

Mecanismos de transmissão de fitopatógenos de sementes para órgãos aéreos.

Erlei Melo Reis, Sandra Maria Zoldan e Beatriz Coelho Germano

OR Melhoramento de sementes Ltda.

Passo Fundo, RS

“Na natureza, os patógenos não se separam dos hospedeiros de quem dependem nutricionalmente”. “Todos os parasitas necrotróficos de órgãos aéreos estão presentes nas sementes”. Por isso, “em toda a lavoura originada de semente infectada ocorrerá manchas foliares, canchros e antracnose nos órgãos aéreos das plantas” (Reis e Casa, 1998; Reis et al., 2004).

1. Introdução

Uma lavoura deve iniciar com uma boa semente. Entre os vários atributos envolvidos com a qualidade da semente a sanidade merece atenção especial.

A maioria dos patógenos servem-se das sementes como veículo de transporte e como abrigo à sobrevivência. A semente, portanto, está diretamente envolvida na continuidade do ciclo de vida dos patógenos de uma a outra geração do hospedeiro. Devido a isso, onde se cultiva uma espécie vegetal estão presentes os patógenos necrotróficos, agentes causais de manchas foliares, introduzidos na lavoura pela semente.

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 e/ou radiculares dos hospedeiros. Esse fato gerou a necessidade de controlar tais fungos sob um novo enfoque, qual seja, erradicar os patógenos presentes nas sementes, a fim de evitar a introdução do inóculo na lavoura.

2. 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 veiculados mas, também, com o papel epidemiológico que desempenham como fonte de inóculo e como abrigo a sobrevivência e disseminação, e na obtenção de medidas de controle erradicantes dos patógenos a elas veiculados.

3. A semente como disseminador de fitopatógenos

Deve ser enfatizado que, através do veículo semente, os patógenos são levados a distâncias consideráveis, como de um estado ou país para outro, no processo de comercialização. A semente também reintroduz o patógeno nas lavouras em que se pratica a rotação de culturas.

Portanto, numa área nova, no primeiro ano de cultivo, a doença causada por necrotróficos dos órgãos aéreos, e por alguns míldios, surge ou se manifesta em focos localizados, onde a semente infectada foi posicionada. Ocorreu a transmissão e vários ciclos secundários, bem sucedidos, se sucederão. Como consequência dos ciclos secundários, as lesões são vistas em novas folhas e em novas plantas.

Na direção e local para onde as sementes são levadas, os patógenos as acompanham.

4. Conceito de transmissão. É a passagem ou retorno do fitopatógeno, infectando (no interior) as sementes, para os órgãos aéreos fotossintetizantes. Este processo é importante, pois garante a continuidade do ciclo vital dos patógenos, ao assegurar-lhes a fonte nutricional (órgãos verdes) necessária a seu crescimento e esporulação

5. Classificação dos fitopatógenos segundo seus requerimentos nutricionais. Quanto aos requerimentos nutricionais os fungos fitopatogênicos podem ser divididos em dois grupos: biotróficos e necrotróficos.

Os biotróficos são parasitas que extraem seus nutrientes única e exclusivamente de tecidos vivos, ou seja, exercem o parasitismo em plantas vivas, apresentando um alto grau de especificidade. Esse grupo não apresenta fase saprofítica, de modo que a senescência do hospedeiro significa o fim do parasitismo. O principal mecanismo de

sobrevivência dos fungos deste grupo são as plantas voluntárias, que com o advento do sistema plantio direto ocorrem com maior frequência. Servem de exemplos deste grupo os agentes causais das ferrugens, oídios, carvões e míldios. Desses, os transmitidos por sementes são os agentes causais dos míldios (Reis & Casa, 1998).

Por outro lado, os fungos necrotróficos, ao contrário dos biotróficos, têm a habilidade de extrair nutrientes de tecidos mortos do hospedeiro. Pode-se dizer que vivem como saprófitas em plantas vivas. Inicialmente, por ação de toxinas ou enzimas, matam pequenas partes do limbo foliar e passam a extrair saprofiticamente os nutrientes de que necessitam para o seu desenvolvimento (Reis & Casa, 1998).

6. Mecanismos de transmissão.

Quais os mecanismos utilizados pelos fitoparasitas para, a partir da semente infectada, atingir (retornar) a superfície do solo e causar doenças nos órgãos aéreos?

