

197

Circular
TécnicaSete Lagoas, MG
Dezembro, 2013

Autores

Rodrigo Veras da Costa
Engenheiro Agrônomo,
D.Sc. em Fitopatologia,
Pesquisador da Embrapa
Milho e Sorgo, Sete Lagoas,
MG, rodrigo.veras@embrapa.br

Luciano Viana Cota
Engenheiro Agrônomo,
D.Sc. em Fitopatologia,
Pesquisador da Embrapa
Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, luciano.cota@embrapa.br

Dagma Dionísia da Silva
Engenheira Agrônoma,
D.Sc em Fitopatologia,
Pesquisadora da Embrapa
Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, dagma.silva@embrapa.br

Doenças Causadas por Fungos do Gênero *Stenocarpella* spp. (*Diplodia* spp.) em Milho

Os fungos do gênero *Stenocarpella* spp. estão entre os principais fungos patogênicos que atacam a cultura do milho no Brasil. Esse gênero é composto por duas espécies patogênicas em milho, *Stenocarpella maydis* (*Diplodia maydis*) e *Stenocarpella macrospora* (*Diplodia macrospora*), as quais atacam todas as partes áreas das plantas e são transmitidas via sementes. Ambas as espécies causam podridões de colmo e de espiga em milho, e *S. macrospora* causa, também, manchas foliares. As principais fontes de inóculo destes patógenos são as sementes infectadas e os restos culturais que permanecem no solo entre as estações de cultivo. Não são conhecidos hospedeiros alternativos destas espécies. As sementes infectadas constituem a principal fonte de inóculo primário para a ocorrência de podridões de sementes, morte de plântulas e podridões de raízes. Os restos culturais infectados são considerados a principal fonte de inóculo primário para as podridões de colmo e espiga e para as manchas foliares. Na palhada de milho os fungos sobrevivem através da produção de picnídios, nos quais são formados os cirros de conídios, que constituem o inóculo primário para as primeiras infecções em lavouras recém-implantadas. Os conídios produzidos nos restos culturais são disseminados pela chuva, pelo vento e, provavelmente, por insetos.

Os esporos de *Stenocarpella* spp., dispersos pelo vento, depositam-se nas folhas e são levados pela água da chuva para as axilas. O pedúnculo é o principal sítio de infecção pelo patógeno, embora infecções também possam ocorrer na extremidade da espiga. A penetração se dá diretamente pela germinação dos conídios e formação de apressórios sobre os pontos de infecção. Enzimas relacionadas à degradação da parede celular são produzidas nos sítios de infecção e facilitam o processo de penetração.

No sistema de plantio direto os restos culturais do milho são deixados na sua totalidade sobre a superfície do solo, o que torna a sua decomposição mais lenta e aumenta o período de sobrevivência dos patógenos na área. Dessa forma, a intensidade das doenças causadas por *S. maydis* e *S. macrospora*, no sistema plantio direto, é maior sob condição de monocultura.

As principais doenças causadas pelos fungos do gênero *Stenocarpella* spp., em milho, são as podridões de espiga e de colmo e a mancha-foliar-de-diplodia, as quais serão abordadas a seguir.

Podridão-Branca-da-Espiga em Milho

A podridão-branca-da-espiga é causada por ambas as espécies, *S. maydis* e *S. macrospora*. Constitui, juntamente com as podridões causadas pelas

espécies do gênero *Fusarium* spp., a mais importante doença das espigas do milho no Brasil. Trabalhos realizados pela Embrapa Milho e Sorgo, utilizando-se inoculações artificiais das espigas em condição de campo, têm demonstrado que as infecções de *S. maydis* resultaram em perdas superiores a 70% no peso das espigas, quando comparadas com espigas não inoculadas (Figura 1).

principalmente, ambiente úmido. A ocorrência da doença incitada por *S. macrospora* é mais comum em regiões quentes, com altitudes abaixo de 500 m, e em ambiente úmido. Em ambos os casos, a doença é mais comum e severa em locais onde os restos de cultura infectados permanecem na superfície do solo, isto é, sob monocultura e plantio direto.

