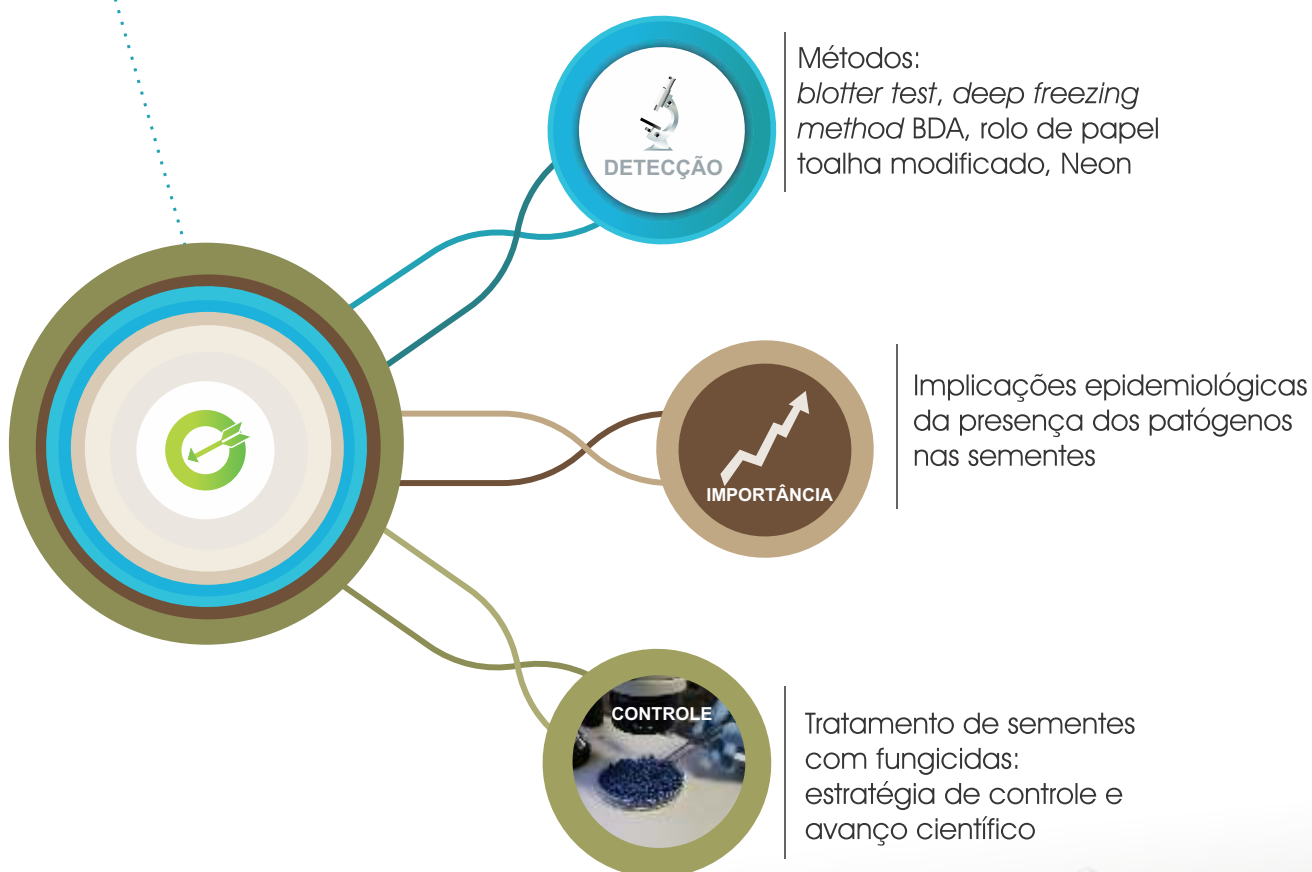


Fungos em Sementes de Soja

Detecção, Importância e Controle

2ª edição revista e ampliada



Augusto César Pereira Goulart



Fungos em Sementes de Soja

Detecção, Importância e Controle

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agropecuária Oeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Fungos em Sementes de Soja

Detecção, Importância e Controle

2ª edição revista e ampliada

Augusto César Pereira Goulart

Embrapa
Brasília, DF
2018

Embrapa Agropecuária Oeste
BR 163, km 253,6
Trecho Dourados-Caarapó
79804-970 Dourados, MS
Caixa Postal 449
Fone: (67) 3416-9700
www.embrapa.br/
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo
Embrapa Agropecuária Oeste

Comitê Local de Publicações
da Unidade

Presidente
Harley Nonato de Oliveira

Secretária-Executiva
Sílvia Mara Belloni

Membros
*Alexandre Dinnys Roese, Clarice Zanoni Fontes,
Éder Comunello, Luís Antonio Kioshi Aoki Inoue,
Marciana Retore, Marcio Akira Ito e Oscar Fontão
de Lima Filho*

Supervisão editorial
Eliete do Nascimento Ferreira

Revisão de texto
Eliete do Nascimento Ferreira

Normalização bibliográfica
Eli de Lourdes Vasconcelos

Editoração eletrônica
Eliete do Nascimento Ferreira

Fotos e projeto visual da capa
Suelma Pires da Silva Bonatto

Infográfico da capa
"Designed by Freepik"

1ª edição
Publicação digitalizada (2005)
2ª edição
Publicação digitalizada (2018)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa

Goulart, Augusto César Pereira.

Fungos em sementes de soja : detecção, importância e controle /
Augusto César Pereira Goulart. 2. ed. rev. e ampl. — Brasília, DF :
Embrapa, 2018.

71 p. : il. color. ; 16 cm x 22 cm.

ISBN 978-85-7035-823-3

1. Doença de planta. 2. Doença fúngica. 3. *Glycine max*. 4. Teste
de sementes. 5. Sanidade. I. Embrapa. II. Embrapa Agropecuária
Oeste. III. Título.

Autor

Augusto César Pereira Goulart

Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Fitopatologia (Patologia de Sementes), pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS

Apresentação

As sementes de plantas cultivadas representam um dos principais fatores para o sucesso da produção. Carregam consigo a genética de cultivares superiores, com características várias que contribuem para altas produtividades, tais como ciclo, hábito de crescimento, resistência a fatores bióticos e abióticos, dentre outros.

Sob o ponto de vista sanitário, as sementes exercem importante papel, visto que podem ser veículo de disseminação de patógenos no tempo e no espaço, com previsíveis consequências epidemiológicas no desenvolvimento de doenças e seus respectivos danos.

Sementes infectadas podem causar falhas no estabelecimento das lavouras, podridões e tombamentos de pré e pós-emergência e, na condição de fonte de inóculo primário, dar início ao desenvolvimento epidemiológico de doenças da parte aérea. Disso, depreende-se que o uso de sementes de boa qualidade sanitária é uma das principais estratégias para a prevenção de inúmeras doenças dos vegetais.

Esta publicação, em sua segunda edição revisada e ampliada, trata dos principais fungos fitopatogênicos que ocorrem em sementes de soja, seus danos, métodos de detecção e de controle através do tratamento das sementes com fungicidas. Fartamente ilustrada, pode se constituir em valioso material para aqueles que se dedicam ao tema, seja como base para técnicos de laboratórios de análise de sementes, seja para os agentes de assistência técnica agrônômica.

Guilherme Lafourcade Asmus
Chefe-Geral da Embrapa Agropecuária Oeste

Sumário

Introdução	11
Sanidade	11
Principais fungos encontrados em sementes de soja	12
<i>Phomopsis sojae</i>	12
<i>Colletotrichum truncatum</i> (Syn: <i>Colletotrichum dematium</i> f. sp. <i>truncata</i>)	16
<i>Fusarium semitectum</i> (Syn: <i>Fusarium pallidoroseum</i>).....	19
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	21
<i>Cercospora kikuchii</i>	25
<i>Corynespora cassiicola</i>	28
<i>Aspergillus flavus</i>	31
<i>Penicillium</i> sp.....	32
<i>Alternaria alternata</i>	33
<i>Chaetomium</i> sp.....	33
<i>Cladosporium</i> sp.....	34
<i>Curvularia lunata</i>	35
<i>Epicoccum</i> sp.....	36
<i>Rhizopus stolonifer</i>	36
<i>Nigrospora</i> sp.....	37
<i>Trichoderma</i> sp.....	38
Testes de sanidade de sementes de soja	39
Objetivo e importância do teste de sanidade.....	39
Métodos de detecção de patógenos em sementes de soja.....	39
Incubação em substrato de papel ou método do papel de filtro (<i>blotter test</i>)	39
Incubação em substrato de papel ou método do papel de filtro (<i>blotter test</i>) com congelamento (<i>deep freezing method</i>)	40
Método de Incubação em BDA – plaqueamento em meio ágar sólido	41
Métodos específicos.....	43
Rolo de papel-toalha modificado.....	43
<i>Blotter test</i> modificado.....	45

Incubação em meio ágar – bromofenol (Neon).....	46
Tratamento de sementes com fungicidas	48
Cenário atual do tratamento de sementes com fungicidas	48
Importância das sementes na transmissão de patógenos.....	48
Patógenos alvo do tratamento de sementes de soja	49
Utilização do tratamento de sementes como estratégia de controle desses patógenos	53
Dimensão global do tratamento de sementes como avanço tecnológico	53
Objetivos do tratamento de sementes.....	53
Quando o tratamento de sementes é recomendado.....	54
Escolha do fungicida para tratamento de sementes	54
Efeito sistêmico/protetor do fungicida aplicado nas sementes.....	55
Importância do tratamento das sementes com fungicidas em condições de déficit hídrico do solo	56
Custo do tratamento de sementes com fungicidas	58
Comparação entre as quantidades de fungicidas utilizados em tratamento de sementes e outras modalidades de aplicação.....	59
Compatibilização entre o tratamento de sementes com fungicidas e a inoculação.....	60
Progressos no tratamento de sementes de soja com fungicidas.....	62
Tratamento de sementes industrial (TSI)	62
Fungicidas com características que vão além da fungitoxicidade	64
Considerações finais	66
Referências	67
Literatura recomendada	68

Introdução

As sementes, como principal insumo, devem merecer maior importância por parte de qualquer segmento agrícola, uma vez que determinados microorganismos associados a elas podem constituir-se em fator altamente negativo no estabelecimento inicial de uma lavoura.

É sabido que a qualidade das sementes é determinada pelo somatório de atributos físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários. A qualidade sanitária de sementes tem sido um tema amplamente discutido em todo o mundo. No Brasil, é um dos aspectos que mais tem merecido atenção nos sistemas produtivos e comércio agrícola, considerando os reflexos negativos que a associação de patógenos com sementes pode gerar. Nesse contexto, a sanidade de sementes apresenta-se com importância significativa, uma vez que a semente assume papel decisivo na diminuição de riscos. Como a semente é um insumo básico para a produção da maioria das espécies vegetais de interesse humano (90% das espécies destinadas à produção de alimentos no mundo são propagadas por sementes e estas plantas estão sujeitas ao ataque de doenças cuja maioria de seus agentes causais pode ser transmitida pelas sementes) sua qualidade é um aspecto que exige maior atenção e extremo cuidado por parte dos sistemas de certificação.

Sementes portadoras de agentes causadores de doenças, têm sido a causa de perdas e prejuízos diretos dos mais elevados (no Brasil são da ordem de 10% a 20%, o que corresponde a uma redução de 8 milhões de toneladas a 16 milhões de toneladas de grãos por ano; nos Estados Unidos, as perdas anuais ultrapassam 5 bilhões de dólares), além de atuarem como meio de introdução e disseminação de importantes doenças entre regiões produtoras, com distâncias e consequências ilimitadas.

Vários e evidentes são os exemplos que podem demonstrar a relevância de utilização de sementes sadias e os riscos advindos do emprego de sementes portadoras de agentes patogênicos. No caso específico da soja, os casos mais impactantes de transmissão e introdução de doenças via sementes são o cancro-da-haste (*Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis*) e o mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), os quais são suficientes para indicar a dimensão do risco que se corre pela omissão do controle da qualidade sanitária das sementes. Assim, considerando o aspecto sanitário, o uso de sementes fora do controle dos programas de certificação pode constituir-se em uma ameaça grave para todo o sistema agrícola do País, tanto do ponto de vista econômico como em relação ao aspecto de sustentabilidade da atividade agrícola. Dessa forma, a única maneira de se resguardar em relação à esses problemas é submeter o lote de sementes ao teste de sanidade (ferramenta eficaz e de baixo custo), o qual proporciona informações seguras do real estado sanitário das sementes, as quais podem ser usadas como subsidio para tomada de decisão quanto ao uso comercial do referido lote.

Sanidade

Um laboratório de análise de sementes tem como função básica verificar a qualidade das sementes. Esta qualidade não se expressa somente em seu valor genético e estado físico e fisiológico, mas também no aspecto sanitário, o qual refere-se, em princípio, à presença ou ausência de agentes patogênicos (principalmente os fungos) nas sementes.

A condição sanitária é extremamente importante, considerando que as sementes são veículos de agentes fitopatogênicos, que nelas podem se alojar e com elas serem levados ao campo, provocando redução na germinação e no vigor e originando focos primários de infecção.

No controle de qualidade de sementes, a importância do aspecto sanitário vem sendo reconhecida de forma crescente. E, considerando os expressivos avanços da área de patologia de semente, vem crescendo, também, a necessidade de implantação e credenciamento de laboratórios, para a realização de análises sanitárias.

Principais fungos encontrados em sementes de soja

A soja no campo é atacada por um grande número de doenças fúngicas, que podem causar prejuízos tanto no rendimento quanto na qualidade das sementes. Do ponto de vista sanitário, a semente ideal seria aquela livre de qualquer microrganismo indesejável. Entretanto, isso nem sempre é possível, uma vez que a qualidade das sementes é altamente influenciada pelas condições climáticas, sob as quais a semente foi produzida e armazenada. Condições essas que variam de ano para ano, de região para região, assim como para diferentes épocas de semeadura e ciclo da cultura.

A maioria das doenças de importância econômica que ocorre na soja é causada por patógenos que são transmitidos pelas sementes. Isso implica na introdução de doenças em áreas novas, ou mesmo a reintrodução em áreas cultivadas nas quais a doença ocorreu um dia e, em função da adoção de práticas eficientes de controle, como, por exemplo, a rotação de culturas, ficou livre da mesma. A transmissão via semente proporciona, na lavoura, uma distribuição ao acaso de focos primários de doenças, sendo que o processo infeccioso geralmente ocorre nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta. Além disso, a frequente introdução de patógenos pelas sementes tende a aumentar a incidência de doenças já existentes numa área.

Grande número de microrganismos fitopatogênicos pode ser transmitido pelas sementes de soja, sendo o grupo dos fungos o mais numeroso. A ocorrência de fungos em sementes de soja tem sido relatada em diversos países do mundo onde a cultura é explorada. Até 1981, já haviam sido encontradas 35 espécies de fungos transmitidos pelas sementes dessa leguminosa. Baseado em critérios de importância, patogenicidade e ocorrência, neste documento são descritos os principais fungos patogênicos (*Phomopsis sojae*, *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium semitectum* – Syn: *F. pallidoroseum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Cercospora kikuchii*, *Corynespora cassiicola*, *Aspergillus flavus*) e alguns de importância secundária (classificados como contaminantes de sementes de soja), porém detectados com bastante frequência (*Penicillium* sp., *Alternaria alternata*, *Chaetomium* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia lunata*, *Epicoccum* sp., *Rhizopus stolonifer*, *Nigrospora* sp., *Trichoderma* sp.).

Phomopsis sojae

Método de detecção nas sementes: *blotter test*, *deep freezing method*, BDA

Este fungo frequentemente reduz a qualidade das sementes de soja, especialmente quando ocorrem períodos chuvosos associados com altas temperaturas durante a fase de maturação. É considerado o principal causador da baixa germinação de sementes de soja, no teste padrão de germinação, à temperatura de 25 °C. Trabalhos têm demonstrado que sementes altamente infectadas por *Phomopsis sojae* (*P. sojae*) podem ter sua germinação drasticamente reduzida, quando avaliada pelo teste padrão (rolo de papel-toalha a 25 °C); porém a emergência das plântulas oriundas dessas sementes no teste de solo ou areia não é afetada, se a qualidade fisiológica for boa e as condições forem adequadas para rápidas germinação e emergência. Esses resultados podem ser explicados por um mecanismo de escape no qual a plântula, ao emergir, solta o tegumento infectado no solo, ao passo que, no teste padrão de germinação (rolo de papel) o tegumento permanece em contato com

os cotilédones, causando sua deterioração. Isto demonstra que o teste padrão de germinação por si só é inadequado para avaliar a qualidade de sementes de soja com alta incidência de *P. sojae*.

Já foi demonstrado também que *P. sojae* perde viabilidade rapidamente durante o período de armazenamento em condição ambiente, ocorrendo, ao mesmo tempo, aumento gradual na percentagem de germinação em laboratório. Este aumento na germinação depende também da qualidade fisiológica da semente. Danos mecânicos, deterioração por umidade e danos por percevejo são freqüentemente responsáveis pela baixa qualidade da semente e, algumas vezes, estão associados com *P. sojae*. Nestes casos, mesmo que o fungo tenha perdido sua viabilidade durante a armazenagem, a germinação poderá não alcançar o padrão mínimo necessário para a sua comercialização. A disseminação deste patógeno ocorre principalmente através das sementes, podendo também ser feita por restos culturais, chuva e vento.

Numa análise visual, sementes infectadas podem apresentar-se com menor volume, mais pesadas e suscetíveis a quebra, com rachaduras e enrugamento do tegumento e sem brilho.

Após incubação no teste de sanidade, as sementes infectadas apresentam micélio denso, branco, floculoso, contendo freqüentemente picnídios escuros, globosos e ostiolados, com formação de exudatos (Figuras 1 a 10). Muitas vezes esse fungo produz apenas picnídios sobre a semente, sem a presença do micélio. Nesses casos, a identificação segura do patógeno deve ser baseada na presença dos esporos alfa e beta (Figuras 7 e 10). Esses dois tipos de esporos podem ser produzidos, não raramente, no mesmo picnídio (característica da espécie), podendo ocorrer também a produção apenas de esporos alfa ou beta num picnídio. Os conídios alfa são hialinos, fusiformes, $5,5\ \mu\text{m}$ – $10,5\ \mu\text{m}$ x $1,3\ \mu\text{m}$ – $3,5\ \mu\text{m}$. Mais comumente produzidos, os conídios beta são hilalinos e filiformes.

Foto: Hércules Diniz Campos



Figura 1. *Phomopsis sojae*: colônia sobre a semente, mostrando exudação do fungo.



Foto: Hércules Diniz Campos

Figura 2. *Phomopsis sojae*: colônia sobre a semente com a presença de picnídios.

Foto: Augusto César P. Goulart



Figura 3. *Phomopsis sojae*: colônia sobre a semente com a presença de picnídios e exudação.



Figura 4. *Phomopsis sojae*: colônia sobre a semente com a presença de picnídios.

Foto: Augusto César P. Goulart

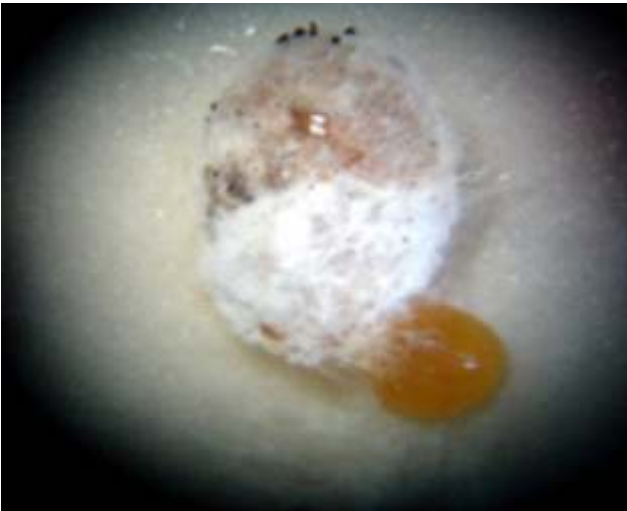


Figura 5. *Phomopsis sojae*: colônia sobre a semente, mostrando exudação do fungo.

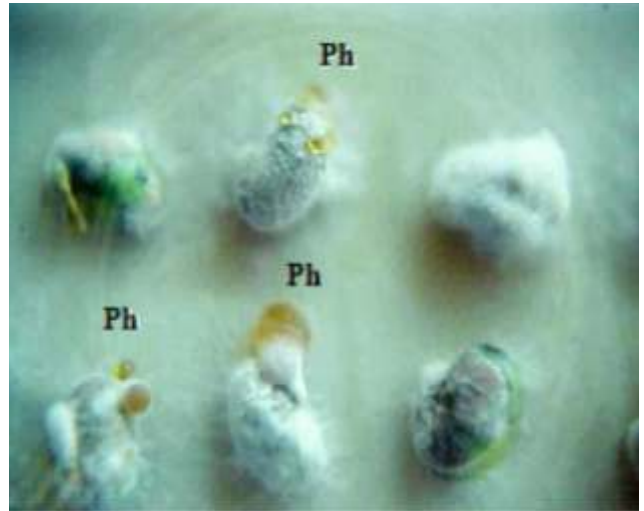


Figura 6. *Phomopsis sojae* (Ph): crescimento sobre as sementes no blotter test.

Foto: Augusto César P. Goulart

Fotos: José da Cruz Machado

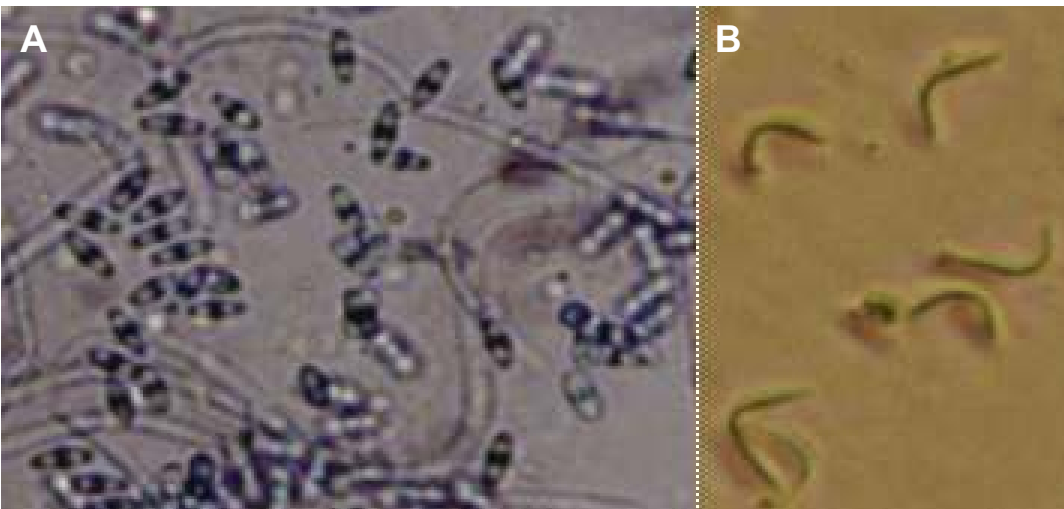


Figura 7. *Phomopsis sojae* (Ph): conídios a (A) e conídios b (B).



Fotos: Augusto César P. Goulart

Figura 8. *Phomopsis sojae*: crescimento sobre as sementes no blotter test (em destaque).



Foto: Augusto César P. Goulart

Figura 9. *Phomopsis sojae*: crescimento sobre as sementes no BDA.

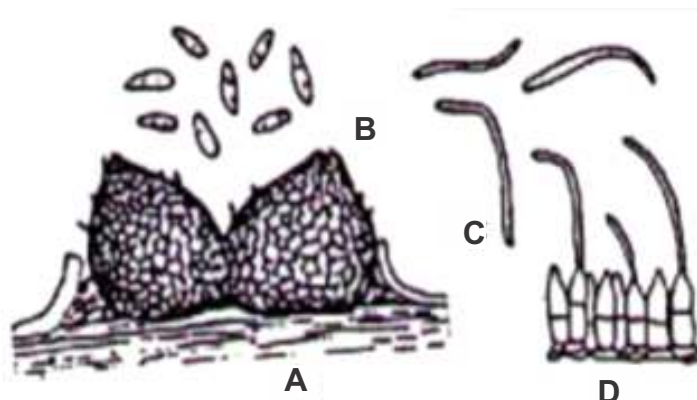


Figura 10. *Phomopsis sojae* (SACC) – picnídios escuros, ostiolados, imersos no início, quase globosos; conidióforos simples; conídios hialinos, unicelulados, de dois tipos: ovoide para fusóide (conídio) ou filiforme, curvado (conídio). Estágio imperfeito do *Diaporthe* sp. Dois picnídios (A); conídios (B e C) e conidióforos (D). Ordem: Sphaeropsidales.

Fonte: adaptado de Barnett e Hunter (1972); Moraes e Melchades (1991).

***Colletotrichum truncatum* (Syn: *Colletotrichum dematium* f. sp. *truncata*)**

Método de detecção nas sementes: *blotter test*, *deep freezing method*, BDA

A antracnose, doença causada pelo fungo *Colletotrichum truncatum* (*C. truncatum*), é capaz de atacar todas as partes da planta, durante a fase vegetativa, floração, frutificação e sementes; é considerada a principal doença na fase inicial de formação das vagens de soja. Em condições de elevada precipitação e altas temperaturas, comuns na região dos Cerrados, pode causar perda total. É comum causar redução acentuada no número de vagens, retenção foliar e haste verde.

Esse fungo pode causar deterioração da semente (Figura 11), morte de plântulas (Figura 12) e infecção sistêmica em plantas adultas; tem nas sementes o mais eficiente veículo de disseminação. Sementes infectadas apresentam manchas deprimidas de coloração castanho-escura. É comum o aparecimento de sintomas nos cotilédones, caracterizado pela necrose deles logo após a emergência da plântula (Figura 13). De maneira geral, a incidência desse patógeno nas sementes é baixa, sendo que dificilmente obtém-se um lote de sementes com níveis elevados de *C. truncatum*. Entretanto, com a expansão da cultura da soja para outras regiões do Brasil, tem-se observado, em algumas safras, aumento considerável da presença desse fungo nas sementes de soja. O patógeno, uma vez introduzido por sementes infectadas, sobrevive na entressafra em restos de cultura. Com relação à perda de viabilidade desse patógeno nas sementes durante o armazenamento, trabalhos recentes demonstraram que esse fungo é mais persistente que *P. sojae* e *Fusarium semitectum*, apesar de sua incidência diminuir quando as sementes são armazenadas em condições ambientes, por um período de 6 meses.

