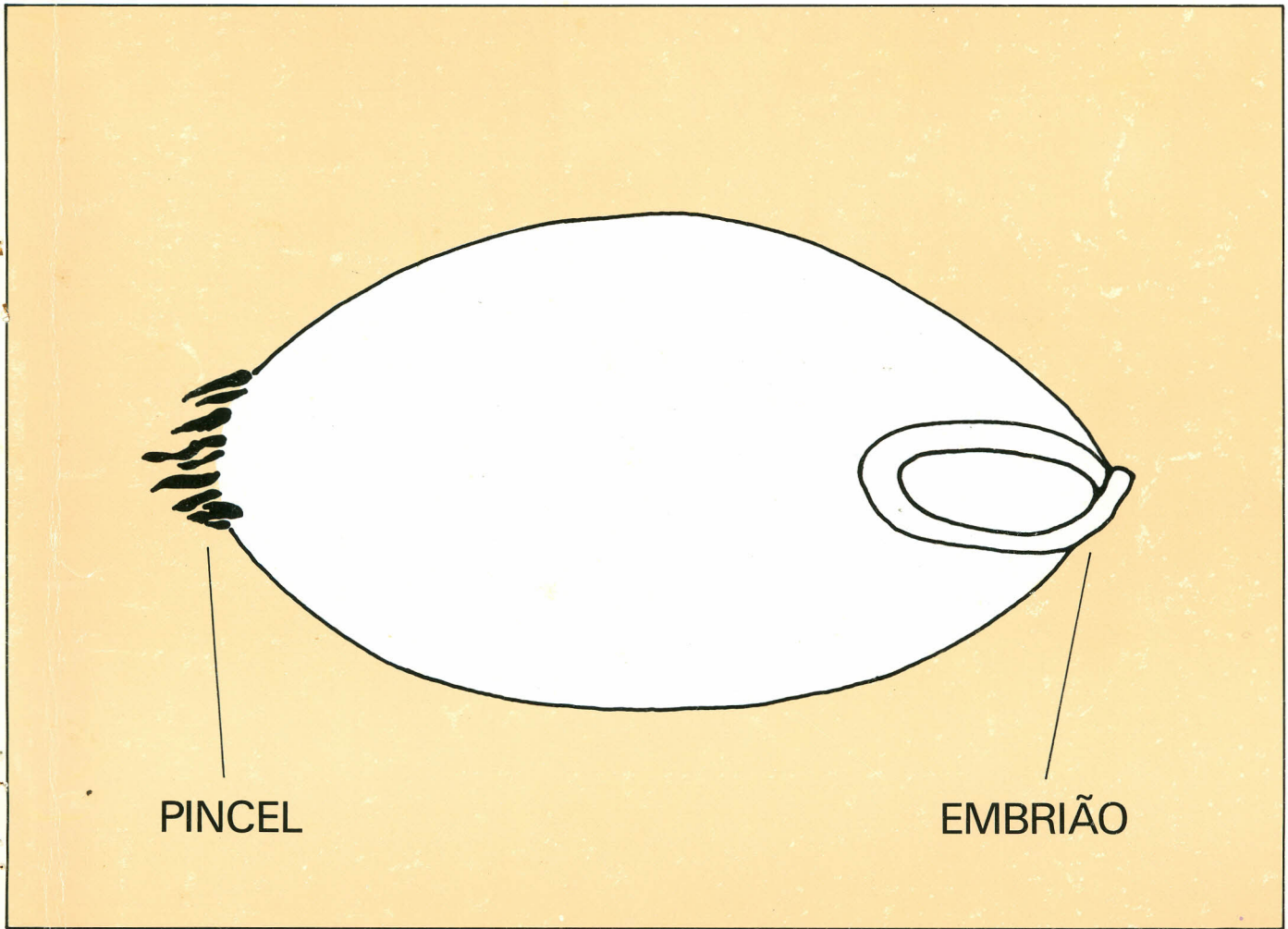


Fol  
3223



# PATOLOGIA DE SEMENTES DE CEREAIS DE INVERNO



PINCEL

EMBRIÃO

**CNDA**





# PATOLOGIA DE SEMENTES DE CEREAIS DE INVERNO

Erlei Melo Reis  
Eng.º Agr.º M. Sc. Ph. D. Fitopatologista

**CNDA**



CNDA  
Av. Maria Coelho de Aguiar, 215 - Bloco B - 5.º andar  
Telex: 01124441 - CEP 05.804 - Fone (011) 545-1122 - São Paulo - SP

Reis, Erlei Melo  
Patologia de Sementes de Cereais de Inverno  
São Paulo, CNDA, 1987  
32 p.  
1. Cereais de Inverno - Patologia de Sementes  
CNDA, São Paulo  
SP - II - Títulos.

CDD: 633.110981

# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	5
1. INTRODUÇÃO .....	7
2. MORFOLOGIA DE SEMENTES E DE PLÂNTU- LAS DE CEREAIS DE INVERNO .....	8
3. ALGUNS CONCEITOS BÁSICOS .....	10
4. OBJETIVOS DA PATOLOGIA DE SEMENTES .....	12
5. FITOPATÓGENOS ASSOCIADOS A SEMENTES DE CEREAIS DE INVERNO .....	13
6. PAPEL EPIDEMIOLÓGICO DAS SEMENTES NA SOBREVIVÊNCIA E NO DESENVOLVIMENTO DE DOENÇAS CAUSADAS POR FUNGOS E BACTÉRIAS .....	14
7. MÉTODOS DE PESQUISA EM PATOLOGIA DE SEMENTES .....	18
8. CARACTERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS FUNGOS PATOGÊNICOS ASSOCIADOS A SEMENTES DE CEREAIS DE INVERNO. BASES MORFOLÓ- GICAS PARA SUA IDENTIFICAÇÃO .....	20
9. METODOLOGIA DE PESQUISA PARA TESTES DE EFICÁCIA DE FUNGICIDAS EM TRATAMEN- TO DE SEMENTES .....	23
10. TRATAMENTO COMERCIAL DE SEMENTES .....	24
11. PRINCIPAIS FUNGICIDAS PARA TRATAMENTO DE SEMENTES DE CEREAIS DE INVERNO .....	26
12. OBJETIVOS DO TRATAMENTO DE SEMEN- TES .....	28
13. ESTRATÉGIAS PARA A PRODUÇÃO DE SE- MENTES COM BAIXO NÍVEL DE INFECÇÃO POR FUNGOS NECROTRÓFICOS .....	29
14. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....	32

# APRESENTAÇÃO

A CNDA mais uma vez vem de encontro à necessidade de informações sempre solicitadas por agrônomos, pesquisadores, técnicos e agricultores.

Esta política da empresa abre espaço para que autores possam difundir seu trabalho-resultado de muito estudo e pesquisa - no sentido de aprimorar os conhecimentos daqueles que estão envolvidos no setor agrícola.

Seguindo este princípio, a CNDA sente-se recompensada em poder entregar ao público que atua na área de trigo, este trabalho elaborado pelo Eng.º Agr.º M.Sc.Ph.D. Fitopatologista Erlei de Melo Reis, cujo título — Patologia de Sementes de Cereais de Inverno — indica um conteúdo técnico, prático e didático para aplicação no campo do tratamento de sementes do trigo.

Temos certeza de que esta nova publicação será de grande valia para os estudiosos do assunto.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma lavoura deve iniciar com uma boa semente. Entre os vários atributos que estão envolvidos com a qualidade da semente, um que deve merecer atenção é a sanidade.

Muitos patógenos servem-se das sementes como veículo de disseminação e como abrigo à sobrevivência. A semente, portanto, está diretamente envolvida na continuidade do ciclo biológico dos patógenos de uma a outra geração do hospedeiro.

A pesquisa na área de fitopatologia tem evoluído muito em relação à epidemiologia. Tem sido demonstrada a importância da semente na continuidade do ciclo biológico dos fungos parasitas necrotróficos, isto é, a sua transmissão, ou passagem das sementes aos órgãos aéreos ou radiculares dos hospedeiros. Este fato levou à necessidade de controlar tais fungos sob um novo enfoque, qual seja, erradicar os patógenos presentes nas sementes a fim de se reduzir o inóculo primário na lavoura.

Como resultado dos dados divulgados pela assistência técnica e pesquisa na safra de 1986, no Brasil, foram tratadas sementes numa quantidade correspondente ao plantio de, aproximadamente, 1.000.000 ha de cevada e trigo.

## 2. MORFOLOGIA DE SEMENTES E DE PLÂNTULAS DE CEREAIS DE INVERNO

O fruto das gramíneas é a cariopse. Na morfologia deste fruto distingue-se externamente a região do embrião, o pincel que é a extremidade pilosa do grão e a sutura (Figura 1a).

Internamente distingue-se o endosperma amiláceo e o embrião. As camadas protetoras da cariopse do trigo (Figura 1b e 2A, B, C, D) compreendem o pericarpo e os restos do tegumento da semente. As camadas do pericarpo, de fora para dentro, são, respectivamente: epiderme externa, revestida de cutícula; uma ou mais camadas de parênquima parcialmente comprimidas; parênquima parcialmente reabsorvido; células cruzadas, alongadas transversalmente em relação ao eixo maior do grão, com paredes espessas, lignificadas e, restos da epiderme interna, sob forma de células alongadas parcialmente ao eixo maior do grão (células tubulares).

A cariopse possui grande quantidade de endosperma. A camada mais externa do endosperma, contém inclusões protéicas denominadas de camada de aleurona. As camadas internas de endosperma contêm amido e quantidade variável de uma proteína amorfa, o glúten. O farelo do grão do trigo é constituído do pericarpo e dos tecidos externos da semente, incluindo a camada de aleurona. Este fruto é abundante de nutrientes aos patógenos infectantes da semente.

### Coleóptilo

O coleóptilo é uma estrutura tubular envolvendo a plúmula, ou primeira folha, a qual emerge através da abertura apical do

coleóptilo (Figura 1c). O coleóptilo é verde-pálido ou quase que despigmentado, tendo por isto pouca atividade fotossintética. O seu comprimento depende da profundidade de sementeira e mais tarde reveste o entre-nó subcoronal.

### Raízes seminais

Estas emergem do embrião, sendo produzidas pela plântula logo após a germinação (Figura 1c). São geralmente em número de 5 a 6.

### Plúmula

A função do coleóptilo é romper o solo desde a semente até a sua superfície. O coleóptilo geralmente emerge 1 cm do solo. Serve de proteção à plúmula, a qual cresce em seu interior e então emerge através do poro apical (Figura 1d).

### Entre-nó subcoronal

É a porção basal do colmo, localizada dentro do solo, limitando-se entre a inserção na semente e a coroa da planta (Figura 1e). Sua extensão é variável dependendo da profundidade da sementeira. É envolvido pelo coleóptilo (Figura 1e). Em sua extremidade superior localiza-se a coroa da planta de onde se originam as raízes coronais ou secundárias. Eventualmente, raízes adventícias podem se formar a partir do 1.º nó. O entre-nó subcoronal é denominado também de mesocótilo.

