração:** 55^oC por 80 a 120 dias
- **Antes do tratamento:** pré-desidratação (24h entre 60 e 65^oC)

Tratamento de Sementes Florestais

✓ Vapor arejado

- Intermediário entre água quente e ar quente

Sementes pré-hidratadas: mantidas em ambiente com alta umidade por tempo determinado



Submetidas ao vapor de água, à 50°C a 57°C
por 30 minutos



Permite a utilização de equipamentos apropriados,
podendo ser automatizado

Tratamento de Sementes Florestais

✓ Energia solar

- Colocar as sementes ao sol, em terreiros ou estruturas apropriadas
- Sementes podem atingir a temperatura entre 40°C e 54°C
- Micro-ondas pode ser utilizado

Tratamento de Sementes Florestais

2. Tratamento biológico

- Incorporação artificial de agentes de controle biológico às sementes
- **Princípio:** determinados microrganismos **ELIMINAM**, **IMPEDEM** ou **REDUZEM** o desenvolvimento de patógenos transportados pelas sementes durante o armazenamento e após a semeadura, agindo também contra patógenos do solo ou através da indução de resistência contra patógenos da parte aérea

Tratamento de Sementes Florestais

3. Tratamento químico: via úmida ou via seca

- Método mais comum de tratar sementes
- Envolve aplicação de fungicidas, bactericidas, inseticidas e nematicidas
- **Qualidades do produto:**
 - Eficiente contra o(s) patógeno(s)
 - Baixa fitotoxicidade
 - Pouca toxidez ao homem e meio ambiente
 - Boa persistência, aderência e cobertura
 - Não ser corrosivo nem explosivo
 - Boa compatibilidade com outros produtos...

Concluindo...

- **As sementes são a base da produção agroflorestal**
- **O estudo de doenças em sementes evita disseminação**
- **Doenças causam danos**
- **Danos levam a perdas**

No Brasil:

- Não existe **produto registrado** para o tratamento de sementes de espécies florestais
- Não existem **resultados de pesquisas** que respaldem essa prática (até 2015)
- Estudo de **sanidade das sementes e de alternativas de controle** preencherá importante lacuna na oferta de **conhecimentos e tecnologias** para o sistema de **produção de sementes florestais nativas e exóticas**

Patologia de Sementes Florestais



Álvaro Figueredo dos Santos
João José Dias Parisi
José Otávio Machado Menten
(Editores)



Embrapa

MANUAL DE ANÁLISE SANITÁRIA DE

SEMENTES



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Brasília
2009