A principal característica utilizada para a identificação do patógeno nas sementes, após o período de incubação, é a presença de acérvulos típicos da espécie, frequentemente com abundante exudação (Figuras 14 a 19), onde são observadas inúmeras setas escuras, medindo 60–300 µm x 3–8 µm (Figuras 17 e 19). Os conídios do fungo são hialinos, unicelulares, curvos, medindo 17–31 µm x 3–4,5 µm (Figuras 17, 19, 20 e 21). Os conídios geralmente produzem tubos germinativos curtos.

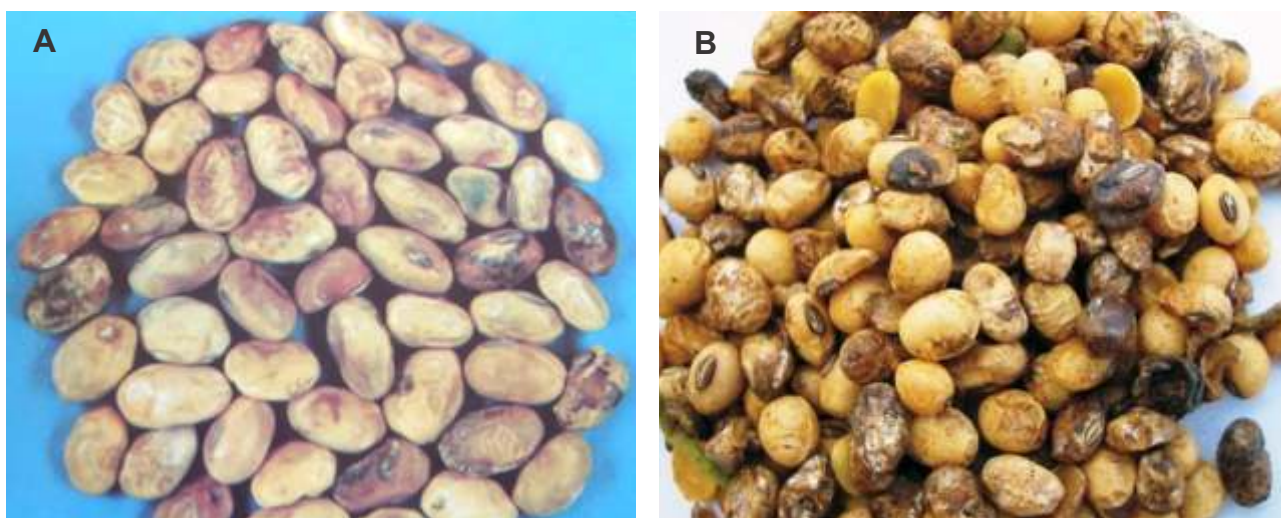


Figura 11. *Colletotrichum truncatum*: aspecto visual de grãos de soja infectados pelo patógeno.

Fonte: (A) adaptado de Soja... (2017) e (B) adaptado de Nunes (2016).



Fotos: Augusto César P. Goulart

Figura 12. Plântulas de soja emergidas de sementes inoculadas com *Colletotrichum truncatum*, mortas pela ação do patógeno.

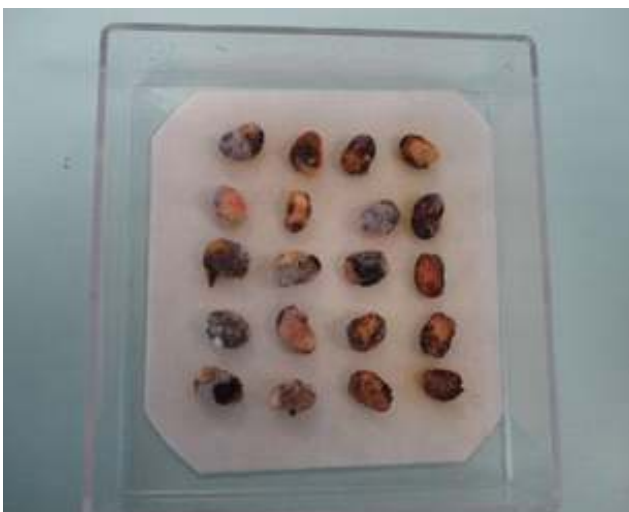


Foto: Augusto César P. Goulart

Foto: Augusto César P. Goulart

Foto: Hércules Diniz Campos

Figura 13. *Colletotrichum truncatum*: detalhe das lesões do patógeno nos cotilédones das plântulas (necrose dos cotilédones).



Fotos: Augusto César P. Goulart

Figura 14. *Colletotrichum truncatum*: crescimento sobre as sementes no blotter test (visão geral).

Fotos: Augusto César P. Goulart



Figura 15. *Colletotrichum truncatum*: crescimento sobre a semente no blotter test (presença de acérvulos).



Foto: Hércules Diniz Campos



Figura 16. *Colletotrichum truncatum*: detalhe do acérvulo sobre a semente, com presença de exudação.

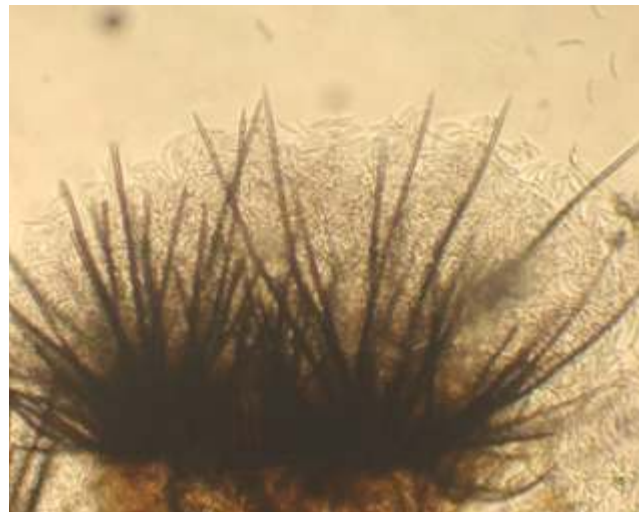


Foto: Hércules Diniz Campos

Figura 17. *Colletotrichum truncatum*: detalhe do acérvulo, das setas e dos conídios.

Foto: José da Cruz Machado

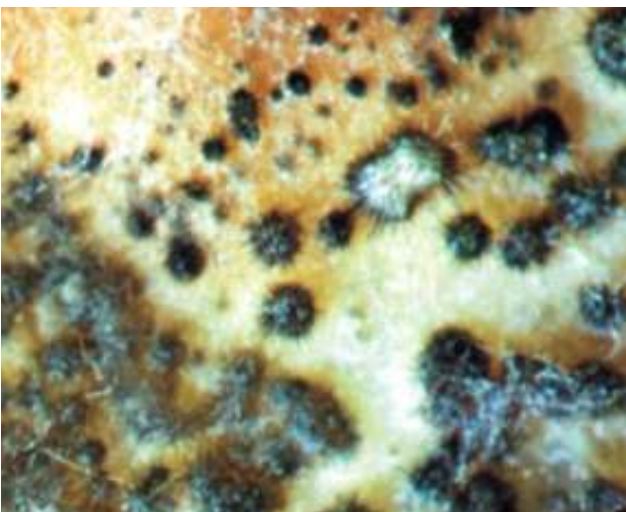


Figura 18. *Colletotrichum truncatum*: detalhe do acérvulo sobre a semente.

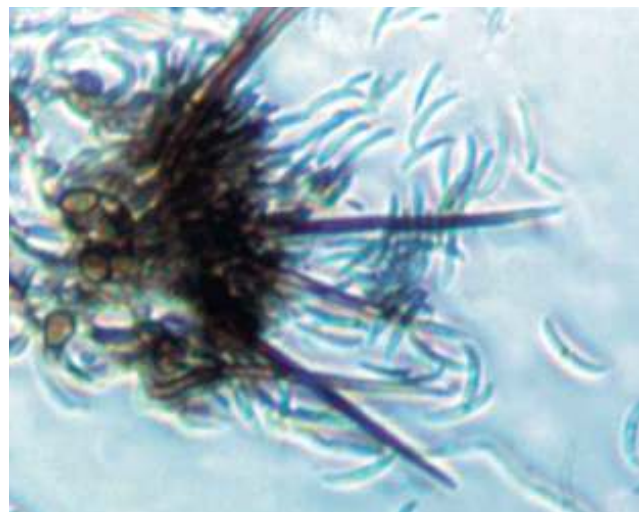
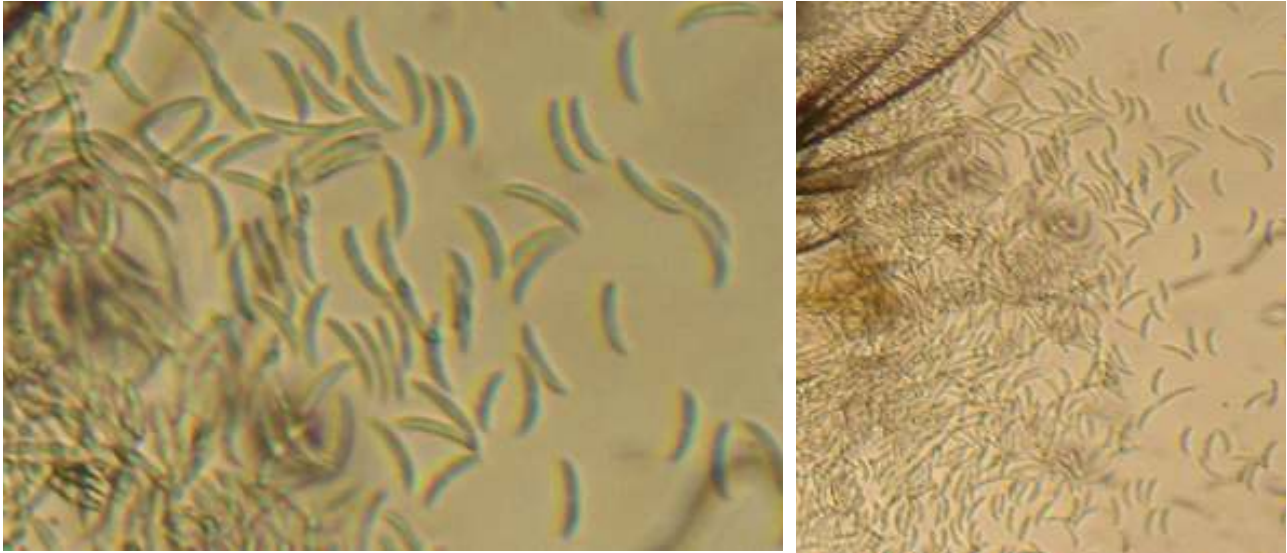


Foto: José da Cruz Machado

Figura 19. *Colletotrichum truncatum*: detalhe do acérvulo, das setas e dos conídios.



Fotos: Hércules Diniz Campos

Figura 20. *Colletotrichum truncatum*: detalhe dos conídios do fungo: hialinos, unicelulares, curvos, medindo $17\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m} - 4,5\ \mu\text{m}$.

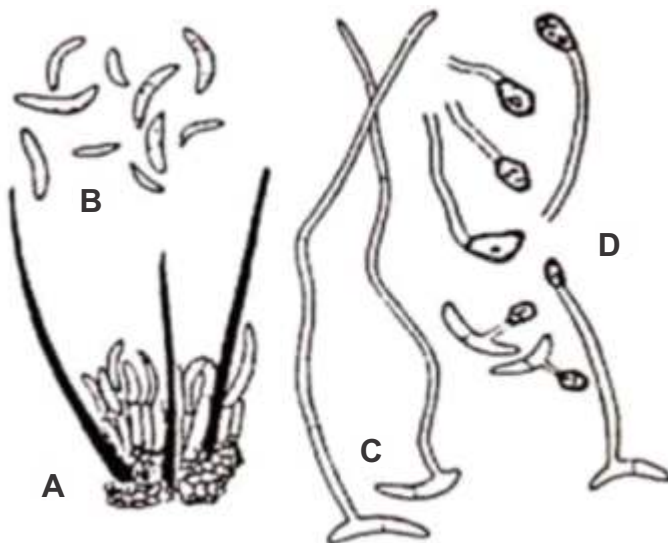


Figura 21. *Colletotrichum truncatum*: acervulo com conidióforos, conídios e setas (A); conídios (B); conídios germinando em água (C) e apressório se formando em água (D). Ordem: Melanconiales.

Fonte: adaptado de Barnett e Hunter (1972); Moraes e Melchhiades (1991).

***Fusarium semitectum* (Syn: *Fusarium pallidoroseum*)**

Método de detecção nas sementes: *blotter test*, *deep freezing method*, BDA

Dentre as espécies de *Fusarium*, o mais freqüente (98% ou mais) em sementes de soja é o *Fusarium semitectum* (*F. semitectum*). É considerado como fungo patogênico, por causar problemas de germinação em laboratório, de maneira semelhante a *P. sojae*. O fungo *F. semitectum* está frequentemente associado a sementes que sofreram atraso de colheita ou deterioração por umidade no campo; entretanto, não existem evidências de transmissão por sementes. Semelhantemente ao que ocorre com *P. sojae*, este patógeno perde viabilidade rapidamente durante a armazenagem em condição ambiente. O sintoma típico desse fungo em sementes de soja, após período de incubação, é a presença de micélio normalmente branco, porém variando do amarelo-pêssego até o marrom (dependendo da idade da cultura) e com aspecto cotonoso denso

(Figuras 22 e 23). Sob o microscópio estereoscópico (50 aumentos) é possível observar as frutificações típicas do fungo (Figuras 24 a 26). Os macroconídios são formados em micélio aéreo, em conidióforos ramificados, com três a cinco septos, célula basal em forma de cunha, apical pontiaguda, medindo $17\ \mu\text{m}$ – $28\ \mu\text{m}$ x $2,5\ \mu\text{m}$ – $4\ \mu\text{m}$ com três septos e $22\ \mu\text{m}$ – $40\ \mu\text{m}$ x $3,7\ \mu\text{m}$ – $4\ \mu\text{m}$ com cinco septos. Os clamidosporos (estruturas de resistência do fungo) são globosos, intercalares, solitários ou em cadeias curtas.

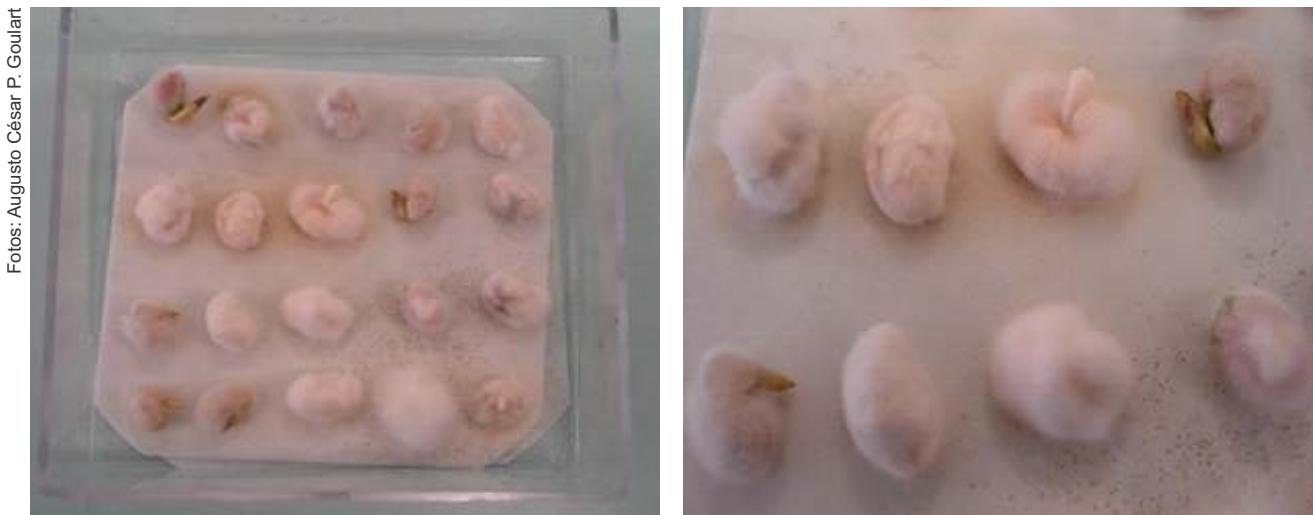


Figura 22. *Fusarium semitectum*: crescimento típico sobre as sementes de soja no blotter test.

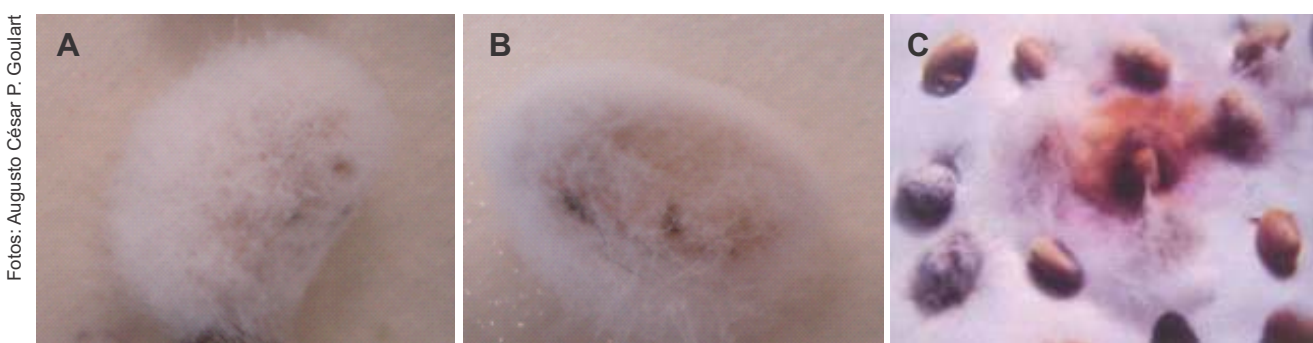


Figura 23. *Fusarium semitectum*: crescimento típico sobre as sementes de soja no blotter test – colônia nova (A e B) e colônia velha (C).



Figura 24. *Fusarium semitectum*: crescimento nas sementes de soja (A) e esporos do fungo (B e C).

Fonte: (C) adaptado de Ecoport... (2018).

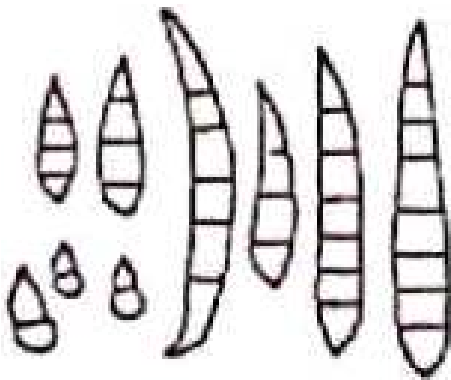


Figura 25. *Fusarium semitectum*: conídios. Ordem: Moniliales.

Fonte: adaptado de Barnett e Hunter (1972); Moraes e Melchhiades (1991).

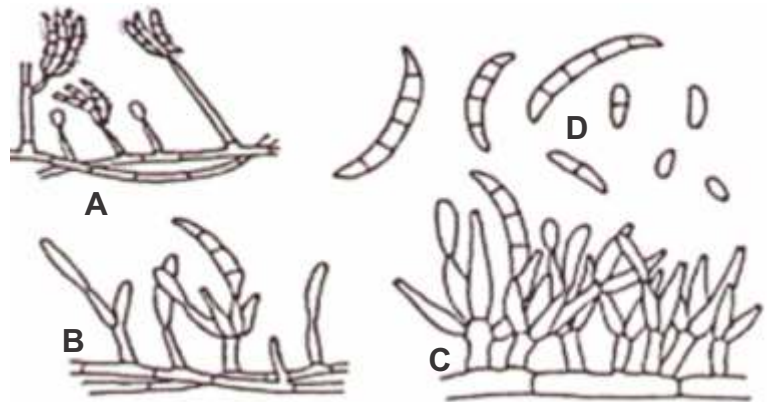


Figura 26. *Fusarium semitectum*: hifas com conidióforos (A); conidióforos variados (B); esporodóquio formado por conidióforos ramificados (C) e conídios (D).

Fonte: adaptado de Barnett e Hunter (1972); Moraes e Melchhiades (1991).

Sclerotinia sclerotiorum

Método de detecção nas sementes: *blotter test* modificado, rolo de papel-toalha modificado, Neon

Causador da podridão branca da haste e da vagem, este patógeno tem nas sementes a sua principal fonte de inóculo primário da doença. A semente, que pode transmitir o fungo tanto por micélio dormente (interno) quanto por escleródios misturados a ela (Figura 27), tem sido considerada como o principal meio de introdução do patógeno em novas áreas, e de reinfestação de locais onde já se faz o manejo do mofo-branco. A transmissão via micélio dormente é baixíssima (menos de 1%), mas em áreas novas tem que ser considerada. O fungo, por causa da formação de estruturas de resistência (escleródios), é de difícil erradicação após introduzido na área, podendo se estabelecer no solo e se manter viável por aproximadamente 14 meses em sua superfície e por cerca de 36 meses quando enterrados. Porém, a falta de cuidados com a semente, oriunda de áreas afetadas pelo mofo (utilização de semente caseira ou pirata) sem o devido cuidado com o beneficiamento, contribuiu de forma significativa para a disseminação dessa doença para as regiões produtoras do Brasil.

A Portaria nº 47, de 26 de fevereiro de 2009, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, recomenda que sejam recusados lotes de sementes de soja que apresentam um escleródio. Porém, a detecção da presença de uma semente infectada na amostra é preocupante, pois cada semente produz mais que um escleródio e que este, por si só, pode produzir 20 apotécios com a capacidade individual de liberar 2 milhões de ascósporos em 10 dias. Neste sentido, uma semente tem a possibilidade de produzir, no mínimo, 2 milhões de focos de infecção. Assim, a detecção do patógeno em sementes torna-se um dos pontos importantes para tomada de decisão das estratégias de controle a serem utilizadas.

No teste de sanidade de sementes usualmente realizado em análises de rotina (*blotter test*/22 °C/7 dias de incubação com 12 horas de luz/12 horas de escuro), dificilmente o fungo é detectado. Para a obtenção de melhores resultados na detecção do patógeno nas sementes, recomenda-se o uso de testes específicos (rolo de papel-toalha modificado, *blotter test* modificado ou o método do Neon), os quais serão descritos posteriormente. Resultados de pesquisa em patologia de sementes têm demonstrado que, em condições naturais de infecção no campo, mesmo utilizando testes de sanidade específicos, esse patógeno é detectado nas sementes sempre em baixos níveis.



Figura 27. *Sclerotinia sclerotiorum*: escleródios misturados com as sementes de soja.

Quando presente nas sementes, o sintoma típico desse fungo, após período de incubação, é caracterizado pela presença de micélio branco típico do patógeno com formação de escleródios negros (rolo de papel-toalha modificado, *blotter test* modificado e BDA – Figuras 28, 29 e 30) ou pela formação de halos amarelados ao redor das sementes de soja (método do Neon – Figura 31). Esse patógeno, quando inoculado nas sementes, pode provocar a morte de plântulas logo após a emergência (Figura 32).

Este patógeno produz apotécios sobre seus próprios escleródios (Figura 33), que são as estruturas de sobrevivência. Os apotécios são geralmente pedicelados. Dentro das ascas estão os ascosporos, que são hialinos, unicelulares, ovais e levemente alongados (Figura 34). De forma esquemática, todas essas estruturas podem ser observadas na Figura 35.

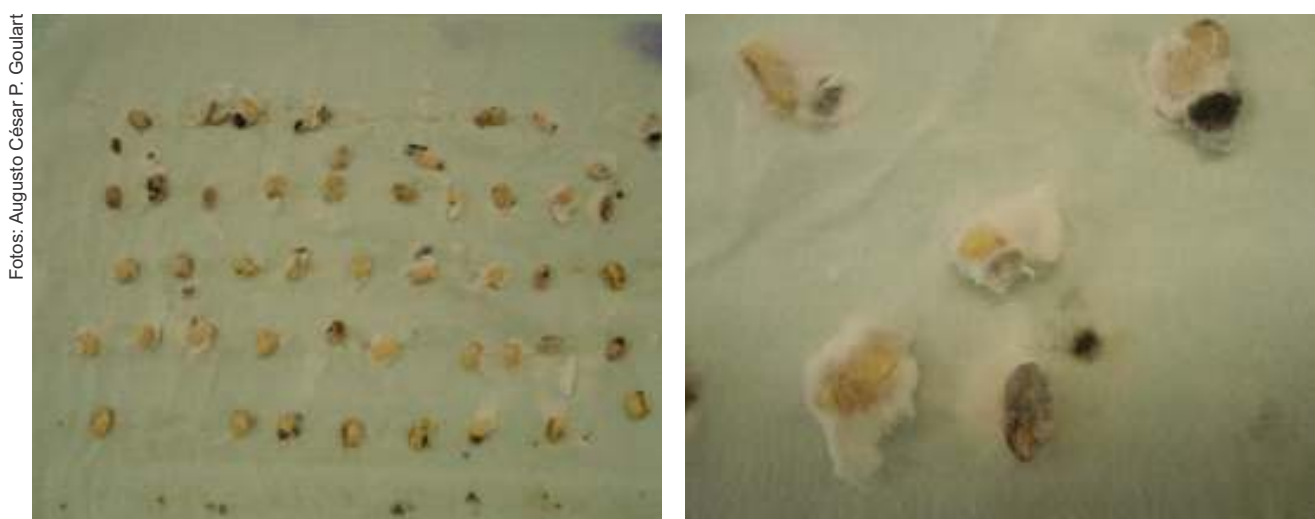
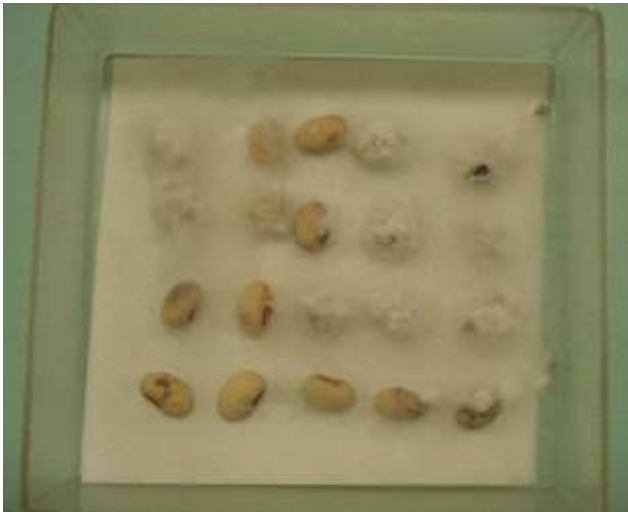


Figura 28. *Sclerotinia sclerotiorum*: crescimento em sementes de soja no teste do rolo de papel-toalha modificado (presença de micélio branco típico do patógeno nas sementes com formação de escleródios negros).



