

Incidência de *Colletotrichum graminicola* em Colmos de Genótipos de Milho



ISSN 1679-0154

Dezembro, 2010

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 27

Incidência de *Colletotrichum graminicola* em Colmos de Genótipos de Milho

Luciano Viana Cota
Rodrigo Vêras da Costa
Dagma Dionísia da Silva
Douglas Ferreira Parreira
Alexandre da Silva Ferreira
Carlos Roberto Casela

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1100

Fax: (31) 3027-1188

Home page: www.cnpms.embrapa.br

E-mail: sac@cnpms.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Antônio Carlos de Oliveira

Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau

Membros: Flávio Dessaune Tardin, Eliane Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana, João Herbert Moreira Viana, Guilherme Ferreira Viana e Rosângela Lacerda de Castro

Supervisão editorial: Adriana Noce

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro

Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa

Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa

Foto(s) da capa: Luciano Viana Cota

1ª edição

1ª impressão (2010): on line

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 Milho e Sorgo**

Incidência de *Colletotrichum graminicola* em colmos de genótipos de milho / Luciano Viana Cota ... [et al.]. -- Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2010.

22 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 27).

1. Milho. 2. Zea mays. 3. Antracnose. 4. Doença de planta. I. Cota, Luciano Viana. II. Série.

CDD 633.15 (21. ed.)

© Embrapa 2010

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	11
Conclusões	19
Referências	19

Incidência de *Colletotrichum graminicola* em Colmos de Genótipos de Milho

*Luciano Viana Cota*¹

*Rodrigo Véras da Costa*¹

*Dagma Dionísia da Silva*¹

*Douglas Ferreira Parreira*²

*Alexandre da Silva Ferreira*³

*Carlos Roberto Casela*³

Resumo

A podridão do colmo, causada por *Colletotrichum graminicola*, é uma das doenças mais severas na cultura do milho no Brasil. A melhor alternativa para o controle da doença é a utilização de cultivares resistentes. Neste trabalho objetivou-se avaliar a incidência de podridão de colmo em híbridos de milho. Foram avaliados 18 híbridos, em três ensaios conduzidos em 2005, 2006 e 2007, na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo. Em cada parcela foram coletados fragmentos de colmo de três plantas, sendo: o segundo entrenó acima do solo, o entrenó de inserção da espiga e o entrenó localizado abaixo do pendão. Quatro fragmentos de cada parte foram desinfestados e transferidos para placas de Petri contendo meio de farinha de aveia - ágar. As placas foram mantidas em câmara de incubação sob luz fluorescente contínua à 25 °C, seguindo-se a identificação e a quantificação do patógeno após três a quatro dias de incubação. As menores incidências (abaixo de 30%) foram observadas nos híbridos BR201 e BR206 e a maior incidência (acima de 60%), detectada no híbrido BRS1010. O patógeno foi detectado em todos os segmentos do colmo analisados, predominando, entretanto, no terço médio superior das plantas. Apesar da variação observada entre os genótipos quanto à incidência da antracnose no colmo, nenhum híbrido pôde ser considerado como altamente resistente ao patógeno.

Palavras-chave: *Colletotrichum graminicola*, *Zea mays*, podridão do colmo.

¹Engenheiros Agrônomos, Doutores em Fitopatologia, Pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. lvkota@cnpmembrapa.br * Bolsista Pós-Doutorado Júnior Fapemig. ddionisia@yahoo.com.br

²Engenheiro Agrônomo, Pós-doutorado em Fitopatologia, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. douglas2002ufv@yahoo.com.br

³Engenheiros Agrônomos, Pesquisadores aposentados da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Incidência de *Colletotrichum graminicola* em Colmos de Genótipos de Milho