A transmissão é o processo inicial no ciclo vicioso do desenvolvimento de doenças parasitárias em plantas.

Cabe a pesquisa em fitopatologia dar resposta à pergunta de como os patógenos infectantes da semente voltam aos órgãos aéreos e/ou radiculares. Essa é uma importante resposta dada pela patologia de sementes.

6.1 Fungos necrotróficos em gramíneas. Em gramíneas o micélio se desenvolve à partir da semente infectada quando inicia o processo de germinação. Seguem duas vias (i) crescimento do micélio e colonização do coleóptilo até atingir a superfície do solo onde esporulam (Fig. 1).



Figura 1. Transmissão via coleóptilo e plúmula em gramíneas.

Os esporos assim produzidos são removidos e transportados pelos agentes de disseminação como respingos de chuva (esporos molhados) e vento (esporos secos); (ii) O micélio crescendo na superfície do coleóptilo, ainda no interior do solo, atinge a plúmula em seu interior que ao emergir apresenta lesões. Nessas manchas, também esporulam, são removidos e disseminados às plantas vizinhas e novas folhas.

Como exemplo da transmissão em gramíneas descreve-se o processo que ocorre com a mancha-amarela da folha do trigo (Fig. 2).

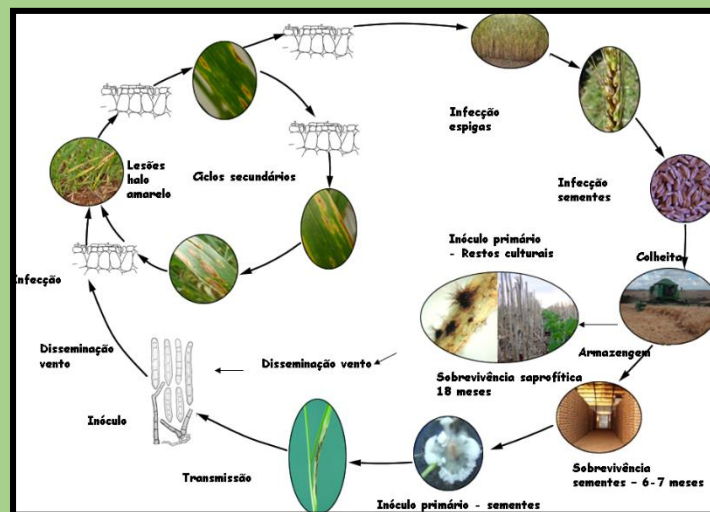


Figura 2. Ciclo da mancha amarela do trigo causada por *Dreschlera* (*Pyrenophora*) *tritici-repentis*.

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. Os estímulos são sinais do ambiente. Neste caso, o estímulo é a água. Como a semente, durante o armazenamento, continha 12 a 13 % de umidade, oferecia um ambiente adverso ao crescimento vegetativo dos patógenos infectantes. Com aquele teor de umidade, tanto o patógeno como a semente encontram-se 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 acaba alcançando o coleóptilo e a coleoriza. Os que parasitam raízes como *B. sorokiniana* e *F. graminearum* passam a infectar as raízes seminais

Os que parasitam órgãos aéreos crescem no coleóptilo (*B. sorokiniana*, *Drechslera* spp., e *Stagonospora nodorum*) atingindo a superfície do solo. Isso é

importante, pois podem, pelos agentes de disseminação, como o vento e respingos de chuva, serem levados a novos sítios de infecção, como folhas da própria planta ou de plantas vizinhas. Podem também produzir 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. Isso pode causar a morte prematura das folhas basais. Esses tecidos mortos tornam-se importante fonte de inóculo para os ciclos secundários.

O micélio, que cresce superficialmente no coleóptilo, pode penetrá-lo, atravessando-o e infectando a plúmula, em seu interior. Assim, quando, apresenta lesões no limbo foliar. No caso de *S nodorum*, o coleóptilo mostra estrias necrosadas de coloração parda ou protuberâncias. *B. sorokiniana* causa diversos graus de intensidade de sintomas em coleótilos infectados.

Observa-se que o ciclo da mancha-amarela inicia com a transmissão do fungo à partir da semente. No final do ciclo, novamente o parasita atingiu a semente e é levada e processada na unidade de sementes.