Fotos: Augusto César P. Goulart

Figura 29. *Sclerotinia sclerotiorum*: crescimento em sementes de soja no *blotter test* modificado (presença de micélio e escleródios).



Foto: Augusto César P. Goulart

Figura 30. *Sclerotinia sclerotiorum*: crescimento do fungo nas sementes (micélio e escleródios) em teste com sementes inoculadas em meio BDA, 14 dias de incubação, ausência de luz e temperatura de 18 °C.



Fotos: Augusto César P. Goulart

Figura 31. Detecção de *Sclerotinia sclerotiorum* pelo método do Neon: presença do patógeno pela formação de halos amarelados ao redor das sementes de soja.



Figura 32. *Sclerotinia sclerotiorum*: sintomas de mofo-branco em plântulas de soja emergidas de sementes inoculadas com o patógeno (presença de micélio do fungo).



Fotos: Maurício C. Meyer

Figura 33. *Sclerotinia sclerotiorum*: formação de apotécios sobre os escleródios.

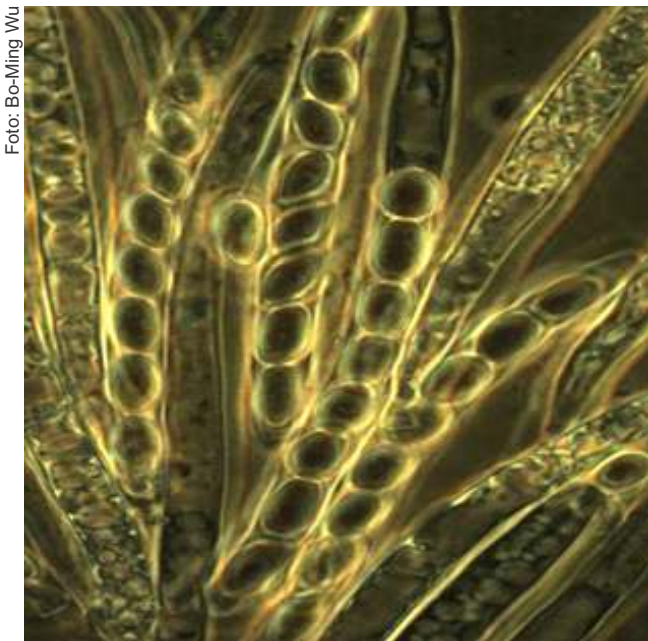


Foto: Bo-Ming Wu

Figura 34. *Sclerotinia sclerotiorum*: ascas com ascosporos.

Fonte: adaptado de Wu (2018).

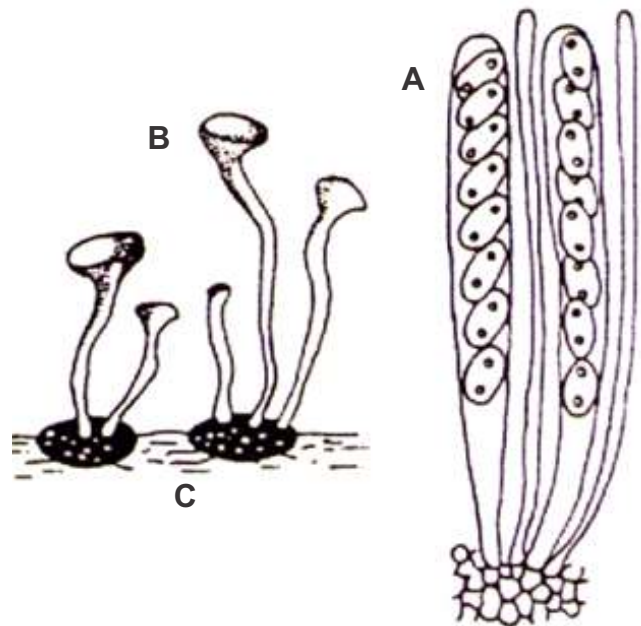


Figura 35. *Sclerotinia sclerotiorum*: ascas com ascosporos (A); apotécios (B) e escleródios (C).

Fonte: adaptado de Barnett e Hunter (1972); Moraes e Melchades (1991).

Cercospora kikuchii

Método de detecção nas sementes: *blotter test*, *deep freezing method*, BDA

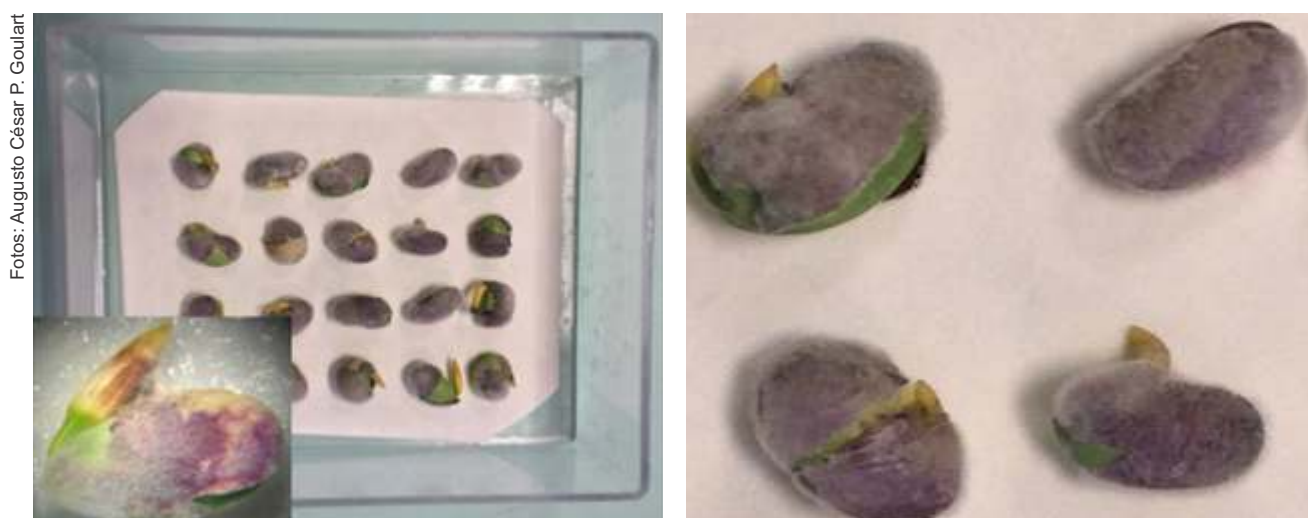
O sintoma mais evidente da presença deste fungo é observado nas sementes, que ficam com manchas típicas de coloração roxa (mancha púrpura da semente – Figura 36). Vale ressaltar que nem todas as sementes com este tipo de sintoma apresentam o fungo. Porém, sementes aparentemente saudáveis (sem a presença da mancha púrpura no tegumento) podem estar contaminadas com esse patógeno. Nesse contexto, resultados obtidos na

Embrapa Agropecuária Oeste (Dourados, MS) indicaram que *Cercospora kikuchii* (*C. kikuchii*) foi recuperado de 71% de sementes com mancha púrpura e de 16,5% de sementes sem esse tipo de sintoma no tegumento. Assim, somente o teste de sanidade é que pode comprovar a presença ou não desse patógeno nas sementes. Nenhum efeito negativo do fungo sobre a qualidade da semente tem sido observado. As sementes infectadas não parecem ser fonte importante de inóculo, a não ser em áreas novas, uma vez que a taxa de transmissão semente-planta-semente é bastante baixa. No teste de sanidade, a presença da coloração púrpura do tegumento facilita a identificação do fungo, bastando observar o crescimento do mesmo e/ou a esporulação (Figura 37). O micélio é superficial, relativamente denso, com coloração variável entre marrom-oliváceo, cinza a púrpura. No substrato ao redor das sementes, as colônias apresentam-se com cor púrpura típica (Figura 38). Os conídios longos, hialinos e septados são produzidos em fascículos (medindo 50 µm–375 µm x 2,5 µm–5 µm) e distinguem-se dos conidióforos que são de cor marrom-escuro (medindo 45 µm–220 µm x 4 µm–6 µm – Figuras 39 a 42).



Fotos: Augusto César P. Goulart

Figura 36. *Cercospora kikuchii*: sementes de soja apresentando coloração púrpura do tegumento (mancha púrpura).



Fotos: Augusto César P. Goulart

Figura 37. *Cercospora kikuchii*: crescimento sobre sementes no blotter test.



Figura 38. *Cercospora kikuchii*: crescimento sobre sementes no blotter test.



Fotos: Augusto César P. Goulart

Foto: José da Cruz Machado



Figura 39. *Cercospora kikuchii*: conídios (B) e conidióforos (A) do fungo.

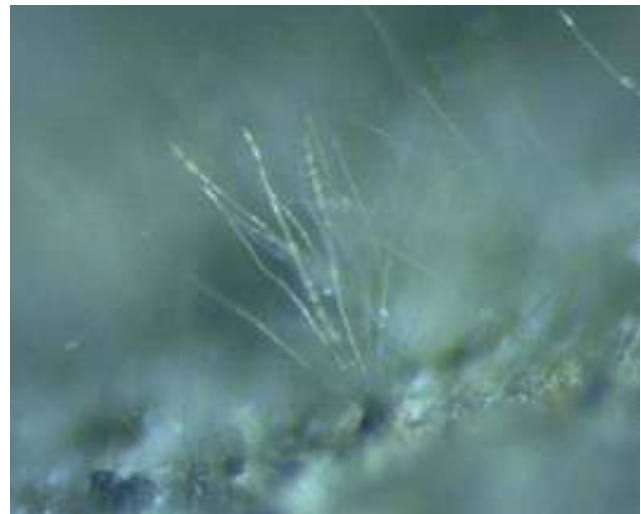


Foto: Gail Ruhi

Figura 40. *Cercospora kikuchii*: conídios e conidióforos do fungo.

Fonte: adaptado de Cercospora (2018).

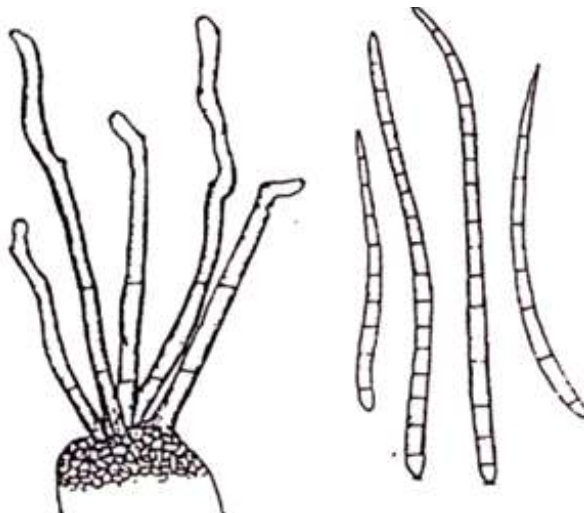


Figura 41. *Cercospora kikuchii*: conidióforos e conídios. Ordem: Moniliales.

Fonte: adaptado de Barnett e Hunter (1972); Moraes e Melchades (1991).

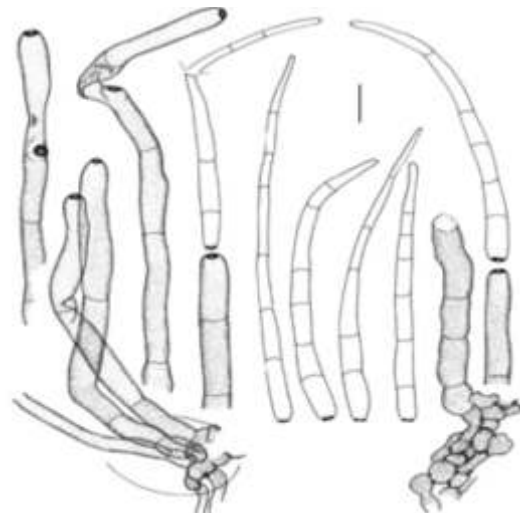


Figura 42. *Cercospora kikuchii*: conidióforos e conídios. Ordem: Moniliales.

Fonte: adaptado de Chaleeprom (2013).

Foto: Witcha Chaleeprom

Corynespora cassiicola

Método de detecção nas sementes: *blotter test*, *deep freezing method*, BDA

Causador da mancha-alvo, esse fungo é transmitido pelas sementes de soja. Através da infecção na vagem, o patógeno atinge a semente e, desse modo, pode ser disseminado para outras áreas. Por ser um fungo necrotrófico, tem ainda a habilidade de sobreviver em restos culturais. Apesar de sua transmissão pelas sementes, pouco se sabe ainda do real papel epidemiológico destas como fonte de inóculo primário da doença. A incidência desse patógeno nas sementes é incomum, podendo ser detectado, ainda que em baixos níveis, quando as condições climáticas favoráveis à doença (como alta precipitação, por exemplo) são prevalentes na safra, principalmente por ocasião da colheita. Dificilmente, em condições naturais, lotes de sementes de soja apresentarão níveis elevados de *Corynespora cassiicola* (*C. cassiicola*).

Após o período de incubação no teste de sanidade, a presença do patógeno nas sementes é caracterizada pela formação de colônias de coloração cinza a cinza-escuro, com a presença de micélio aéreo cotonoso, bastante denso (Figura 43).

Fotos: Augusto César P. Goulart

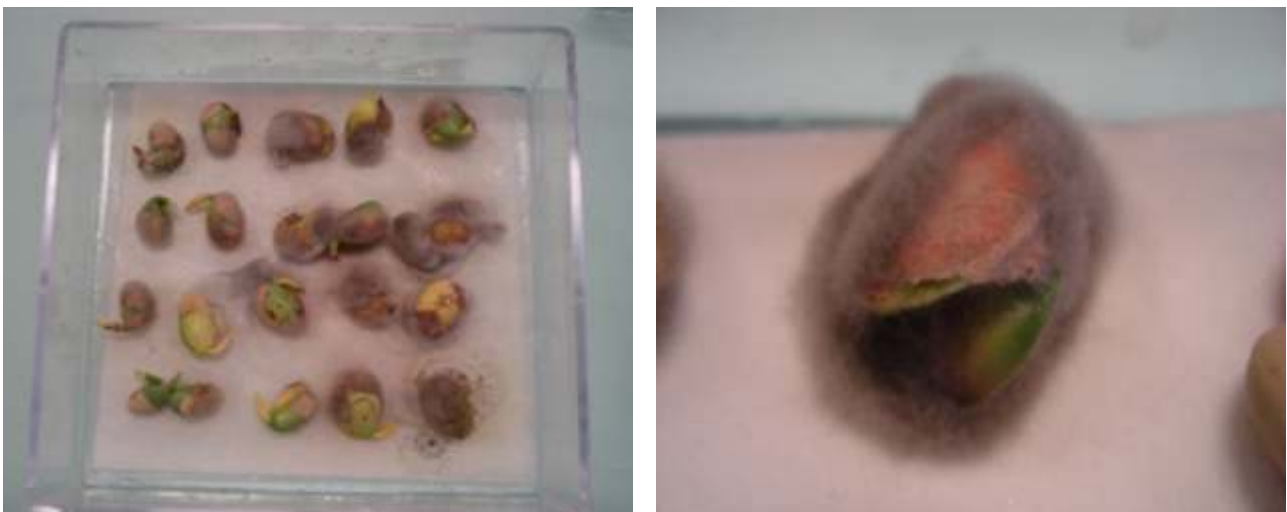


Figura 43. *Corynespora cassiicola*: crescimento típico sobre as sementes de soja no *blotter test*.

Trabalhos desenvolvidos na Embrapa Agropecuária Oeste, no ano de 2016, usando sementes inoculadas com *C. cassiicola*, demonstraram a transmissão do patógeno, pelo aparecimento de lesões em forma de anéis concêntricos, mais escuros no centro e com presença de halos amarelados, que lembram o formato de um alvo, nos cotilédones das plântulas de soja, logo após a emergência (Figura 44). Plântulas oriundas de sementes inoculadas apresentaram redução do desenvolvimento inicial (menor altura), em comparação com aquelas provenientes de sementes não inoculadas (Figura 45). Foram observadas, ainda, lesões radiculares e no colo das plântulas, de coloração marrom-avermelhada, não deprimidas e sem constrição, decorrentes da ação do patógeno inoculado nas sementes (Figuras 46 e 47). Tecidos lesionados provenientes de plântulas com sintomas foram levados ao laboratório para isolamento do fungo. Após o período de incubação, confirmou-se a presença do patógeno, pelo crescimento de colônias características de *C. cassiicola* (Figura 48).



Fotos: Augusto César P. Goulart

Figura 44. *Corynespora cassiicola*: lesões típicas nos cotilédones de plântulas de soja.

Foto: Augusto César P. Goulart

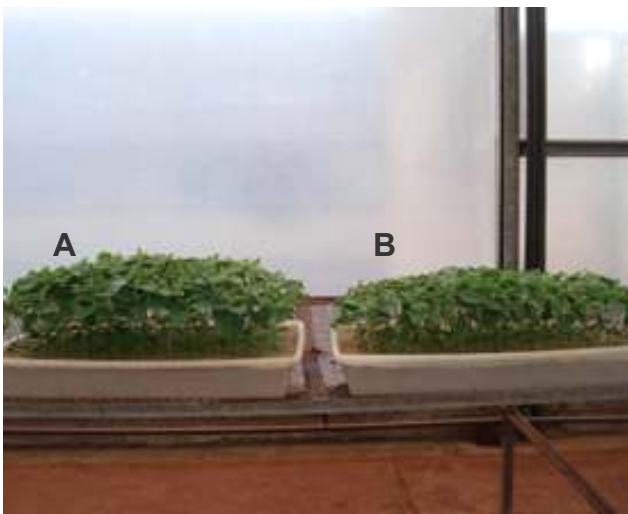


Figura 45. *Corynespora cassiicola*: comparação entre a altura das plântulas oriundas de sementes não inoculadas (A) e inoculadas (B).



Foto: Augusto César P. Goulart

Figura 46. *Corynespora cassiicola*: comparação entre o tamanho das plântulas doentes (lesão marrom) oriundas de sementes inoculadas (A) e plântulas saudáveis (B).

Foto: Augusto César P. Goulart



Figura 47. *Corynespora cassiicola*: detalhe das lesões nas plântulas de soja.



Fotos: Augusto César P. Goulart

Figura 48. *Corynespora cassiicola*: esporulação do patógeno nos tecidos lesionados.

O patógeno produz conidióforos eretos, ramificados, com até 20 septos, de coloração marrom, medindo $4\ \mu\text{m}$ – $11\ \mu\text{m}$ x $44\ \mu\text{m}$ – $135\ \mu\text{m}$. Os conídios emergidos apresentam-se isolados ou em cadeia de dois a seis, cor parda, dilatados na base, retos ou ligeiramente curvos, com 3 a 20 septos, medindo $7\ \mu\text{m}$ – $22\ \mu\text{m}$ x $39\ \mu\text{m}$ – $520\ \mu\text{m}$, média de $8\ \mu\text{m}$ x $135\ \mu\text{m}$. São de hialinos a marrom, retos ou ligeiramente curvados para o ápice, subcilíndricos, ligeiramente cônicos para o ápice, truncados no hilo basal (Figuras 49 e 50).

Fotos: Augusto César P. Goulart

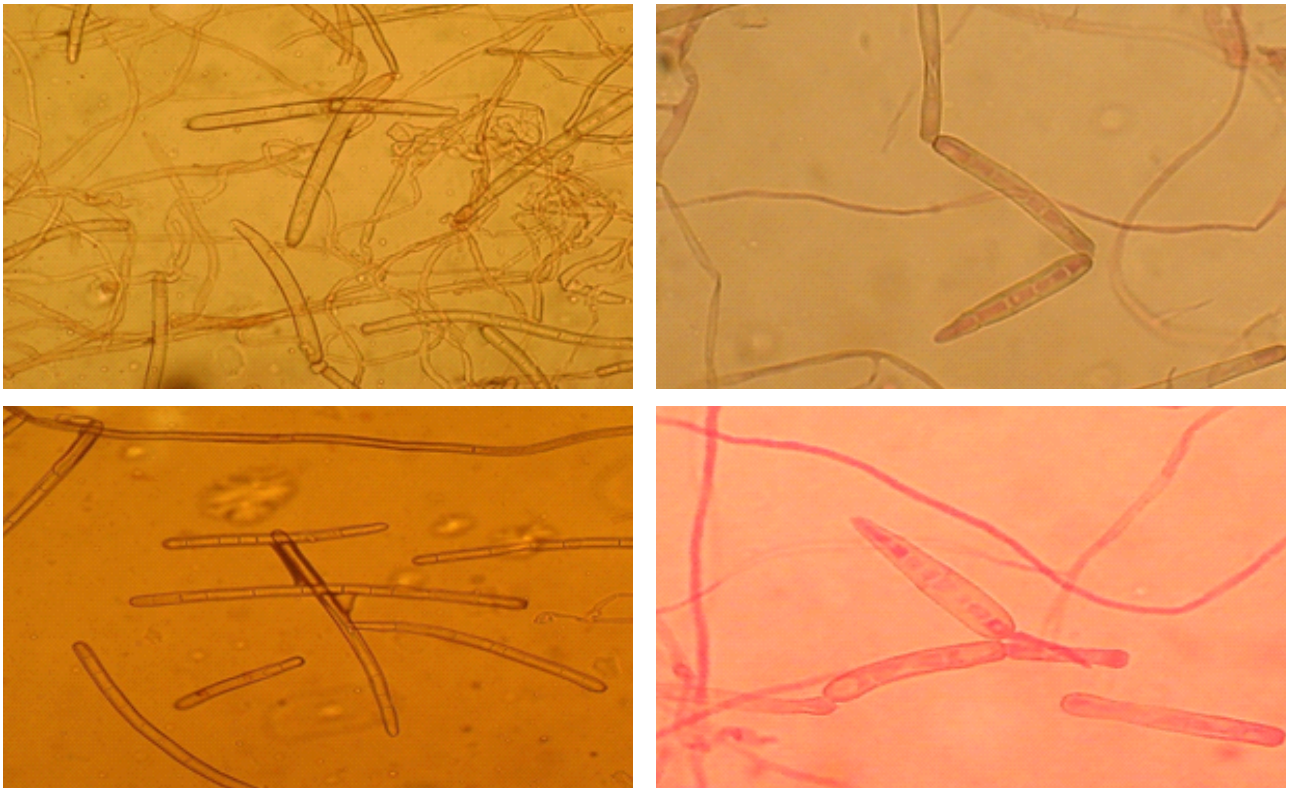


Figura 49. *Corynespora cassiicola*: conídios e conidióforos do patógeno.

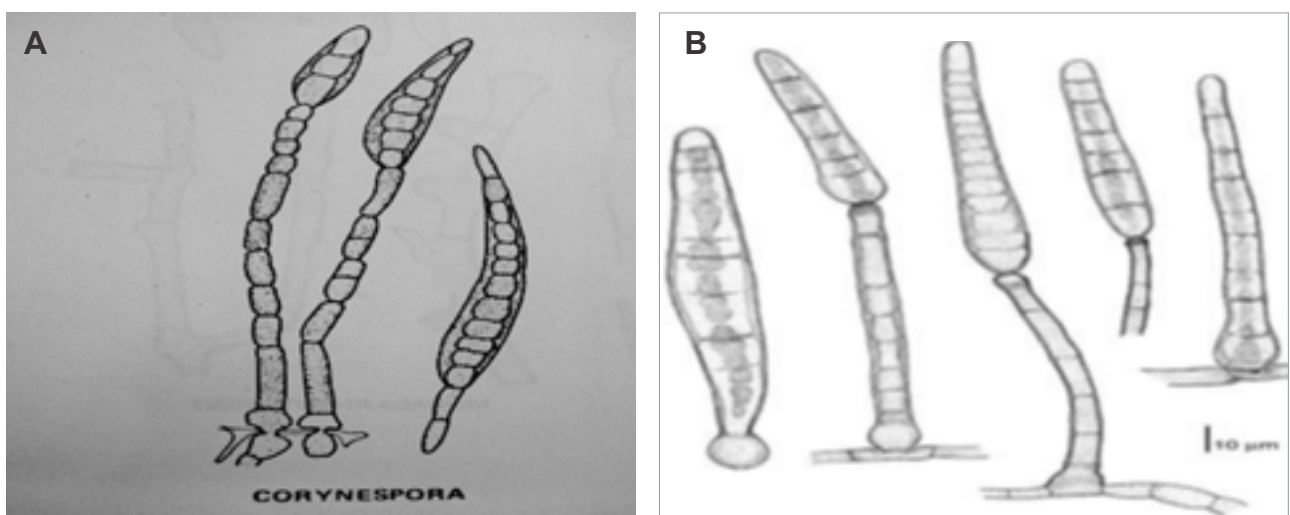


Figura 50. *Corynespora cassiicola*: conídios e conidióforos do patógeno.

Fontes: (A) adaptado de Barnett e Hunter (1972); Moraes e Melchiades (1991) e (B) adaptado de Chaleeprom (2013).

Aspergillus flavus

Método de detecção nas sementes: *blotter test*, *deep freezing method*, BDA

Diversas espécies de *Aspergillus* ocorrem em sementes de soja, porém a mais frequente é *Aspergillus flavus* (*A. flavus*). Tem sido observado que, em sementes colhidas com teores elevados de umidade, um retardamento do início da secagem por alguns dias é suficiente para reduzir sua qualidade, por causa da ação desse fungo. Quando encontrado em alta incidência, pode reduzir o poder germinativo das sementes e a emergência de plântulas no campo. O grupo de *A. flavus* é caracterizado pela formação de colônias de coloração esverdeada (Figura 51). O conidióforo apresenta cabeça esférica, conidial radiada, com fiáldes medindo 500 µm–600 µm de diâmetro, e raramente maiores (Figuras 52 e 53). Os conídios são globosos e subglobosos, medindo 3–6 µm de diâmetro, frequentemente de 3,5 µm–4,5 µm, às vezes elípticos ou periformes (Figura 52 e 53).