Abstract

Stalk rot (*Colletotrichum graminicola*) is one of the most serious disease affecting maize crop in Brazil. The use of genetically resistant cultivars is the most efficient strategy to control the disease. The aim of this work was to evaluate the incidence of stalk rot in maize commercial hybrids. Eighteen maize commercial hybrids were evaluated in 2005, 2006, and 2007 in the experimental area of EMBRAPA Maize and Sorghum Research Center Sete Lagoas, Minas Gerais State, Brazil, under conditions of natural infection. From each plot, three stalk segments of three plants were sampled: the second internode above the soil line, the internode of ear insertion, and the internode right below the tassel. Four tissue fragments of each stalk segment were surface sterilized and transferred to oatmeal agar plates, which were incubated under continuous fluorescent light at 25°C. Pathogen identification and quantification were performed after three to four days of incubation. The hybrids BR201 and BR206 showed the lowest infection level (below 30%) whereas the highest incidence (above 60%) was observed for the hybrid BRS1010. The pathogen was observed in all analyzed stalk segments, but was most frequently isolated from the internode right below the tassel. No evaluated hybrid could be considered to have high resistance to the pathogen.

Index terms: *Colletotrichum graminicola*, *Zea mays*, stalk rot.

Introdução

Dentre as atividades agrícolas no Brasil, a produção de grãos é uma das mais importantes e onde a cultura do milho tem papel de destaque. O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, depois dos Estados Unidos e da China. Também destaca-se como um dos principais fornecedores de carne para o mundo, fator que mantém elevado o consumo interno desse grão (GARCIA et al., 2006) pelo uso na alimentação animal.

Nos últimos anos, a produção de milho no Brasil vem experimentando aumentos expressivos, decorrentes da evolução do sistema de cultivo, da disponibilidade de genótipos mais produtivos e melhor adaptados às diferentes regiões, da mecanização e do aumento da área de plantio. Também devido ao cultivo na safrinha, e ao avanço da cultura para novas regiões do Centro-Oeste e do Nordeste. Atualmente, a produção desse grão vem alcançando aumentos expressivos de produção, passando de 54 milhões de toneladas, com produtividade atingindo cerca de 4.000 kg/ha (CONAB, 2010). A produtividade média brasileira ainda é considerada baixa quando comparada à de outros países produtores, como China (5.000 kg/ha), Argentina (7.000 kg/ha) e Estados Unidos (9.000 kg/ha). Dentre os fatores que atualmente contribuem para a baixa produtividade do milho no Brasil, as doenças são consideradas como um dos mais importantes (PEREIRA et al., 2005). Dentre elas, podridões de colmo destacam-se como as mais severas doenças, e vêm causando maior preocupação devido aos danos causados à cultura (BLUM et al., 2003). Promovem danos diretos pela colonização dos tecidos vasculares do colmo pelos patógenos, reduzindo o enchimento dos grãos e levando à morte prematura das plantas. Também podem promover o tombamento das plantas, dificultar a colheita mecânica, expondo as espigas à ação de roedores e podridões por contato com o solo (CASELA et al., 2006; REIS; CASA, 1996). Como os patógenos causadores de podridões sobrevivem no solo e em restos culturais, plantios sucessivos com ampla adoção do

sistema de semeadura direta, sem rotação de culturas, favorecem a ocorrência de doenças, pelo rápido acúmulo de inóculo na área de cultivo.

As podridões de colmo têm como agentes etiológicos diferentes patógenos, como fungos e bactérias (ANDERSON; WHITE, 1994). No Brasil, os principais fungos são: *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.W. Wils., *Stenocarpella maydis* (Berk) Sacc, *Stenocarpella macrospora* Earle, *Fusarium graminearum* Schwabe, *F. moniliforme* Sheld e *F. moniliforme* var. *subglutinans* Wr. & Reink (BALMER; PEREIRA, 1987; DENTI; REIS, 2003). Apesar de muitos desses patógenos incidirem simultaneamente no milho, um grupo está mais frequentemente associado à podridão do colmo em determinada região. Também a dominância das espécies e a sua diversidade podem ser alteradas, quer dentro da época de crescimento como gradualmente, através do tempo com mudanças de práticas culturais e introdução de híbridos (GATCH; MUNKVOLD, 2002).