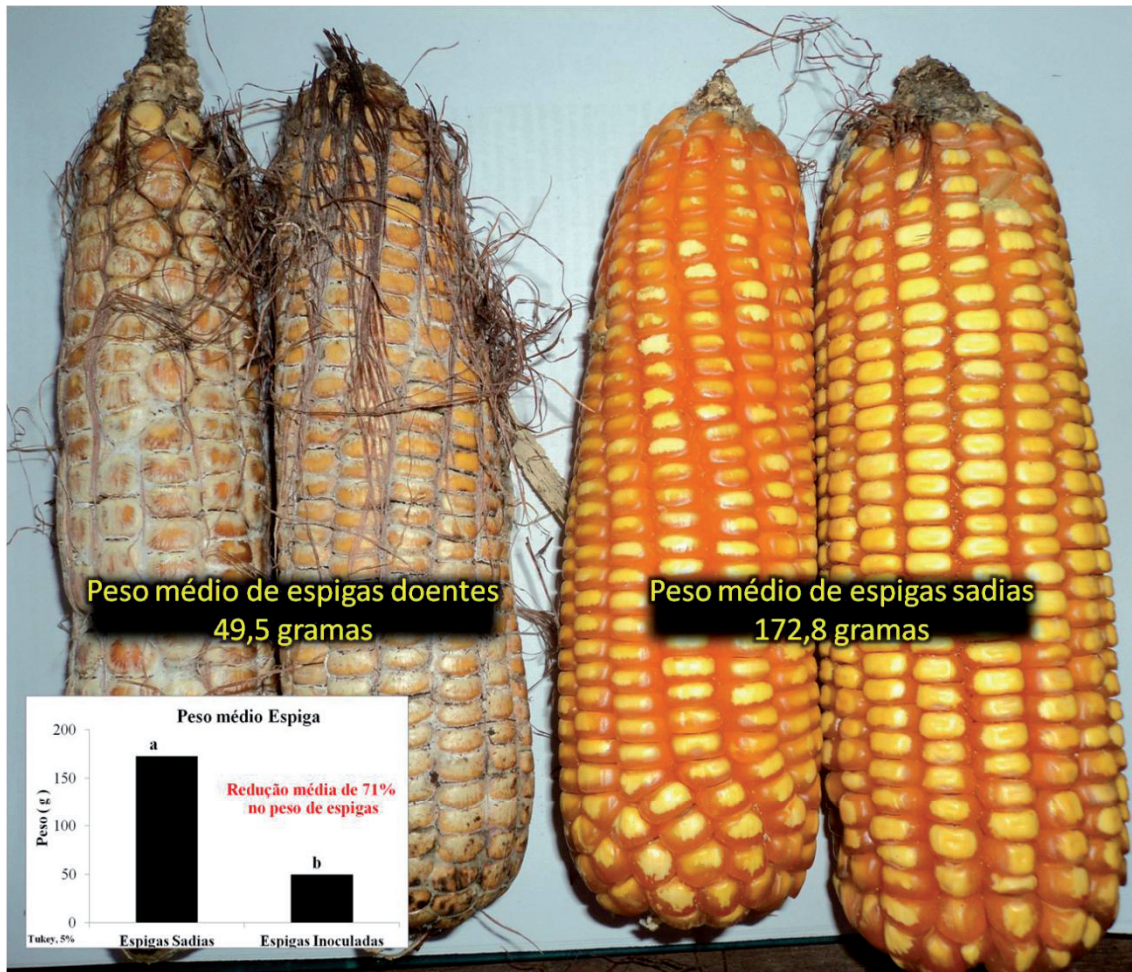


Figura 1. Comparação do peso médio de espigas saudas e inoculadas com *Stenocarpella maydis*.

No Brasil, a podridão-branca-da-espiga ocorre em quase todas as regiões produtoras desse cereal, notadamente nos estados do Sul, Sudeste e Centro-Oeste, com intensidade e severidade variáveis entre as regiões e mesmo dentro da mesma região. A podridão-branca-da-espiga causada por *S. maydis* normalmente é mais severa em regiões com altitudes acima de 700 m, temperaturas moderadas e,

A infecção natural ocorre principalmente no período de duas a três semanas após a polinização, com clima úmido e temperatura de 28-30 °C. No caso de *S. macrospora*, a infecção da base das espigas pode ter origem com inóculo produzido sobre as lesões foliares e transportado pela água até a bainha foliar.

Identificação das Espécies

A identificação das podridões-brancas causadas por *S. maydis* e *S. macrospora*, em condição de campo, é bastante difícil por causa da grande semelhança dos sintomas causados por ambas as espécies nas espigas. A identificação segura deve ser realizada através da observação das características morfológicas dos conídios produzidos nas brácteas e nos grãos. Os conídios de *S. maydis* apresentam coloração pardo-oliva a parda, são cilíndrico, fusiformes, retos a ligeiramente curvados, medem 15-34 x 5-8 μm , são bicelulados e comumente têm um septo (Figura 2). A espécie *D. macrospora* apresenta picnídio e conídios semelhantes aos observados para *D. maydis*, porém, seus conídios são 2-3 vezes maiores, medindo 44-82 x 7,5-11,5 μm , e apresentam 1 a 2 septos (Figura 3).