Fotos: Augusto César P. Goulart

Figura 51. *Aspergillus flavus*: crescimento sobre sementes de soja.

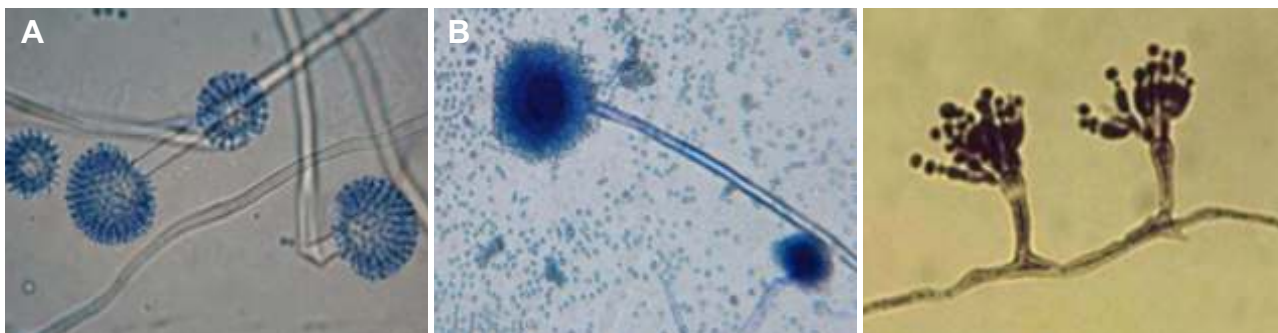


Foto: José da Cruz Machado

Figura 52. *Aspergillus flavus*: conidióforos e conídios.

Fontes: (A) adaptado de Justine L. (2018) e (B) adaptado de Yuri (2012).

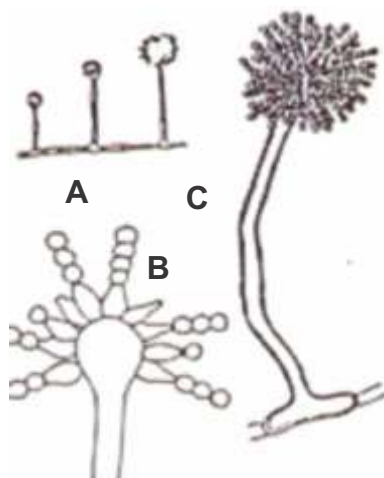


Figura 53. *Aspergillus flavus*: conidióforo único, simples, terminando em vesícula produzindo fiáldes, conídios (fialosporos) unicelulados globosos, formando cadeias. Hábito em cultura (A) e conidióforos com conídios (B e C). Ordem: Moniliales.

Fonte: adaptado de Barnett & Hunter (1972); Moraes e Melchiades (1991).

Penicillium sp.

Método de detecção nas sementes: *blotter test*, *deep freezing method*, BDA

Este fungo é menos frequente que *A. flavus* e ocorre, geralmente, em semente de soja de baixa qualidade. É prejudicial em lotes de sementes armazenadas com umidade elevada. As colônias desse fungo apresentam crescimento lento a moderado na superfície da semente, com extensa esporulação de coloração geralmente verde a azulada (Figura 54). Os conidióforos (30 μm –100 μm x 4 μm –5 μm) são hialinos, geralmente eretos, terminando em fiáldes que produzem conídios em cadeia, apresentando uma aparência de vassoura (sinêmio). Os conídios (3,4 μm –12 μm x 3 μm –8 μm , normalmente 6 μm –8 μm x 4 μm –6 μm) são unicelulares, de lisos subglobosos para esféricos mas geralmente elípticos, com coloração verde ou azulada (Figuras 55 a 58).

Foto: Ademir Assis Henning

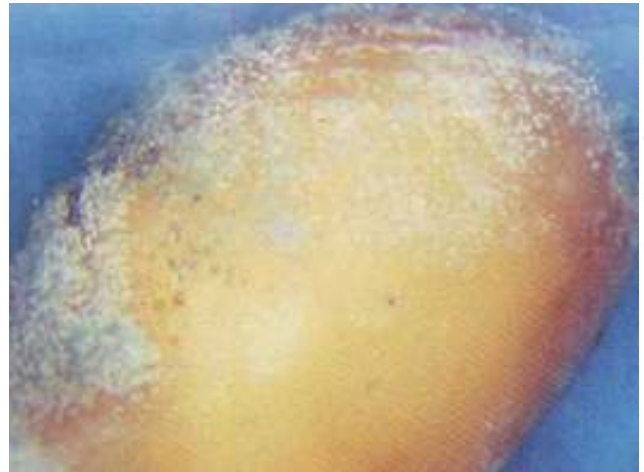
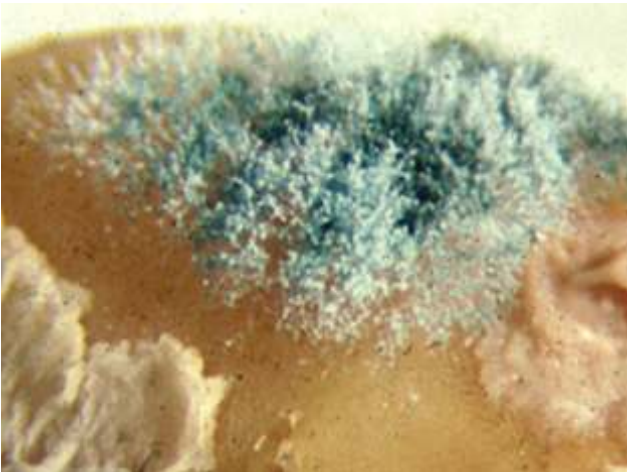


Foto: Edson Clodoveu Picinini

Figura 54. *Penicillium* sp.: colônia sobre sementes de soja.

Foto: Jose da Cruz Machado

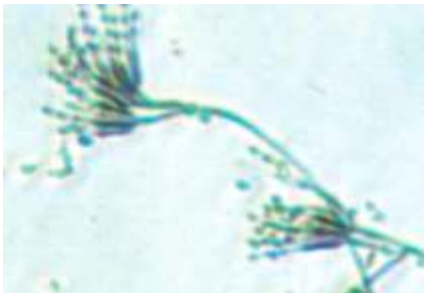


Figura 55. *Penicillium* sp.: conidióforo e conídios.

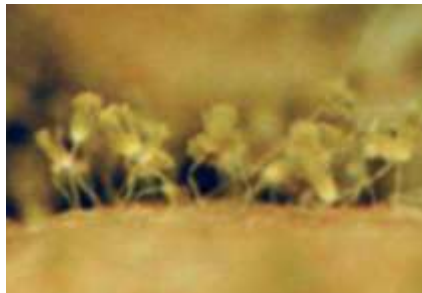


Figura 56. *Penicillium* sp.: conídios e conidióforos em sinêmio.

Fonte: Brasil (2009).

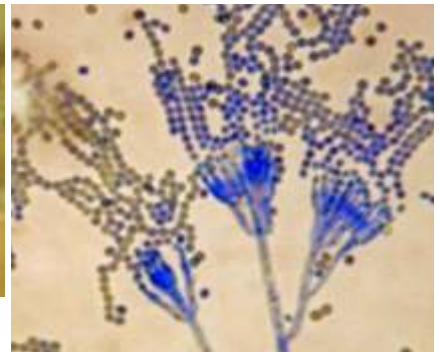


Figura 57. Estrutura do fungo *Penicillium* sp.

Fonte: Kung'u (2018).

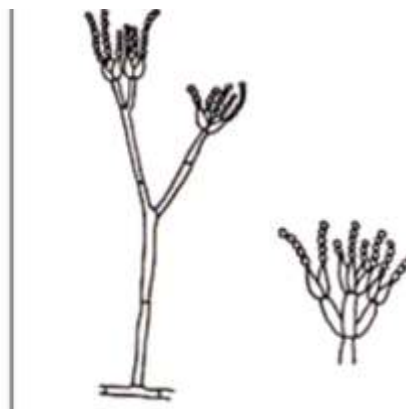
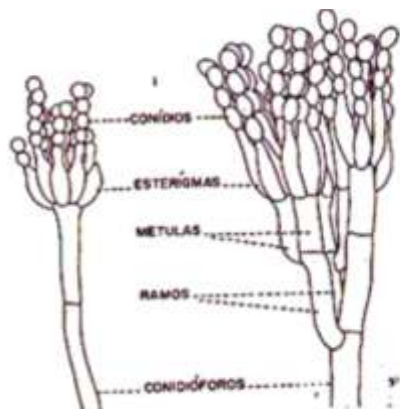


Figura 58. *Penicillium* sp.: conidióforos nascendo de micélio único ou menos freqüente em sinemata, ramificados perto do ápice, penicilados terminando em fiáldes; conídios (fialosporos) hialinos ou brilhantemente coloridos; unicelulares, a maioria globosos ou ovóides. Ordem: Moniliales.

Fonte: adaptado de Barnett e Hunter (1972); Moraes e Melchiades (1991).

Alternaria alternata

Método de detecção nas sementes: *blotter test*, *deep freezing method*, BDA

Este fungo é considerado um parasita fraco ou saprófita, que não interfere na qualidade das sementes de soja. A espécie mais comumente encontrada é a *Alternaria alternata*, que caracteriza-se pela produção de conídios em forma de clava ou pêra invertidos, ovoides ou elipsoides, caudatos, escuros, com septos longitudinais e transversais formados em longas cadeias, com até oito septos transversais (muriformes) e comprimento total na parte mais larga de 20 µm–63 µm (37) x 9 µm–18 µm (13) – Figuras 59, 60 e 61. Os conidióforos são escuros, pequenos e alongados, septados, produzindo, tipicamente, uma longa cadeia seccionada de conídios (Figura 61).

Foto: José da Cruz Machado

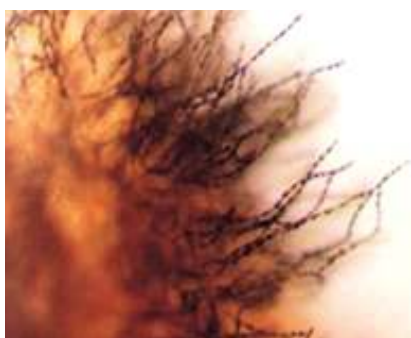


Figura 59. *Alternaria alternata*: colônia sobre semente de soja, com detalhe dos esporos em cadeia.

Foto: José da Cruz Machado



Figura 60. *Alternaria alternata*: esporos em cadeia.

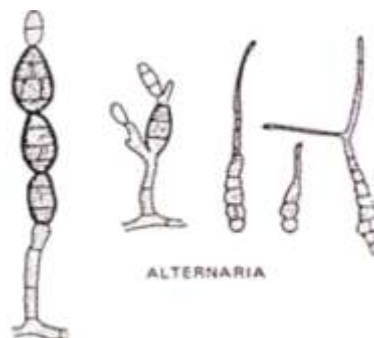


Figura 61. *Alternaria alternata*: coconidióforos e conídios. Ordem: Moniliales.

Fonte: adaptado de Barnett e Hunter (1972); Moraes e Melchiades (1991).

***Chaetomium* sp.**

Método de detecção nas sementes: *blotter test*, *deep freezing method*, BDA

Ocorre frequentemente em sementes de soja, porém é considerado um organismo saprófita. Em condições muito especiais, pode causar prejuízos em sementes e grãos armazenados com alta umidade. No *blotter test*, ocorre a formação de peritécios na superfície das sementes e, muitas vezes, sobre o papel próximo a elas (Figura 62). Os peritécios são esféricos ou piriformes, e podem apresentar-se isolados ou aglomerados, cobertos por numerosas setas, geralmente longas, escuras e não ramificadas. Presença de ostíolo circular bem definido na parte apical do peritécio, este com parede formada por células poliédricas; ascas cilíndricas, de parede evanescente, com dois, seis ou oito ascosporos contínuos, limoniformes, com membrana lisa e delgada (Figura 63). Na observação sob microscópio estereoscópico (lupa), peritécios de *Chaetomium* podem ser confundidos com acérvulos de *Colletotrichum*. A distinção é feita pelo fato de os peritécios ocorrerem na superfície das sementes, enquanto os acérvulos estão imersos no tegumento.

Foto: Jose da Cruz Machado

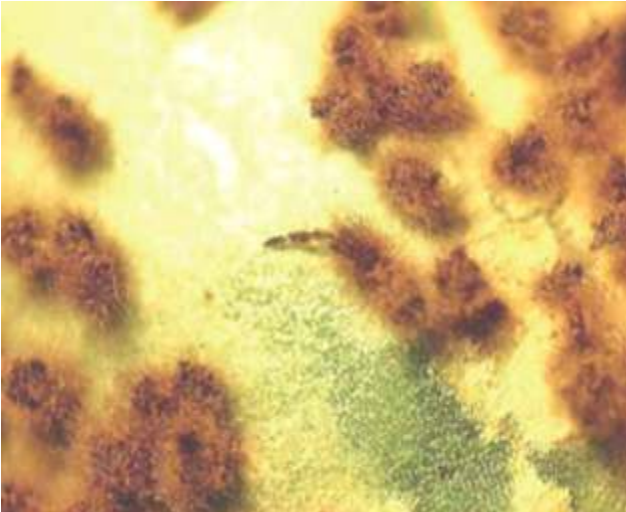


Figura 62. *Chaetomium* sp.: peritécio sobre a semente.

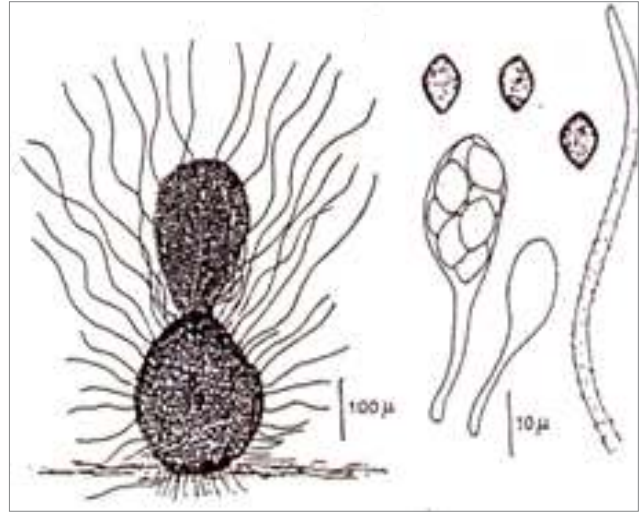


Figura 63. *Chaetomium* sp.: peritécio, ascas e ascosporos. Ordem: Sphaeriales.

Fonte: adaptado de Barnett e Hunter (1972); Moraes e Melchiades (1991).

***Cladosporium* sp.**

Método de detecção nas sementes: *blotter test*, *deep freezing method*, BDA

A literatura relata a presença deste fungo sobre inúmeras espécies vegetais, normalmente como componente da microflora da semente. Frequentemente é encontrado em sementes de soja, porém sem causar danos a elas (Figura 64). Os conidióforos são longos, escuros, septados, arborescentes, eretos e ramificados irregularmente no ápice (Figuras 65 e 66). Os conídios são escuros e apresentam até três septos, variáveis em forma e tamanho, ovóides para cilíndricos e irregulares, formando cadeias ramificadas (Figuras 65 e 66).

Foto: José da Cruz Machado



Figura 64. *Cladosporium* sp.: colônia sobre sementes.

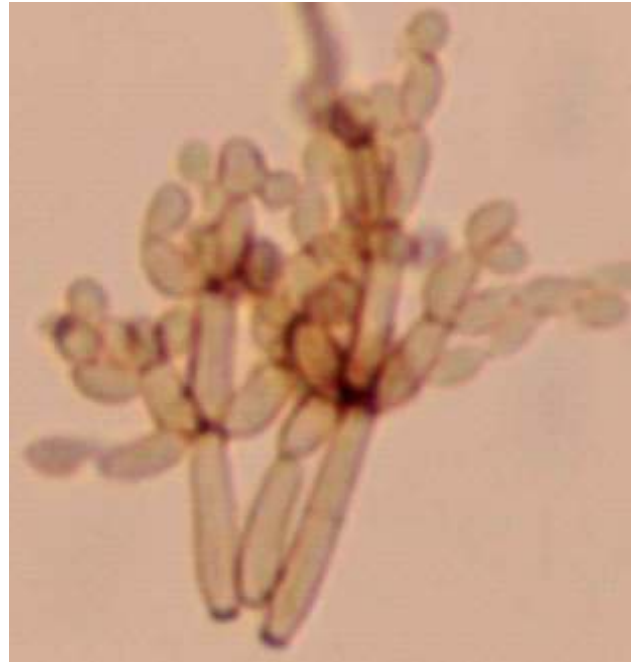


Figura 65. *Cladosporium* sp.: conídios e conidióforos. Ordem: Moniliales

Fonte: adaptado de Barnett e Hunter (1972); Moraes e Melchiades (1991).



Figura 66. *Cladosporium* sp.: conídios e conidióforos.



Fotos: José da Cruz Machado

Curvularia lunata

Método de detecção nas sementes: *blotter test*, *deep freezing method*, BDA

Este fungo é considerado um patógeno fraco, que não causa danos às sementes. De todas as espécies existentes, a que ocorre mais comumente em sementes de soja é a *Curvularia lunata*. Caracteriza-se pela formação de colônias difusas, com micélio escuro (Figura 67). Os conidióforos apresentam coloração escura, são retos, medindo até 650 μm de comprimento (Figuras 68 e 69). Os conídios (medindo 20 μm –32 μm x 9 μm –15 μm) apresentam-se com três ou mais septos e de coloração marrom-pálido a marrom-escuro (Figuras 68 e 69). Normalmente as células apicais são mais claras, e apresentam, ainda uma célula com um lado maior que o outro, tornando o conídio curvo.



Figura 67. *Curvularia lunata*: colônia sobre a semente.

Fonte: Krupp e Russomanno (2009).



Figura 68. *Curvularia lunata*: conídios e conidióforos.



Figura 69. *Curvularia lunata*: conídios e conidióforos. Ordem: Moniliales.

Fonte: adaptado de Barnett e Hunter (1972); Moraes e Melchiades (1991).

***Epicoccum* sp.**

Método de detecção nas sementes: *blotter test*, *deep freezing method*, BDA

Fungo saprófita, sendo presença comum em testes de sanidade de sementes de soja (Figura 70). Às vezes, pode ser confundido com patógenos. As colônias deste fungo apresentam crescimento bastante rápido, são amareladas a alaranjadas e muitas vezes tingem o papel de filtro ao redor das sementes com pigmentação avermelhada-púrpura. Os conidióforos são compactos, curtos, escuros, apresentando-se em grupos e com um único conídio terminal (Figuras 71 e 72). Os conídios, em sua maioria esféricos, são septados irregularmente, muitas vezes lembrando uma bola de futebol, com paredes espessas e protuberâncias curtas (Figuras 71 e 72). No exame a olho nu, as colônias de *Epicoccum* podem ser facilmente confundidas com as de *Fusarium* pela coloração característica delas.

Foto: José da Cruz Machado



Figura 70. *Epicoccum* sp.: colônia sobre semente.

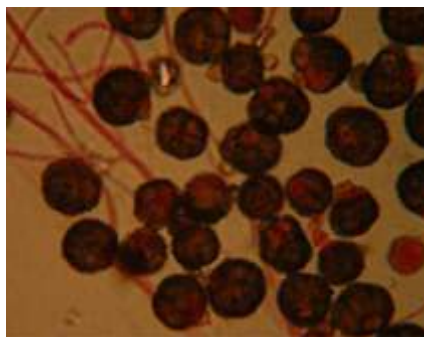


Figura 71. *Epicoccum* sp.: conídios e conidióforos.

Fonte: Fungal... (2018a).

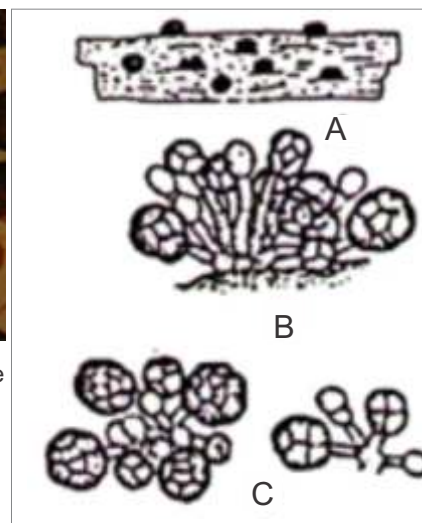


Figura 72. *Epicoccum* sp.: esporodóquios em madeira (A); conidióforos e conídios (B e C). Ordem: Moniliales.

Fonte: adaptado de Barnett e Hunter (1972); Moraes e Melchiades (1991).

Rhizopus stolonifer

Método de detecção nas sementes: *blotter test*, *deep freezing method*, BDA

Apesar de ser a espécie mais comum encontrada em sementes de soja, este fungo é considerado sem importância econômica em sementes. Como contaminante, normalmente dificulta a detecção de patógenos importantes, por cobrir as sementes por causa do seu rápido crescimento (Figura 73). Lotes de sementes com elevada incidência desse fungo podem requerer desinfestação superficial, com o objetivo de facilitar a leitura do teste. Os esporóforos são hialinos, com esporângios esféricos negros no ápice, sendo que os esporangióforos são esféricos e escuros (Figuras 74 e 75). *Mucor* spp. apresentam características morfológicas muito semelhantes a *Rhizopus stolonifer*. A principal distinção é a posição dos rizoides (Figura 75), caracteristicamente associados à base dos esporangióforos em *Rhizopus* e dispersos no micélio em *Mucor*.

Foto: Augusto César P. Goulart



Figura 73. *Rhizopus stolonifer*: crescimento de colônia sobre semente de soja.

Foto: José da Cruz Machado



Figura 74. *Rhizopus stolonifer*: crescimento de colônia sobre substrato papel de filtro.

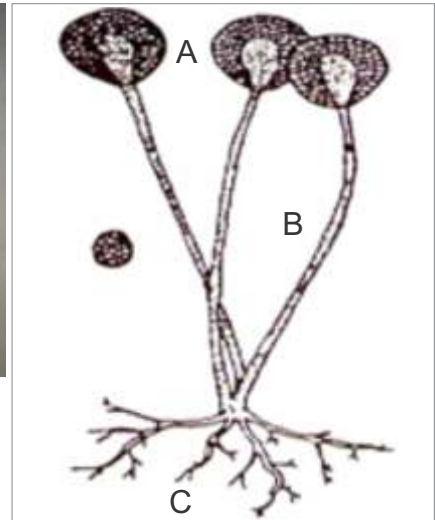


Figura 75. *Rhizopus stolonifer*: esporângios (A); esporangióforos (B) e rizoide (C). Ordem: Mucorales.

Fonte: adaptado de Barnett e Hunter (1972); Moraes e Melchiades (1991).

***Nigrospora* sp.**

Método de detecção nas sementes: *blotter test*, *deep freezing method*, BDA

Saprófita muito comum em sementes de um grande número de hospedeiros, sendo frequentemente encontrado em sementes de soja (Figura 76). As colônias apresentam-se inicialmente com micélio branco, contrastando com esporos negros e brilhantes. Quando mais velhas, tornam-se negras em virtude da abundante esporulação do fungo. Os conidióforos são curtos, com um único esporo terminal, produzido sobre célula intercalar (Figuras 77 e 78). Os conídios são negros, lisos, brilhantes, esféricos ou ovoides, medindo 14 µm–10 µm de diâmetro (Figuras 77 e 78).

Foto: José da Cruz Machado

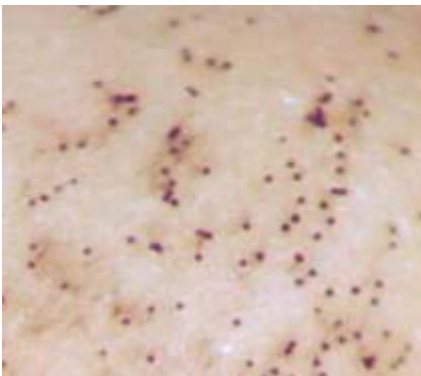


Figura 76. *Nigrospora* sp.: colônia sobre semente.

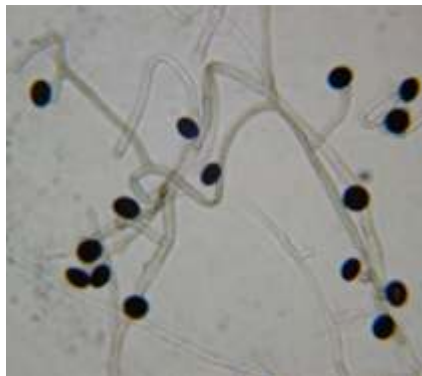


Figura 77. *Nigrospora* sp.: conídios. Fonte: Fungal... (2018b).

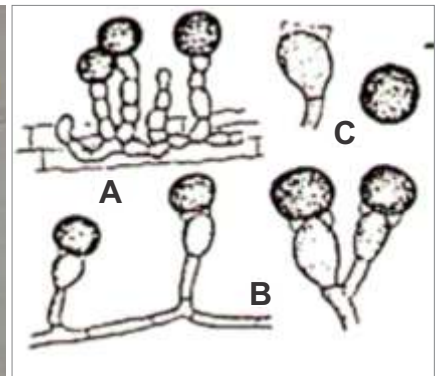


Figura 78. *Nigrospora* sp.: conidióforos e conídios (A e B) e conidióforos mostrando a vesícula hialina (C). Ordem: Moniliales

Fonte: adaptado de Barnett e Hunter (1972); Moraes e Melchiades (1991).

Trichoderma sp.

Método de detecção nas sementes: *blotter test*, *deep freezing method*, BDA

As colônias deste fungo sobre as sementes, inicialmente brancas, se tornam verdes com a abundante esporulação (Figura 79). Os conidióforos são hialinos e ramificados, apresentam-se em ângulos retos, sendo que as fiálides produzem conídios unicelulares, ovoides, hialinos, que permanecem em grupos (Figuras 80 e 81). Os conídios, em massa, apresentam em geral coloração verde.