Dentre os patógenos mais agressivos ao milho, o fungo *Colletotrichum graminicola*, causador da antracnose, merece destaque e pode atacar qualquer parte da planta em todos os estádios de crescimento da cultura (BLUM et al., 2003), causando anualmente perdas significativas, sendo um dos maiores desafios para o melhoramento genético (VENARD; VAILLANCOURT, 2007b). A fase foliar da doença é a causa dos maiores danos e ocorre nos estádios tanto de plântulas quanto em plantas adultas, enquanto a antracnose do colmo é mais severa em plantas maduras ou próximas à antese (BERGSTROM; NICHOLSON, 1999).

Como sintomas externos da podridão do colmo, tem-se uma descoloração preta brilhante dos tecidos da casca. Num corte longitudinal do colmo pode ser observado o escurecimento e o apodrecimento dos tecidos internos (BERGSTROM; NICHOLSON, 1999). Os entrenós podres levam a planta ao enfraquecimento com acamamento e também à degeneração dos tecidos do colmo,

causando a morte prematura das partes superiores da planta, gerando o sintoma conhecido como *dieback* (VENARD; VAILLANCOURT, 2007b). Uma relação sinérgica tem sido estabelecida entre ferimentos causados por insetos e a incidência da antracnose no colmo (GATCH; MUNKVOLD, 2002; VENARD; VAILLANCOURT, 2007b). Entretanto, a podridão do colmo pode ocorrer com frequência na ausência de ferimentos, inclusive tem sido observado aumento da sua incidência em plantas de milho Bt. (GATCH; MUNKVOLD, 2002; VENARD; VAILLANCOURT, 2007b). GATCH et al. (2002) observaram que híbridos Bt foram mais suscetíveis no ano de 2002 que os híbridos não Bt, indicando que novas estratégias para o controle da podridão do colmo devem ser buscadas para estes híbridos. Assim, conhecimentos a respeito de como o patógeno se distribui na planta, seu comportamento em relação a híbridos resistentes e suscetíveis, e a influência do ambiente na manifestação da doença são importantes. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a incidência de *C. graminicola* nas diferentes partes de colmos de genótipos de milho, em diferentes safras.

Material e Métodos

Os ensaios foram conduzidos na área experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo – CNPMS – Embrapa, em Sete Lagoas – MG, nas safras de verão 2005/2006, safrinha de 2006 e verão 2006/2007. Foi avaliado um conjunto de 18 genótipos de milho, constituído por híbridos da Embrapa e de outras empresas (Tabela 1). A fonte de inóculo foi constituída por inóculo sobrevivente em palhada de plantios anteriores. As semeaduras foram em 01/12/2005, 15/02/2006 e 11/12/2006, respectivamente para as três safras.

A semeadura foi direta sobre a palhada de milho, em espaçamento de 0,8 m entre fileiras e aproximadamente cinco plantas por metro após o desbaste. A adubação de base, para os três experimentos, foi de 300 kg/ha da fórmula 4-30-16 (N-P-K) + Zn. As adubações de cobertura com nitrogênio foram realizadas 20 e 30 DAE, através da aplicação de 40 kg/ha de ureia.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 18 tratamentos e três repetições, sendo cada parcela constituída de três fileiras de plantas e cinco metros de comprimento. Durante o ciclo da cultura foram realizados todos os tratos culturais necessários e coleta de dados climáticos das três safras.

Tabela 1. Relação e descrição dos genótipos de milho utilizados para a condução dos experimentos.