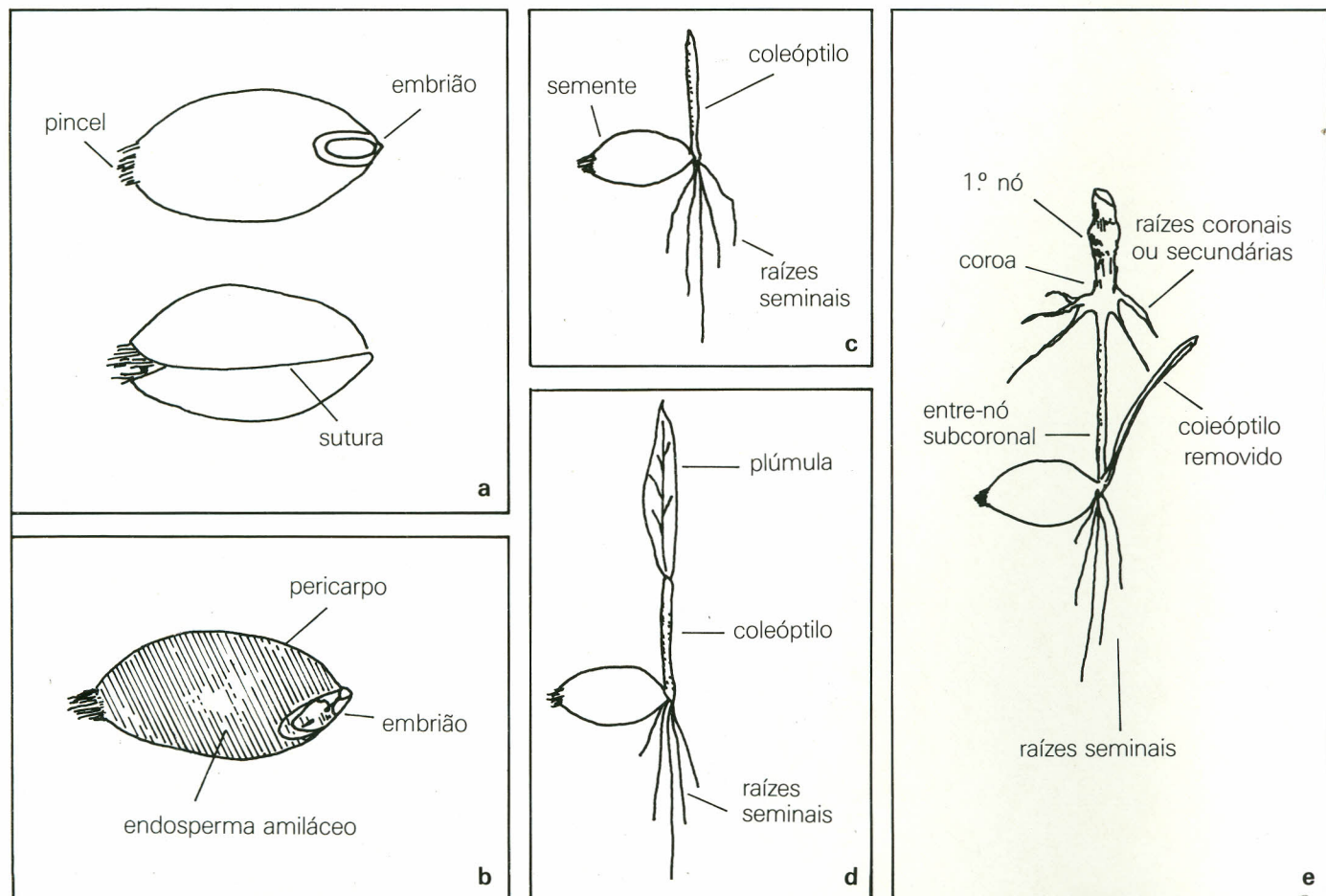


Figura 1. Morfologia de sementes e de plântulas de cereais de inverno

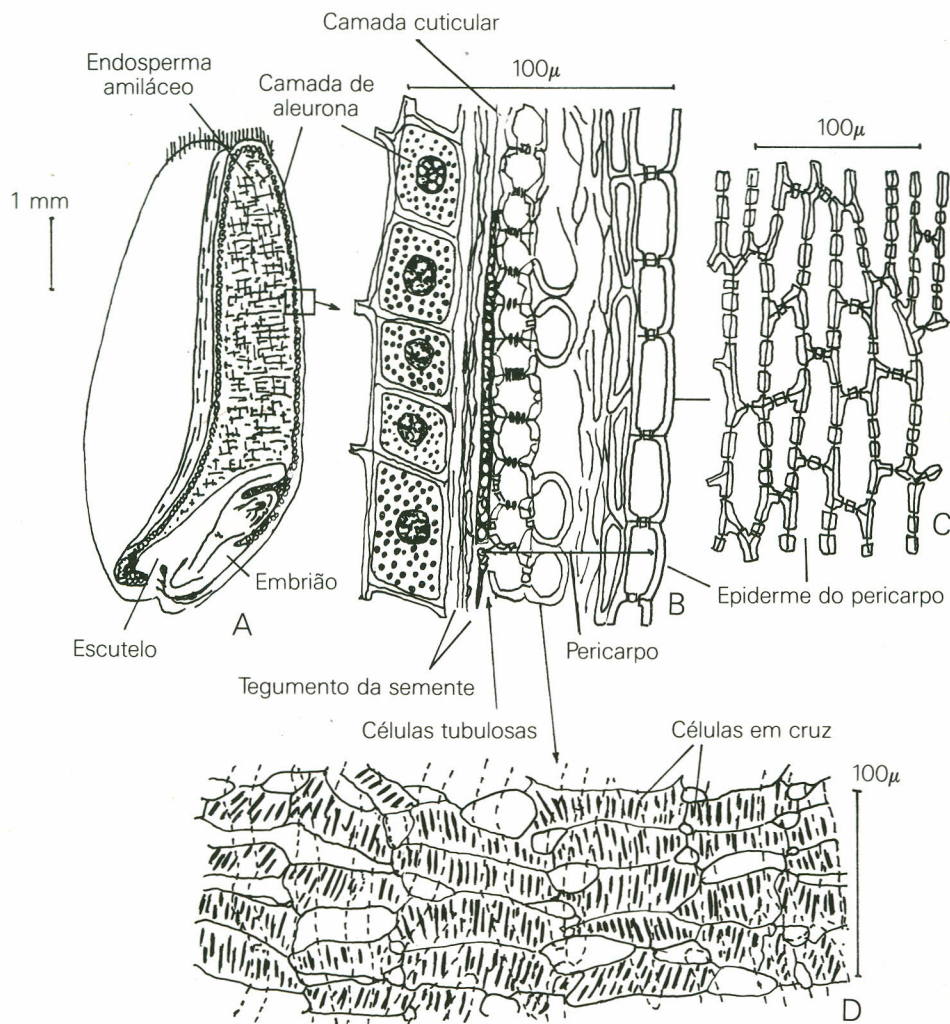


Figura 2. A, cariopse do trigo (*Triticum*) e partes do pericarpo, em corte longitudinal, (B) e vista frontal (C, D). (A, B, de Esau, *Plant Anatomy*, John Wiley and Sons, 1953. C, D, desenhados a partir de fotografias de Bradbury e outros, *Cereal Chem.*, 1956).



### 3. ALGUNS CONCEITOS BÁSICOS

#### Semente

É o óvulo que contém um embrião, em estado de vida latente, rodeado pela casca. É o principal órgão da reprodução das Espermatófitas, formado pelos microsporófilos das flores.

#### Cariopse

É o fruto das gramíneas e, na prática, é denominado de semente.

#### Vigor da semente

É uma característica fisiológica determinada pelo genótipo e modificada pelo ambiente, que governa a capacidade de uma semente de produzir rapidamente uma plântula no solo, e o limite de tolerância da semente a uma gama de fatores ambientais. A influência do vigor da semente pode persistir através da vida da planta, e afetar a produtividade. Os fungos e/ou bactérias que infectam as sementes durante a sua formação e maturação podem prejudicar o seu desempenho sob condições apropriadas de armazenamento ou de campo.

#### Fitopatologia

É a ciência que trata do estudo das doenças de plantas, visando o seu controle.

#### Patologia de sementes

É a fitopatologia aplicada ao estudo das relações entre patógenos e sementes. Não se preocupa apenas com a determinação de patógenos a elas veiculadas, mas também com o papel epidemiológico que desempenham como fonte de inóculo e como abrigo à sobrevivência.

#### Tipos de associações entre patógenos e sementes

Os patógenos podem estar associados às sementes tanto dentro como fora ou entre elas. As sementes podem ou não evidenciar sintomas da doença. Diz-se que a semente está doente quando exibe sintomas da doença, porém, pode produzir plântulas saudáveis.

É portanto, necessário distinguir-se três tipos de associações de patógenos e sementes:

##### a) Patógeno acompanhando a semente

Neste caso o patógeno, independentemente acompanha a semente do hospedeiro, mas não se adere a elas. Pode ser o caso de esclerócios de *Claviceps purpurea* com trigo (Figura 3). O patógeno pode ser encontrado entre as sementes porém associado a pedaços de restos culturais infectados como glumas, ráquis e nós. *Septoria tritici* ainda não foi detectada sobre ou dentro de sementes de trigo, porém já foi encontrada associada a resíduos culturais infectados junto à semente. A Figura 4 mostra glumas de trigo, contendo peritécios de *Gibberella zeae* encontradas junto a sementes de trigo.



Figura 3. Esclerócios de *Claviceps purpurea*.



Figura 4. Glumas contendo peritécios de *Gibberella zeae* encontradas entre sementes de trigo.

## b) Patógeno aderido externamente à semente

Neste tipo de associação, o patógeno é passivamente levado na superfície da semente de seus hospedeiros. Servem de exemplo os teliosporos de *Tilletia caries* e *T. foetida* e os conídios de *Helminthosporium* spp. e de *Fusarium graminearum* aderidos à superfície de sementes dos cereais de inverno. Neste caso diz-se que a semente está infestada. Métodos de levantamento sanitário, baseados na lavagem da semente removem os agentes fitopatogênicos a elas associados e podem ser quantificados pelo exame microscópico de alíquotas do líquido de lavagem. Com exceção de *Tilletia* spp, os demais patógenos que infestam as sementes dificilmente infectarão as plântulas. A taxa de transmissão neste caso é muito baixa.

## c) Patógeno localizado internamente na semente

Há dois tipos de infecção que devem ser considerados neste caso.

Primeiro, quando o patógeno é levado internamente nos tecidos da semente do hospedeiro como estruturas vegetativas (*Alternaria*, *Fusarium*, *Helminthosporium* e *Septoria*). O patógeno encontra-se como micélio no periplasma e no endosperma geralmente.

Segundo, quando o patógeno é encontrado como micélio dormente no embrião, como é o caso de *Ustilago* spp.

Nos casos de infecção a taxa de transmissão é mais elevada, o que garante mais eficientemente a sobrevivência do patógeno.

Não há segurança de que os patógenos nos três grupos citados infectarão as plântulas. É, portanto, essencial diferenciar-se entre transporte do patógeno com a semente de um lugar para outro ou de uma estação de cultivo para outra e sua transmissão bem sucedida à progênie do hospedeiro. A simples presença de um patógeno na semente não assegura a sua passagem às plântulas. A eficiência da passagem ou da transmissão da semente às plântulas necessita ser mostrada e quantificada. Assim, a taxa de transmissão precisa ser determinada para cada patógeno veiculado à semente sob condições semelhantes às que ocorrem naturalmente. As taxas de transmissão são mais elevadas para os patógenos que infectam a semente e menores para os que as infestam, com exceção de *Tilletia* spp.

Sementes produzidas sob condições adequadas desejáveis e não sendo infectadas ou infestadas por um patógeno são denominadas de sementes livres de patógenos.

Classificação dos patógenos quanto a seus requerimentos nutricionais:

### a) Biotróficos

Compreendem aqueles patógenos que extraem seus nutrientes somente de tecidos vivos. Servem de exemplos os agentes causadores de ferrugens (*Puccinia* spp.), oídios (*Erysiphe* spp.), cáries (*Tilletia* spp.) e de carvões (*Ustilago* spp.). Este grupo é nutricionalmente dependente de tecidos vivos.

### b) Necrotróficos

São aqueles patógenos capazes de satisfazerem seus requerimentos nutricionais a partir de tecidos mortos. Apresentam uma fase parasitária e outra saprofítica. Na fase parasitária, causam sintomas como manchas foliares. Nestas manchas, determinam primeiro a morte dos tecidos pela ação de toxinas. As células do limbo foliar vão sendo mortas à frente do micélio invasor. Deste modo, comportam-se como saprófitas sobre hospedeiros vivos, pois primeiro destroem o protoplasma do qual se nutrem saprofiticamente. Servem de exemplos os fungos dos gêneros *Alternaria*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Rhynchosporium* e *Septoria*. Geralmente os parasitas necrotróficos são encontrados infectando as sementes.

### Ciclo primário

É a primeira geração do patógeno na cultura. A doença teve origem no inóculo presente na semente. A semente constituiu-se na fonte de inóculo em áreas em que se pratica a rotação de culturas. A semente foi a responsável pela introdução do patógeno na lavoura estabelecida.

### Ciclo secundário

É a segunda e demais gerações do patógeno na cultura. Como consequência, o patógeno é disseminado dentro da lavoura, o que leva a um aumento do número de plantas atacadas e também da intensidade da doença em cada planta. O inóculo do ciclo secundário teve origem no inóculo do ciclo primário.

## 4. OBJETIVOS DA PATOLOGIA DE SEMENTES

A patologia de sementes tem por objetivos principais:

a) proceder levantamentos e a identificação de patógenos associados a sementes.

b) aprimorar métodos que permitam o isolamento fácil de patógenos veiculados à semente, tais como métodos e meios seletivos e condições ambientais requeridas à frutificação de fungos.

c) estudar o papel epidemiológico das sementes no desenvolvimento de doenças causadas por patógenos a elas associados. Principalmente, determinando a taxa de transmissão da semente às plântulas.

d) aprimorar estratégias para a produção de sementes livres de patógenos, bem como determinar padrões sanitários de lavouras e de sementes.

e) determinar medidas econômicas de controle de patógenos veiculados à semente, quer sejam culturais, mecânicos, físicos e químicos.

Como o próprio nome indica, a patologia de sementes não deve preocupar-se com fungos e bactérias não patogênicos ou contaminantes presentes na semente.