Fotos: Augusto César P. Goulart

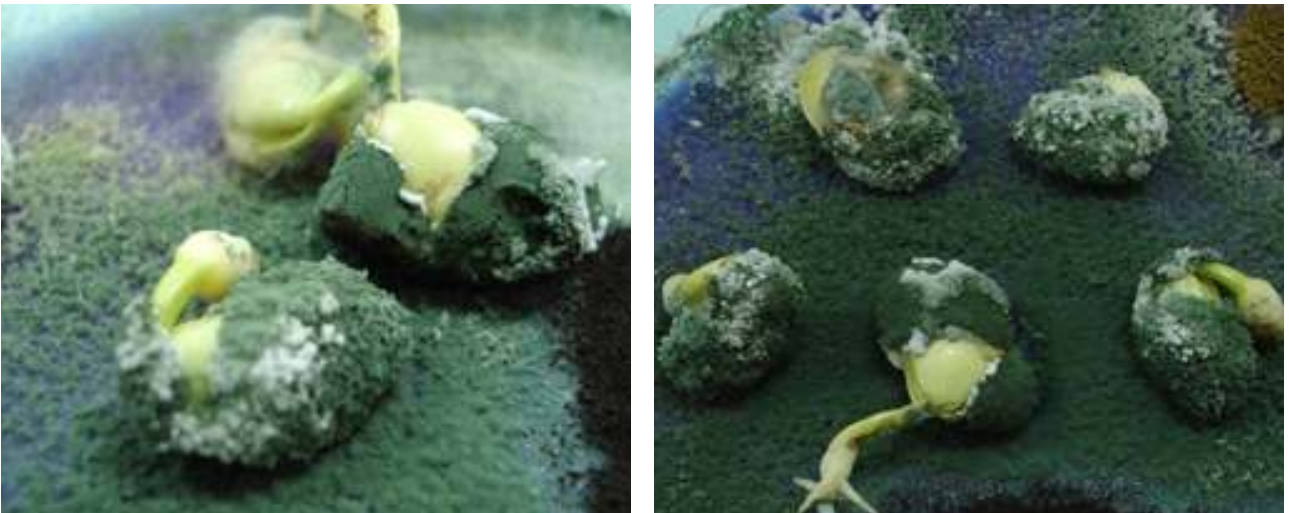


Figura 79. *Trichoderma* sp.: crescimento em sementes de soja.

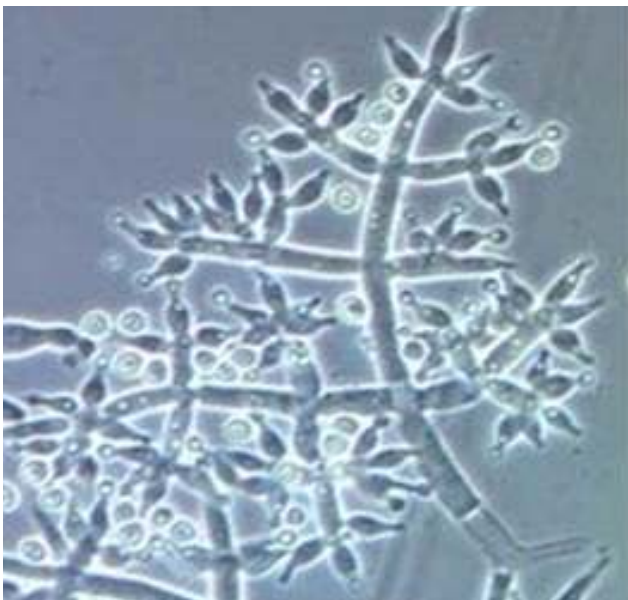


Figura 80. *Trichoderma* sp.: conídios, conidióforos e fiálides.
Fonte: adaptado de *Trichoderma* (2018a).

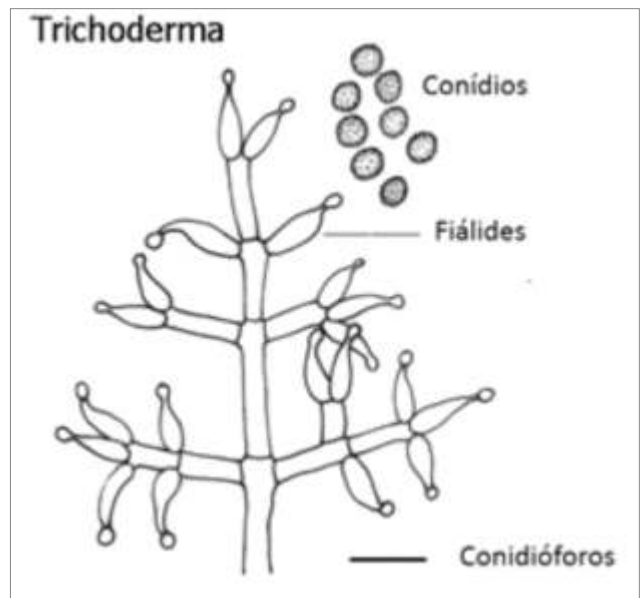


Figura 81. *Trichoderma* sp.: conídios, conidióforos e fiálides.
Ordem: Hypocreales.
Fonte: adaptado de *Trichoderma*... (2018b).

Testes de sanidade de sementes de soja

Objetivo e importância do teste de sanidade

O objetivo do teste de sanidade de sementes é determinar o estado sanitário de uma amostra de sementes e, conseqüentemente, do lote que representa, obtendo-se, assim, informações que podem ser usadas para comparar a qualidade de diferentes lotes de sementes ou determinar a sua utilização comercial.

O teste de sanidade é importante por três razões:

- a) Os patógenos transmitidos por sementes podem servir de inóculo inicial para o desenvolvimento da doença no campo.
- b) Lotes de sementes importadas podem introduzir patógenos em áreas isentas, levando à necessidade de testes de quarentena e de certificação para o comércio internacional.
- c) Complementa o teste de germinação, uma vez que pode elucidar os prováveis problemas decorrentes de baixa germinação e de baixo vigor das sementes.

Métodos de detecção de patógenos em sementes de soja

Existem vários testes de laboratório que podem ser utilizados para caracterizar o estado sanitário das sementes de soja, sendo que a seleção de um método em particular dependerá do patógeno a ser detectado, da espécie de semente e do próprio objetivo do teste.

O principal método utilizado na análise sanitária de sementes de soja é o do papel de filtro (*blotter test*). É considerado o método padrão para a detecção de fungos em sementes de soja e internacionalmente recomendado pela International Seed Testing Association (ISTA). A experiência tem comprovado que este método é perfeitamente viável e o mais eficaz para a cultura. Em casos específicos, o método pode ser alterado, variando-se a temperatura e o período de incubação para detectar patógenos como *Sclerotinia sclerotiorum*, por exemplo. A seguir, esses métodos serão descritos, detalhadamente.

Incubação em substrato de papel ou método do papel de filtro (*blotter test*)

- a) Número de sementes para análise: 200 a 400 sementes.
- b) Procedimentos – Este método consiste na utilização de sementes, sem assepsia superficial, semeadas em placas de Petri ou caixas Gerbox, contendo três folhas de papel de filtro previamente esterilizadas, embebidas numa solução de 2,4-D (2,4 - dicloro- fenóxiacetato de sódio), a 0,01% do produto comercial (1.000 ml de água destilada esterilizada + 1 ml do herbicida 2,4-D) e em ágar diluído (10 g de ágar/ 1.000 ml de água) para facilitar a fixação das sementes no substrato. As sementes são dispostas em número de 20, por recipiente (Figura 82).
- c) Condições de incubação – Os recipientes contendo as sementes são incubados por um período de 7 dias, em ambiente controlado, com temperatura entre 20 °C–22 °C, sob regime de 12 horas de luz (negra “NUV” e/ou branca fluorescente tipo “luz do dia”)/12 horas de escuro. O objetivo da utilização da luz é o de estimular a esporulação da maioria dos fungos.

- d) Avaliação/exame das sementes – Após o período de incubação, as sementes são examinadas, uma a uma, sob microscópio estereoscópico com resolução de 30X–80X e os microrganismos são identificados e anotados. A identificação é feita com base na esporulação dos fungos (frutificações típicas do crescimento dos fungos). Ressalta-se que conidióforos com conídios e corpos de frutificação (e.g., picnídios, acérvulos, peritécios) formados nas sementes são características importantes para identificar espécies fúngicas. Observações de lâminas ao microscópio ótico são, algumas vezes, necessárias para confirmar a identidade dos fungos em nível de espécie. Os resultados devem ser expressos em percentual de ocorrência dos fungos.
- e) Observação – A utilização do 2,4-D tem por finalidade inibir a germinação das sementes, a fim de facilitar a leitura do teste. Este tratamento leva à morte do embrião, sem causar efeito negativo na flora fitopatogênica. Para sementes tratadas com fungicidas, o período de incubação deve ser prolongado por mais 3 dias.

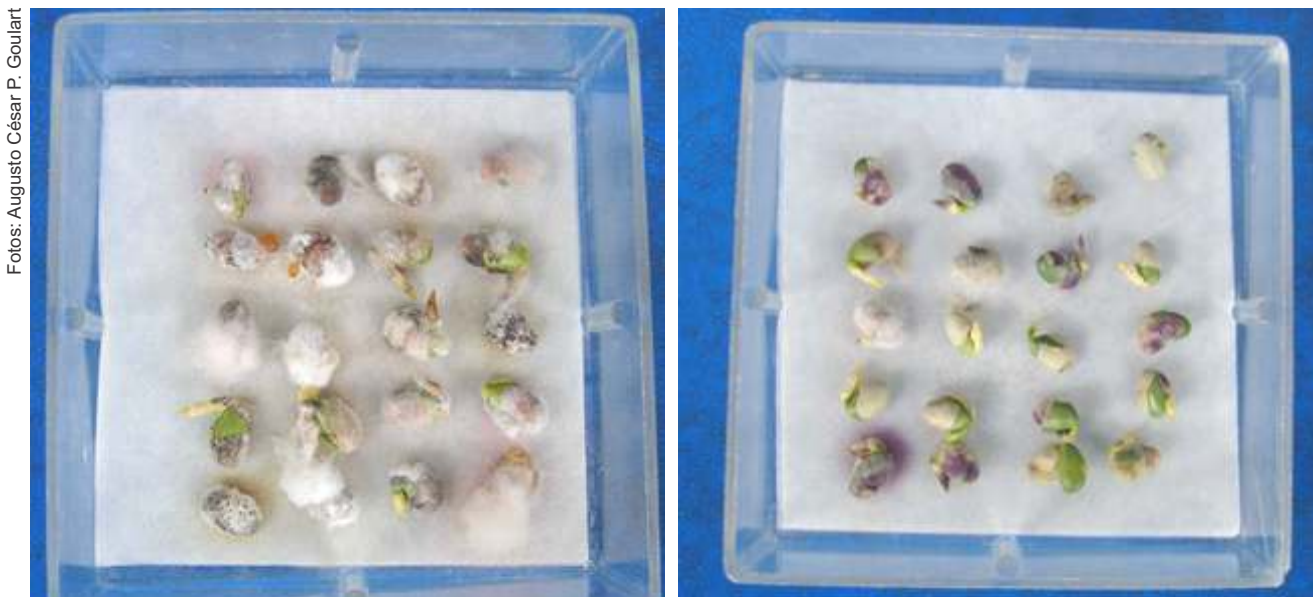


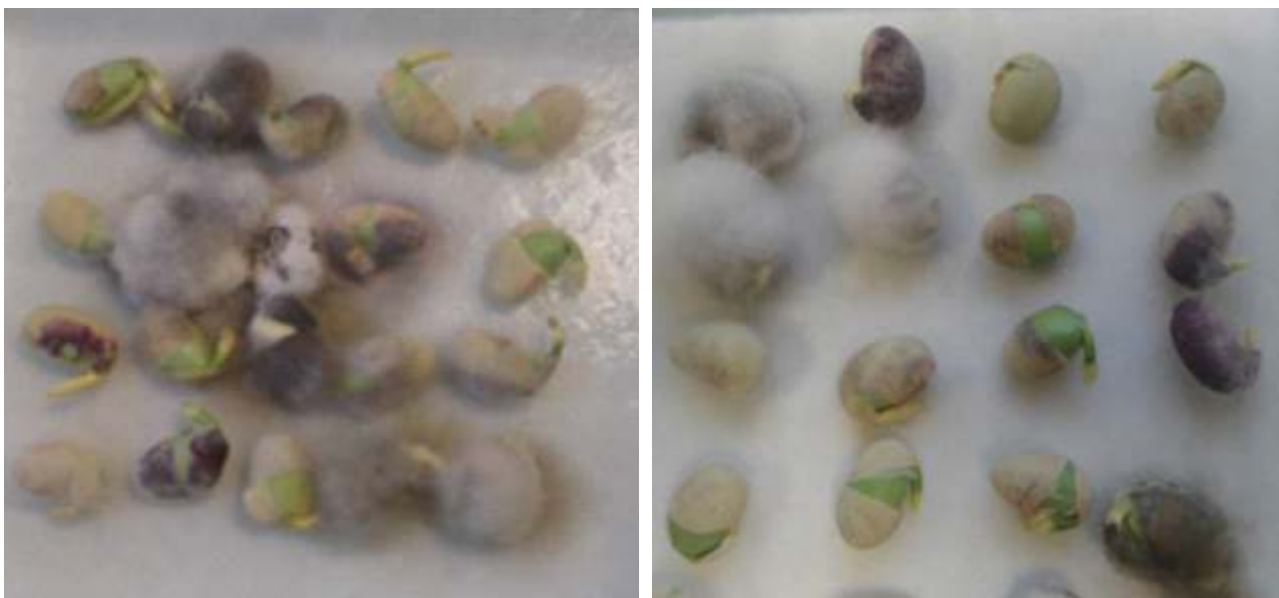
Figura 82. Crescimento de diferentes fungos sobre as sementes de soja incubadas no *blotter test*.

Incubação em substrato de papel ou método do papel de filtro (*blotter test*) com congelamento (*deep freezing method*)

- a) Número de sementes para análise: 200 a 400 sementes.
- b) Procedimentos – Este método consiste em pequena variação do anterior, no qual elimina-se a germinação, não pelo uso do 2,4-D mas pela exposição das sementes à temperatura de -20 °C. As sementes de soja são semeadas em caixas Gerbox contendo três folhas de papel de filtro previamente esterilizadas e embebidas em ágar diluído (10 g de ágar/1.000 ml de água) para facilitar a fixação das sementes no substrato. As sementes são dispostas em número de 20, por recipiente (Figura 83). Os resultados devem ser expressos em percentual de ocorrência dos fungos.
- c) Condições de incubação – As sementes são incubadas, sob as mesmas condições já descritas no teste anterior, nas primeiras 24 horas. Após esse período, os recipientes são retirados e colocados em um

freezer a -20°C , por 24 horas. Posteriormente, voltam ao ambiente normal de incubação por 5 dias, perfazendo assim os 7 dias, quando então é realizada a avaliação.

- d) Avaliação/exame das sementes – Realizado conforme já descrito no teste anterior.
- e) Observação – O choque de frio, após as sementes absorverem água nas primeiras 24 horas de incubação, prejudica a germinação normal. Os microrganismos desenvolvem-se normalmente durante a incubação e a avaliação fica facilitada, uma vez que não ocorre a germinação das sementes.



Fotos: Augusto César P. Goulart

Figura 83. Crescimento de diferentes fungos sobre as sementes de soja incubadas no *blotter test* (*deep freezing method*).

Método de incubação em BDA – plaqueamento em meio ágar sólido

- a) Número de sementes para análise: 200 a 400 sementes.
- b) Procedimentos – Neste tipo de teste, inicialmente as sementes necessitam sofrer assepsia superficial com solução de hipoclorito de sódio a 1,5% (água sanitária); 2:1 v/v (duas partes de água e uma parte do produto comercial). Para isso, submergem-se as sementes na solução por 5 minutos. Esse processo tem por finalidade eliminar microrganismos presentes na superfície das sementes, sem afetar os patógenos localizados internamente. As sementes, após secagem rápida em papel de filtro esterilizado, são distribuídas em placas de Petri (10 sementes/placa – Figuras 84 e 85), de 9 cm de diâmetro, contendo 10 ml do meio BDA (extrato de 200 g de batata; 20 g de dextrose; 12 g a 20 g de ágar e água destilada para completar 1.000 ml). A esse meio, antes da autoclavagem, adiciona-se 2,4-D a 0,01%.
- c) Condições de incubação – As placas com as sementes são incubadas em ambiente controlado, sob as mesmas condições descritas no item “Incubação em substrato de papel ou método do papel de filtro (*blotter test*)”, por um período de 7 dias.
- d) Avaliação/exame das sementes – Após o período de incubação, a avaliação é realizada a olho nu, baseando-se nas características das colônias que se desenvolvem sobre o meio de cultura e ao redor

das sementes. Cor, textura, morfologia geral e a presença de corpos de frutificação podem auxiliar no reconhecimento das espécies fúngicas. Quando necessário, as sementes devem ser examinadas individualmente ao microscópio estereoscópico, para confirmação do diagnóstico.

Fotos: Augusto César P. Goulart



Figura 84. Colônias de fungos desenvolvendo sobre o meio de cultura e ao redor das sementes.

Fotos: Augusto César P. Goulart



Figura 85. Colônias de fungos desenvolvendo sobre o meio de cultura e ao redor das sementes.

Métodos específicos

Alguns fungos não são facilmente detectados nas sementes pelo método de incubação em substrato de papel (“blotter test”). Dessa forma, métodos específicos foram desenvolvidos com o objetivo de detectar com rapidez e maior precisão determinados patógenos. A seguir, serão descritos três métodos específicos para a detecção de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de soja.

Rolo de papel-toalha modificado

- a) Número de sementes para análise: 200 a 400 sementes.
- b) Procedimentos – As sementes, em número de 50 por rolo, são distribuídas uniformemente sobre duas folhas de papel de germinação (papel-toalha), tamanho 44 cm × 34 cm, umedecidas com água destilada, em seguida cobertas com uma terceira folha umedecida e daí procedendo-se ao enrolamento dos conjuntos. A desinfestação superficial das sementes é recomendada por meio de solução 1% de hipoclorito de sódio por 3 minutos.
- c) Condições de incubação – Os rolos de papel são mantidos em câmara de incubação, por um período de 12 dias, na ausência de luz, com temperatura de 16 °C.
- d) Avaliação/exame das sementes – Após o período de incubação, as sementes são examinadas, uma a uma, a olho nu, sendo que a identificação é feita com base na presença de micélio tipicamente branco de *S. sclerotiorum* com formação de escleródios negros, de forma esférica, irregulares e tamanho de 2 mm a 10 mm, ao redor das sementes infectadas (Figuras 86 e 87).



Foto: Augusto César P. Goulart

Figura 86. *Sclerotinia sclerotiorum*: crescimento em sementes de soja no teste do rolo de papel-toalha modificado (presença de micélio branco típico do patógeno nas sementes com formação de escleródios negros).

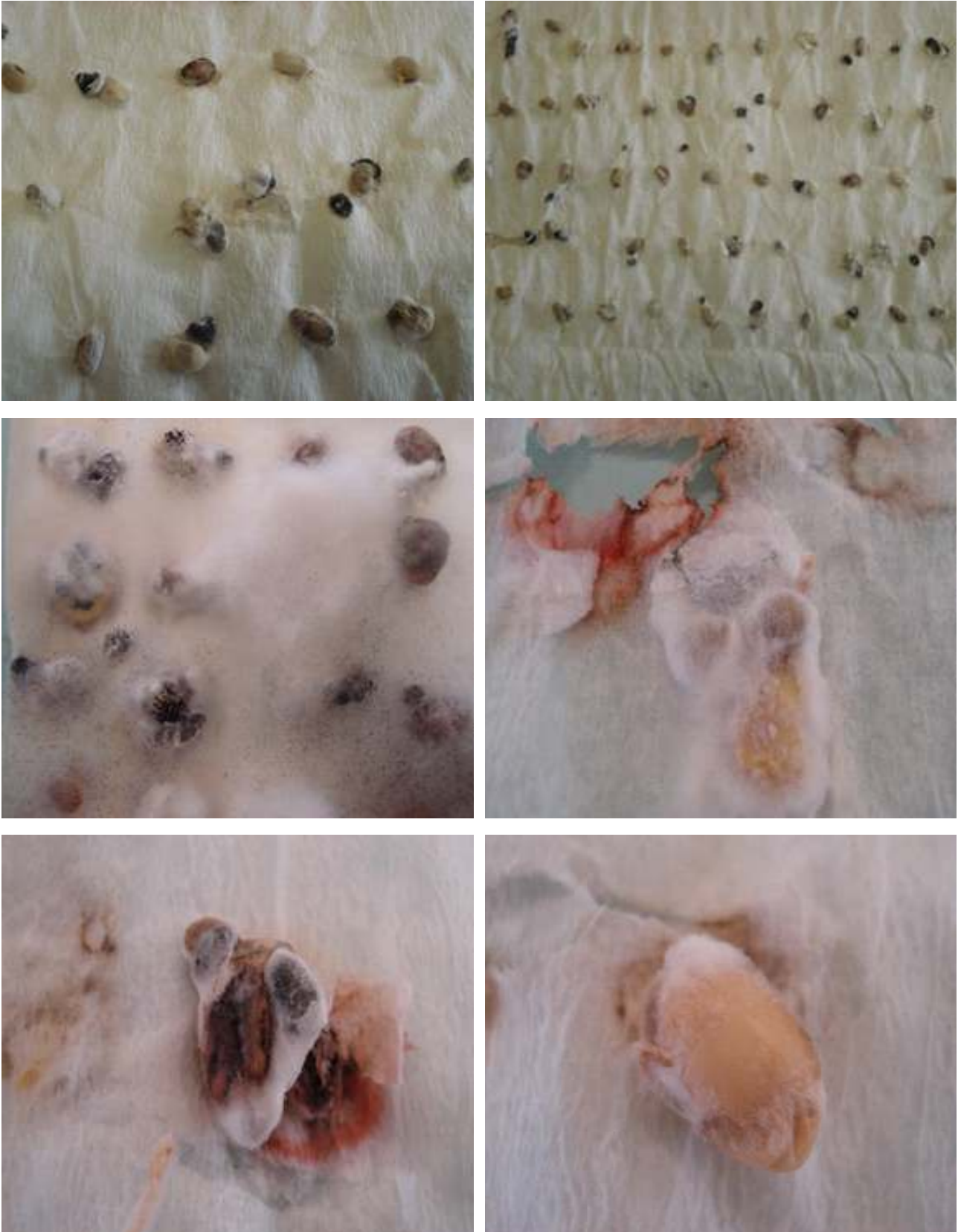


Figura 87. *Sclerotinia sclerotiorum*: crescimento em sementes de soja no teste do rolo de papel-toalha modificado (presença de micélio branco típico do patógeno nas sementes com formação de escleródios negros).

Blotter test modificado

- a) Número de sementes para análise: 200 a 400 sementes.
- b) Procedimentos – Este método consiste na distribuição de sementes em caixas Gerbox, contendo três folhas de papel de filtro previamente esterilizadas, embebidas numa solução de 2,4-D (2,4 – dicloro-fenóxiacetato de sódio), a 0,01% do produto comercial (1.000 ml de água destilada esterilizada + 1 ml do herbicida 2,4-D) e em ágar diluído (10 g de ágar/1.000 ml de água) para facilitar a fixação das sementes no substrato. As sementes são dispostas em número de 20, por recipiente. A desinfestação superficial das sementes é recomendada por meio de solução 1% de hipoclorito de sódio por 3 minutos. Os resultados devem ser expressos em percentual de ocorrência dos fungos.
- c) Condições de incubação – Em seguida, os recipientes contendo as sementes são incubados por um período de 14 dias, na ausência de luz, com temperatura de 18 °C.
- d) Avaliação/exame das sementes – Após o período de incubação, as sementes são examinadas, uma a uma, a olho nu, sendo que a identificação é feita com base na presença de micélio tipicamente branco de *S. sclerotiorum* com formação de escleródios negros, de forma esférica, irregulares e tamanho de 2 mm a 10 mm, ao redor das sementes infectadas (Figuras 88 e 89).

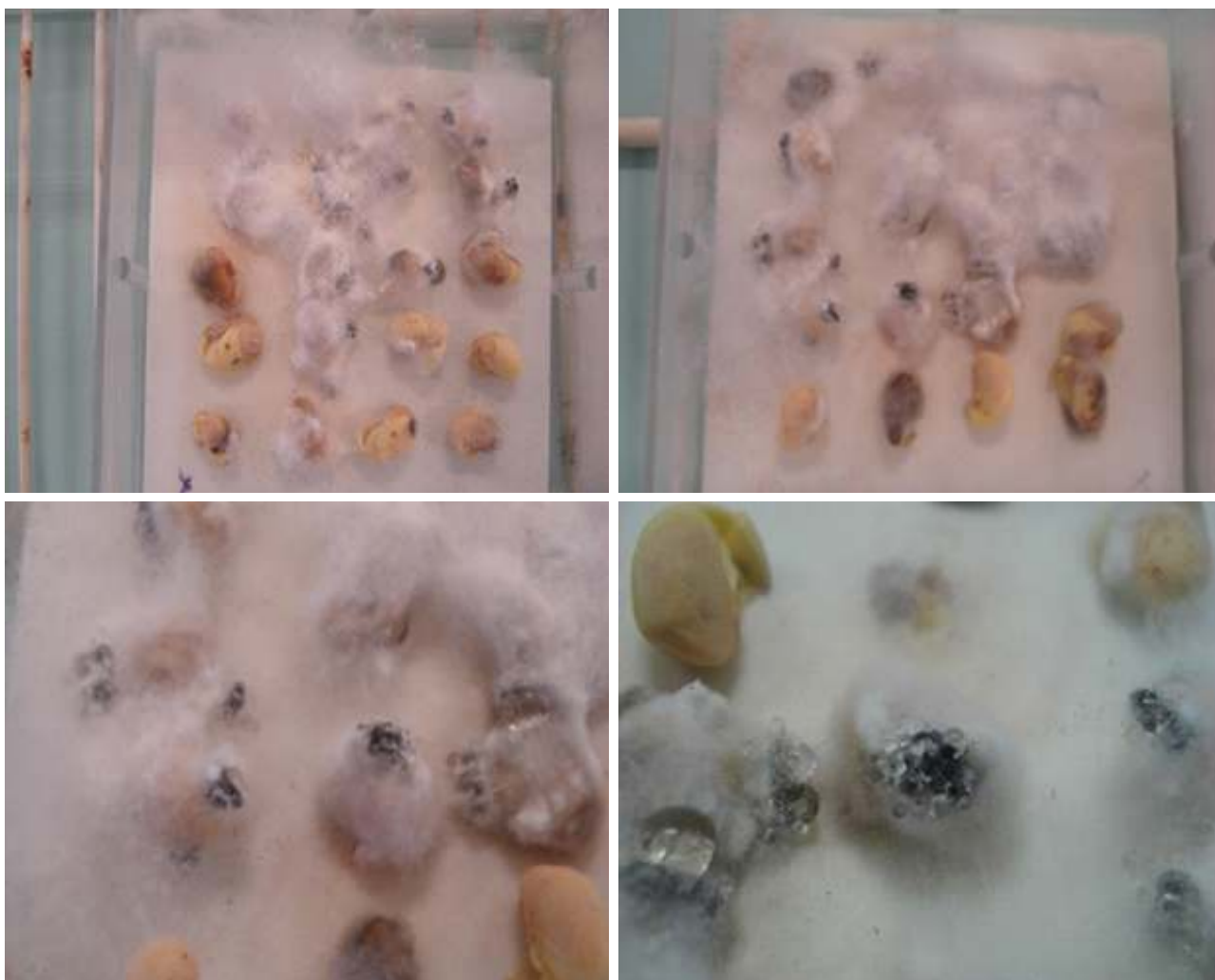


Figura 88. *Sclerotinia sclerotiorum*: crescimento em sementes de soja no *blotter test* modificado (presença de micélio e escleródios).