Genótipos	Empresa	Tipo híbrido	Ciclo
BR 201	Embrapa	HD	P
BR 205	Embrapa	HD	P
BR 206	Embrapa	HD	P
BRS 3123	Embrapa	HT	SP
BRS 2110	Embrapa	HD	P
BRS 3150	Embrapa	HT	P
BRS 2114	Embrapa	HD	SP
BR 106	Embrapa	V	SMP
BRS 1010	Embrapa	HS	P
BRS 2020	Embrapa	HD	P
BRS 1001	Embrapa	HS	P
BRS 3003	Embrapa	HT	P
BRS 2223	Embrapa	HD	SP
BRS 1030	Embrapa	HS	P
BRS 1031	Embrapa	HS	P
BRS 1035	Embrapa	HS	P
P30F80	Pioneer	HS	SMP
AG 1051	Monsanto	HD	SMP

HS: Híbrido simples; HD: Híbrido duplo; HT: Híbrido triplo; V: variedade; P: precoce; SP: superprecoce; SMP: semiprecoce

Foram coletados fragmentos em três posições do colmo para quantificação da incidência de *C. graminicola*. De cada planta

foram coletados três entrenós do colmo, sendo estes do segundo entrenó acima do solo, do entrenó da inserção da espiga e do entrenó localizado abaixo do pendão. Após a coleta, os entrenós foram raspados, principalmente na junção da bainha, lavados com detergente e água corrente, para evitar contaminação por saprófitas e posteriormente mantidos em condição ambiente para secagem. Para os isolamentos procedeu-se à assepsia, sendo os entrenós pulverizados com álcool 70% e flambados. Após isso, procedeu-se à retirada de parte da casca e quatro fragmentos da parte interna dos entrenós foram transferidos para placas de Petri contendo meio de farinha de aveia. As placas foram incubadas sob luz fluorescente contínua na temperatura de 25 °C, sendo a identificação e a quantificação baseadas na morfologia de colônias e conídios do patógeno, realizadas após três a quatro dias de incubação. Foram considerados resistentes os genótipos que não apresentaram desenvolvimento da doença (ausência de sintomas).

Resultados e Discussão

Houve diferença na incidência de *C. graminicola* entre os híbridos e entre as safras. De acordo com os dados médios das três safras, a incidência de *C. graminicola* variou de 26,3 a 62,5%. Quanto ao desempenho individual, os menores níveis médios de incidência nas três safras foram verificados para os híbridos BR201 e BR206, com valores abaixo de 30%. Os híbridos BR205, BRS2110, BRS2114, BRS1035 e P30F80 mantiveram níveis entre 30 e 40% e a maior incidência foi observada para o híbrido BRS1010, com valor acima de 60% (Figura 1). Na safra de verão 2006/2007, a incidência de *C. graminicola* apresentou um padrão semelhante ao observado na safra de verão 2005/2006, embora com valores mais elevados. Na safrinha, os valores de incidência foram menores em relação às safras de verão, exceto para os híbridos BRS1010 (74,76%) e BRS2223 (63,87%) em relação à safra 2005/2006 (Figura 2).

Foto: Luciano Viana Cota



Figura 1. Incidência média (safra 2005/2006, safrinha 2006 e safra 2006/2007) de *Colletotrichum graminicola*, causando podridão de colmo em diferentes genótipos de milho. Resultados obtidos através do isolamento de fragmentos de colmo.

Considerando a média das safras e dos híbridos, a incidência de *C. graminicola* na base do pendão, no entrenó da espiga e na base do colmo foi de 51,6, 45,8 e 35,2 %, respectivamente (Figura 3). A maior incidência do patógeno em relação à posição no colmo ocorreu no terço médio superior, exceto para os híbridos BR205, BR106, BRS1001 e AG1051, os quais apresentaram uma maior incidência na base do colmo (Figura 3). Nos híbridos BR206, BRS1010, BRS1001 e AG1051, a incidência do patógeno na parte mediana foi maior que a observada na base e parte superior do colmo.

De modo geral, observou-se que o patógeno se distribuiu amplamente por toda a extensão do colmo.

Foto: Luciano Viana Cota



Figura 2. Incidência de *C. graminicola* em diferentes genótipos de milho nas safras: verão 2005/2006 (A), safrinha 2006 (B) e verão 2006/2007 (C).