# 5. FITOPATÓGENOS ASSOCIADOS A SEMENTES DE CEREAIS DE INVERNO

Entre os fitopatógenos associados à semente destacam-se:

## a) Vírus

Em cereais de inverno merece destaque o vírus do mosaico estriado da cevada, que ocorre também em trigo e é transmitido pela semente. O vírus persiste no embrião por vários anos e pode atingir um percentual de transmissão de até 55%. Este vírus ainda não foi relatado no Brasil.

## b) Bactérias

Dois doenças bacterianas têm sido relatadas em trigo, no Brasil, causadas por *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* e *Xanthomonas campestris* pv. *undulosa*. Esta última é a mais comum nos estados do Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo.

Em aveia foi assinalada *X. campestris* pv. *coronafasciens*.

## c) Nematóides

O nematóide da galha da semente de trigo é o único citado em sementes de cereais de inverno, no entanto, ainda não foi assinalado no Brasil. O nematóide *Anguina tritici* não se alimenta de raízes e cada semente contém milhares de larvas que são liberadas no solo úmido. Alimentam-se ectoparasiticamente das folhas.

## d) Fungos

Os fungos constituem o mais numeroso e, por isto, o mais importante grupo de fitopatógenos associados a sementes de cereais de inverno. Merecem destaque os gêneros *Alternaria*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Pyricularia*, *Rhynchosporium*, *Septoria*, *Tilletia* e *Ustilago*.

Relação de patógenos associados a sementes de cereais de inverno:

**Aveia:** *Alternaria* spp.

*Helminthosporium avenae* (*Pyrenophora avenae*)

*Ustilago avenae*

*Xanthomonas campestris* pv. *coronafasciens*

**Cevada:** *Alternaria* spp.

*Fusarium graminearum* (*Gibberella zeae*)

*Helminthosporium gramineum* (*Pyrenophora graminea*)

*Helminthosporium sativum* (*Cochliobolus sativus*)

*Helminthosporium teres* (*Pyrenophora teres*)

*Rhynchosporium secalis*

*Ustilago hordei*

*Ustilago nuda*

**Trigo:** *Alternaria* spp.

*Fusarium graminearum* (*Gibberella zeae*)

*Helminthosporium sativum* (*Cochliobolus sativus*)

*Helminthosporium tritici-repentis* (*Pyrenophora tritici-repentis*)

*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*

*Septoria nodorum*

*Xanthomonas campestris* pv. *undulosa*

*Tilletia caries*

*Tilletia foetida*

*Ustilago tritici*

**Triticale:** *Alternaria* spp.

*Fusarium graminearum* (*Gibberella zeae*)

*Helminthosporium sativum* (*Cochliobolus sativus*)

*Helminthosporium tritici-repentis* (*Pyrenophora tritici-repentis*)

*Septoria nodorum* (*Leptosphaeria nodorum*)

*Xanthomonas campestris* pv. *undulosa*

## 6. PAPEL EPIDEMIOLÓGICO DAS SEMENTES NA SOBREVIVÊNCIA E NO DESENVOLVIMENTO DE DOENÇAS CAUSADAS POR FUNGOS E BACTÉRIAS

As sementes se constituem no mais eficiente agente de disseminação e no mais seguro abrigo à sobrevivência dos patógenos, como já foi mencionado. A disseminação passiva direta ocorre quando o patógeno se utiliza de órgãos ou de partes do hospedeiro para a sua sobrevivência e disseminação. Através desta associação, os patógenos sempre acompanham os hospedeiros, deles não se separando. Os patógenos dependem nutricionalmente dos hospedeiros. A associação dos patógenos às sementes garante o acesso direto do parasita à fonte nutricional por ocasião da germinação e emergência. Na natureza ocorre um processo cíclico, indefinido quanto à duração, de infecção da semente durante a sua formação na lavoura e a posterior passagem, ou transmissão dos patógenos aos órgãos aéreos e radiculares do hospedeiro. Nesta ocasião reinicia-se a fase parasitária, a qual é detrimental à planta.

Deve ainda ser mencionado que, através do veículo semente, os patógenos são levados a distâncias consideráveis, como de um estado ou país para outro, no processo de comercialização.

Como as sementes tornam-se infectadas?

O processo de colonização das sementes ocorre durante o desenvolvimento da doença nas infrutescências (espigas e panícula), quando os patógenos causavam sintomas de manchas em glumas ou branqueamento de espiguetas. No caso da cevada, o ataque é direto à cariopse. No caso de *X. campestris* pv. *undulosa* e de *Tilletia* spp., a infestação das sementes se dá por ocasião da trilha. Assim os patógenos reencontram as sementes de onde partiram inicialmente. Completa-se o ciclo semente → órgãos aéreos → semente.

O percentual de sementes infectadas, de um modo geral, é correlacionado com a intensidade das doenças que ocorreram nos órgãos aéreos, principalmente, nas infrutescências (Tabela 1). Os fungos *Helminthosporium* spp., *F. graminearum* e *S. nodorum* passam através das glumas para a semente em formação. São encontrados como micélio dormente na semente armazenada. O micélio é encontrado no pericarpo e no endosperma.

O percentual de infecção é maior em grãos colhidos e menor em sementes que sofreram o processo de classificação. Isto porque, geralmente, a semente infectada não teve seu desenvolvimento normal devido à ação parasitária. Tornou-se em consequência mais leve e por isto é eliminada pelas automotrizas ou pelos classificadores e mesas de gravidade. Assim, a semente classificada apresenta melhor sanidade do que os grãos colhidos, pois os infectados e chochos ou leves são, em sua maioria, removidos mecanicamente.

Mesmo assim, a semente classificada pode ainda apresentar níveis elevados de infecção. Por isto, a análise sanitária da semente deve ser feita com a semente classificada e não com grãos colhidos.

No caso dos carvões o processo de infecção se inicia pela deposição dos teliosporos sobre o estigma. Aí germinam e à semelhança de grãos de pólen, atingem o interior do ovário onde permanecem dormentes na forma de micélio na semente madura.

Como os patógenos infectantes da semente, voltam aos órgãos aéreos e/ou radiculares?

Este processo é muito importante pois garante a continuidade do ciclo vital dos patógenos ao assegurar-lhes a fonte nutricional necessária a seu crescimento e esporulação.

Durante o processo de germinação da semente, o micélio que se encontrava no pericarpo ou no endosperma, reassume o seu crescimento. Os patógenos respondem a estímulos. Estímulos são sinais do ambiente. Neste caso o estímulo é a água. Como a semente durante o armazenamento apresentava 12 a 13% de umidade, criava um ambiente adverso ao crescimento vegetativo dos patógenos infectantes. Com aquele teor de umidade, tanto o patógeno como a semente se encontram dormentes. Uma vez no solo, a semente é hidratada ao entrar em contato com a água do solo. Nesta ocasião, o micélio também reassume sua atividade vital e passa a crescer do interior à superfície da semente. Ao crescer sobre a semente, o fungo termina por atingir o coleóptilo e a coleorriza. Os que parasitam raízes, como *H. sativum* e *F. graminearum*, passam a infectar as raízes seminais (Figura 5). Os

Tabela 1. Relação entre os estádios de crescimento da cevada, desenvolvimento da mancha castanha, incidência de esporos no ar e infecção de *Helminthosporium sativum* em sementes.

Estádio de crescimento*	Área foliar necrosada %	Esporos no ar**	% sementes infectadas
10.1 - 10.5	0	0	0
10.5 - 10.5.2	0	1	0
10.5.3	5	14	0
10.5.4-11.1	45	32	10
11.1 -11.2	74	80	20
11.2 -11.3	98	508	50
11.3	100	208	77
11.4	100	376	90

\* Escala de Feekes.

\*\* Armadilha de esporos contendo lâmina microscópica vaselinada. Média da contagem diária/2 cm<sup>2</sup>.

Fonte: STEVENSON, 1981.



Figura 5. Sintomas de infecção de *Helminthosporium sativum* em raízes seminais de trigo.

que parasitam órgãos aéreos passam a crescer no coleóptilo (*H. sativum*, *H. avenae*, *H. teres*, *H. tritici-repentis*, *H. gramineum*, *R. secalis* e *S. nodorum*). Pelo crescimento na superfície do coleóptilo terminam por atingir a superfície do solo. Isto é importante, pois agora podem, pelos agentes de disseminação como o vento e respingos de chuva, ser levados a novos cortes de infecção, como folhas da própria planta ou de plantas vizinhas. Produzem frutificações na extremidade do coleóptilo que aflorou na superfície do solo. O micélio pode também passar do coleóptilo à bainha da primeira folha, onde causará infecção. Isto pode causar a morte prematura das folhas basais. Estes tecidos mortos se tornam importante fonte de inóculo para ciclos secundários.

—O micélio que cresce superficialmente no coleóptilo pode penetrá-lo, atravessando-o e infectando a plúmula em seu interior. Assim, quando aquele emerge, apresenta lesões no limbo foliar (Figura 6). No caso de *S. nodorum*, o coleóptilo mostra

estrias necrosadas de coloração parda ou protuberâncias (figuras 7 e 8). *H. sativum* causa também diversos graus de intensidade de sintomas em coleóptilos infectados (Figura 9).

A infecção do coleóptilo leva também à infecção do entrenó subcoronal, característico da podridão comum de raízes (Figura 10). A infecção do mesocótilo é portanto consequência da passagem do fungo da semente ao coleóptilo e deste ao mesocótilo.

A taxa de transmissão é menor para primeiras folhas e maior para coleóptilos.

Através destes mecanismos, os patógenos, a partir da semente, saem do interior à superfície do solo onde ficam à mercê dos agentes de disseminação para ciclos secundários.

Os carvões, durante a germinação passam a crescer no meristema apical e a infectar o primórdio floral nos primeiros estágios de desenvolvimento das plantas quando já ocorre a diferenciação da espiga. Quando esta emerge, mostra os sinais e sintomas característicos da doença.

A semente é a principal fonte de inóculo de fungos necrotróficos a ela associados em lavouras onde se pratica a rotação de culturas.



Figura 6. Lesões em plúmulas de aveia causadas por *Helminthosporium avenae* associado à semente.



Figura 7. Sintomas de infecção de *Septoria nodorum* em coleóptilo de trigo.

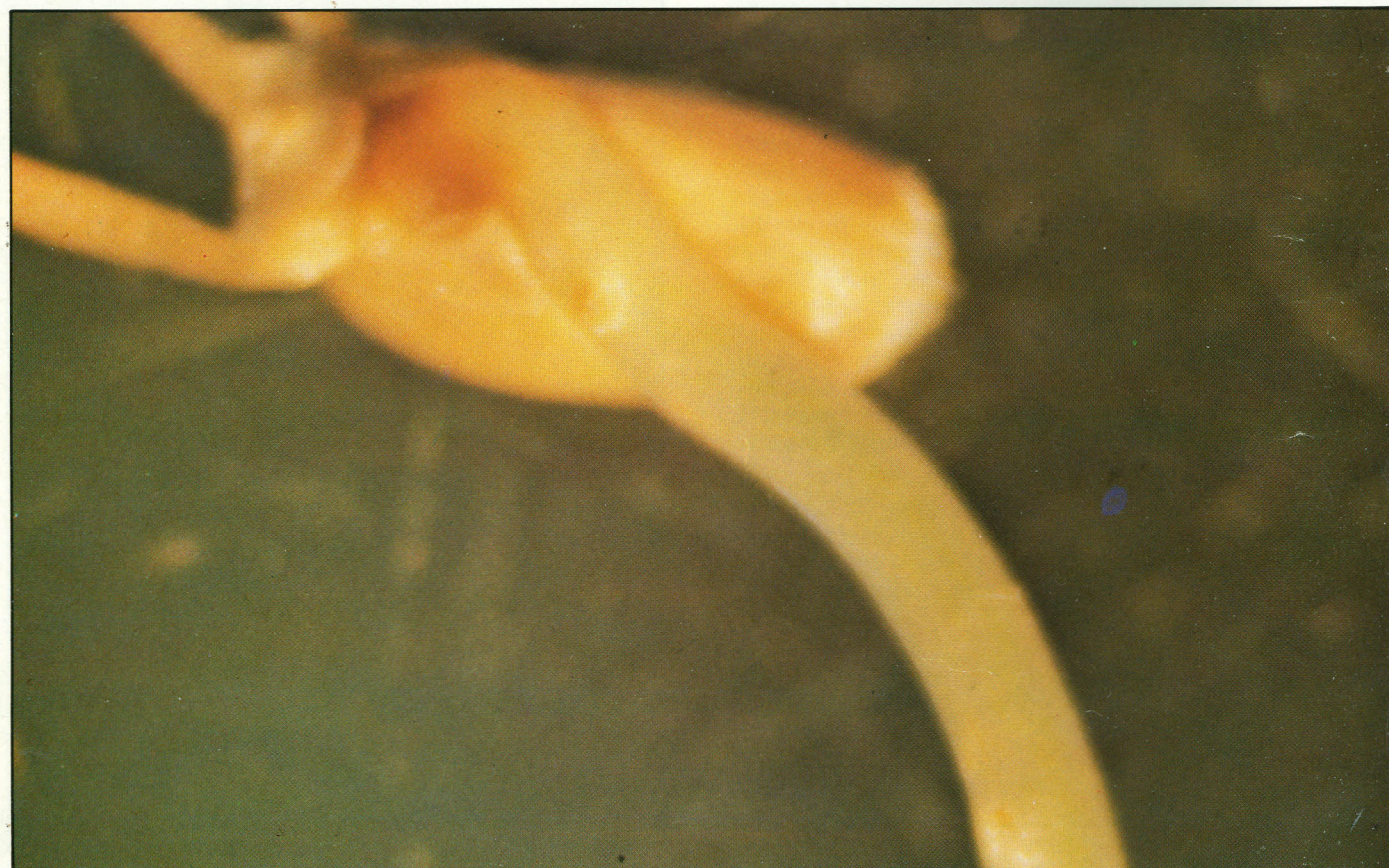


Figura 8. Protuberâncias em coleóptilos de trigo devido à infecção de *Septoria nodorum* veiculada à semente.