A taxa de transmissão é menor para primeiras folhas (plúmulas) e maior para coleótilos. A transmissão de fitopatógenos das sementes para os órgãos aéreos de cereais de inverno é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Transmissão de fitopatógenos de sementes para o ápice de coleótilos e plúmulas, em cereais de inverno.

Patógeno	Eficiência (%)	Órgão	Fonte
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	71	Coleóptilo	Forcelini, 1992
	87	Coleóptilo	Reis, 1993
<i>Drechslera tritici-repentis</i>	38	Coleóptilo	Reis & Forcelini,
<i>Septoria nodorum</i>	34	Coleóptilo	Reis & Forcelini,
<i>Pyricularia sp.</i>	33	Coleóptilo	Menten & Moraes, 1988;
	47	Coleóntilo	Goulart & Paiva

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

6.2 Fungos necrotróficos em leguminosas.

Em leguminosas, na germinação epígea (Ex. soja e feijão) nas quais o cotilédone atinge a superfície do solo, e mostra lesões, nas quais os fungos esporulam, são liberados e disseminados. Na hipógea (Ex. Ervilha), surgem sintomas nos cotilédones que permanecem no interior do solo, o micélio passa a crescer pelo epicótilo até atingir a superfície do solo onde esporula. Serve de exemplo da transmissão epígea a mancha olho-de-rã em soja, causada por *Cercospora sojina* (Fig. 3).

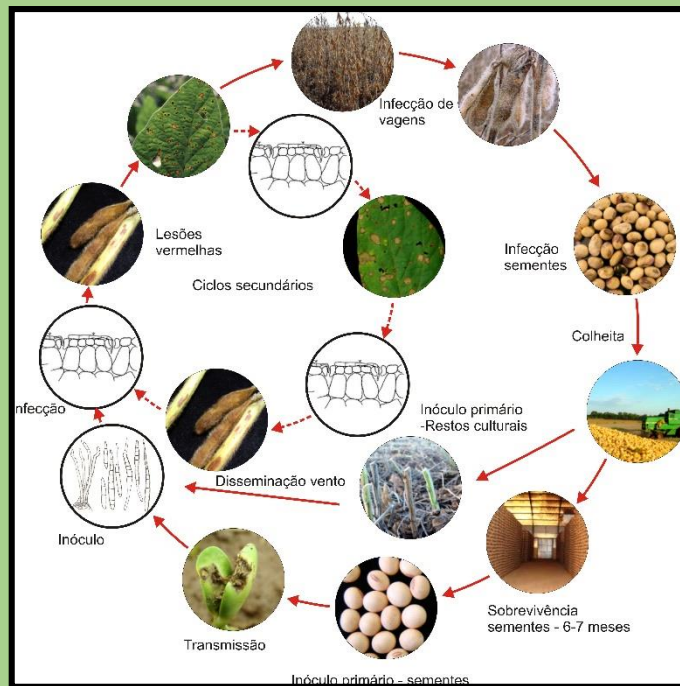


Figura 3. Ciclo da mancha foliar olho-de-rã em soja, causada por *Cercospora sojina*

A incidência em sementes reflete a incidência que ocorreu em vagens na lavoura produtora de sementes.

Plântulas originadas de sementes infectadas apresentam sintomas de lesões necróticas pardas nos cotilédones sobre as quais ocorre a esporulação (Fig. 4). Mais tarde, focos da doença na lavoura são observados nos locais onde a transmissão foi bem sucedida, acompanhada de chuvas frequentes para a liberação, remoção e transporte do inóculo à curta distância.

Todos os parasitas (fungos e bactérias necrotróficos) que atacam os órgãos aéreos das plantas, colonizam as infrutescências e finalmente a semente de onde vieram, constituindo um ciclo vicioso como apresentado (Fig. 1).



Figura 4. Lesões cotiledonares e esporulação de *Cercospora soja* sobre o tegumento da sementes após a emergência da plântula.

Um caso atípico. Sclerotinia em soja. A semente infectada (micélio interno na sementes) é morta pelo fungo desenvolvendo em sua superfície abundante micélio branco. Cada semente produz em média até três escleródios dentro do solo. Esses germinam, a estipe atinge a superfície do solo, formam apotécios que liberam ativamente os ascósporos que pelos agentes de disseminação atingem as pétalas senescentes. Nesse caso, não ocorre a transmissão via lesão cotiledonar.