Fotos: Augusto César P. Goulart

Figura 89. *Sclerotinia sclerotiorum*: crescimento em sementes de soja no *blotter test* modificado (presença de micélio e início da formação dos escleródios).

Incubação em meio ágar – bromofenol (Neon)

- a) Número de sementes para análise: 200 a 400 sementes.
- b) Procedimentos – As sementes são colocadas em meio BDA, contendo 150 mg/L de azul de bromofenol, 150 mg/L de sulfato de estreptomicina e 150 mg/L de penicilina G. Como alternativa ao uso dos antibióticos sulfato de estreptomicina e penicilina G pode se usar 50 g de cloranfenicol. O pH final deve ser ajustado para 4,7 com HCl ou NaOH. O azul de bromofenol e os antibióticos são incorporados ao BDA fundido (50 °C) após autoclavagem. Distribuir 18 mL do meio por placa de Petri de 9 cm de diâmetro.
- c) Condições de incubação – Os recipientes contendo as sementes são incubados por um período de 7 dias, em ambiente controlado, com temperatura entre 20 °C–22 °C, sob regime de 12 horas de luz (negra “NUV” e/ou branca fluorescente tipo “luz do dia”)/12 horas de escuro.
- d) Avaliação/exame das sementes – A partir do terceiro dia de incubação, observações devem ser realizadas para verificar a formação de halos amarelos ao redor das sementes (Figuras 90 e 91). O ácido oxálico produzido pelo fungo altera a cor do meio de cultura de azul para amarela. Para a confirmação da presença de *S. sclerotiorum*, observar as placas sobre uma base de vidro transparente com luz branca na base; a visualização de micélio superficial sobre o meio na zona do halo amarelado, partindo das sementes, confirma a presença do fungo em foco.
- e) Este método é específico para detecção de *S. sclerotiorum*, porém algumas espécies de *Rhizopus* (Figura 92), *Aspergillus* (Figura 93) e *Sclerotium* também podem também provocar alteração da cor do meio. Nesses casos, a formação de frutificações típicas dessas espécies podem ser facilmente distinguidas de *Sclerotinia*.

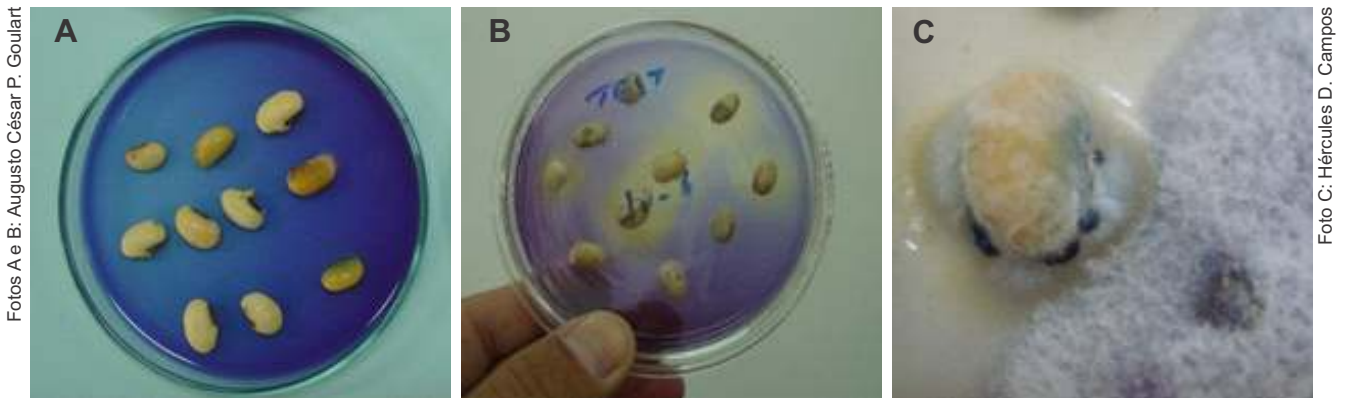


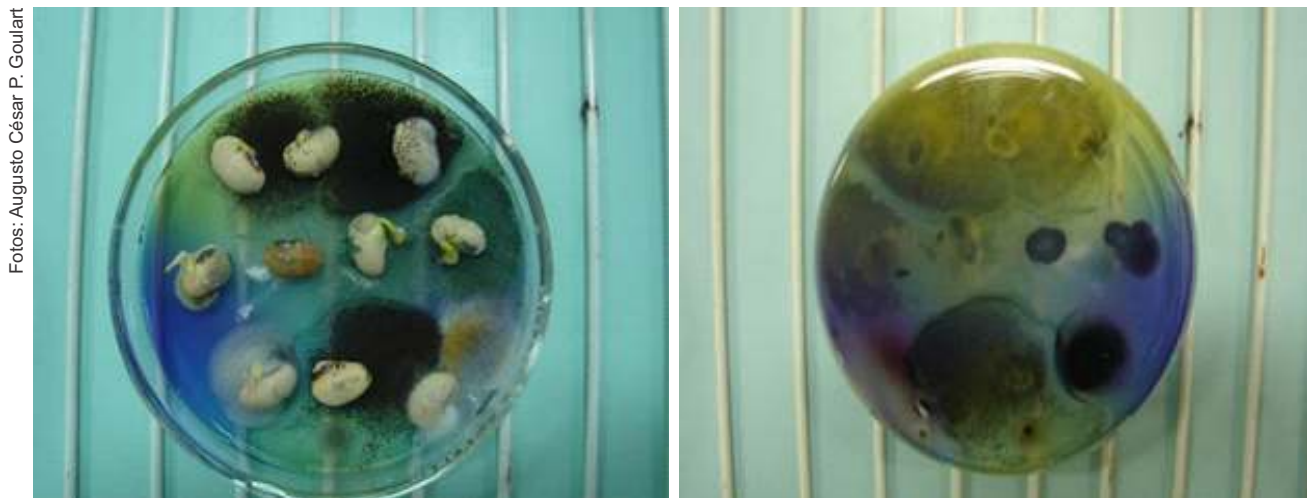
Figura 90. Detecção de *Sclerotinia sclerotiorum* pelo método do Neon: sementes saudas (A); presença do patógeno pela formação de halos amarelados ao redor das sementes (B) e formação de halo amarelado ao redor da semente com presença de micélio e escleródios do patógeno (C).



Figura 91. Detecção de *Sclerotinia sclerotiorum* pelo método do Neon: sementes saudas (A); presença do patógeno pela descoloração do meio – cor amarelada (B) e presença de escleródios e micélio sobre as sementes (C).



Figura 92. Presença de *Rhizopus* mudando a coloração do meio azul de bromofenol.



Fotos: Augusto César P. Goulart

Figura 93. Presença de *Aspergillus* mudando a coloração do meio azul de bromofenol.

Tratamento de sementes com fungicidas

Cenário atual do tratamento de sementes com fungicidas

A cultura da soja está sujeita ao ataque de grande número de doenças fúngicas, que podem causar prejuízos tanto no rendimento quanto na qualidade das sementes produzidas. Entretanto, já é possível realizar o controle econômico das doenças da soja pela utilização das tecnologias geradas pelas instituições de pesquisa brasileiras, mesmo estando a cultura sob condições climáticas adversas ao seu bom desenvolvimento e, portanto, favoráveis ao ataque das doenças. Assim sendo, o sucesso no controle dessas enfermidades vai depender das práticas adotadas pelo produtor, a quem cabe, juntamente com a assistência técnica, a tomada de decisões no momento oportuno.

No manejo integrado das doenças da soja, não se deve usar nenhum método isolado de controle, tomando-se o cuidado de se adotar práticas conjuntas a fim de obter uma lavoura sadia e, conseqüentemente, produção de sementes de alta qualidade e livres de patógenos. Dentre essas práticas, pode-se citar: a adubação equilibrada (principalmente em relação ao potássio – K), o uso de cultivares resistentes às doenças, a rotação de culturas, a aplicação de fungicidas para o controle de doenças de final de ciclo e o tratamento de sementes com fungicidas para o controle de fungos das sementes e, em algumas situações, do solo.

Importância das sementes na transmissão de patógenos

A maioria das doenças de importância econômica que ocorrem na cultura da soja é causada por patógenos que podem ser transmitidos pelas sementes. Por meio delas, esses microrganismos sobrevivem ao longo dos anos (meio de perpetuação de doenças de geração a geração) e se disseminam pela lavoura, como focos primários de doenças. As principais implicações resultantes da interação patógenos-sementes são: introdução de doenças em áreas novas ou mesmo a reintrodução em áreas cultivadas nas quais a doença já havia sido controlada pela adoção de práticas eficientes de manejo, como, por exemplo, a rotação de culturas; disseminação de patógenos a longas distâncias; aumento de inóculo em áreas de cultivos sucessivos; redução do vigor e do poder germinativo das sementes (esses danos estão relacionados à presença nas sementes dos

fungos *P. sojae* e *F. semitectum*). Como consequência dessas implicações, ocorre redução da produtividade e aumento do custo de produção para o controle dessas doenças.

Patógenos alvo do tratamento de sementes de soja

Grande número de microrganismos fitopatogênicos pode ser transmitido pelas sementes de soja, sendo o grupo dos fungos o mais numeroso. A ocorrência de fungos em sementes de soja tem sido relatada em diversos países do mundo onde a cultura é explorada. Até 1981, já haviam sido encontradas 35 espécies de fungos transmitidos pelas sementes, sendo que os de maior importância no Brasil são *P. sojae*, *C. truncatum*, *C. kikuchii*, *F. semitectum*, *S. sclerotiorum*, *C. cassicola* e *A. flavus*, os quais já foram descritos anteriormente.

Baseado em critérios de importância, patogenicidade e ocorrência, merece destaque também um outro patógeno que, pelo fato de não pertencer a essa categoria de “fungos de sementes”, não havia sido descrito até então. Trata-se do fungo de solo *Rhizoctonia solani* Kuhn, grupo de anastomose (AG)-4 (teleomorfo: *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk), o qual pode ser transmitido pelas sementes, porém raramente isto ocorre, motivo pelo qual a semente não é considerada a principal fonte de inóculo desse fungo. Este patógeno é dividido em grupos e subgrupos de anastomose (AG). Anastomose em *R. solani* é a capacidade de fusão de hifas entre diferentes isolados. O grupo de anastomose é um conjunto de isolados estritamente relacionados, agrupados com base na capacidade de fazerem anastomose entre si. A princípio, a maioria das doenças causadas por *R. solani*, associadas a plântulas e sementes, é pertencente ao AG4, que possui três subgrupos: HGI, HGII e HGIII.

Nessa oportunidade serão descritos dois tipos de doenças causadas por esse patógeno: o tombamento de plântulas e a fome oculta.

Tombamento de plântulas (*damping-off*)

Na região Centro-Oeste do Brasil, principalmente na soja cultivada nos Cerrados, o principal agente causal dessa doença é o fungo *R. solani*, que é um parasita necrotrófico e habitante natural do solo. É um fungo polífago, pois ataca grande número de espécies vegetais. Os principais sintomas dessa doença ocorrem na fase inicial de desenvolvimento da cultura, se manifestando de duas maneiras: atacando a soja na fase de plântula (tombamento de pós-emergência) e as sementes por ocasião da germinação (tombamento de pré-emergência – Figura 94). A planta atacada por *R. solani* desenvolve apodrecimento seco das raízes, estrangulamento do colo e lesões deprimidas e escuras (marrom-avermelhadas) no hipocótilo, abaixo e ao nível do solo (Figuras 95 e 96), resultando em murcha, tombamento ou sobrevivência temporária, com emissão de raízes adventícias acima da região afetada. Estas plantas geralmente tombam, num período compreendido entre o início da emergência até 10 a 15 dias após a emergência (Figuras 97, 98 e 99). Este patógeno, estando presente no solo, além de ocasionar perdas significativas na fase de plântulas (falha no estande – Figura 100), pode servir ainda como fonte de inóculo para culturas subsequentes. O crescimento do fungo em meio BDA é caracterizado pela presença de culturas com crescimento micelial abundante, hifas espessas, ramificadas com ângulos de 90°, característica típica do patógeno *R. solani* (Figuras 101, 102 e 103).



Figura 94. *Rhizoctonia solani*: aspecto de plântulas atacadas pelo patógeno e com sintomas típicos (lesões deprimidas que sofreram tombamento de pré-emergência). **Figura 95.** *Rhizoctonia solani*: plântulas com sintomas típicos (lesões deprimidas marrom-avermelhadas no hipocótilo). **Figura 96.** *Rhizoctonia solani*: plântulas com sintomas típicos (lesões deprimidas marrom-avermelhadas no hipocótilo).



Figura 97. *Rhizoctonia solani*: plântulas com sintomas típicos (lesões deprimidas marrom-avermelhadas no hipocótilo – tombamento de pós-emergência). Experimento em casa de vegetação com inoculação do substrato. **Figura 98.** *Rhizoctonia solani*: plântulas com sintomas típicos (lesões deprimidas marrom-avermelhadas no hipocótilo – tombamento de pós-emergência). Experimento em casa de vegetação com inoculação do substrato.



Figura 99. *Rhizoctonia solani*: plântulas com sintomas típicos (lesões deprimidas marrom-avermelhadas no hipocótilo – tombamento de pós-emergência). Experimento em casa de vegetação com inoculação do substrato.

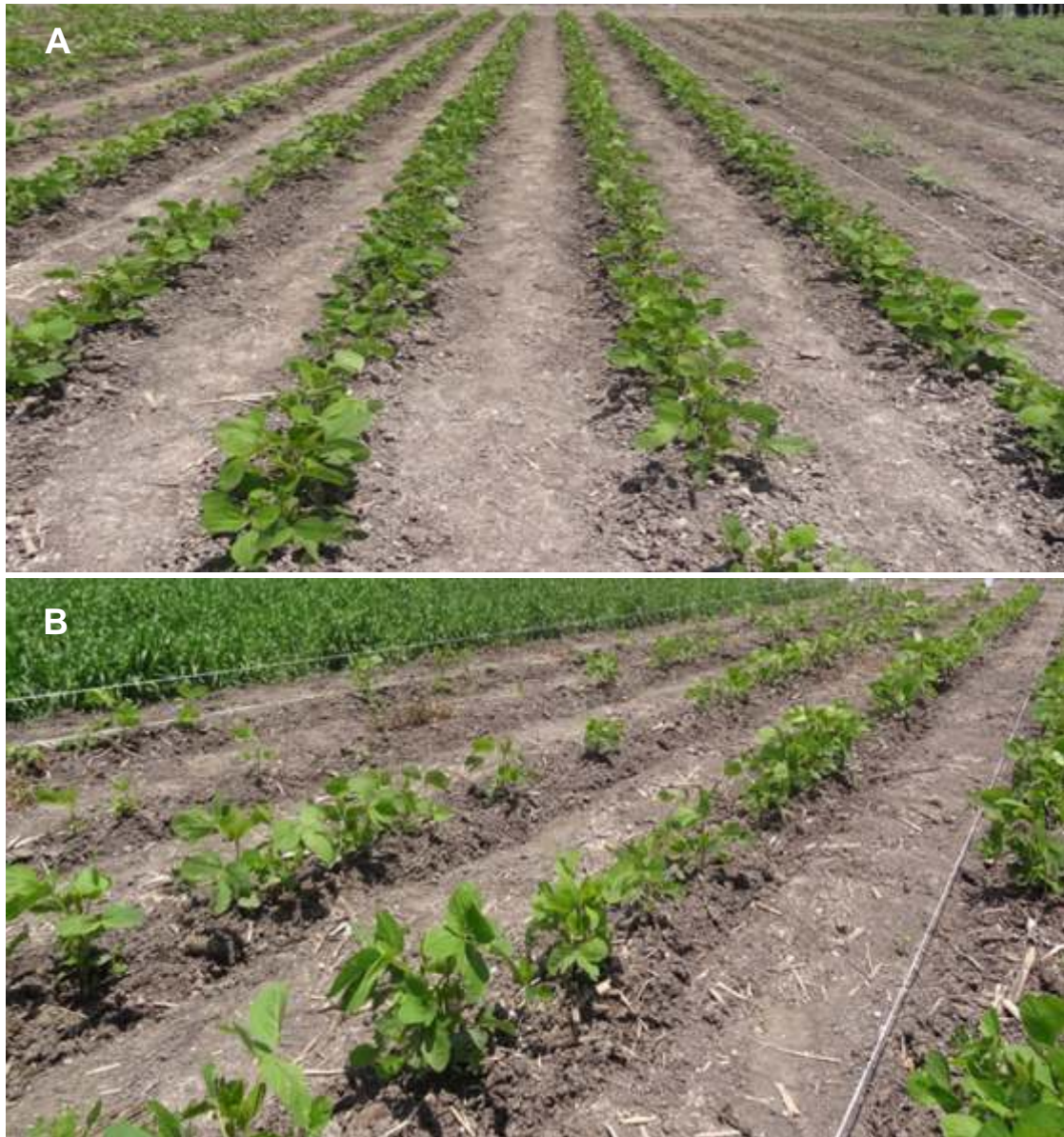


Foto: Augusto César P. Goulart

Foto: Augusto César P. Goulart

Figura 100. Importância do tratamento de sementes visando ao controle de *Rhizoctonia solani*: área tratada com fungicida eficiente (A) apresentando estande uniforme e área não tratada (B) mostrando falhas no estande.

Foto: Augusto César P. Goulart



Figura 101. *Rhizoctonia solani*: hifas ramificando-se em ângulos de 90°

Foto: Augusto César P. Goulart



Figura 102. *Rhizoctonia solani*: hifas ramificando-se em ângulos de 90°.

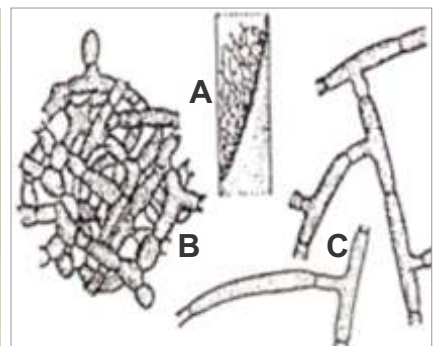


Figura 103. *Rhizoctonia solani*: escleródios e micélio em tubo de germinação (A); corte de escleródios (B) e células do micélio (C). Ordem: *Mycelia sterilia*.

Fonte: adaptado de Barnett e Hunter (1972); Moraes e Melchades (1991).

Fome oculta

Em algumas situações, infecções nos estádios iniciais permanecem dormentes, não provocando a morte das plantas. Estas, por sua vez, tornam-se amareladas (semelhantes àquelas com deficiência de nitrogênio) e subdesenvolvidas (atrofiadas, de menor porte e raquíticas), sendo que, em função deste aspecto, muitas vezes o stand parece irregular (Figura 104). Na maioria das vezes, essas plantas, mesmo infectadas de forma sistêmica pelo patógeno, passam despercebidas dentro da lavoura e completam seu ciclo reprodutivo sem que estes sintomas sejam observados. É de se esperar que estas plantas produzam menos do que as saudáveis. Para este tipo de situação e sintomatologia dá-se o nome de “fome oculta”.



Figura 104. Aspecto de lavoura de soja com sintomas de “fome oculta” (A, B e C) e plantas de soja com lesões de *Rhizoctonia solani* (D).

Utilização do tratamento de sementes como estratégia de controle desses patógenos

Dimensão global do tratamento de sementes como avanço tecnológico

A agricultura vem experimentando grandes avanços tecnológicos, em função da incorporação de novas tecnologias, dentre as quais merecem destaque aquelas relacionadas à indústria de sementes e de fungicidas. A importância do tratamento de sementes com fungicidas, no contexto atual da agricultura brasileira, dispensa maiores argumentações, considerando o seu valor como medida preventiva no controle integrado de inúmeras doenças de impacto econômico na cultura da soja. O negócio do tratamento de sementes a nível global é de cerca de 5,33 bilhões de dólares anuais, assim distribuídos: 38% na América do Norte, 24,6% na América do Sul, 26,4% na Europa e 11% na região Ásia-Pacífico.

A prática do tratamento de sementes de soja com fungicidas no Brasil vem crescendo a cada ano, sendo que na safra de 1991/1992 apenas 5% da área de soja era semeada com sementes tratadas. Atualmente, 98,2% das sementes de soja são tratadas com fungicidas, seja na indústria (Tratamento de Sementes Industrial – TSI – 25,6%) ou na propriedade agrícola, também denominado “*on farm*” (72,6%), segundo dados da XXXV Reunião de Pesquisa de Soja, Londrina, PR, 2016. Nos últimos 6 anos, a adoção do tratamento de sementes no Brasil mais que dobrou, sendo que o valor de mercado saltou de 360 milhões de dólares em 2009 para 870 milhões de dólares em 2015. Considerando as culturas em que o tratamento de sementes é utilizado no Brasil, destaca-se a soja, com um valor superior a 525 milhões de dólares anuais.

Objetivos do tratamento de sementes

Considerando os princípios de controle de doenças, o tratamento de sementes com fungicidas se enquadra em dois deles: a erradicação (que diz respeito à presença já estabelecida do patógeno na semente, efetuando o seu controle efetivo) e a proteção (que contribui para a preservação da semente contra o ataque de patógenos que estão presentes no solo e que podem atuar de forma negativa à sua viabilidade).

Assim, os objetivos do tratamento de sementes de soja com fungicidas se enquadram em dois grupos distintos: o primeiro, que se refere aos aspectos epidemiológicos (controle e transmissão do patógeno – itens 1, 2 e 3), e o segundo relacionado à sustentabilidade da lavoura na fase inicial de desenvolvimento (itens 4, 5 e 6). São eles:

- 1) Erradicar ou reduzir, aos mais baixos níveis possíveis, os fungos presentes nas sementes.
- 2) Proporcionar a proteção das sementes e plântulas contra fungos do solo.
- 3) Evitar o desenvolvimento de epidemias no campo.
- 4) Promover condições de uniformidade na germinação e emergência.
- 5) Proporcionar maior sustentabilidade à cultura pela redução de riscos na fase de implantação da lavoura.
- 6) Promover o estabelecimento inicial da lavoura com uma população ideal de plantas.

Quando o tratamento de sementes é recomendado

- 1) Quando as sementes estiverem contaminadas por fungos fitopatogênicos (determinado através da realização do teste de sanidade de sementes).
- 2) Quando as condições de semeadura forem adversas, tais como: ocorrência de chuvas muito pesadas, que provocam a formação de uma crosta grossa na superfície do solo, dificultando a emergência das plântulas; solo compactado; semeadura profunda; semeadura em solo com baixa disponibilidade hídrica; e semeaduras em solos com baixas temperaturas e alto teor de umidade.
- 3) Em casos de práticas de rotação de culturas ou de cultivo em áreas novas.

Escolha do fungicida para tratamento de sementes

Para a escolha correta de um fungicida, o primeiro aspecto que deve ser considerado é o organismo alvo do tratamento. Neste contexto, é sabido que, de forma variável, os fungicidas diferem entre si quanto ao espectro de ação ou especificidade. Assim, a ação combinada de fungicidas sistêmicos com protetores tem sido uma estratégia das mais eficazes no controle de patógenos das sementes e do solo, uma vez que o espectro de ação da mistura é ampliado pela ação de dois ou mais produtos. Desse modo, verificam-se melhores emergências de plântulas no campo com a utilização de misturas, em comparação ao uso isolado de um determinado fungicida.

Deve-se ressaltar que o efeito principal do tratamento de sementes de soja com fungicidas é observado na fase inicial do desenvolvimento da cultura (no máximo até 15 dias após a emergência). Nesse período, ocorre uma eficiente proteção da soja, proporcionando a obtenção de populações adequadas de plantas em função da uniformidade na germinação e emergência. Entretanto, deve-se ressaltar que, caso as condições climáticas sejam favoráveis, após este período de proteção alguns fungos poderão se instalar nas plântulas de soja – o que é normal – em decorrência da perda do poder residual dos fungicidas, o que não significa que o tratamento foi ineficiente.

Alguns aspectos interferem diretamente na maior ou menor eficiência de um determinado produto no controle de patógenos da semente ou do solo. Os de maior importância são: incidência do patógeno nas sementes e capacidade de transmissão para as plântulas, densidade de inóculo do patógeno no solo, qualidade do tratamento (cobertura homogênea, dose correta do fungicida), bem como a sua formulação comercial. No tocante ao potencial de inóculo do patógeno, tanto na semente quanto no solo, resultados de pesquisa têm demonstrado que o controle efetivo de um determinado fungicida é melhor frente às populações mais baixas do fungo na semente e/ou no solo e que, na presença de maiores níveis de inóculo do patógeno, a eficácia do mesmo é reduzida significativamente.

As misturas mais utilizadas para o tratamento de sementes de soja são: carbendazim + thiram, carboxin + thiram, fludioxonil + mefenoxan, fipronil + piraclostrobin + tiofanato metílico, fludioxonil + mefenoxan + thiabendazole, tiofanato metílico + fluazinan e clorotalonil + tiofanato metílico, nas doses recomendadas pelos fabricantes.