Figura 9. Sintomas em coleótilos de trigo devido à transmissão de *Helminthosporium sativum* a partir da semente.



Figura 10. Infecção de entre-nós subcoronais de trigo causada por *Helminthosporium sativum* veiculado à semente.



# 7. MÉTODOS DE PESQUISA EM PATOLOGIA DE SEMENTES

## 7.1 Determinação de patógenos veiculados à semente

Para se determinar quais os patógenos associados à semente os seguintes procedimentos são seguidos:

### 7.1.1. Pré-tratamento da semente ou desinfestação.

A desinfestação visa eliminar os fungos contaminantes que acidentalmente se encontram na superfície da semente. Como a patologia de sementes preocupa-se exclusivamente com fitopatógenos é essencial o pré-tratamento.

Quando as sementes forem incubadas sobre papel de filtro, geralmente, não requerem a desinfestação. Porém quando forem plaqueadas sobre meios de cultura, devem sofrer assepsia com hipoclorito de sódio (Q-bon comercial) 1:1 volume: volume (1 parte de água e 1 parte de produto comercial). Para isto, submerge-se as sementes na solução por 5 a 10 minutos. Após, podem ser lavadas com água esterilizada. Este processo elimina todos os fungos e bactérias presentes na superfície da semente, quer sejam patogênicos ou não, porém, não atinge os infectantes. Por isto, o processo é denominado de desinfestação.

### 7.1.2. Paralisação da germinação das sementes

Em patologia de sementes é indesejável que as sementes germinem, pois o desenvolvimento de plântulas nos recipientes de cultivo de microorganismos causa transtornos, principalmente de espaço e de vedação das placas de petri que têm suas tampas levantadas pelos coleótilos e plúmulas. Por isto, as sementes podem ser umedecidas numa solução de 2,4 Diclorofenoxiacético de 0,1 a 0,2% ou, preferencialmente, após pré-umedecidas com água, sofrerem o congelamento a  $-20^{\circ}\text{C}$  durante 12 horas. Estes dois tratamentos levam à morte do embrião sem, no entanto, causarem efeitos negativos na flora fitopatogênica. As sementes são colocadas em placas de petri contendo três discos de papel de filtro umedecidos com água. A seguir são incubadas a  $20^{\circ}\text{C}$  por dois dias, sob luz negra com fotoperíodo de  $12 \times 12$  h para induzir a ger-

minação. As plântulas são então congeladas por 12 h a  $-20^{\circ}\text{C}$  e subsequente incubação a  $20^{\circ}\text{C}$  sob luz ultravioleta curta por outros 5 a 7 dias com fotoperíodo de  $12 \times 12$  h. As plântulas mortas fornecem um substrato para profuso desenvolvimento de fungos como *Fusarium*, *Helminthosporium* e *Septoria*.

### 7.1.3. Controle de bactérias

Para se evitar o crescimento de bactérias indesejáveis, umedecem-se os papéis de filtro numa solução de 250 ppm de estreptomina. Ou, no caso de meios de cultura, acrescentam-se a estes o mesmo antibiótico na mesma concentração.

### 7.1.4. Incubação

Uma vez havendo condições ambientais de temperatura e umidade favoráveis, o micélio dos patógenos será reativado e passará a produzir frutificações sobre as sementes em papel de filtro ou a desenvolver colônias em meio de cultura.

Pode-se utilizar placas de petri com três discos de papel de filtro ou usar-se um papel de filtro sobre um disco de esponja plástica com 0,5 cm de espessura. Em ambos os casos, as placas de petri são previamente esterilizadas e depois umedecidas com água esterilizada. Distribuem-se as sementes sobre o papel de filtro. Em placas de petri de 9 cm de diâmetro usam-se 10 sementes e nas de 14 cm, 25 sementes.

Ao invés do papel de filtro, pode-se usar um dos seguintes meios de cultura: BSA (140 g de batata lavada com casca, cortada em fatias, 10 g de sacarose, 15 g de ágar e água destilada q.s.p. 1.000 ml) e Extrato de malte (Extrato de malte 20 g, ágar 15 g e água destilada q.s.p. 1.000 ml).

As placas de petri contendo as sementes sobre meio de cultura devem também ser mantidas a  $20^{\circ}\text{C}$  sob fotoperíodo de  $12 \times 12$  h, propiciado por luz negra (310 nm) Philips black light lamp TL 40 W/08). A luz ultravioleta curta induz a esporulação da maioria dos patógenos. As lâmpadas devem distar 30 a 40 cm da superfície das placas. Placas de vidro não deixam passar a radiação, por isto, usam-se placas de plástico, as quais são esterilizadas com óxido de etileno ou de propileno.

### 7.1.5. Identificação dos patógenos

Decorridos 8 dias de incubação, as sementes podem ser examinadas sob lupa binocular para a identificação dos agentes fitopatogênicos com base em suas frutificações. Às vezes, são requeridas preparações para exame ao microscópio. As sementes examinadas são retiradas das placas ou marcadas.

*S. nodorum* pode ser identificada devido à emissão de fluorescência pelo micélio que cresce sobre papel de filtro (Ederol) quando exposta à luz negra.

### 7.1.6. Quantidade de semente por teste

Geralmente, empregam-se 400 sementes divididas em quatro grupos de 100 para se ter as repetições requeridas para o cálculo estatístico.

### 7.1.7. Determinação de esporos aderidos à superfície da semente

Os seguintes passos são seguidos na identificação de esporos de fungos aderidos à superfície das sementes:

- a) Pesar 50 g de sementes.
- b) Colocar as sementes num copo de becker de 250 ml de volume e acrescentar 100 ml de água esterilizada.
- c) Agitar com um agitador magnético durante 5 minutos para remoção dos esporos.
- d) Separar o líquido da semente dividindo-o em volumes iguais em quatro cuvetas. Os esporos se encontram suspensos na água de lavagem.
- e) Centrifugar durante 5 minutos, a 2.500 rpm para precipitar os esporos.
- f) Verter os sobrenadantes e suspender os quatro depósitos num volume de 4 ml de água esterilizada.

g) Identificar e contar, ao microscópio, os esporos, numa gota de volume conhecido (0,04 ml) colocada numa lâmina e coberta com uma lamínula de 32 x 24 mm. Contar quatro gotas por amostra de semente.

Os dados são expressos em números de esporos, por espécie de fungo, por ml ou por grama de semente. Esta técnica é empregada, principalmente, na determinação de esporos de *Tilletia* spp., mas também pode ser usada na determinação de qualquer fungo cujos esporos encontram-se aderidos na superfície da semente.

### 7.1.8. Determinação da taxa de transmissão ou da passagem dos patógenos da semente às plântulas.

Para se determinar o papel epidemiológico das sementes no desenvolvimento de doenças, escolhem-se visualmente sementes que apresentam sintomas intensos da doença. Como, por exemplo, sementes de aveia, cevada, trigo e triticale com ponta preta ou áreas enegrecidas por *Helminthosporium* spp. Um número de 400 sementes infectadas são plantadas a 5 cm de profundidade em caixas de madeira de 15 x 25 x 40 cm contendo como substrato solo ou areia esterilizados. Em cada caixa semeiam-se 100 sementes. Após a emergência da plúmula observam-se a formação de sintomas no limbo foliar. Decorridos 30 dias removem-se e lavam-se os órgãos subterrâneos. Facilmente observa-se a necrose em raízes seminais, coleóptilos e entre-nós subcoronais.

A taxa de transmissão é determinada de modo semelhante, porém, emprega-se sementes com diferentes percentuais de infecção, como por exemplo, 5, 10, 20, 50 e 75%. A taxa pode ser calculada pelo uso de análise de regressão. A taxa é determinada para cada patógeno e para cada órgão a saber: primeiras folhas, coleóptilos e raízes seminais. A presença do patógeno no coleóptilo pode ser procedida por exame visual dos sintomas ou por isolamentos em meios de cultura. Este último procedimento apresenta maior sensibilidade.

## 8. CARACTERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS FUNGOS PATOGÊNICOS ASSOCIADOS A SEMENTES DE CEREAIS DE INVERNO. BASES MORFOLÓGICAS PARA SUA IDENTIFICAÇÃO

Um determinado fungo é identificado pelo exame de suas frutificações. Estas podem ser visualizadas com auxílio de uma lupa binocular ou de um microscópio. Comparando-se morfológicamente a estrutura frutífera - esporos - visualizada com o instrumento ótico, com desenhos ou fotografias contidas em literatura, chega-se a sua identificação a nível de gênero e espécie.

Para facilitar a identificação dos principais fungos fitopatogênicos veiculados às sementes de cereais de inverno, descrevem-se a seguir as suas principais características morfológicas.

### *Alternaria* (Figura 11)

Os fungos do gênero *Alternaria* são muito comuns quando se procede o estudo de patógenos associados a sementes. A espécie *A. alternata* é a mais freqüente.

As colônias são normalmente negras ou pretas-oliváceas, algumas vezes acinzentadas. Os conidióforos são simples ou em pequenos grupos, simples ou ramificados, retos ou flexuosos, algumas vezes geniculados com 50  $\mu\text{m}$  de comprimento e 3 a 6  $\mu\text{m}$  de espessura, com uma ou várias cicatrizes de conídios. Os conídios formam-se em cadeias, são obclavados, obpiriformes, ovóides ou elipsóides, freqüentemente com um bico curto cônico, lisos ou verrugosos, com até 8 septos transversais e vários longitudinais ou oblíquos, em média com 20-63 x 8-18  $\mu\text{m}$ . Trata-se de um fungo extremamente comum e saprofítico.

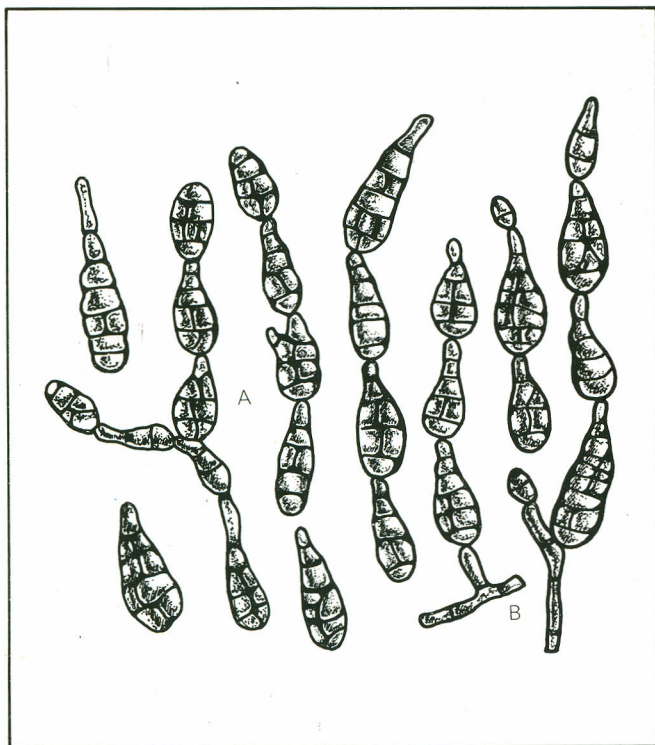


Figura 11. *Alternaria alternata*. A-Conídios, B-Conidióforos (Reproduzido de Ellis, 1971).

### *Fusarium graminearum* (*Gibberella zeae*) (Figura 12)

As culturas do fungo em meio de batata-dextrose-ágar são predominantemente rosa-avermelhadas com micélio aéreo castanho-amarelado. Produz fiálides curtas de 3,5-4,5 x 10-14  $\mu\text{m}$  e, comumente, com 3 a 7 septos. Os conídios caracterizam-se por apresentarem uma célula-pé bem desenvolvida.