Produção de Micotoxinas

Além dos danos diretos à produtividade, como redução do peso dos grãos, redução da germinação e do vigor das sementes e redução da qualidade do produto pelo aumento da deterioração deles, esses fungos são relatados como produtores de micotoxinas, as quais causam danos à saúde humana e animal. Os fungos do gênero *Stenocarpella* spp. não têm sido, tradicionalmente, considerados entre os principais produtores de micotoxinas em milho. Entretanto, têm sido detectadas, em estudos recentes, várias micotoxinas produzidas por esse gênero de fungos. Tem sido constatado que *S. maydis* produz uma micotoxina denominada diplodiotoxina, e *S. macrospora* produz as micotoxinas diplodiol, chaetoglobosins K and L, todas apresentando um grande risco a animais domésticos, como bovinos, ovelhas e, principalmente, aves. As



Figura 2. Conídios de *Stenocarpella maydis*.

micotoxinas produzidas por *S. maydis* têm sido relacionadas a distúrbios neurológicos em bovinos na África do Sul e na Argentina. Os sintomas das diplodioses em bovinos incluem ataxia (perda de coordenação), paresia (paralisia parcial) e paralisia. Além dos grãos, as micotoxinas produzidas por *Stenocarpella* spp. têm sido detectadas, também, nos tecidos do colmo de plantas infectadas.

(Figura 5). As brácteas da espiga tornam-se despigmentadas e de coloração parda. Quando a infecção ocorre duas semanas após a polinização, toda a espiga pode tornar-se podre. As espigas infectadas apresentam tipicamente grãos marrons, enrugados (Figura 6), de baixo peso e, em condições de alta umidade, há formação de micélio branco entre as fileiras de grãos (Figura 7). As palhas internas podem apresentar-se fortemente



Figura 3. Conídios de *Stenocarpella macrospora*.

Sintomatologia

Nas espigas, os sintomas se iniciam, normalmente, na base da espiga logo após a fecundação (Figura 4), e progride em direção à ponta, podendo cobrir toda a espiga

aderidas umas às outras ou aos grãos, por causa do crescimento do micélio do fungo. A existência de numerosas e pequenas estruturas negras, denominadas picnídios, nos tecidos do sabugo, nos grãos e nas palhas, caracteriza a presença desses patógenos (Figura 8). As

espigas infectadas ao final do ciclo da cultura, normalmente, não apresentam sintomas externos, mas quando são despalhadas e os grãos assintomáticos são removidos, o micélio branco pode ser visto crescendo entre os grãos remanescentes nas espigas.



Figura 4. Micélio branco de *Stenocarpella maydis* crescendo inicialmente na base da espiga.

Podridão do Colmo

À semelhança do que ocorre com as podridões de espigas, podridões de colmo são, também, causadas por ambas as espécies de *Stenocarpella* spp. No geral, o desenvolvimento das podridões do colmo é favorecido por estresses no final do ciclo de cultivo, como clima com alta nebulosidade, ausência ou excesso de umidade, deficiência ou desbalanço nutricional, ataque de insetos e doenças e outros danos em colmos, folhas e raízes. Geralmente, a ocorrência de condições mais secas no início do ciclo da cultura, o que resulta em menor solubilidade e disponibilidade dos nutrientes, torna as plantas mais vulneráveis às podridões causadas por *Stenocarpella* spp. Após a polinização, temperaturas elevadas entre 28 e 30 °C e alta umidade favorecem os referidos patógenos. Normalmente, a incidência de podridões de colmo causadas por *Stenocarpella* spp. tem sido maior nos plantios da safra de verão do que nos plantios de segunda safra (safrinha).

A severidade das podridões é maior em sistema de plantio direto, por causa do aumento do potencial de inóculo no solo. A podridão da base do colmo pode ter origem com a infecção nos órgãos abaixo do nível do solo, a partir do inóculo presente nas sementes ou nas raízes infectadas, sendo mais frequente com o inóculo proveniente dos resíduos culturais. A velocidade de colonização de *S. maydis* em colmos inoculados é maior uma a três semanas após a antese, sendo inibida em tecidos com células vivas predominantes nos entrenós dos colmos antes da floração.



Figura 5. Espiga completamente colonizada por micélio de *Stenocarpella maydis*.



Figura 6. Grãos deteriorados e apresentando coloração escura em função do ataque de *Stenocarpella spp.*



Figura 7. Crescimento micelial branco e compacto de *Stenocarpella* spp. entre os grãos na espiga de milho.



Figura 8. Detalhe da produção de picnídios (frutificação) de *Stenocarpella* spp. na palha da espiga e nos grãos.