6.3 Fungos biotróficos em gramíneas. O caso dos carvões. Os fungos que causam carvões (*Ustilago tritici*), que se encontrava dormente no embrião, durante a germinação da semente, retoma o crescimento localizando-se no 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.

Existe uma coincidência: os fungos agentes causais de manchas foliares são exatamente os mesmos e os principais isolados de semente.

6.4 Fungos biotróficos em leguminosas, compostas e liliáceas.

Míldio da soja. Ciclo da doença Fig. 5 Uma vez a semente tendo sido semeada, os oósporos em sua superfície (Fig. 6) germinam, colonizam os cotilédones e, sistemicamente, via xilema, manifestando-se no primeiro par de folhas unifoliadas (Fig. 6). A infecção sistêmica ocorre

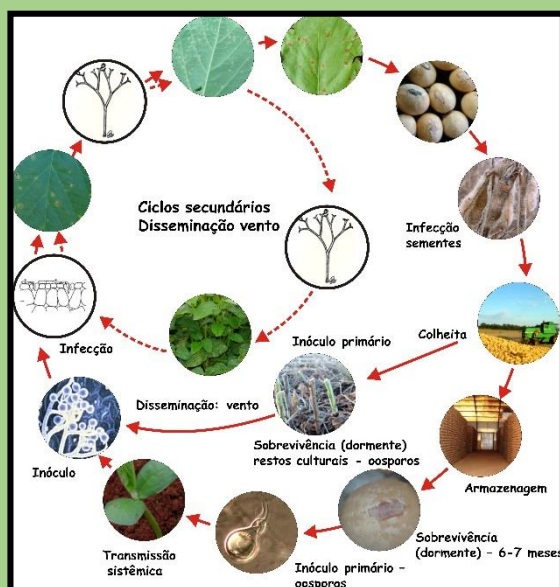


Figura 5. Ciclo do míldio da soja causado por *Peronospora manshurica*.



Figura 6. Semente de soja com crosta de oósporos de *Peronospora manshurica*.

quando são plantadas sementes infestadas e/ou quando são semeadas sementes saudáveis que entram em contato com restos culturais infectados, presentes na superfície do solo. Nas folhas de plantas com infecção sistêmica, o fungo esporula abundantemente (Fig. 5), tornando-se, assim, fonte de inóculo primário.

7. Transmissão de nematoides. Os nematoides parasitas de órgãos aéreos como o que causa a ponta branca da folha do arroz (*Aphelenchoides*) ou o de galha do trigo (*Anguina tritici*) são transmitidos por sementes.

No caso do nematoide de galha do trigo (ainda não detectado no Brasil) ocorre a infecção floral e as cariopses infectadas tem o seu interior completamente tomado pelos vermes. Por ocasião da colheita as galhas cem no solo ou quando junto com a semente semeada. Absorvem água e liberam as larvas juvenis no outono. As galhas podem também podem ser colhidas e armazenadas com as sementes. Após serem liberadas no solo, quando as plântulas estão molhadas possibilita as larvas nadarem e subirem de folha em folha até atingir novamente a inflorescência, retornando novamente de onde vieram – sementes infectadas.

8. Transmissão de bactérias. Nas plantas da família das Fabaceae, a transmissão de bactérias de sementes infectadas ocorre via lesões cotiledonares. Quando os cotilédones afloram do solo, e com alta umidade relativa do ar, ou superfície molhada, ocorre a multiplicação das células bacterianas formando *pús* sobre as lesões. Respingos da chuva ou da água de irrigação, removem pelo impacto mecânico as células bacterianas que se tornam veiculadas pelos respingos. As gotículas contendo células bacterianas são depositadas por sedimentação sobre plantas vizinhas e outras folhas introduzindo a bactéria no novo cultivo na forma de focos. Por esse processo a semente infectada, dormente, ao germinar e emergir do solo, leva passivamente a bactéria infectante nas lesões cotiledonares.