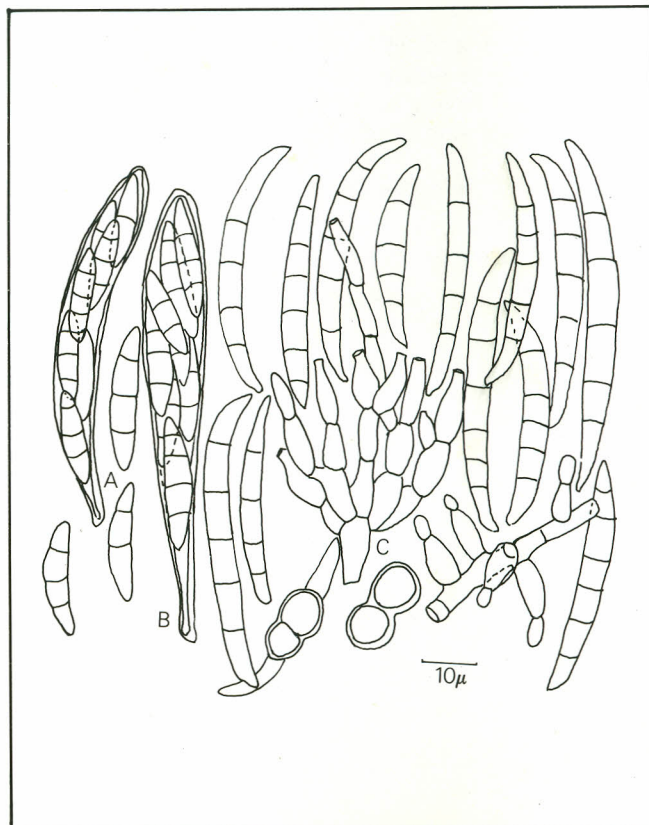


Figura 12. *Fusarium graminearum* (*Gibberella zeae*). A-B-Ascas e Ascóporos, C-Conídios e conidióforos (Reproduzido de Booth, 1971).

### *Helminthosporium avenae* (*Pyrenophora avenae*) (Figura 13)

Conidióforos emergindo isoladamente ou em grupos de 2-4, mais ou menos cilíndricos, retos ou flexuosos, freqüentemente geniculados, às vezes dilatados na base, pardos, lisos, com comprimento de até 350  $\mu\text{m}$  e espessura de 8-11  $\mu\text{m}$ . Conídios solitários ou ocasionalmente catenados, retos, cilíndricos, algumas vezes ligeiramente afilados em direção ao ápice, raramente obclavados, pardo-oliváceos ou amarelo-claros/lisos, com 30-170 x 11-27  $\mu\text{m}$  apresentando 1-9 septos, sobre os tecidos do hospedeiro medem 50-100 x 15-19  $\mu\text{m}$  com 2-6 pseudoseptos e em meio de cultura com 30-60 x 12-15  $\mu\text{m}$  com 2-5 pseudoseptos.

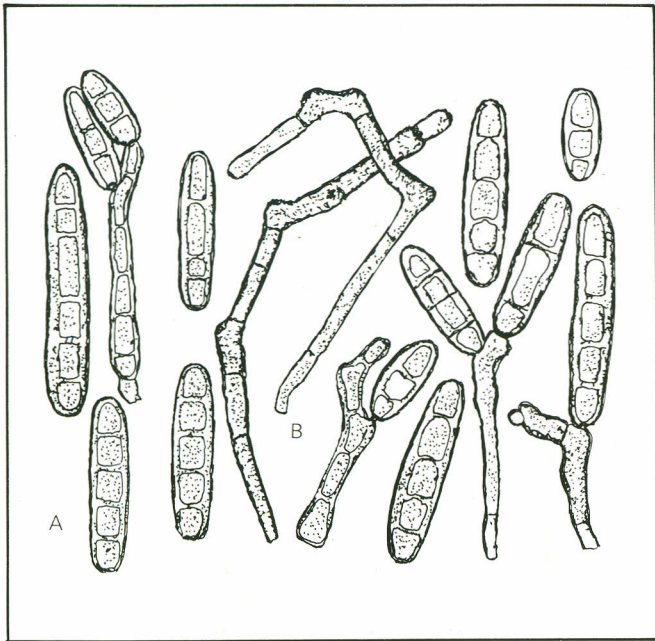


Figura 13. *Helminthosporium avenae*. A-Conídios, B-Conidióforos (Reproduzido de Ellis, 1971).

### *Helminthosporium gramineum* (*Pyrenophora graminea*) (Figura 14)

Apresenta conidióforos emergindo em grupos de 2-6, normalmente de 3-5, retos ou flexuosos, pardo-claros, comprimento de 250  $\mu\text{m}$  e espessura de 6-9  $\mu\text{m}$ , freqüentemente dilatados na base, a qual apresenta 12-16  $\mu\text{m}$ . Conídios retos ou, raramente, levemente curvados, subcilíndricos mas freqüentemente mais dilatados em direção à base e afinando-se em direção ao ápice, lisos com 1-7 pseudoseptos, medindo 40-105 (normalmente 50-80)  $\times$  14-22 (em média 18-20)  $\mu\text{m}$ , células normalmente mais curtas do que largas. Conidióforos secundários curtos formados na célula apical ou basal, os quais originam conídios secundários.

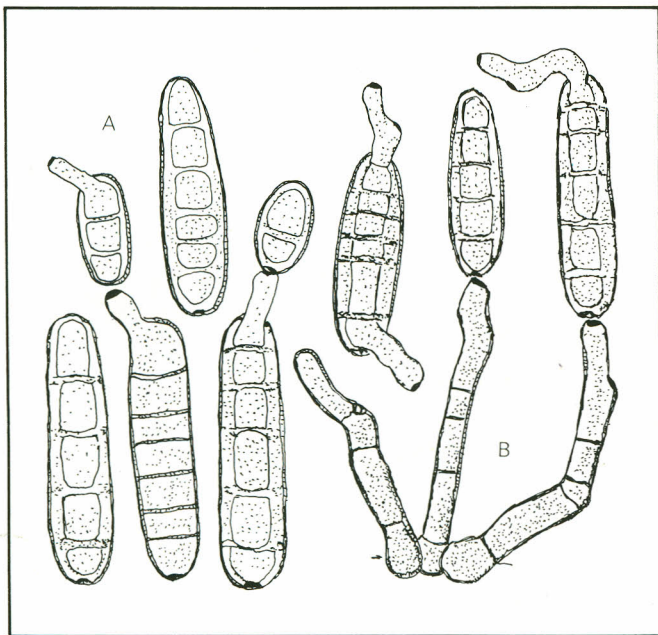


Figura 14. *Helminthosporium gramineum*. A-Conídios, B-Conidióforos. (Reproduzido de Ellis, 1971).

### *Helminthosporium sativum* (*Cochliobolus sativus*) (Figura 15)

Apresenta conidióforos solitários ou em pequenos grupos, retos ou flexuosos, algumas vezes geniculados, pardo-escuros, medindo 220  $\times$  60-10  $\mu\text{m}$ . Conídios curvos, ou em cultura freqüentemente retos, fusiformes ou largamente elipsoidais, pardo-oliváceos escuro, lisos, com 3-12 (a maioria 6-10) pseudoseptos, medindo 40-120 (a maioria 60-100)  $\times$  17-28 (a maioria 18-23)  $\mu\text{m}$ .

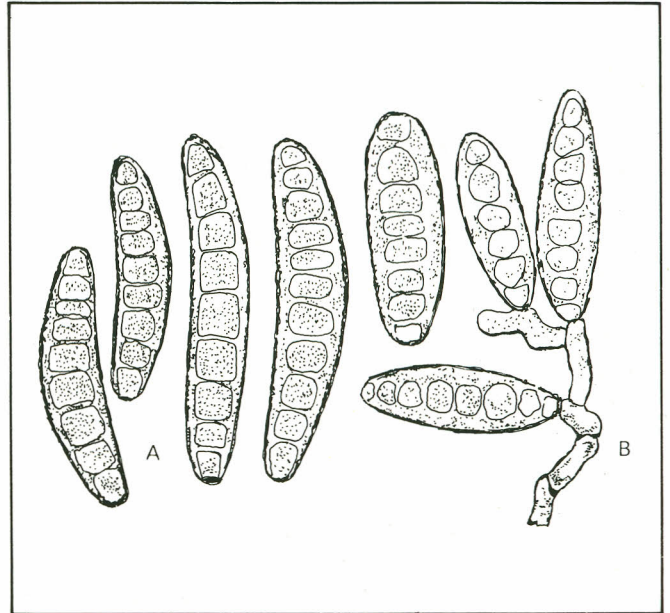


Figura 15. *Helminthosporium sativum*. A-Conídios, B-Conidióforos (Reproduzido de Ellis, 1971).

### *Helminthosporium teres* (*Pyrenophora teres*) (Figura 16)

Este fungo apresenta conidióforos solitários ou em grupos de 2-3, retos ou flexuosos, algumas vezes geniculados, freqüentemente dilatados na base, pardo-claros ou pardo-oliváceos, 200  $\mu\text{m}$  de comprimento e 2-11  $\mu\text{m}$  de espessura. Os conídios são retos, cilíndricos, arredondados nas extremidades, subhialinos a cor de palha, lisos, 1-10 pseudoseptos, normalmente 4-6, freqüentemente com constricção, medindo 70-160 (a maioria 90-120)  $\times$  16-23 (a maioria 19-21)  $\mu\text{m}$ . Não produz conidióforos ou conídios secundários.

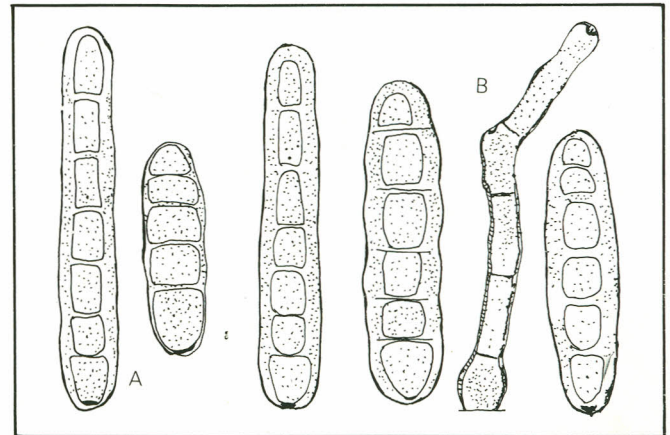


Figura 16. *Helminthosporium teres*. A-Conídios, B-Conidióforos (Reproduzido de Ellis, 1971).

*Helminthosporium tritici-repentis*  
(*Pyrenophora tritici-repentis*) (Figura 17)

As estruturas frutíferas caracterizam-se por apresentarem conidióforos simples ou grupos de 2-3, emergindo através dos estômatos ou entre células epidérmicas, retos, simples, retos ou flexuosos, às vezes geniculados, cilíndricos ou ligeiramente afilados no ápice, dilatados na base, meio pálidos a meio pardos, lisos, normalmente até 250  $\mu\text{m}$  de comprimento, ocasionalmente com 400  $\mu\text{m}$ , espessura de 6-12  $\mu\text{m}$ , dilatação basal até 15  $\mu\text{m}$  de largura. Os conídios são solitários, retos ou levemente curvados, cilíndricos, arredondados no ápice, o segmento basal caracteristicamente cônico ou em forma de cabeça-de-cobra, tipicamente subhialinos ou cor de palha esmaecida, lisos, paredes celulares delgadas, com 1-9 pseudo-septos (normalmente de 5-7), 80-250  $\mu\text{m}$  de comprimento com 14-20 (média) 17,7  $\mu\text{m}$  de espessura na parte mais larga, 2-4  $\mu\text{m}$  de largura na base.