Sintomatologia

No caso das podridões do colmo, os sintomas manifestam-se algumas semanas após a polinização. Os entrenós inferiores das plantas infectadas apresentam lesões externas, de forma localizada, de cor pardo-amarelada a escura, que se iniciam preferencialmente nos nós (Figura 9). Internamente, ocorre a desintegração da medula, restando apenas os feixes vasculares intactos. As folhas das plantas infectadas murcham, tornando-se verde-acinzentadas e secas. As plantas severamente atacadas podem apresentar morte prematura (Figura 10) e tombamento (Figura 11). Após o aparecimento dos sintomas externos no colmo, pequenas pontuações de coloração negra e imersas no tecido, denominados picnídios, aparecem em torno dos nós inferiores dos colmos infectados, principalmente quando o tecido encontra-se em fase de senescência. A presença de picnídios é um importante sinal para a diagnose das podridões causadas por *Stenocarpella* spp.



Figura 9. Lesões de coloração pardo-amarelada na base do colmo, causadas por *Stenocarpella* spp.

Mancha-foliar-de-Diplodia

A mancha-foliar-de-diplodia em milho é causada apenas pela espécie *Stenocarpella macrospora*. Esta doença está presente nos estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Bahia e Mato Grosso e na região Sul do país. Apesar de amplamente distribuída, a doença tem ocorrido com severidade entre baixa e média até o momento. Além de infectar as folhas, tornando o tecido foliar necrosado e, conseqüentemente, reduzir a área foliar da planta, a doença torna-se mais grave em virtude da grande produção de inóculo sobre lesões, que contribui para o aumento do potencial de inóculo para a infecção do colmo e da espiga. Normalmente, os sintomas são observados com maior severidade em cultivares suscetíveis plantadas em condição de plantio direto em monocultura.

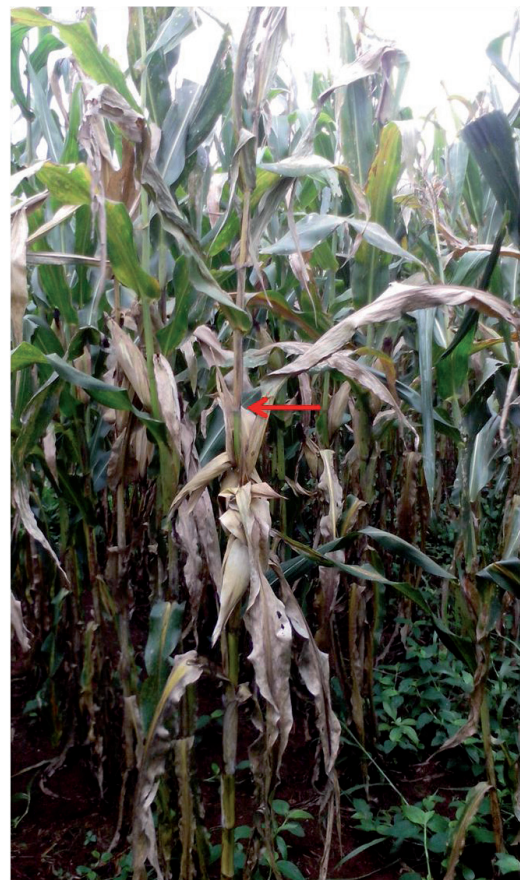


Figura 10. Morte prematura de plantas por causa do ataque de *Stenocarpella* spp. na base do colmo.



Figura 11. Tombamento de plantas em função do ataque de *Stenocarpella* spp. na base do colmo.

Sintomatologia

Os sintomas da mancha-de-diplodia podem ocorrer em todas as folhas, incluindo as folhas das espigas. As lesões iniciais apresentam coloração palha a marrom-clara, com bordas definidas e, predominantemente, com presença de halo amarelado (Figura 12). As lesões maduras são alongadas, grandes, elípticas, apresentando coloração verde-acinzentada, podendo ser maiores que 10 cm de comprimento (Figura 13). Essas lesões podem ser confundidas com as de *Exserohilum*

turcicum, mas diferem destas por apresentar, em algum local delas, pequeno círculo visível contra a luz, denominado ponto de infecção. Em algumas situações, os sintomas são caracterizados pela presença de lesões estreitas e alongadas (Figura 14). Apesar da variação sintomatológica, em todos os casos, é possível verificar o ponto de infecção pelo patógeno.

Sobre o tecido necrosado são observados os picnídios do fungo na forma de pequenos pontos negros, subepidérmicos, isolados ou

agrupados (Figura 15). Sob clima úmido, com o auxílio de lupa de mão, podem ser observados os cirros longos extrudando dos picnídios. Os esporos produzidos sobre as lesões podem ser transportados pela água até a bainha foliar onde, posteriormente, germinam e iniciam a infecção do colmo ou da base da espiga.

O fungo *S. macrospora* pode atacar todos os tecidos das plantas em todos os estágios de desenvolvimento da cultura. Esse fungo também causa podridão de espiga e de colmo em milho.