Efeito sistêmico/protetor do fungicida aplicado nas sementes

Os fungicidas protetores ou de contato (Figura 105A) controlam fungos localizados na superfície das sementes, protegendo-as contra fungos do solo. Apresentam pequeno poder residual, proporcionando proteção das plântulas por curto espaço de tempo. Esses fungicidas não são absorvidos pelas plântulas. Já os fungicidas sistêmicos (Figura 105B) controlam fungos nas sementes, sendo efetivos em doses pequenas. Alguns fungicidas desta classe protegem as sementes contra fungos do solo, apresentam efeito protetor, curativo e erradicante. Por esses motivos são mais adequados a programas de manejo integrado, oferecendo proteção das plântulas por um período maior. Fungicidas com essas características, quando aplicados nas sementes, lixiviam para o solo, sendo absorvidos lentamente pelas raízes e posteriormente translocados acropetalmente (de baixo para cima), via xilema, para a parte aérea das plantas, protegendo-as contra doenças nos estádios iniciais de desenvolvimento. A exceção, dentre todos os fungicidas do portfólio para tratamento de sementes, é o mefenoxam (metalaxyl-M), que após aplicado nas sementes, 20%–30% da dose penetra no tegumento, evento que não ocorre com os demais fungicidas. O restante do produto é absorvido como descrito anteriormente para os fungicidas sistêmicos.

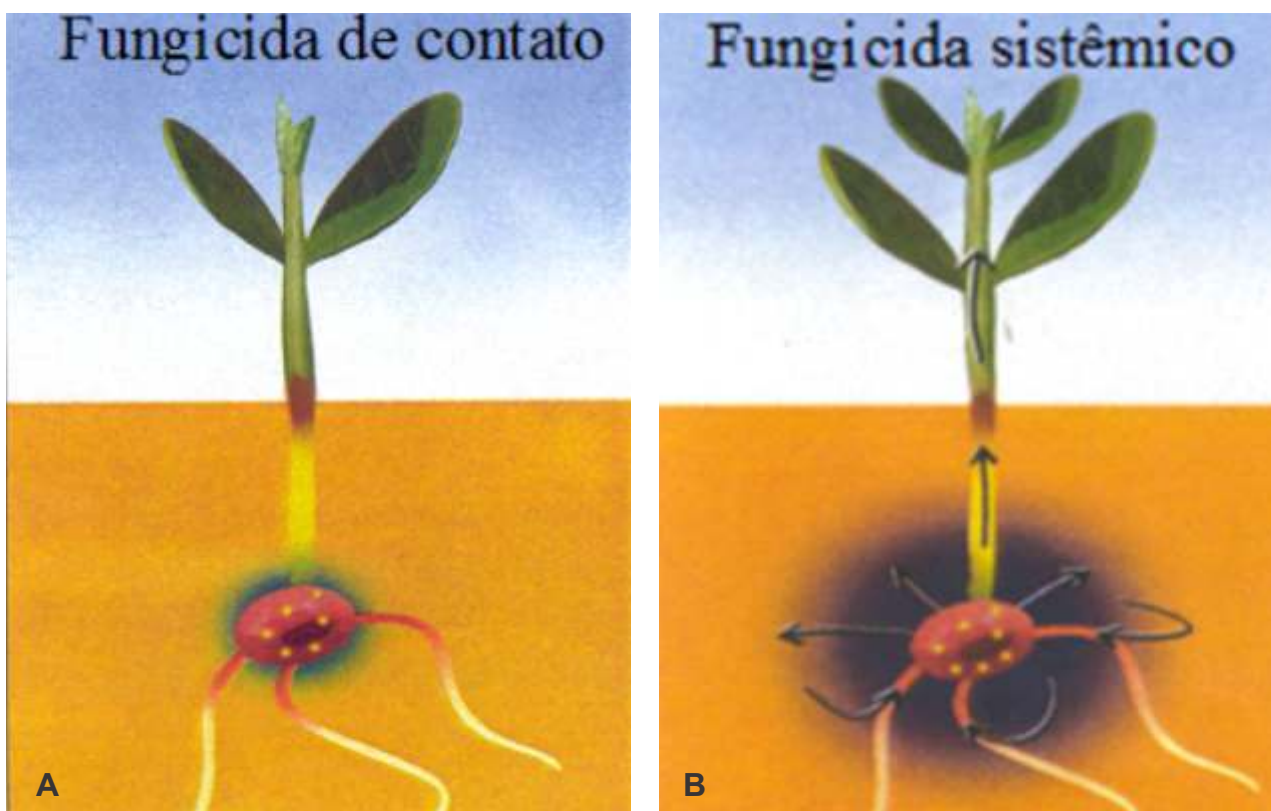


Figura 105. Representação esquemática do modo de ação do fungicida de contato (A) e do fungicida sistêmico (B).
Fonte: Goulart (2005).

Importância do tratamento das sementes com fungicidas em condições de déficit hídrico do solo

A soja inicia o seu processo de germinação e posteriormente emerge rapidamente quando semeada em solos com boa disponibilidade hídrica e temperaturas adequadas. Quando essas condições não são satisfeitas, as sementes ficam armazenadas no solo à espera de condições favoráveis para iniciar esse processo. Durante esse tempo, a germinação e emergência da soja ocorrem mais lentamente, proporcionando aos fungos do solo e da própria semente maior oportunidade de ataque, podendo causar sua deterioração nesse ambiente ou a morte de plântulas. Nessas condições, torna-se necessária a utilização do tratamento das sementes de soja com fungicidas. Esta prática proporciona maiores benefícios quando as sementes ou a plântula é submetida a diferentes tipos de estresse durante as duas primeiras semanas após a semeadura. O tratamento das sementes com fungicidas promove uma zona de proteção ao redor da mesma contra os microrganismos do solo e previne a sua deterioração nesse período.

Para se ter ideia da importância da realização desta prática sob condições de déficit hídrico no solo, foi feita uma compilação dos resultados de 17 ensaios de tratamento de sementes de soja com fungicidas realizados em Mato Grosso do Sul, compreendendo os municípios de Dourados, Maracaju e Chapadão do Sul. Foram testadas combinações de 15 diferentes princípios ativos de fungicidas, pertencentes a diferentes grupos químicos. Desses 17 ensaios, 14 foram instalados em solos secos – SS – (permanecendo nestas condições por períodos de 7 a 15 dias) e três em solos com boa disponibilidade hídrica – SU – (umidade suficiente para que a emergência ocorresse em 7 dias). Os resultados demonstraram que nos ensaios com SU (Figura 106) a emergência na testemunha foi de 67% contra 74% quando as sementes foram tratadas, o que proporcionou aumento médio no rendimento de grãos de apenas 8,4% em relação à testemunha sem tratamento. Por sua vez, quando os ensaios foram instalados com SS (Figura 107), foram observadas diferenças significativas entre as testemunhas e os tratamentos com fungicidas, para todos os 14 ensaios. Assim, a emergência na testemunha foi de apenas 35% contra 64% quando as sementes foram tratadas, o que proporcionou um incremento médio no rendimento de grãos de 41% em relação à testemunha não tratada. Nesses casos, ficou evidenciado o efeito benéfico do tratamento das sementes de soja com fungicidas, comprovando a eficiência dessa prática no sentido de garantir boa emergência em condições adversas (déficit hídrico – Figuras 108 e 109). De maneira geral, a maioria dos trabalhos envolvendo tratamento de sementes de soja com fungicidas tem demonstrado aumento na emergência, tanto em solos secos quanto naqueles com boa disponibilidade hídrica. Esses acréscimos, entretanto, raramente refletem em maior rendimento de grãos. Isso pode ser explicado, uma vez que pequenas diferenças no stand são compensadas pela emissão de maior quantidade de ramos e, como consequência, em aumento do número de vagens/planta, refletindo, assim, no rendimento. Considerando que as diferenças médias de emergência nesses 14 experimentos realizados em condições de déficit hídrico do solo foram bastantes grandes e evidentes, foi observado aumento no rendimento de grãos. Nesses casos, mesmo havendo o que é chamado de “capacidade de compensação de produção por parte da planta”, essa não foi suficientemente grande para igualar os tratamentos e anular o efeito dos fungicidas aplicados às sementes de soja.

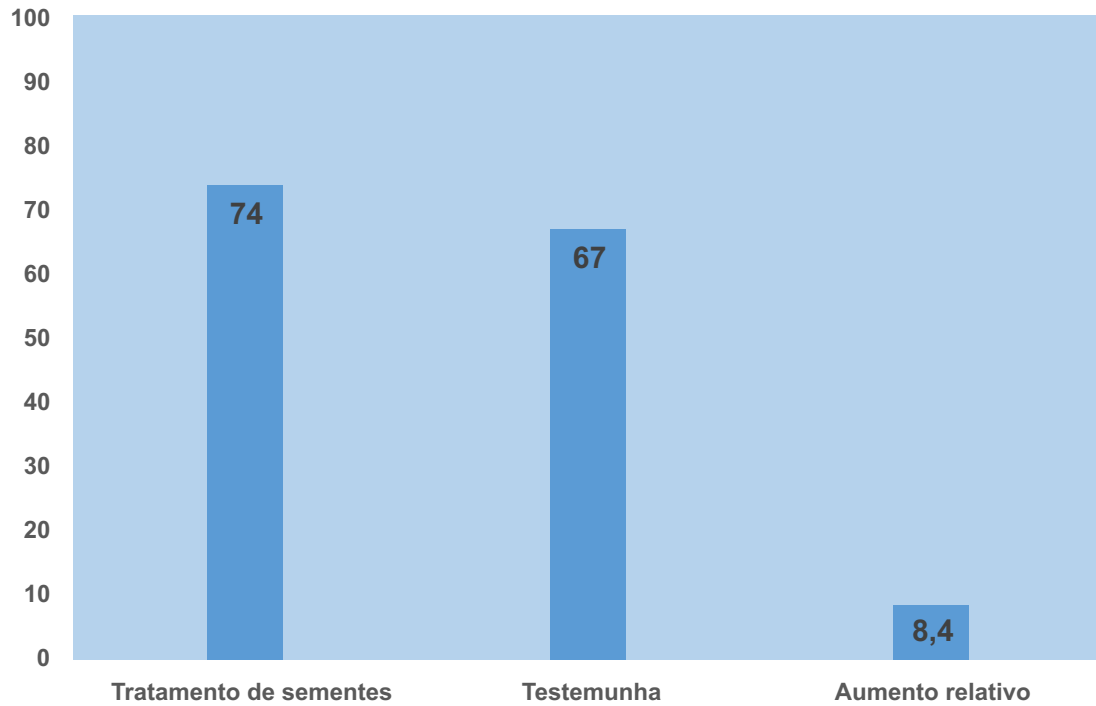


Figura 106. Resultados de 17 ensaios de tratamento de sementes de soja com fungicidas realizados em Mato Grosso do Sul – emergência de plântulas (%) e aumento relativo no rendimento de grãos (%) em solo úmido.

Fonte: Goulart (2005).



Figura 107. Resultados de 17 ensaios de tratamento de sementes de soja com fungicidas realizados em Mato Grosso do Sul – emergência de plântulas (%) e aumento relativo no rendimento de grãos (%) em solo seco.

Fonte: Goulart (2005).

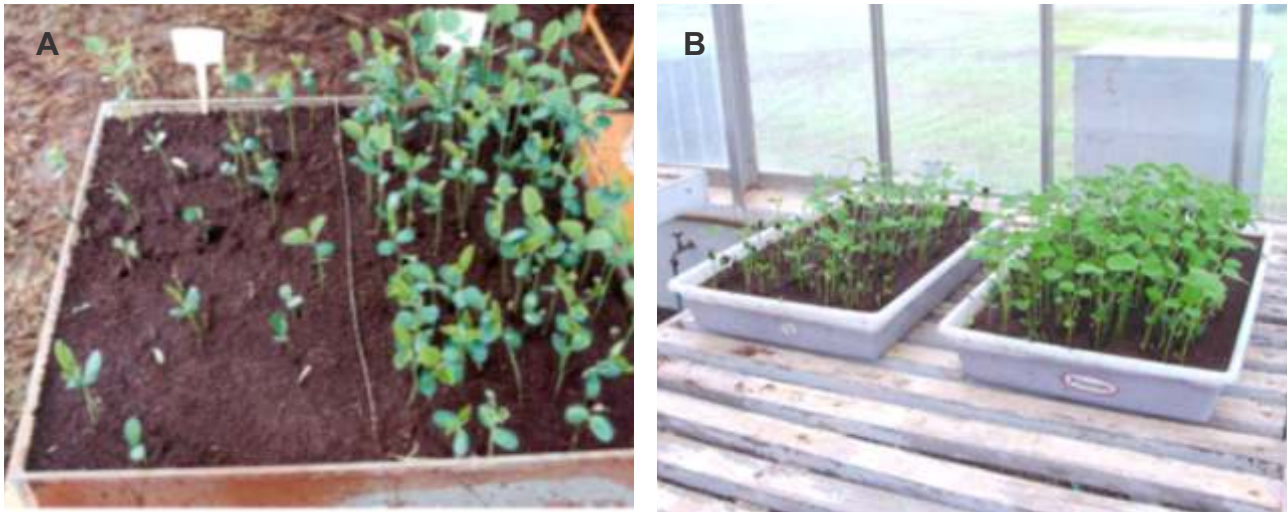


Figura 108. Efeito do tratamento de sementes de soja com fungicidas em condições de déficit hídrico do solo por 15 dias. Sementes não tratadas (A), sementes tratadas (B).



Figura 109. Efeito do tratamento de sementes de soja com fungicidas, no campo, em condições de déficit hídrico do solo por 13 dias. Sementes não tratadas (parcela marcada).

Fonte: Goulart (2005).

Custo do tratamento de sementes com fungicidas

Em qualquer processo produtivo, um dos pontos mais importantes que o produtor considera é o aspecto financeiro. De maneira geral, é lógico e compreensível que o agricultor pense dessa maneira, pois a sua atividade visa ao lucro. Partindo desse ponto de vista, torna-se fundamental que o agricultor saiba quanto ele vai gastar pela adoção de uma determinada prática agrícola na sua propriedade.

Levando-se em conta todos os gastos necessários para a produção da lavoura, o tratamento de sementes de soja é uma das práticas de menor custo (Tabela 1), quando comparada com as demais, representando apenas 1,53% (semente transgênica RR1) e 1,45% (semente Intacta – BT + RR).

Nem sempre a semeadura é realizada em condições ideais, o que resulta em sérios problemas de emergência – caso o tratamento de sementes não seja realizado – havendo, muitas vezes, a necessidade da ressemeadura, o que acarreta enormes prejuízos ao produtor.

A ressemeadura, usando sementes de soja transgênicas RR1, acarretará um prejuízo ao produtor de R\$263,17/ha, o que representa 10,74% a mais no custo de produção. Considerando o uso de sementes Intacta (BT+RR), este prejuízo é ainda maior (R\$466,17 ou 17,97% a mais no custo de produção).

Por essa razão, o uso do tratamento de sementes com fungicidas vem sendo utilizado por um número cada vez maior de produtores, para garantir populações adequadas de plantas, principalmente quando as condições edafoclimáticas durante a semeadura são adversas. Isto demonstra a importância dessa tecnologia, a qual proporciona inegáveis vantagens para o agricultor e para a economia do País. Assim, pode-se considerar que o tratamento de sementes com fungicidas é um “seguro barato” que o agricultor faz no início de implantação de sua lavoura.

Tabela 1. Custo do tratamento de sementes de soja/ha.

Componente do custo	Soja transgênica RR		Soja intacta (BT+RR)	
	Valor (%)	(%)	Valor (%)	(%)
Semente	122,00	4,98	325,00	12,53
Inoculante	2,50	0,10	2,50	0,10
Tratamento de sementes (TS) ⁽¹⁾	37,61	1,53	37,61	1,45
Demais Práticas	1.483,60	60,52	1.426,07	54,98
Custos fixos	805,80	32,87	802,35	30,94
Custo total	2.451,51	100,00	2.593,53	100,00
Custo total	2.451,51	100,00	2.593,53	100,00
Custo da ressemeadura⁽²⁾	263,17	10,74	466,17	17,97

⁽¹⁾Fungicida + inseticida.

⁽²⁾Semente, inoculante, TS (fungicida + inseticida), transporte interno e custo da operação de semeadura.

Fonte: Richetti (2015).

Comparação entre as quantidades de fungicidas utilizados em tratamento de sementes e outras modalidades de aplicação

O tratamento químico de sementes com fungicidas, do ponto de vista de manejo integrado de doenças, é um dos métodos mais simples, de baixo custo e resulta em reflexos altamente positivos para o aumento da produtividade da cultura. Quando se analisa a questão ambiental, apresenta a vantagem ainda de não alterar a biologia do solo, pois a quantidade por hectare é mínima, sendo rapidamente diluída e degradada no solo. Além disso, dentre os demais defensivos, os fungicidas são os que apresentam o menor impacto negativo no ambiente. Quando comparado com as demais práticas de controle (pulverização foliar = distribuição do produto em 10.000 m²/ha e granulados no sulco de plantio = aplicação em 500 m²/ha), o tratamento das sementes com fungicidas apresenta a vantagem de a quantidade de produto utilizada corresponder à

aplicação em apenas 127 m²/ha (o que significa uma aplicação localizada de baixas doses/hectare – Figura 110). Deve-se salientar que a adoção da prática do tratamento de sementes não substitui a aplicação de fungicidas visando ao controle de doenças da parte aérea.

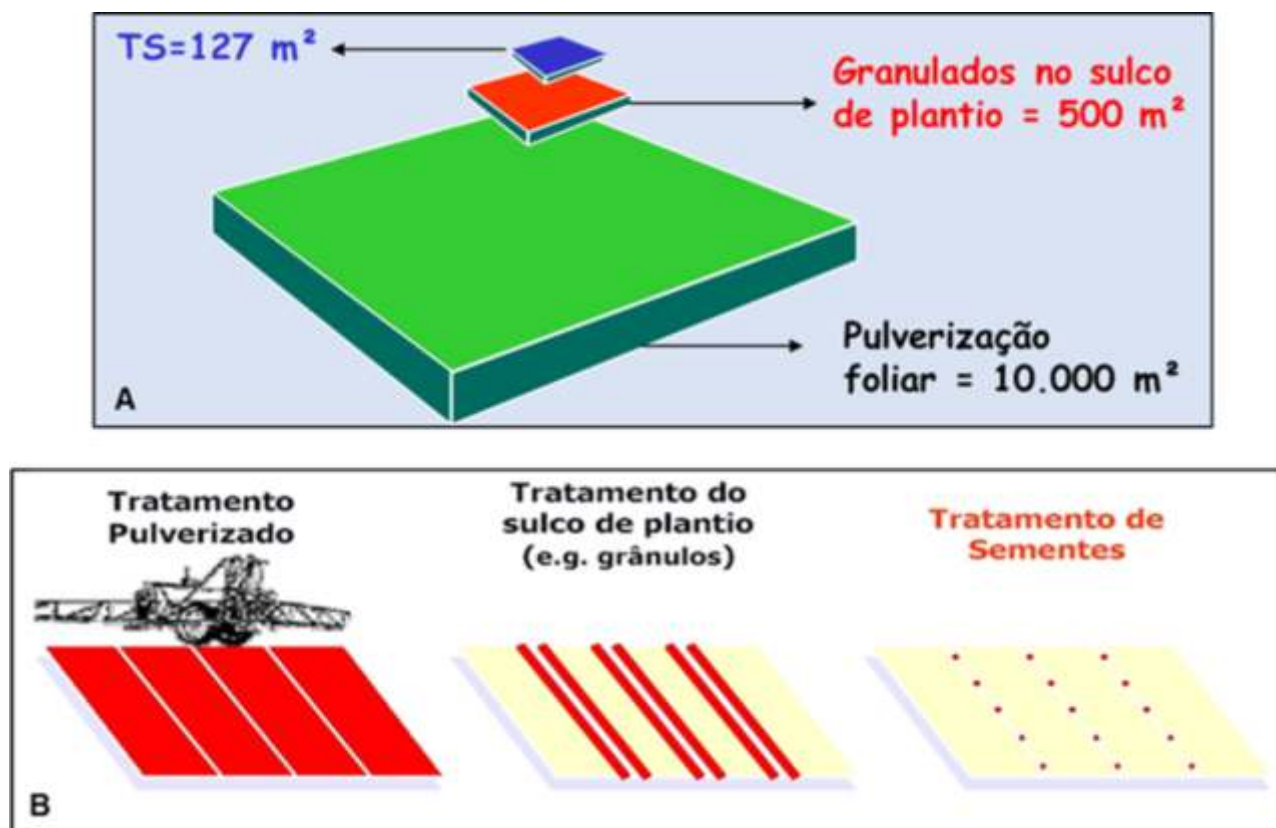


Figura 110. Comparação entre as quantidades de fungicidas utilizados em tratamento de sementes comparado com outras modalidades de aplicação.

Ilustrações: Augusto César P. Goulart (A) e José Otávio Machado Menten (B)

Compatibilização entre o tratamento de sementes com fungicidas e a inoculação

Resultados de pesquisa têm mostrado que as estirpes de *Bradyrhizobium* spp. são sensíveis a fungicidas, mesmo quando a inoculação é feita após o tratamento das sementes com os fungicidas. Os efeitos mais drásticos têm sido verificados pela mortalidade elevada de células de *Bradyrhizobium* nas sementes, reduzindo a nodulação e, muitas vezes, o rendimento de grãos da cultura. Este efeito de toxicidade é particularmente mais relevante em solos de primeiro cultivo com a soja, uma vez que não existem estirpes nativas de rizóbio nativas capazes de formar os nódulos radiculares. Assim, para garantir melhores resultados, deve-se evitar o tratamento com fungicidas, desde que as sementes apresentem alta qualidade fisiológica e fitossanitária e o solo apresente boa disponibilidade hídrica e temperatura adequada para uma rápida germinação e emergência. Deve-se salientar a importância de se colocar o maior número possível de células de *Bradyrhizobium* spp. nas sementes, sendo desejável cerca de 1 milhão de células/semente. Algumas experiências bem sucedidas quanto ao aumento da nodulação em áreas de primeiro cultivo de soja têm sido obtidas com a inoculação de determinadas culturas que precedem o cultivo de soja (como exemplo, arroz), seguida pela inoculação da soja. Outros resultados obtidos nesse sentido foram alcançados com a utilização de doses dobradas de inoculantes, que resultaram em um estabelecimento satisfatório do número de células/semente.

O TSI é realizado por profissionais especializados, os quais operam sistemas altamente sofisticados e computadorizados que propiciam o monitoramento de todas as operações envolvidas no processo. Sensores medem em tempo real o fluxo das sementes dentro das tratadoras, quer seja de batelada (Figura 111) ou de fluxo contínuo (Figura 112), requisitando a correspondente quantidade de fungicida, considerando, para tal, o peso de mil sementes. Assim, as doses aplicadas são medidas por um sistema altamente preciso, que controla de forma cruzada o volume e a massa dos fungicidas. Os sistemas de aplicação dos produtos às sementes são compostos por aspersores sofisticados, que proporcionam aplicação uniforme em termos de cobertura, distribuição e doses exatas dos ingredientes ativos sobre cada semente. Dessa forma, é possível determinar a dose exata de fungicida por semente, diferentemente do que ocorre no tratamento “*on farm*”, onde o fungicida é aplicado com base na dose do produto/100 kg de sementes ou na quantidade de sementes que será usada por hectare, o que dá pouca precisão ao tratamento.

As vantagens do TSI em relação àquele realizado de forma tradicional, na propriedade agrícola, também denominado “*on farm*”, são: cobertura uniforme (Figuras 113 e 114), dose adequada (precisão quantidade do fungicida), qualidade das sementes garantida, ausência de contato do produtor com o fungicida, redução do risco de contaminação, padrão de segurança garantido, tratamento de elevada qualidade, agregação de valor ao produto (semente), além de proporcionar economia de tempo. Além disso, essa tecnologia em nível industrial reduz o número de pessoas envolvidas com a operação e, conseqüentemente, possíveis riscos de contaminação.



Figura 111. Máquinas utilizadas para o tratamento de sementes industrial (TSI) – sistema de aplicação de batelada.

Fonte: adaptado de Nunes e Baudet (2012).

Progressos no tratamento de sementes de soja com fungicidas

A agricultura vem experimentando grandes avanços tecnológicos, o que, há muito tempo, não era possível em função da indisponibilidade dessas tecnologias. As principais mudanças decorrem da incorporação dessas novas tecnologias, onde as mais recentes estão relacionadas à indústria de sementes e de fungicidas. Quando se fala em progressos no tratamento de sementes com fungicidas, duas situações apresentam-se como realidade: 1) o tratamento de sementes industrial (TSI) e 2) o uso de fungicidas com características que vão além da fungitoxicidade.

Tratamento de sementes industrial (TSI)

O TSI tem amplo potencial de crescimento no Brasil. Considerando a modernização da agricultura, o TSI agrega vantagens relacionadas à diminuição de riscos de ataque de fungos alvos do tratamento de sementes, por garantir maior precisão do tratamento (Tabela 2).

Esta prática caracteriza-se basicamente pela utilização de equipamentos especiais que asseguram cobertura, dose e qualidade das sementes, possibilitando que sejam comercializadas, já tratadas, dentro de elevados e seguros padrões de qualidade. Existem dois sistemas de tecnologias de aplicação em uso no TSI: o sistema de tratamento de bateladas e o de fluxo contínuo. Ambos proporcionam a mesma qualidade de aplicação do fungicida, do pó secante e do polímero, diferindo principalmente pelo consumo de energia, volume de sementes tratadas, versatilidade de aplicação de vários ativos e na performance de produção do tratamento de sementes.

Tabela 2. Características e benefícios do Tratamento de Sementes Industrial.

Característica	Benefício
Controles computadorizados de processos	Segurança de qualidade no tratamento ofertado
Tratadoras com alta tecnologia	Redução de riscos de danos mecânicos (qualidade das sementes)
Sistemas de monitoramento de doses por High-performance liquid chromatography (HPLC)	Dose correta, eficiência biológica, seletividade e economia
Pessoal especializado	Segurança de melhor resultado na operação e qualidade de sementes tratadas
Elimina riscos de misturas varietais, peneiras ou de lotes	Uniformidade de stand e desenvolvimento
Equipe de Segurança, Saúde e Meio Ambiente (SSM)	Maior segurança na operação, para os operadores e para o meio ambiente
Sementes já vêm tratadas – abre e planta	Conveniência, redução de mão de obra, mais tempo disponível para outras atividades



Figura 112. Máquinas utilizadas para o tratamento de sementes industrial (TSI) – sistema de aplicação de fluxo contínuo.
Fonte: Nunes e Baudet (2012).