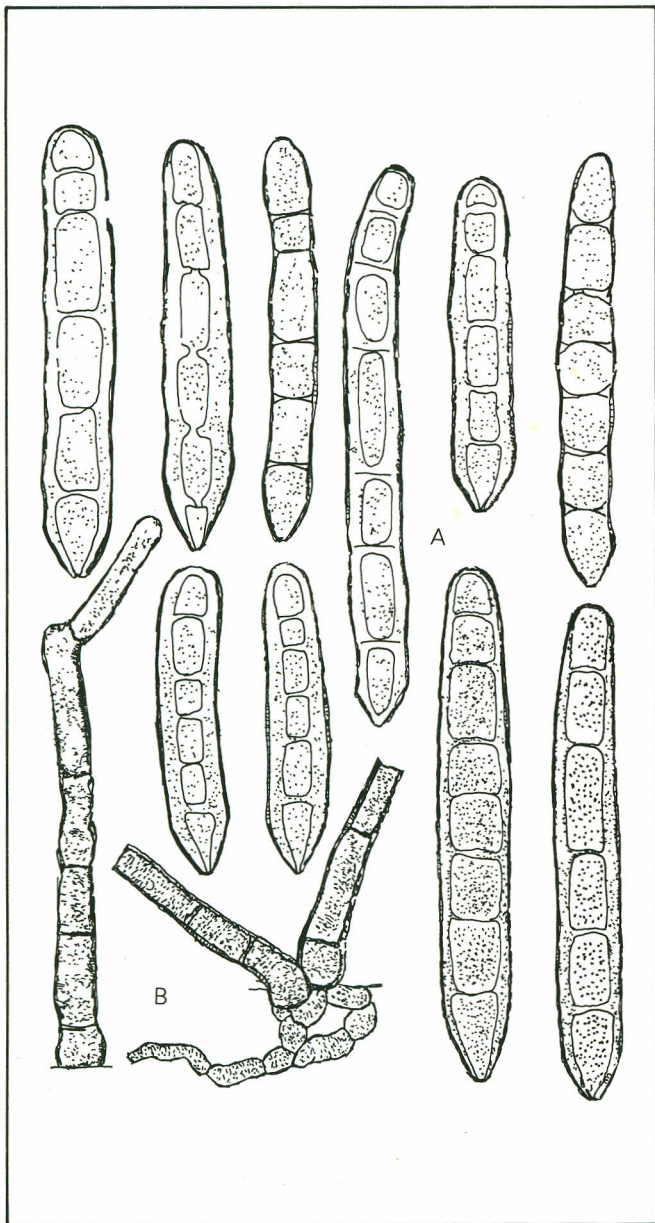


Figura 17. *Helminthosporium tritici-repentis*. A-Conídios, B-Conidióforos (Reproduzido de Ellis, 1971).

*Pyricularia oryzae* (Figura 18)

As colônias em meio de cultura de batata-sacarose-ágar são cinza em coloração. Conidióforos simples ou em fascículos, simples, raramente ramificados. Os conídios são formados isoladamente no topo do conidióforo, piriformes a obclavados, estreitando-se em direção ao ápice, arredondados na base, dois septos, raramente com 1 ou 3, hialinos a oliva-claro, 14-40 x 6-13 (a maioria 19-13 x 7-9)  $\mu\text{m}$ , com um hilo basal saliente.

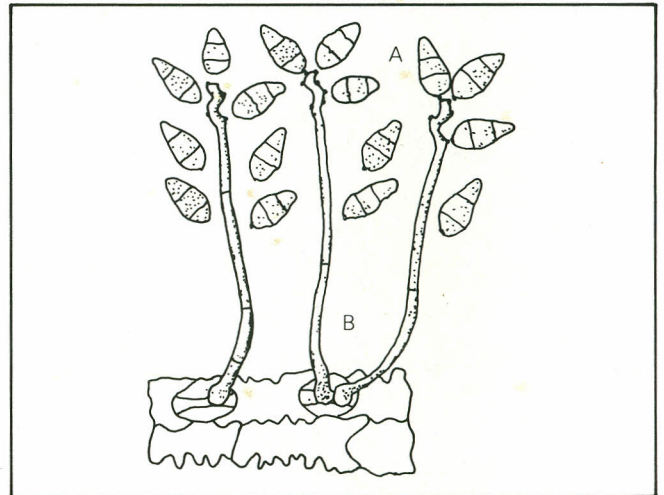


Figura 18. *Pyricularia oryzae*. A-Conídios, B-Conidióforos (Reproduzido de Subramanian, 1971).

*Septoria nodorum*  
(*Leptosphaeria nodorum*) (Figura 19)

Os conídios são hialinos, cilíndricos, retos, algumas vezes irregularmente curvos, a maioria com 3 septos, ápice e base obtusos, medindo 22-30 x 2,5-3  $\mu\text{m}$ , formados como filiosporos.

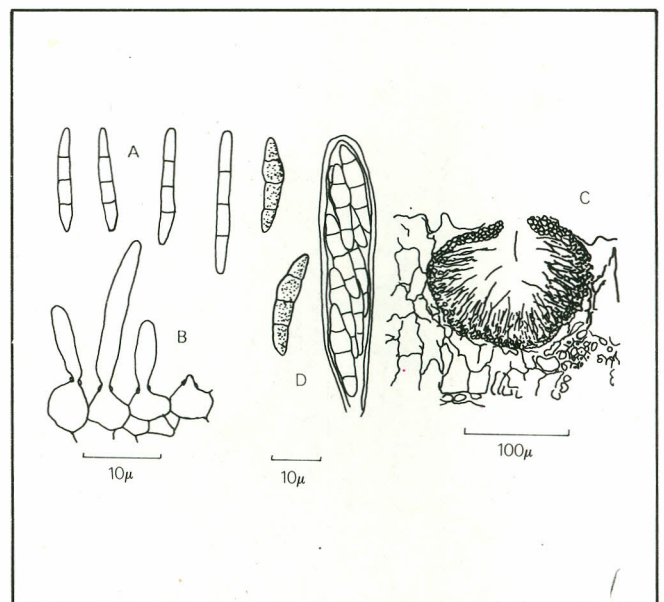


Figura 19. A - Picnidiosporos; B - Esporóforos filialdicos; C - Secção vertical de um picnídio de *Septoria nodorum*; D - Asca com ascosporos de *Leptosphaeria nodorum* (reproduzido de Sutton & Waterston, 1966).

## 9. METODOLOGIA DE PESQUISA PARA TESTES DE EFICÁCIA DE FUNGICIDAS EM TRATAMENTO DE SEMENTES

Primeiro deve-se escolher lotes de sementes que apresentem o mais elevado grau de infecção a um dado patógeno. Por exemplo, no caso do trigo empregam-se os lotes mais infectados por *F. graminearum*, *H. sativum*, *H. tritici-repentis* e *S. nodorum*. Seriam ao todo quatro lotes.

Os fungicidas a serem testados são, geralmente, escolhidos com base em informações contidas em literatura, no que se refere a seu espectro e dosagens.

Em pesquisa tratam-se pequenas quantidades de sementes e isto pode levar a erros experimentais. A experiência prática recomenda que se testem 500 g de sementes, como quantidade mínima, para diminuir o risco de erros nas pesagens ou nas medidas volumétricas dos fungicidas.

Uma vez escolhidos os produtos e dosagens a serem testados, junta-se à semente (500 g), contida em frascos de vidro tamponados, os respectivos fungicidas. Agita-se, manualmente, até o revestimento completo da superfície das sementes.

O tratamento pode ser via seca ou via úmida. Neste último caso, agregam-se 2, ou no máximo, 3% de água à semente e agita-se a mistura por 8-10 minutos até que o líquido seja absorvido. Os fungicidas são previamente suspensos em água.

Conduz-se um experimento para cada lote apresentando nível elevado de infecção a um dado patógeno. Será selecionado o produto mais eficaz para cada parasita.

As sementes revestidas pelos fungicidas são distribuídas, com auxílio de uma pinça, em placas de petri contendo papel de filtro úmido ou meio de cultura. Em papel de filtro emprega-se o método de congelamento.

Incuba-se e posteriormente, identificam-se e contam-se as sementes com frutificações em sua superfície ou as colônias desenvolvidas em meio de cultura. Os dados são expressos

em percentual de controle em relação a um tratamento testemunha no qual as sementes não receberam fungicidas.

É recomendável o pré-tratamento das sementes com hipoclorito de sódio para eliminar fungos contaminantes, principalmente *Rhizopus*, que podem mascarar as avaliações.

Empregam-se quatro repetições de 100 sementes para cada tratamento.

As sementes tratadas podem também ser plantadas em caixas de madeira (15 x 25 x 40 cm) contendo solo ou areia esterilizados. Plantam-se 100 sementes em cada caixa a 5 cm de profundidade, observando-se quatro repetições.

As avaliações constam da determinação da taxa de transmissão de cada patógeno. Para isto, determina-se o percentual de plântulas com lesões em primeiras folhas, lesões em coleóptilos, em entre-nós subcoronais e em raízes seminais. Para isto as plântulas, aos 30 dias após a emergência, são removidas do substrato e os órgãos radiculares lavados em água. Para maior contraste no exame dos órgãos subterrâneos recomenda-se, na avaliação, uma bandeja branca com água.

O mesmo procedimento pode ser observado pelo plantio das sementes tratadas a campo em parcelas de 10 linhas, espaçadas de 20 cm, por 5 m de comprimento com quatro repetições. Neste caso, além das observações sugeridas, deve-se avaliar a emergência e determinar-se o progresso das doenças em órgãos aéreos e o rendimento de grãos.

Nos dois casos deve-se observar a emergência para determinar-se possíveis efeitos fitotóxicos de alguns compostos e, no campo, o seu efeito no controle de *Erysiphe* e de *Ustilago*.

Um fungicida é eficiente quando, na dosagem empregada, é capaz de evitar a transmissão de um dado patógeno às plântulas.

## 10. TRATAMENTO COMERCIAL DE SEMENTES

No tratamento comercial de sementes empregam-se os produtos mais eficazes isoladamente, ou em misturas a fim de ampliar o espectro de ação.

A incorporação dos fungicidas a grandes quantidades de sementes pode ser feita em tambores rotativos (Figura 20), betoneiras (Figura 21) ou em máquinas próprias para o tratamento de grandes quantidades (Figura 22).

O tratamento pode ser via seca ou via úmida. O via seca apresenta as vantagens de cobrir fácil e rapidamente a superfície das sementes. Os inconvenientes decorrem dos perigos de intoxicações devido à inalação e contato com o pó que se desprende durante a agitação, ensacamento e abastecimento da semeadeira. O via úmida apresenta como inconveniente a maior demanda de tempo no preparo da suspensão produto-água e no tempo requerido na mistura do fungicida-semente (8-10 minutos). Sua grande vantagem é evitar o despreendimento do pó durante as diferentes operações de manuseio da semente tratada. Quando se empregam 2-3% de água como veículo, a semente deve ser plantada no mesmo dia do tratamento. O seu armazenamento pode, às vezes, levar à redução do poder germinativo.

A semeadora deve ser sempre regulada com a semente tratada.

Quando se procede a semeadura em solo com baixa umidade deve se dar preferência ao tratamento via seca e não se-

meiar a mais do que 5 cm de profundidade, especialmente quando se trata de sementes revestidas com triadimenol.

Nos casos de tambores rotativos e de betoneiras pesa-se uma só vez a quantidade do produto para o tratamento de 50 kg e depois calcula-se o seu volume correspondente. Nas demais operações usa-se apenas a medida volumétrica por ser a mais prática.

Os produtos para tratamento de sementes deveriam ser comercializados em formulações líquidas pois assim seria evitado o seu emprego via seca, o qual apresenta maior risco de intoxicações.

O tratamento de sementes só é recomendável quando o plantio é feito em áreas onde se observa a rotação de culturas ou naquelas onde nunca se plantou cereais de inverno. A rotação de culturas erradica os patógenos necrotróficos que sobrevivem nos restos culturais do hospedeiro. Nos casos de monocultura, os restos culturais infectados tornam-se uma fonte de inóculo muito importante, anulando assim o efeito do tratamento de sementes.

O uso de fungicidas em sementes é, portanto, uma medida de controle complementar da rotação de culturas. Sem a rotação de culturas, o tratamento de sementes não tem efeito sobre os parasitas necrotróficos que são disseminados dos restos culturais e atingem as plântulas em desenvolvimento.