Estratégias de Manejo de *Stenocarpella* spp. em Milho

Os fungos *S. macrospora* e *S. maydis* infectam, exclusivamente, plantas de milho, não formam estrutura de repouso e apresentam conídios dispersados a curtas distâncias. Portanto, devem ser adotadas medidas de manejo que visam a redução ou eliminação do inóculo na sua fonte primária, como o uso de sementes saudáveis e tratadas com fungicidas, rotação de culturas e uso de cultivares resistentes.

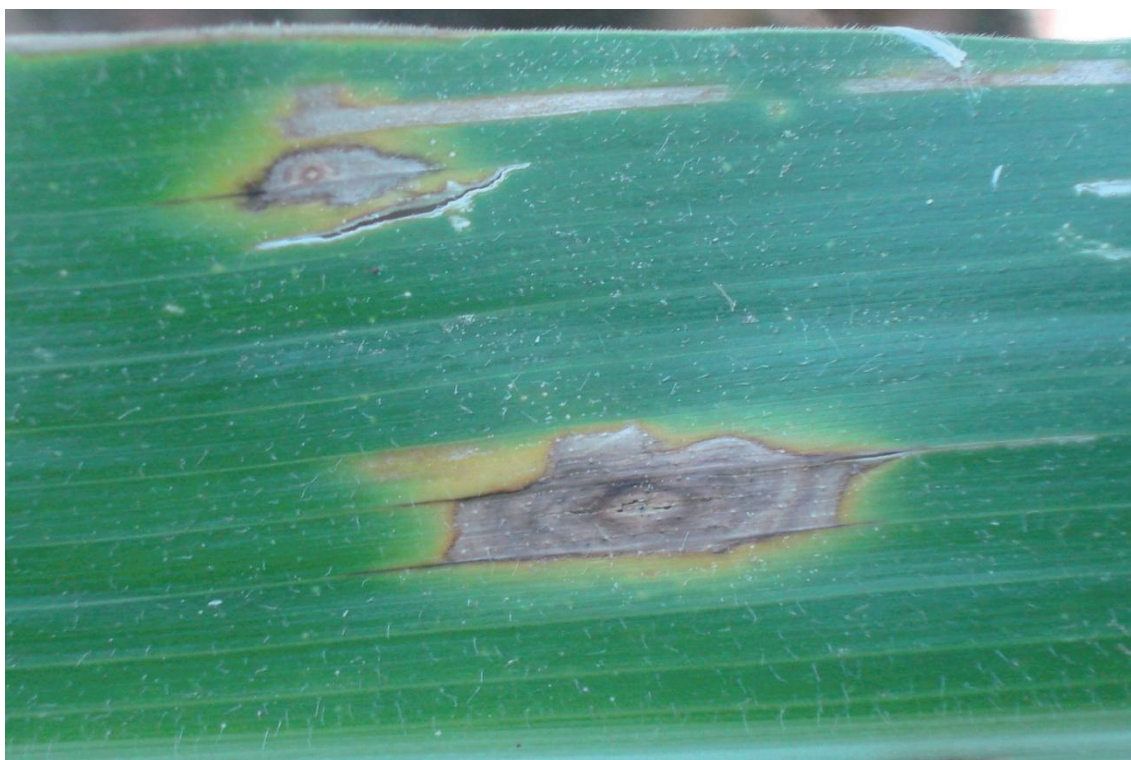


Figura 12. Lesões iniciais de *Stenocarpella macrospora* em folha de milho.



Figura 13. Lesões maduras de *Stenocarpella macrospora* em folha de milho.