9. Considerações finais.

A semente é a principal fonte de inóculo de fungos necrotróficos a ela associados em lavouras onde se pratica a rotação de culturas. Por isso, onde se plantam cereais de inverno, aí ocorrem às manchas foliares. Os patógenos coabitam com os hospedeiros através da associação semente - patógeno. Este fato leva a se imaginar que o inóculo das manchas foliares é transportado pelo vento a longa distância. Na realidade vem da semente, por ser tão eficiente o processo de transmissão.

Os patógenos que atacam os órgãos aéreos da soja (folhas, hastes e vagens) foram primeiramente relatados no Japão e Coréia (Próximos ao centro de origem) após nos Estados Unidos e finalmente no Brasil. O transporte de material genético da soja (sementes) disseminou os patógenos da cultura em todas as áreas aonde a soja hoje é cultivada. Alguns patógenos foram relatados pela primeira vez, em casa-de-vegetação de institutos de pesquisa (Vernetti & Ferreira, 1972) ou em campos experimentais (Luzardi et al, 1976).

Pergunta: os serviços quarentenários nos países para onde a soja foi levada, foram e tem sido eficientes em detectar e evitar a sua entrada dos patógenos da cultura em continentes e países? E além disso, programas destinados a produção e manutenção de sementes indenens não tem sido visto como ferramenta útil ao manejo integrado de doenças da soja.

10. Referências consultadas

FORCELINI, C.A. Incidência, transmissão e controle de *Bipolaris sorokiniana* em sementes de trigo. Piracicaba. ESALQ. 1992. 114p. Tese de Mestrado.

GOULART, A.C.P. & PAIVA, F.A. Transmissão de *Pyricularia oryzae* através de sementes de trigo (*Triticum aestivum*). Fitopatologia Brasileira 15: 359-362. 1990.

LUZARDI, G.C.; BUHN, G.B.; WETZEL, D.B.; GASTAL, M.F.; RAUPP, A.A. Mancha castanha da soja. Uma nova doença no Brasil. IPEAS. Indicação de pesquisa 38:1-1. 1972.

MAUDE, R.B. Seedborne diseases and the control principles and practice. Oxon: CAB International, 1996. p.

MEHTA, Y.R. & BASSOI, M.C. Guazatine Plus as a seed treatment bactericide to eradicate *Xanthomonas campestris* pv. *undulosa* from wheat seeds. Seed Science & Technology 21: 9-24. 1993.

MENTEN, J.O.M. & MORAES, M.H.D. *Pyricularia* sp. em sementes de trigo: métodos de detecção, localização e transmissão do patógeno. In: Congresso Brasileiro de Sementes, 5, 1987, Gramado. Resumos dos trabalhos técnicos. Brasília. ABRATES, 1987. p.179.

PRESTES, A.M. Transmissão de *Septoria nodorum* Berk. das sementes para os órgãos aéreos do trigo. In: Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo, 14, Londrina, PR, 1986. Resultados de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. Passo Fundo EMBRAPA-CNPT, 1986. p.209-10. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 8).

REIS, E.M. & CASA, R.T. Patologia de cereais de inverno. Passo Fundo. Aldeia Norte Editora. 1998. 88p.

REIS, E.M. & FORCELINI, C.A. Transmissão de *Bipolaris sorokiniana* de sementes para órgãos aéreos do trigo. *Fitopatologia Brasileira* 18: 76-81. 1993.

REIS, E.M.; CASA, RC. & SILVA, M.S. Efeito do tratamento de sementes de cevada, no controle e no desenvolvimento da mancha-em-rede, causada por *Drechslera teres*. *Fitopatol. bras.* 20:561-565.1995.

SCHILDER, A. M. C.; BERGSTROM, G. C. Seed transmission of *Pyrenophora tritici-repentis*, causal fungus of tan spot of wheat. *European Journal of Plant Pathology*, v. 101 (1)p. 81-91, 1995.

STEVENSON, I. L. Timing and nature of seed infection of barley by *Cochliobolus sativus*. *Can. J. of Plant Pathol.* 3 :76-85, 1981.

TELLES NETO, F. Transmissão e controle de *Fusarium graminearum* em sementes e danos causados pela giberela em trigo. Dissertação de Mestrado. Universidade de Passo Fundo. 2004. 113p.

VERNETTI, F, J.; FERREIRA, L. P. Uma nova doença da soja no Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 5:19-26. 1970.