Fotos: Silvia Zoche Borges

Figura 113. Aspecto das sementes submetidas ao tratamento de sementes industrial – TSI (A) e comparação entre sementes tratadas “on farm” e no TSI (B).



Foto: Augusto César P. Goulart

Figura 114. Aspecto das sementes submetidas ao tratamento de sementes industrial (TSI).

Fungicidas com características que vão além da fungitoxicidade

Os últimos 50 anos experimentaram grandes avanços na tecnologia relacionada aos defensivos agrícolas. Os fungicidas modernos da atualidade pertencem ao grupo daqueles que atuam em um único sítio de ação, diferentemente dos compostos orgânicos e inorgânicos de antigamente, que tinham atuação multissítios. A maioria desses fungicidas são absorvidos pela planta por meio das raízes, chegando até a parte aérea, apresentando desde translocação translaminar a sistêmica completa. Além disso, os avanços relacionados à formulação e aos adjuvantes contribuíram ainda mais para o aumento do desempenho desses fungicidas, que vão desde a elevada atividade intrínseca até um efeito duradouro mais pronunciado (*long-lasting effect*), isso a taxas de aplicação (doses) bem mais baixas do que aquelas observadas para os fungicidas mais antigos (30 g/ha–125 g/ha para DMI's, Qol's e SDHI carboxamidas em comparação com 1.000 g/ha para os organometálicos, os ditiocarbamatos e as fitalimidias).

Até recentemente, o uso de fungicidas visava exclusivamente ao controle de fitopatógenos. O surgimento de novas moléculas de fungicidas apresentando características que vão além da fungitoxicidade é outro ponto importante quando se fala em progressos no tratamento de sementes. Esses produtos são capazes de atuar também em rotas metabólicas secundárias, culminando por reduzir o impacto dos patógenos sobre as plantas e, finalmente, levando ao seu controle. Algumas estrobilurinas apresentam essas características, como, por exemplo, a piraclostrobina e alguns fungicidas do grupo das carboxamidas, como o sedaxane. Dessa forma, produtos com ação exclusiva sobre patógenos tendem a ceder terreno para aqueles cujo efeito ocorre sobre

rotas metabólicas secundárias, ou mesmo por meio do fortalecimento de processos de síntese nas plantas, culminando por reduzir o impacto dos patógenos sobre as plantas e, finalmente, levando ao seu controle.

Nesse contexto, surge o conceito de efeito direto x efeito construído, relacionado ao modo de ação dessas novas moléculas fungicidas. Assim, além do efeito direto que esses fungicidas apresentam na proteção das sementes contra os patógenos do solo e da própria semente, o qual é caracterizado pelo fungitoxicidade inerente ao produto, existe ainda o que pode ser chamado de efeito construído, que está diretamente relacionado com a construção radicular da planta e que propicia um escape das raízes dos locais mais superficiais do solo onde se concentram as maiores populações de fungos patogênicos.

A utilização de produtos de ação fitotônica tem estimulado pesquisas em diversas áreas da agricultura; dentre elas destaca-se a utilização de fungicidas de efeito fisiológico. Com o lançamento das estrobilurinas e com a evolução deste grupo de produtos químicos, o conceito de controle ganhou novas perspectivas, resultante da comprovação de influências diretas advindas da utilização desses produtos em processos fisiológicos de plantas não infectadas. A essa atividade, denominou-se “efeito fisiológico”. Como exemplo de produtos com essa característica, pode-se citar a estrobilurina piraclostrobina, que além da ação fungicida tem proporcionado aumento de produtividade atribuída aos efeitos fisiológicos proporcionados, os quais são conhecidos nas fases vegetativa e reprodutiva. Os mais frequentemente mencionados são o efeito verdejante, ou "*greening*", a melhoria de fatores estressantes em campo e sob condições controladas, além da regulação hormonal e assimilação de carbono e nitrogênio pela planta. Este fungicida age inibindo a respiração mitocondrial pelo bloqueio da transferência de elétrons no complexo III da corrente transportadora de elétrons mitocondrial. Um novo grupo de fungicidas para tratamento de sementes está em desenvolvimento pela indústria: os SDHIs (succinate de-hydrogenase inhibitors, ou inibidores da enzima desidrogenase do succinato). Dentre os produtos pertencentes a este grupo, destaca-se o sedaxane, ingrediente ativo pertencente à classe das carboxamidas. Esse fungicida, desenvolvido especificamente para o tratamento de sementes, já está registrado em diferentes países, e em fase de registro para uso em soja no Brasil. Este produto possui a capacidade de promover excelente enraizamento das culturas, quando aplicado via tratamento de sementes. Os motivos que levam a este incremento na capacidade de enraizamento ainda estão em estudo, entretanto, uma das hipóteses mais aceitas é a possibilidade de o sedaxane atuar em rotas metabólicas secundárias, conferindo às plantas, além do poder fungicida intrínseco à sua molécula, algum efeito secundário sobre a fisiologia das plantas, atuando como um estimulante do enraizamento. Como se sabe, existem diferentes substâncias capazes de estimular o processo de desenvolvimento radicular das plantas, algumas por meio de efeitos hormonais, outras por meio de um fenômeno denominado bioativação.

Considerações finais

De todos os patógenos abordados nesta publicação, os mais importantes do ponto de vista epidemiológico e de potencial de danos são *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum truncatum* e *Corynespora cassiicola*, que têm nas sementes a sua principal via de sobrevivência, transmissão e disseminação, além do fungo de solo *Rhizoctonia solani*.

No caso dos fungos de sementes anteriormente citados (*S. sclerotiorum* e *C. truncatum*), considerando o portfólio de fungicidas recomendados para o controle desses patógenos nas culturas da soja, pode-se afirmar que o produtor tem à sua disposição excelentes opções para o tratamento de sementes, que tradicionalmente é realizado com produtos curativos, protetores e/ou sistêmicos. Estes fungicidas, além de controlar eficientemente o inóculo inicial transmitido por meio da semente infectada, propiciam residual de 12 a 15 dias na proteção da plântula. O tratamento de sementes com dois ou três princípios ativos tem sido a maneira mais eficiente de controle desses patógenos presente nas sementes, com ênfase para os fungicidas do grupo dos benzimidazóis, carboxamidas, algumas estrobilurinas e uma fenilpiridinilamina. Das misturas fungicidas atualmente disponíveis no mercado, as quais são compostas por ingredientes ativos pertencentes a esses grupos de fungicidas, os melhores resultados no controle desses fungos presentes nas sementes de soja estão sendo obtidos com fluazinam + tiofanato metílico, carbendazim + thiram, fludioxonil + mefenoxan + thiabendazole e fipronil + pyraclostrobin + tiofanato metílico, nas doses recomendadas pelos fabricantes.

Especificamente em relação ao *Corynespora cassiicola*, causador da mancha-alvo, dentre as estratégias de manejo recomendadas o tratamento de sementes com fungicidas é uma ferramenta de extrema importância no sentido de contribuir de forma significativa para redução do inóculo inicial nas áreas de cultivo da soja. Atualmente, somente o ativo carbendazim tem registro para uso em tratamento de sementes visando ao seu controle. Portanto, torna-se de fundamental importância a realização de pesquisas com novos fungicidas e também com aqueles já recomendados e registrados para outros alvos na cultura, com o objetivo de conhecer a ação desses ativos no controle desse patógeno.

Em relação ao fungo de solo *Rhizoctonia solani*, existe uma lacuna a ser preenchida quando se considera o portfólio de produtos recomendados para o tratamento de sementes de soja. Há a necessidade premente de novas moléculas mais específicas, a fim de controlar as doenças causadas por esse patógeno (quer seja em relação ao tombamento de plântulas quanto à fome oculta). Resultados de pesquisa têm demonstrado que as misturas que têm em suas formulações fungicidas à base de estrobilurinas e de carboxamidas são as mais eficazes no controle desse patógeno. Como exemplo de fungicidas pertencentes a esses grupos podem ser citadas algumas estrobilurinas que apresentam estas características, como, por exemplo, a piraclostrobina e alguns fungicidas do grupo das carboxamidas, como o sedaxane. Em se tratando da fome oculta, por exemplo, há necessidade de produtos que apresentem maior sistemicidade em termos de tempo de proteção mais longo, ou seja, um efeito duradouro mais pronunciado (*long-lasting effect*). Doenças causadas por *R. solani* são monocíclicas, não havendo a produção de inóculo secundário. Isso quer dizer que não há transmissão de planta para planta, sendo que o inóculo vem todo do solo. Nesse contexto, quanto mais tarde a doença aparecer, menores serão os danos ocasionados por elas. A única maneira de minimizar esses efeitos negativos, fazendo com que a doença entre mais tarde na lavoura, seriam fungicidas para tratamento de sementes com características de sistemicidade mais duradouras, conforme discutido anteriormente.

Com a intensificação da agricultura, tem-se observado aumento significativo no uso e na dependência desses fungicidas de alta performance que atuam em um único sítio de ação, o que representa acréscimo no risco de resistência aos patógenos alvo. Dessa forma, o uso de misturas de fungicidas de diferentes modos de ação é a estratégia mais eficiente no sentido de aumentar o número de alvos a serem controlados, bem como no manejo da resistência, prolongando o tempo de vida dos ativos.

Referências

- BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 3rd ed. Minneapolis: Burgess, 1972. 241 p.
- BRASIL. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Manual de análise sanitária de sementes**. Brasília, DF, 2009. 200 p.
- CERCOSPORA. [Athens]: Center for Invasive Species and Ecosystem Health, [2018?]. Disponível em: <<https://www.invasive.org/browse/Taxthumb.cfm?fam=318&genus=Cercospora>>. Acesso em: 6 jun. 2018.
- CHALEEPROM, W. **Soybean**. [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em: <<http://eplantdisease.blogspot.com/2013/10/soybean.html>>. Acesso em: 27 ago. 2017.
- ECOPORT picture databank: *Fusarium semitectum*. [Tokyo]: Food Agency: Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, [2018?]. Disponível em: <<http://ecoport.org/ep?SearchType=pdb&PdbID=2402>>. Acesso em: 6 jun. 2016.
- FUNGAL photo gallery (micro-view): *Epicozum*. [S.l.]: EMSL Analytical, 2018a. Disponível em: <<https://www.emsl.com/Page.aspx?ID=134>>. Acesso em: 22 jan. 2018.
- FUNGAL photo gallery (micro-view): *Nigrospora*. [S.l.]: EMSL Analytical, 2018b. Disponível em: <<https://www.emsl.com/Page.aspx?ID=134>>. Acesso em: 22 jan. 2018.
- GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância, e controle**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 72 p.
- JUSTINE L. **Mycology exam 2: Aspergillus**. [Allendale: Grand Valley State University], 2018. Disponível em: <<https://www.studyblue.com/notes/note/n/mycology-exam-2/deck/6011195>>. Acesso em: 18 jan. 2018.
- KUNG'U, J. **Penicillium species: the mould that saved millions of lives**. Mississauga: MBL, [2018?]. Disponível em: <<https://www.moldbacteria.com/mold/penicillium.html>>. Acesso em: 22 jan. 2018.
- KRUPPA, P. C.; RUSSOMANNO, O. M. R. **Fungos em plantas medicinais, aromáticas e condimentares - solo e semente**. [S.l.]: InfoBibos, 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/Fungos/index.htm>. Acesso em: 25 jan. 2017.
- MORAES, S. R.; MELCHIADES, A. R. **Apostila do laboratório de patologia de sementes**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, [1991?]. 46 p.
- NUNES, J. C. S.; BAUDET, L. Tratamento de sementes industrial. **Cultivar**: grandes culturas, ano 13, n. 151, dez. 2012. Caderno técnico, p. 3-10, dez. 2012. Encarte.
- NUNES, J. L. da S. **Tecnologia de sementes: produção de sementes de soja**. [S.l.]: Agrolink, 2016. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/sementes/tecnologia-sementes/producao-de-sementes-de-soja_361337.html#>. Acesso em: 6 jun. 2016.
- RICHETTI, A. **Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2015/2016, em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 13 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 202).

SOJA: antracnose: (*Colletotrichum dematium* var. *truncata* (Schw.) Andrus & Moore). [S.l.]: Agrobyte, [2017?]. Disponível em: <<http://www.agrobyte.com.br/index.php?pag=soja&soja=antracnose>>. Acesso em: 27 ago. 2017.

TRICHODERMA. [San Francisco]: Wikimedia Foundation, [2018a?]. Disponível em: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Trichoderma>>. Acesso em: 7 jun. 2016.

TRICHODERMA *viride*, teleomorfa *Hypocrea rufa*. [Brno]: Masaryk University, [2018b?]. Disponível em: <<https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/ps06/mikroorg/web/tri.htm>>. Acesso em: 7 jan. 2018.

WU, B.-M. **Sclerotinia sclerotiorum** asci and ascospores. [Mount Vernon: Washington State University, 2018?]. Disponível em: <http://mtvernon.wsu.edu/path_team/DiseaseGallery/lettuce-white-mold-5.htm>. Acesso em: 16 jan. 2018.

YURI. **Fun with microbiology (what's buggin' you?): Aspergillus flavus**. [S.l.: s.n.], 2012. Disponível em: <<http://thunderhouse4-yuri.blogspot.com/2012/02/aspergillus-flavus.html>>. Acesso em: 18 julho 2016.

Literatura recomendada

AMMERMANN, E.; LORENZ, G.; SCHELBERGER, K.; MUELLER, B.; KIRSTGEN, R.; SAUTER, H. BAS 500 F – the new broad spectrum strobilurin fungicide. In: BCPC CONFERENCE, 2000, Brighton. **Pests & diseases**: proceedings. Hampshire: BCPC, 2000. p. 541-548.

BALARDIN, R. S. Proteção adicional – efeito aditivo. **Cultivar**: grandes culturas, ano 13, 'n. 152, jan. 2012. Caderno técnico, p. 3-10, jan. 2012. Encarte.

BARCHIETTO, T.; PRÉVOT, C.; RAMBACH, O.; PETIT, M.; SENG, J.-M.; SCHLATTER, C. Sedaxane: towards a new concept in plant protection? **Phytoma**: la defense des végétaux, n. 653, Apr. 2012. Disponível em: <<https://www.seedquest.com/keyword/seedtreatment/roothealth/pdf/Sedexane.pdf>>. Acesso em: 7 jun. 2016.

BARROCAS, E. N. Métodos de detecção de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes. **Informativo Abrates**, v. 21, n. 3, p. 15, ago. 2011. Edição dos resumos de palestras do XI Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes, Natal, 2011.

FRANÇANETO, J. de B.; HENNING, A. A. **DIACOM**: diagnóstico completo da qualidade da semente de soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1992. 22 p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular técnica, 10).

GOLL, M. B.; SCHADE-SCHÜTZE, A.; SWART, G.; OOSTENDORP, M.; SCHOTT, J. J.; JASER, B.; FELSENSTEIN, F. G. Survey on the prevalence of *Rhizoctonia* spp. in European soils and determination of the baseline sensitivity towards sedaxane. **Plant Pathology**, v. 63, n. 1, p. 148-154, Feb. 2014.

GOULART, A. C. P. **Avaliação do nível de ocorrência e efeitos de *Phomopsis* sp. e *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1984. 80 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

GOULART, A. C. P. **Detecção e controle químico de *Colletotrichum* em sementes de soja e algodão**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2009. 33 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 100).

GOULART, A. C. P. Eficiência de diferentes fungicidas no controle de patógenos em sementes de soja e seus efeitos na emergência e no rendimento de grãos. **Informativo Abrates**, v. 10, n. 1/3, p. 17-24, 2000.

GOULART, A. C. P. Eficiência do tratamento de sementes de soja com fungicidas em Dourados, MS, safra 2001/02. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 36., 2003, Uberlândia. **Manejo integrado de doença de plantas**. Uberlândia: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2003. 1 CD-ROM.

- GOULART, A. C. P. Eficiência do tratamento químico de sementes de soja no controle de *Colletotrichum dematium* var. *truncatum*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 13, n. 1, p. 1-4, 1991.
- GOULART, A. C. P. Importância do tratamento de sementes de soja com fungicidas em condições de déficit hídrico do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 36., 2003, Uberlândia. **Manejo integrado de doença de plantas**. Uberlândia: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2003. 1 CD-ROM.
- GOULART, A. C. P. Progressos no tratamento de sementes no manejo e controle do "Mofo Branco". In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE MOFO BRANCO, 2012, Ponta Grossa. **Globalizando o problema, fundamentando soluções**: anais. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2012. p. 41-42.
- GOULART, A. C. P. Proteção da soja – semente sadia. **Cultivar**: grandes culturas, ano 5, n. 56, nov. 2003. Caderno técnico, p. 1-14, nov. 2003. Encarte.
- GOULART, A. C. P. Sanidade de sementes de soja produzidas em Mato Grosso do Sul. **Summa Phytopathologica**, v. 26, n. 3, p. 346-352, jul./set. 2000.
- GOULART, A. C. P. Soja – proteção preventiva. **Cultivar**: grandes culturas, ano 14, n. 160, p. 36-38, set. 2012.
- GOULART, A. C. P. Tratamento químico de sementes visando o controle de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Informativo Abrates**, v. 21, n. 3, p. 17, ago. 2011. Edição dos resumos de palestras do XI Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes, Natal, 2011.
- GOULART, A. C. P.; ANDRADE, P. J. M.; BORGES, E. P. Controle de patógenos em sementes de soja pelo tratamento com fungicidas e efeitos na emergência e no rendimento de grãos. **Summa Phytopathologica**, v. 26, n. 3, p. 341-346, jul./set. 2000.
- GOULART, A. C. P.; FIALHO, W. F. B.; FUJINO, M. T. **Efeito de embalagens e do tratamento com fungicidas na qualidade de sementes de soja armazenadas**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 26 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 10).
- GOULART, A. C. P.; FIALHO, W. F. B.; FUJINO, M. T. **Viabilidade técnica do tratamento de sementes de soja com fungicidas antes do armazenamento**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1999. 41 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Boletim de pesquisa, 2).
- GOULART, A. C. P.; MACHADO, J. da C.; VIEIRA, M. das G. G. C.; PITTIS, J. E. Desenvolvimento inicial da soja (*Glycine max*) a partir de sementes portadoras de *Phomopsis* sp. em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 99-101, mar. 1990.
- GOULART, A. C. P.; MELO FILHO, G. A. de. **Quanto custa tratar as sementes de soja, milho e algodão com fungicidas?** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000. 23 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 11).
- GRABICOSKI, E. M. G.; JACCOUD FILHO, D. S.; PILEGGI, M. Desenvolvimento de métodos rápidos para a detecção de patógenos em sementes – método rápido de detecção de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de soja. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE MOFO BRANCO, 2012, Ponta Grossa. **Globalizando o problema, fundamentando soluções**: anais. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2012. p. 49.
- HENNEBERG, L.; JACCOUD FILHO, D. S.; GRZYBOWSKI, C. R. S.; PANOBIANCO, M. Importância da detecção de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de soja. **Informativo Abrates**, v. 21, n.3, p. 41-46, 2011.
- HENNING, A. A. Importância da colheita, beneficiamento e tratamento com fungicidas na sanidade de sementes e transmissão do mofo branco. **Informativo Abrates**, v. 21, n. 3, p. 16, ago. 2011. Edição dos resumos de palestras do XI Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes, Natal, 2011.
- HENNING, A. A. **Patologia de sementes**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1994. 43 p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 90).

- HENNING, A. A. Testes de sanidade de sementes de soja. In: SOAVE, J.; WETZEL, M. M. V. da S. (Ed.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill; [Brasília, DF]: Abrates: Copasem, 1987. p. 441-454.
- HENNING, A. A. Visão histórica, progressos e perspectivas no manejo e controle do mofo branco. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE MOFO BRANCO, 2012, Ponta Grossa. **Globalizando o problema, fundamentando soluções**: anais. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2012. p. 16-17.
- HENNING, A. A.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. Efeito da época do tratamento químico e/ou período de armazenamento sobre a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de soja, cv. Bossier e Paraná, com altos índices de *Phomopsis* sp. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 2., 1981, Recife. **Resumos...** Brasília, DF: ABRATES, 1981. p. 24.
- HENNING, A. A.; MATSUDA, J. M. Efeito do ambiente e do período de armazenamento sobre a viabilidade de *Colletotrichum truncatum* em sementes de soja. **Informativo Abrates**, v. 3, n. 3, p. 101, 1993.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **International rules for seed testing**. Annexe to Chapter 7: Seed health testing methods. [Bassersdorf], 2008.
- JACCOUD-FILHO, D. S.; HENNEBERG, L.; GRABICOSKI, E. M. G.; VRISMAN, C. M.; PIERRE, M. L. C.; SARTORI, F. F.; CANTELE, M. Importância do mofo branco para a agricultura brasileira. **Informativo Abrates**, v. 21, n. 3, p. 13, ago. 2011. Edição dos resumos de palestras do XI Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes, Natal, 2011.
- LUCCA FILHO, O. A. Metodologia dos testes de sanidade de sementes. In: SOAVE, J.; WETZEL, M. M. V. da S. (Ed.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill; [Brasília, DF]: Abrates: Copasem, 1987. p. 276-298.
- MACHADO, J. C. Importance of the seed health quality in the control of white mold diseases. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE MOFO BRANCO, 2012, Ponta Grossa. **Globalizando o problema, fundamentando soluções**: anais. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2012. p. 41.
- MACHADO, J. C. Papel do inóculo de sementes na ocorrência e severidade do mofo branco. **Informativo Abrates**, v. 21, n. 3, p. 14, ago. 2011. Edição dos resumos de palestras do XI Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes, Natal, 2011.
- MACHADO, J. da C. **Patologia de sementes**: fundamentos e aplicações. Brasília, DF: MEC; [Lavras]: ESAL: FAEPE, 1988. 106 p.
- MACHADO, J. da C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA, LAPS: FAEPE, 2000. 138 p.
- MACHADO, J. C.; LANGERAK, C. J.; JACCOUD-FILHO, D. S. **Seed-borne fungi**: a contribution to routine seed health analysis. Zurich: International Seed Testing Association, 2002. 138 p.
- MENTEN, J. O. M. **Patógenos em sementes**: detecção, danos e controle químico. São Paulo: Ciba Agro, 1995. 321 p.
- MEYER, M. C. Manejo de *Sclerotinia sclerotiorum* para a sustentabilidade da produção. **Informativo Abrates**, v. 21, n. 3, p. 15, 2011. Edição dos resumos de palestras do XI Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes, Natal, 2011.
- MORAES, M. H. D. Avaliação dos métodos de detecção de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE MOFO BRANCO, 2012, Ponta Grossa. **Globalizando o problema, fundamentando soluções**: anais. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2012. p. 48.
- MORAES, S. A. de; SOAVE, J. Fungos em sementes. In: SOAVE, J.; WETZEL, M. M. V. da S. (Ed.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill; [Brasília, DF]: ABRATES: COPASEM, 1987. p. 18-67.
- NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: MacMillan, 1979. v. 1, 839 p.

- NUNES, J. C. S. Tratamento de sementes na indústria. **Seed News**, ano 20, n. 1, p. 26-32, jan./fev. 2016.
- PICININI, E. C.; GOULART, A. C. P. Novos fungicidas para o tratamento de sementes. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 10, p. 33-66, 2002.
- PIEROBOM, C. R.; DEL PONTE, E. M. **Manual de sanidade de sementes**: ficha de descrição de microorganismos e patógenos. [Pelotas: UFPEL, 2002?]. Disponível em: <<http://faem.ufpel.edu.br/dfs/patologiasementes/cgi-bin/sementes/procura.cgi>>. Acesso em : 10 ago. 2004.
- REIS, E. M.; TOMAZINI, S. L. Viabilidade de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*, no campo, em duas profundidades do solo. **Summa Phytopathologica**, v. 31, n. 1, p. 97-99, Jan./Mar. 2005.
- RICHARDSON, M. J. **An annotated list of seed-borne diseases**. 3rd ed. [S.I.]: CAB: CMI: ISTA, 1979. 320 p.
- RICHARDSON, M. J. **Supplement I to an annotated list of seed-borne diseases**. 3rd ed. [S.I.]: CAB: CMI: ISTA, 1981. 78 p.
- SHERWIN, H. S.; KREITLOW, K. W. Discoloration of soybean seeds by the frogeye fungus *Cercospora sojina*. **Phytopathology**, v. 42, n. 10, p. 568-572, 1952.
- SINCLAIR, J. B. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**. 2nd ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 1982. 104 p.
- SOAVE, J.; WETZEL, M. M. V. S. **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 480 p.
- STEADMAN, J. R. *Sclerotinia sclerotiorum* as a pathogen on soybean and dry bean – current status of management and control options. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE MOFO BRANCO, 2012, Ponta Grossa. **Globalizando o problema, fundamentando soluções**: anais. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2012. p. 16.
- STEADMAN, J. R. White mold – a serious yieldlimiting disease of bean. **Plant Disease**, v. 67, n. 4, p. 346-350, Apr. 1983.
- SWART, G. M. **Root health – the key to improving yield**. Basel: Singenta Crop Protection, 2011. 11 p.
- TANAKA, M. A. S. Técnicas auxiliares em laboratório de patologia de sementes. In: SOAVE, J.; WETZEL, M. M. V. da S. (Ed.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill; [Brasília, DF]: ABRATES: COPASEM, 1987. p. 313-328.
- TIFFANY, L. M. Delayed sporulation of *Colletotrichum* on soybean. **Phytopathology**, v. 41, n. 11, p. 975-985, Nov. 1951.
- VENANCIO, W. S.; RODRIGUES, M. A. T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N. L. Efeitos fisiológicos de fungicidas sobre plantas. 1. Efeitos fisiológicos do fungicida pyraclostrobin. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 12, p. 317-341, 2004.
- VIEIRA, M. das G. G. C. Aspectos de integração, tecnologia e sanidade em estudos de sementes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 3., 1988, Lavras. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 48-57.
- YANG, X. B.; WORKENEH, F.; LUNDEEN, P. First report of sclerotium production by *Sclerotinia sclerotiorum* in soil on infected soybean seeds. **Plant Disease**, v. 82, n. 2, p. 264, Feb. 1998.
- ZEUN, R.; SCALLIET, G.; OOSTENDORP, M. Biological activity of sedaxane – a novel broad-spectrum fungicide for seed treatment. **Pest Management Science**, v. 69, n. 4, p. 527-534, Apr. 2013.

Embrapa

Agropecuária Oeste

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

CGPE 14653