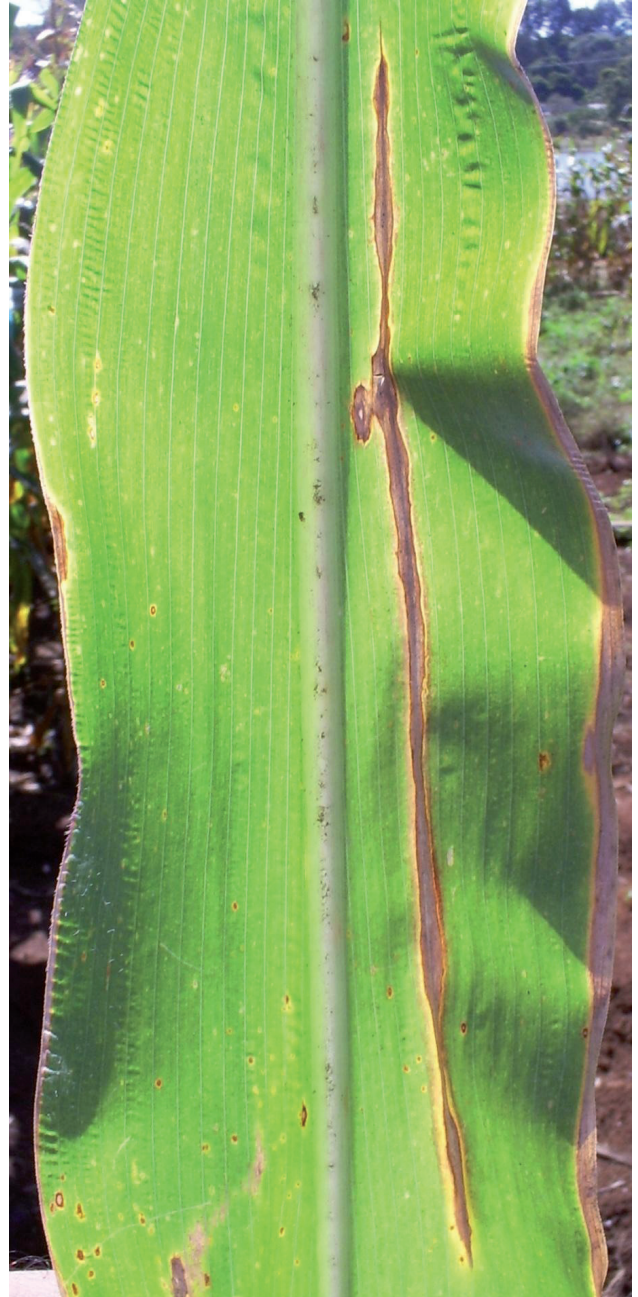


Figura 14. Lesões estreitas e alongadas de *Stenocarpella macrospora* em folha de milho.

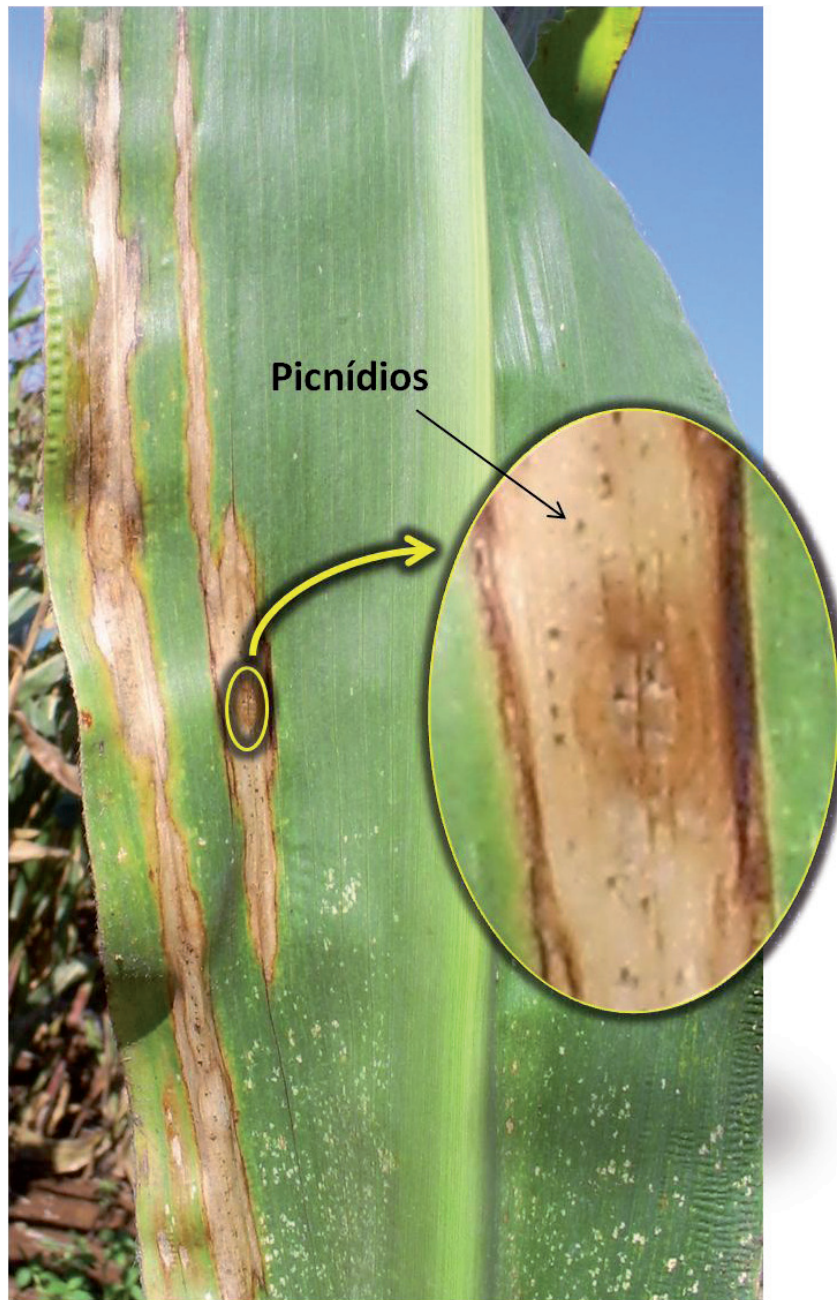


Figura 15. Detalhe da produção de picnídios de *Stenocarpella macrospora* em lesões foliares em milho.