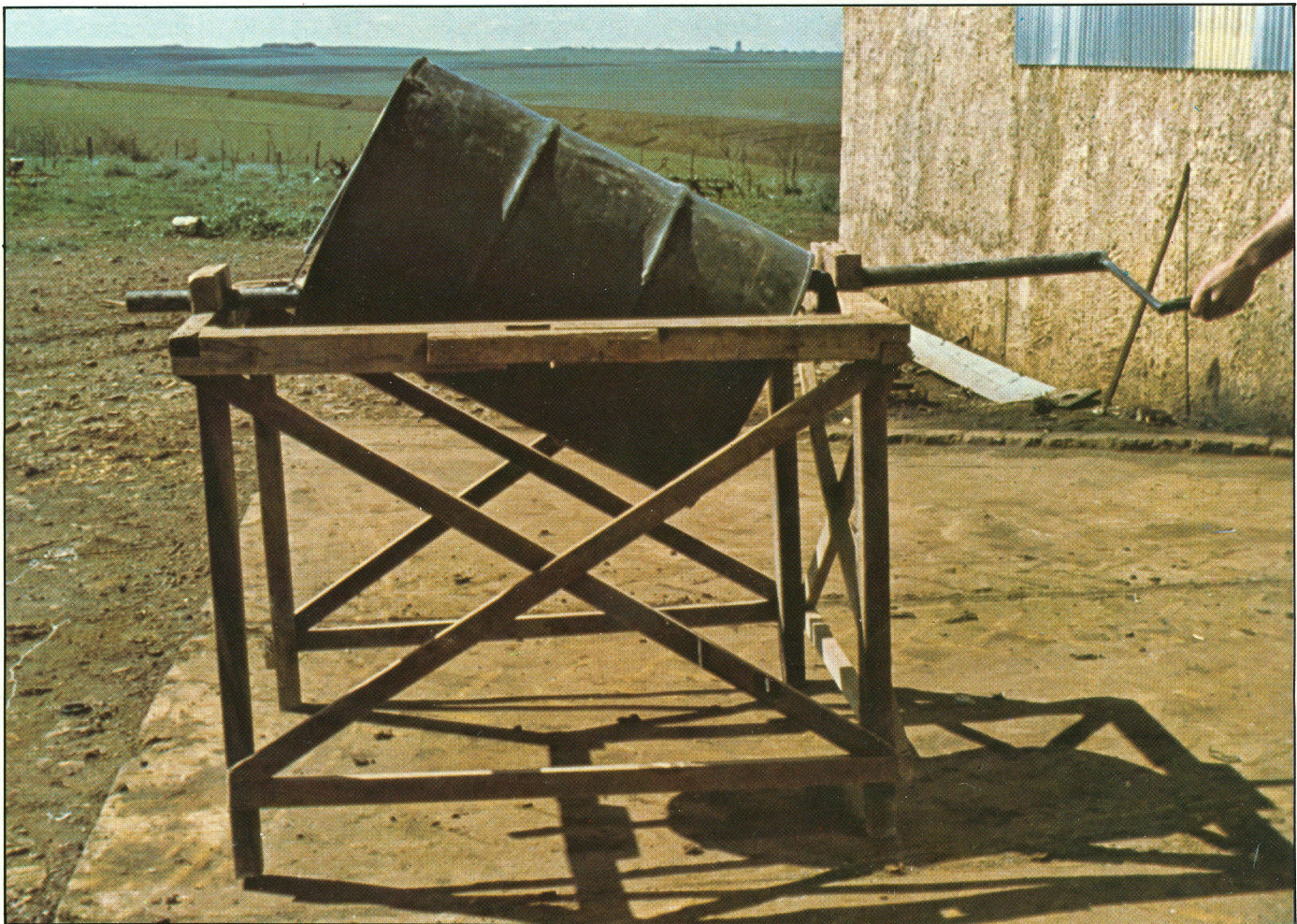


Figura 20. Tambor rotativo empregado no tratamento de sementes com fungicidas.



Figura 21. Betoneira empregada em tratamento de sementes de trigo com fungicidas.

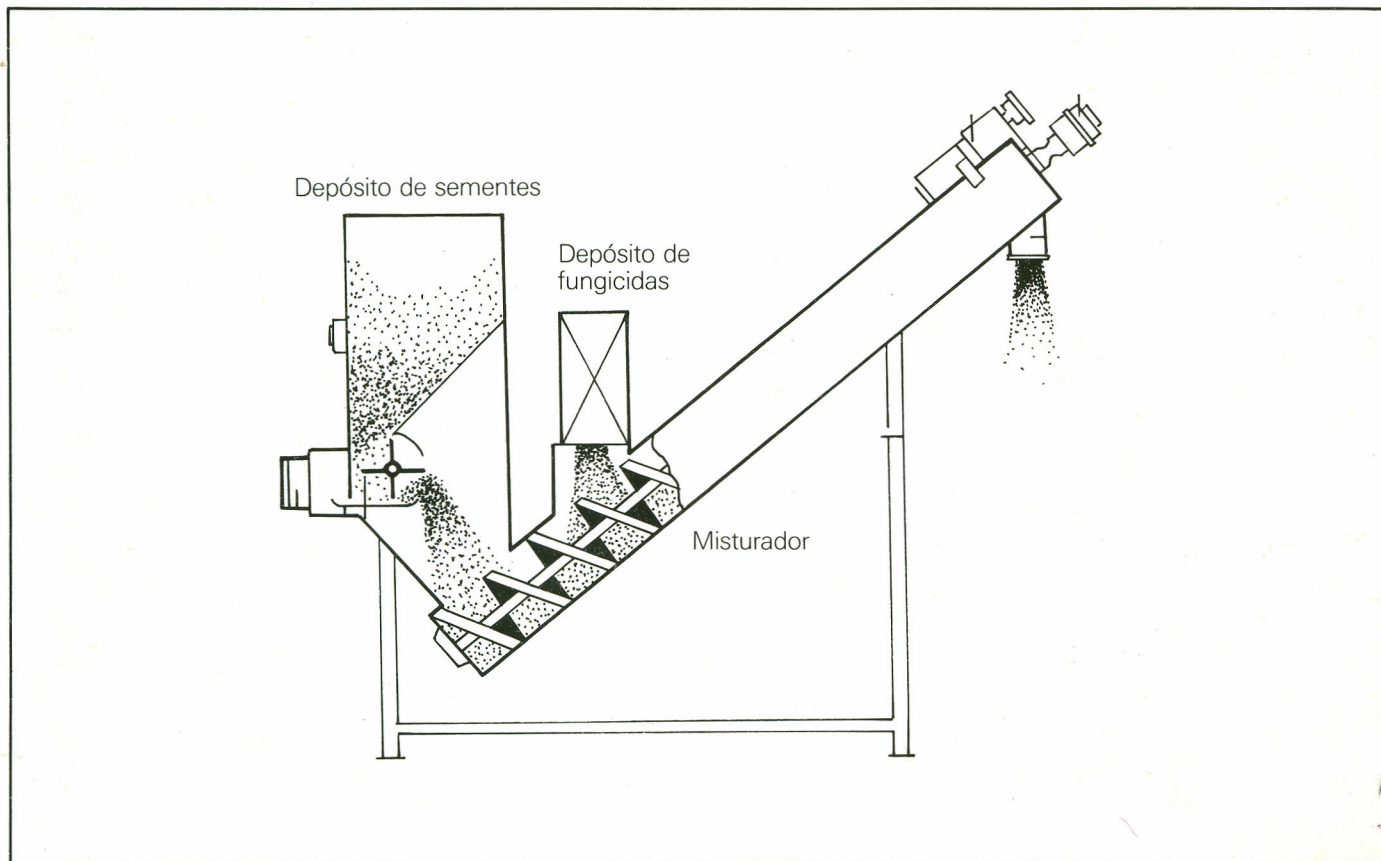


Figura 22. Equipamento para o tratamento comercial de sementes com fungicidas.



# 11. PRINCIPAIS FUNGICIDAS PARA TRATAMENTO DE SEMENTES DE CEREAIS DE INVERNO

É considerado eficiente o produto ou mistura capaz de erradicar um determinado patógeno associado à semente. Teoricamente, o ideal é a erradicação pela segurança que oferecem, na prática, porém, o que interessa é a redução da infecção a um nível inferior ao da taxa de transmissão. Neste último caso, embora presente num nível muito baixo, o patógeno

no não passa da semente às plântulas.

Entre os fungicidas testados, no Brasil, os mais eficientes, até o momento, são o iprodione, o thiram e o triadimenol.

Na tabela 2 são apresentados dados referentes à eficiência dos fungicidas citados em ensaios conduzidos em laboratório e no campo.

Tabela 2. Efeito do tratamento de sementes de trigo com fungicidas no controle de *Helminthosporium sativum*, *Septoria nodorum* e *Fusarium graminearum*.

Tratamentos	Gramas de ingrediente ativo para 100 kg de sementes	Colônias desenvolvidas* (%)		
		<i>H. sativum</i>	<i>S. nodorum</i>	<i>F. graminearum</i>
Testemunha	—	36,3 a**	16 a	10,5 a
Triadimenol	40,5	4,76 b	0 b	5,8 b
Iprodione+Triadimenol	150+100	0,5 d	0 b	5,23 b
Iprodione+Tiram	50+150	0,45 d	0 b	6,19 b

\* Colônias desenvolvidas em meio de cultura de batata-sacarose-água.

\*\* Médias de quatro repetições. Valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Fonte: FORCELINI & REIS, 1985 (dados não publicados).

## IPRODIONE

**Nome químico:** isopropilcarbamoil-1-(dicloro 3,5-fenil)-3-hidantoina.

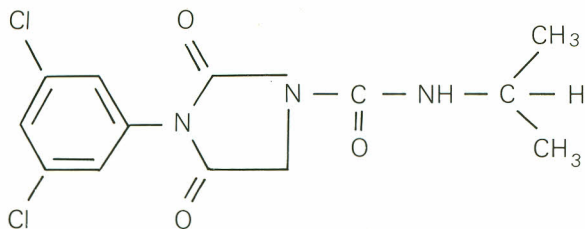
**Modo de ação:** fungicida protetor ou residual

**Grupo químico:** hidantoinas

**Fórmula bruta:** C<sub>13</sub> H<sub>13</sub> O<sub>3</sub> N<sub>3</sub> Cl<sub>2</sub>

**Massa molecular:** 330, 17 g/ml

**Fórmula estrutural:**



**Formulação:** comercializado em mistura com o tiram. Esta formulação contém 100 g de iprodione/kg.

**Toxicidade oral para ratos:** 8.000 mg/kg (produto comercial).

**Toxicidade dérmica:** 2.000 mg/kg (produto comercial).

**Espectro de ação:** apresenta excelente ação fungicida a fungos dos gêneros *Alternaria* e *Helminthosporium*. Não é eficiente no controle de *Fusarium* e de *Septoria*. Por isto é comercializado em mistura com o tiram.

**Fitotoxicidade:** nas doses recomendadas não apresenta fitotoxicidade em plântulas de cereais de inverno.

## TIRAM

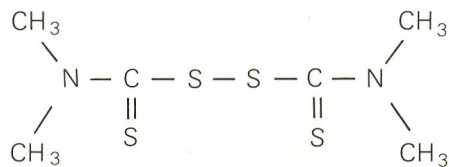
**Nome químico:** bissulfeto de tetrametil tiuram.

**Modo de ação:** fungicida protetor ou residual.

**Grupo químico:** ditiocarbamatos.

**Fórmula bruta:** C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>N<sub>2</sub>S<sub>4</sub>

**Fórmula estrutural:**



**Formulação:** é comercializado em mistura com o iprodione. A formulação comercial contém 200 g de tiram/kg.

**Massa molecular:** 240 g/ml.

**Toxicologia:** DL<sub>50</sub> 780 mg/kg de peso vivo, por via oral para ratos. Pode causar irritação dos olhos, nariz e reações alérgicas na pele.

**Espectro de ação:** em tratamento de semente controla eficientemente *Fusarium* e *Septoria*. Seu controle a *Helminthosporium* não é satisfatório, por isto é comercializado em mistura com o iprodione.

**Fitotoxicidade:** não é fitotóxico em tratamento de sementes de cereais de inverno nas doses recomendadas.

## TRIADIMENOL

Nome químico: -(4-clorofenoxi)--(1,1-dimetiletil)  
1 H-1,2,4-triazol-1-etanol.

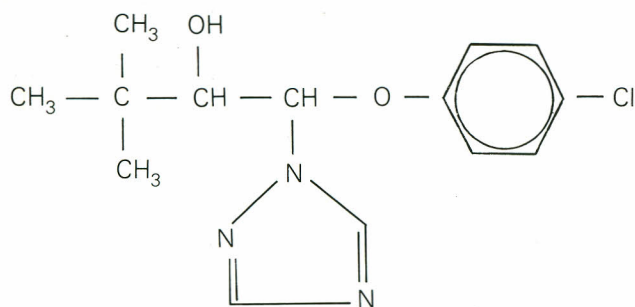
Grupo químico: triazol.

Modo de ação: fungicida sistêmico de largo espectro

Fórmula bruta:  $C_{14}H_{18}ClN_3O_2$

Massa molecular: 295,8 g/mol.

Fórmula estrutural:



**Formulação:** é comercializado na forma de pó seco, contendo 150 g/kg de ingrediente ativo.

**Toxicologia:** DL<sub>50</sub> é de 1.105 mg/kg vivo via oral para ratos.

**Espectro de ação:** apresenta ação fungicida moderada a *Helminthosporium* e controla eficientemente *Septoria*, *Tilletia* e *Ustilago*. Uma vez tratada a semente, o produto é lentamente absorvido via radicular quando solubiliza-se na água do solo. Sendo absorvido e translocado, as folhas apresentam elevada fungitoxicidade a *Erysiphe*. Quando emprega-se 40,5 g de i.a./100 kg de semente, pode proteger as plântulas por um período de 60 dias. Em doses menores é reduzido grandemente o período de proteção.

Quando misturado ao iprodione, controla eficientemente todos os fungos veiculados à semente e, também, *Erysiphe*.