A principal medida de manejo das doenças causadas por fungos do gênero *Stenocarpella* spp. em milho é o uso de cultivares resistentes. A resistência em milho aos referidos fungos tem sido relacionada às características das espigas, como bom empalhamento e decumbência delas. A reação das cultivares disponíveis no mercado aos fungos do gênero *Stenocarpella* spp. pode ser encontrada no site da Embrapa Milho e

Sorgo (<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>). Como os fungos do gênero *Stenocarpella* spp. são eficientes em sobreviver e se multiplicar na palhada de milho em decomposição e o milho é o seu único hospedeiro, a prática da rotação de culturas é fundamental para a redução do nível de inóculo primário desses fungos na área de cultivo. O uso de sementes saudáveis e tratadas constitui uma importante medida para o manejo destas

enfermidades, por causa da capacidade dos fungos de infectarem e serem transmitidos via sementes. A finalidade do tratamento de sementes é prevenir a deterioração da semente e evitar a transmissão dos patógenos das sementes infectadas para as plântulas, evitando ou reduzindo a intensidade de podridões de raízes e da base do colmo. A relação dos fungicidas recomendados para os fungos do gênero *Stenocarpella* spp., pode ser encontrada no sistema AGROFIT, no site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Além das medidas citadas acima, outras práticas de manejo devem ser observadas visando o controle efetivo das enfermidades causadas por fungos do gênero *Stenocarpella* spp., como o uso adequado de população de plantas e de adubação equilibrada.

O uso de fungicidas para o controle de doenças foliares tem se tornado uma prática comum na cultura do milho nos últimos 10 anos. Alguns trabalhos têm divulgado que o uso de fungicidas aplicados na fase de florescimento da cultura, visando o controle de doenças foliares, apresenta, também, eficiência em reduzir a incidência de podridões de espiga. Em um trabalho realizado pela Embrapa Milho e Sorgo, utilizando inoculação artificial de *S. maydis* nas espigas, e dois fungicidas, trifloxistrobina + tebuconazole e piraclostrobina + epoxiconazole, nas doses de 0,75 L/ha, em várias épocas e números de aplicações, não foi verificada eficiência dos fungicidas aplicados, nas referidas épocas e números de aplicações, no controle de *S. maydis* nas espigas (Figuras 16 e 17). Portanto, não se recomenda o uso de fungicidas para o controle da podridão-branca-da-espiga.



Figura 16. Sintomas de espigas de milho submetidas a tratamentos com fungicidas em diferentes épocas e número de aplicações, e a testemunha sem aplicação de fungicida.