**Fitotoxicidade:** A semente de trigo tratada com este fungicida tem a velocidade de emergência retardada, redução no crescimento inicial das plântulas e encurtamento do entre-nó sub-coronal. Estes sintomas, no entanto, poderão desaparecer dos 20 a 30 dias após a emergência.

## 12. OBJETIVOS DO TRATAMENTO DE SEMENTES

Os principais objetivos do tratamento de sementes com fungicidas são:

a) Erradicar fungos fitopatogênicos biotróficos veiculados interna e externamente pela semente.

b) Evitar o crescimento micelial de fungos necrotróficos infectantes, na superfície da semente, de modo a não atingirem o coleóptilo e as raízes seminais. Evita-se assim a passagem dos fungos patogênicos da semente, aos órgãos aéreos e radiculares, e a conseqüente multiplicação e introdução dos patógenos nos órgãos fotossintéticos.

c) Reduzir a taxa de aumento de epidemias em órgãos aéreos por reduzir a fonte de inóculo primária.

d) Reduzir o número de aplicações de fungicidas em órgãos aéreos como uma conseqüência da erradicação do patógeno na principal fonte de inóculo nas áreas em que foi praticada a rotação de culturas.

e) Controlar, quando necessário, fungos biotróficos não associados à semente e que infectam os órgãos aéreos no início do desenvolvimento das culturas, como por exemplo *Erysiphe*.

f) O tratamento de sementes sob o ponto de vista epidemiológico não se preocupa em aumentar o poder germinativo. Não deve também objetivar a proteção de fungos de solo ou de restos culturais infectados, pois estes devem ser erradicados, preferencialmente, pela rotação de culturas. Apesar disso, aumentos em emergência a campo têm sido observados em decorrência do tratamento de sementes.

g) O tratamento de sementes não deve ser empregado como medida de controle isolada, mas sim, fazer parte de um conjunto de práticas na luta contra os fitopatógenos.

# 13. ESTRATÉGIAS PARA A PRODUÇÃO DE SEMENTES COM BAIXO NÍVEL DE INFECÇÃO POR FUNGOS NECROTRÓFICOS

Os principais fungos associados à semente são os necrotróficos. Quanto menor for a intensidade da doença em órgãos aéreos, menor será o percentual de sementes infectadas. Por isto, as estratégias aqui apresentadas baseiam-se em destruir os patógenos nas fontes de inóculo primário, de modo que a doença atinja baixa intensidade nos órgãos aéreos e, conseqüentemente, na semente. Isto é conseguido gradativamente, safra após safra.

Fonte de inóculo é o local onde o patógeno sobrevive ou o local de onde parte, para novamente infectar o hospedeiro.

*F. graminearum* é dependente dos restos culturais dos hospedeiros (cereais de inverno e milho) para sobreviver. As estruturas importantes à infecção são os ascósporos produzidos nos peritécios de *G. zeae*. Os peritécios também se formam em tecidos senescentes de diversas plantas gramíneas, nativas e invasoras. Estas fontes de inóculo devem ser destruídas por rotação de culturas e por eliminação das plantas invasoras ou nativas hospedeiras.

*H. sativum* sobrevive em plantas voluntárias, hospedeiros secundários, conídios dormentes no solo, sementes infectadas e restos culturais. Em lavouras em que se pratica a monocultura, os conídios são levados da superfície do solo ou dos restos culturais pelo vento ou respingos de chuva, para as plântulas do novo plantio causando manchas foliares. As plantas voluntárias são abundantes quando se procede a semeadura direta das culturas de verão sobre restos culturais de cereais de inverno. Quando se procede a rotação de culturas com es-

pécies vegetais não suscetíveis (aveia, colza, linho, serradela, ervilhaca, ervilha, etc.), as quais não servem de fonte nutricional a *H. sativum*, o fungo perece por inanição, o que resulta na redução do potencial de inóculo. Enquanto existirem restos culturais, o patógeno continua a esporular sobre eles. Portanto, a rotação de culturas por 1 ou 2 invernos permite a completa mineralização dos restos culturais e a conseqüente redução populacional de *H. sativum* na lavoura. O resultado será menor intensidade da doença nos órgãos aéreos e menor índice de infecção em sementes.

Além dos restos culturais, dos conídios dormentes no solo e das plantas voluntárias, as sementes infectadas (com sintomas de ponta preta, Figuras 23 e 24) desempenham papel fundamental na epidemiologia da helmintosporiose. A partir das sementes o fungo passa fácil e eficientemente aos órgãos radiculares, mas principalmente aos aéreos. Desta maneira é anulado o efeito erradicante da rotação de culturas pelo uso de sementes infectadas.

*H. avenae*, *H. teres* e *H. tritici-repentis* sobrevivem de modo semelhante a *H. sativum*. As diferenças são que não sobrevivem na forma de conídios dormentes no solo e formam ascocarpos nos restos culturais infectados (*F. avenae*, *P. teres* e *P. tritici-repentis*). Sobrevivem principalmente em sementes infectadas e em restos culturais.

*S. nodorum* sobrevive em restos culturais infectados, onde produz picnídios e pseudotécios de *Leptosphaeria* e em sementes infectadas. A partir dos restos culturais, os conídios



Figura 23. Sementes de trigo com sintomas de ponta preta causadas por *Helminthosporium sativum*.



Figura 24. Sementes de cevada infectadas por *Helminthosporium* sp.

são levados, a curta distância, por respingos de chuva, às plântulas da lavoura recém-estabelecida. Os ascósporos liberados pela água, dos ascocarpos, podem ser levados pelo vento a distâncias maiores. Assim o patógeno volta dos restos culturais às plantas vivas. O outro mecanismo importante é a transmissão por sementes.

A rotação de culturas é uma medida de controle extremamente importante a este grupo de patógenos. Todos são dependentes dos restos culturais para sobreviverem durante a fase saprofítica. Portanto, a aveia, a cevada, o trigo e o triticale não devem retornar à mesma área de cultura enquanto nela existirem restos culturais. A presença destes assegura a sobrevivência dos patógenos necrotróficos. Pela rotação de culturas, ocorre a mineralização dos restos culturais e a concomitante eliminação dos patógenos da área por inanição e competição. A rotação de culturas elimina assim os patógenos necrotróficos da área cultivada.

### *Plantas voluntárias*

Em áreas em que se procura a erradicação dos patógenos necrotróficos através da rotação de culturas, a presença de plantas voluntárias garante a sobrevivência dos patógenos necrotróficos mas, principalmente, dos biotróficos. Não adianta praticar a rotação de culturas sem a eliminação, da área, das plantas voluntárias nos primeiros estágios de seu desenvolvimento, antes que nelas ocorra a infecção.

### *Hospedeiros secundários*

Estas são plantas sem valor econômico. Não são cultivadas pelo agricultor e, geralmente, são invasoras ou nativas. Ser-

vem, às vezes, como opção à sobrevivência de patógenos necrotróficos. Como a maioria são invasoras de lavouras de soja, sua população deve ser reduzida no verão através de práticas culturais.

### *Sementes infectadas*

Como anteriormente descrito, os patógenos mencionados passam da semente aos órgãos aéreos. Quanto mais elevados forem os níveis de infecção, maior é a taxa de transmissão. Por isto, a semente deve apresentar os níveis mais baixos possíveis de infecção. Isto só será possível se a intensidade da doença em órgãos aéreos for baixa. Não é com o emprego de uma prática isolada que se consegue produzir sementes livres de patógenos. Todas as medidas de controle devem ser usadas integralmente. Assim, a semente deve ser tratada com fungicidas em doses eficazes. A eficácia aumenta inversamente ao nível de infecção da semente. Os lotes de sementes que apresentam elevados níveis de infecção dificilmente têm os patógenos erradicados da semente. Por isto tais lotes deveriam ser eliminados.

### *Quimioterapia em órgãos aéreos*

As principais fontes de inóculo foram eliminadas e, portanto, o início e a taxa de aumento das epidemias devem ser retardadas. Para assegurar o mais baixo nível de infecção deve-se proceder a pulverização de fungicidas nos órgãos aéreos de acordo com as recomendações oficiais para cada cultura. Quando a sanidade da semente merecer a devida atenção e importância, as lavouras produtoras deveriam ser obrigatoriamente tratadas com fungicidas. Isto contribuiria decisivamente

para a redução da infecção em sementes e então, nos lotes apresentando baixos níveis de infecção, os produtos usados seriam mais eficazes.

Estas práticas adotadas em conjunto levam a uma redução da intensidade das doenças nos órgãos aéreos e consequentemente na semente. Ao produtor de sementes pertence a tarefa de produzir sementes sadias ou com baixa incidência de patógenos a elas associados. O agricultor que plantar semente livre de patógenos e praticar a rotação de culturas, terá menor inóculo inicial e possivelmente usará menos fungicidas em órgãos aéreos.

## Padrões de sanidade

### Padrão sanitário da lavoura produtora de sementes

É difícil de se estabelecer critérios de sanidade para serem considerados em relação à lavoura produtora de sementes. Não se dispõem ainda de correlações entre níveis de infecção foliar com infecções em semente. Sabe-se, porém, que as condições ambientais desempenham função importante na ocorrência a campo de infecções em sementes.

Na prática deveria se considerar um nível de doença na lavoura, de modo que estas não atinjam as infrutescências. Uma vez a doença estando presente na folha bandeira, há um risco maior de atingir as espigas e panículas e destas, as sementes.

Nos casos das doenças atingirem as infrutescências, sugere-se que as lavouras não devam ser destinadas para a produção de semente, pois certamente, apresentarão níveis elevados de infecção.

Logicamente, com o emprego de rotação de culturas e de fungicidas eficientes em órgãos aéreos, a sanidade de uma lavoura é melhor do que comparada a outra onde não foram observadas estas práticas.

### Padrão sanitário da semente

Os padrões sanitários da semente são mais fáceis de serem determinados. A pesquisa pode determinar a taxa de transmissão de cada patógeno para diferentes níveis de infecção em sementes. Pode também, determinar quais os níveis de infecção da semente a ser tratada com um determinado fungicida e que resulte numa taxa zero de transmissão. A semente que apresentar níveis de infecção acima deste valor deve ser eliminada, pois mesmo tratada haverá a transmissão.

*H. sativum* está associado à semente de cevada, trigo e triticale em todos os locais onde estes cereais são cultivados, no Brasil. É também o fungo de mais difícil controle devido a suas características fisiológicas. Por isto, pode ser considerado como o indicador da taxa de transmissão tolerável em semente. *F. graminearum* e *S. nodorum* são facilmente eliminados de sementes pelo tratamento com fungicida.

No caso da cevada, é preciso se considerar isoladamente *H. sativum* e *H. teres* pela importância que representam nesta cultura.



Figura 25. Sementes de trigo infectadas por *Fusarium graminearum*.

## 14. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- COUTURE, L. & SUTTON, J.C. Eficacies of fungicides in controlling spot blotch of barley. **Can. J. of Plant Pathology**, **58**(2):311-17, 1978.
- DHINGRA, O.D.; MUCHOVEJ, J.J. & CRUZ FILHO, J. da. **Tra-  
tamento de sementes**; controle de patógenos. Viçosa, UFV, 1980, 121p.
- ELLIS, M.B. **Dematiaceous hyphomycetes**. Kew, CAB, 1971. 608p.
- ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo, Edgard Blücher, 1976. 293p.
- GALLI, F.; TOKESHI, H.; CARVALHO, P.C.T. de; BALMER, E.; KIMATI, H.; CARDOSO, C.O.N.; SALGADO, C.L.; KRUGNER, T.L.; CARDOSO, E.J.B.N. & FILHO, A.B. **Manual de Fito-  
patologia**; princípios e conceitos. 2ed. São Paulo, Agro-  
nômica Ceres, 1978. v.1. 373p. ilustr. (Edição Ceres, 4).
- LUZ, W.C. da Bacterioses. In: FUNDAÇÃO CARGILL, Campi-  
nas, SP. **Trigo no Brasil**. Campinas, 1982. v.2, cap. 16,  
p. 581-7.
- NEEGARD, P. Detection of seed-borne pathogens by culture  
tests. **Seed Sci. Technol.**, Copenhagen, **1**:217-54, 1973.
- NEEGARD, P. **Seed pathology**. London, Macmillan Press,  
1979. v.1.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, AGIPLAN. 289p.  
1977.
- STEVENSON, I.L. Timing and nature of seed infection of bar-  
ley by *Cochliobolus sativus*. **Can. J. of Plant Pathology**,  
**3**:76-85, 1981.
- TEMPE, J. de. Routine methods for determining the health con-  
dition of seeds in the seed testing station. **Proc. Int. Seed  
Test. Assoc.**, **35**(1):3-41, 1970. (Handbook on Seed  
Health Testing, 1(4)).
- WIESE, M.V. **Compendium of wheat diseases**. The Ameri-  
can Phytopathological Society, 1977. 106p.