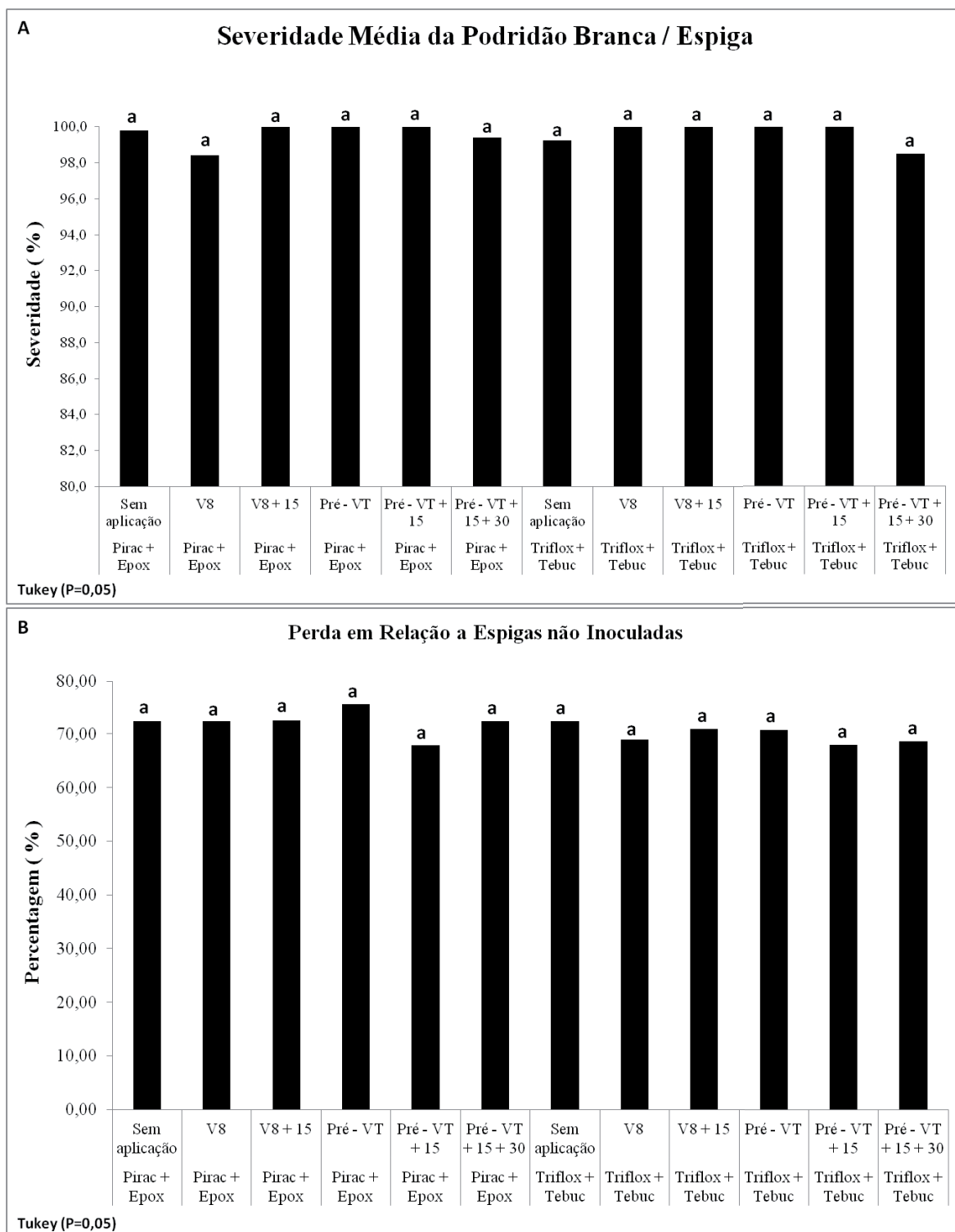


Figura 17. Severidade média da podridão-branca-da-espiga (A) e percentagem de perda em relação a espigas não inoculadas (B), em plantas submetidas a tratamentos com diferentes números e épocas de aplicações dos fungicidas Piraclostrobina + Epoxiconazole (Pirac + Epox) e Trifloxistrobina + Tebuconazole (Triflox + Tebuc).

Literatura Recomendada

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos

Fitossanitários. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 10 jun. 2013.

BRUNELLI, K. R.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; CAVALCANTI, L. S.; FERREIRA,

P. T. O.; CAMARGO, L. E. A. Germinação e penetração *Stenocarpella macrospora* em

folhas de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, p. 187-190, 2005.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; ZAMBOLIM, L. Decomposição dos restos culturais do milho e sobrevivência saprofítica de *Stenocarpella macrospora* e *S. maydis*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, p. 355-361, 2003.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; ZAMBOLIM, L. Dispersão vertical e horizontal de conídios de *Stenocarpella macrospora* e *Stenocarpella maydis*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, p. 141-147, 2004.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; ZAMBOLIM, L. Doenças do milho causadas por fungos do gênero *Stenocarpella*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, p. 427-439, 2006.

PINTO, N. F. J. de A. **Podridão branca da espiga de milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 141).

WICKLOW, D. T.; ROGERS, K. D.; DOWD, P. F.; GLOER, J. B. Bioactive metabolites from *Stenocarpella maydis*, a stalk and ear rot pathogen of maize. **Fungal Biology**, Oxford, v. 115, p. 113-142, 2011.

Circular Técnica, 197

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na: **Embrapa Milho e Sorgo**
Endereço: Rod. MG 424 km 45 Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027 1100
Fax: (31) 3027 1188
E-mail: cnpms.sac@embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2013): on line

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Comitê de publicações

Presidente: Presidente: Sidney Netto Parentoni.
Secretário-Executivo: *Elena Charlotte Landau.*
Membros: *Dagma Dionísia da Silva, Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro, Monica Matoso Campanha, Maria Marta Pastina, Rosângela Lacerda de Castro e Antonio Claudio da Silva Barros.*

Expediente

Revisão de texto: *Antonio Claudio da Silva Barros.*
Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro.*
Tratamento das ilustrações: *Tânia Mara A. Barbosa.*
Editoração eletrônica: *Tânia Mara A. Barbosa.*