Foto: Luciano Viana Cota



Figura 3. Incidência média de *C. graminicola* em híbridos de milho considerando diferentes posições no colmo das plantas: 1) Superior: isolamento realizado no entrenó da base do pendão; 2) Médio: isolamento realizado no entrenó de inserção da espiga no colmo; e 3) Inferior: isolamento realizado no segundo entrenó acima do solo. Os valores são correspondentes às médias das três safras.

Os dados obtidos no presente trabalho evidenciam a predominância de *C. graminicola* como agente causal da podridão de colmo do milho na área experimental do CNPMS – Embrapa. Considerando a ausência de diferenças significativas nas condições climáticas (temperatura, umidade relativa e precipitação) prevalentes durante as safras de verão, a predominância de *C. graminicola* na safra 2006/2007 ocorreu, provavelmente, devido ao maior potencial de inóculo na área de plantio. Segundo GILBERTSON et al. (1985), *C. graminicola* e *G. zeae* são os patógenos mais agressivos dentre as espécies causadoras de podridão de colmo em milho. Os resultados aqui obtidos corroboram

com a observação dos referidos autores. Além disso, as condições de clima no decorrer das duas safras de verão mencionadas acima, principalmente com relação à temperatura e à precipitação (Figuras 4 e 5), foram favoráveis ao desenvolvimento da antracnose. Denti e Reis (2003), em levantamento e quantificação de fungos associados à podridão do colmo na região do Planalto Gaúcho, verificaram, na safra 1997/1998, predominância de *C. graminicola* em relação a outros patógenos, como *F. moniliforme*, *D. macrospora* e *D. maydis*. Segundo os autores, a maior quantidade de chuva ocorrida durante o período de crescimento e desenvolvimento da cultura, em relação à média de anos anteriores, foi o fator determinante para a elevada incidência de *C. graminicola*. Casa et al. (2007) detectaram *C. graminicola*, além de *Fusarium graminearum*, em maior incidência em colmos sintomáticos de dois híbridos em duas safras. Os autores justificaram a maior incidência de *C. graminicola* devido à existência de hospedeiros secundários do patógeno, tais como *Brachiaria plantaginea* L. e *Digitaria sanguinalis* L.

A precipitação total acumulada no período de fevereiro a maio de 2006 (safrinha) foi aproximadamente 57 e 85% inferior às registradas nas safras de verão 2005/2006 e 2006/2007, respectivamente (Figura 4). A temperatura média do mesmo período foi 1,3 °C menor na safrinha quando comparada às duas safras de verão (Figura 4). Nas safras de verão não foram registradas temperaturas mínimas inferiores a 15°C, enquanto na safrinha foram registradas temperaturas em torno de 7 a 8°C. Considerando que as condições de ambiente favoráveis ao patógeno são caracterizadas por elevadas temperaturas, umidade relativa do ar e precipitação (CASELA et al., 2006; MATIELLO, 2004), é provável que a menor incidência média de *C. graminicola*, verificada para o ensaio conduzido na safrinha de 2006, tenha sido determinada pelas condições climáticas prevalecentes.

Foto: Luciano Viana Cota



Figura 4. Precipitação diária (mm) durante o período de condução dos ensaios nas três safras.

Foto: Luciano Viana Cota



Figura 5. Temperaturas máximas, médias e mínimas diárias (°C) durante o período de condução dos ensaios nas três safras.

Segundo Denti et al. (2002) e Latterell e Rossi (1983), apesar dos sintomas de podridão serem observados em todo o colmo, estes ocorrem com maior frequência e intensidade na base da planta. Os resultados obtidos no presente trabalho demonstraram que *C. graminicola* ocorreu em toda a extensão do colmo, com predominância no terço médio superior. A ocorrência de podridão de colmo é resultante de infecções primárias nas raízes (SUKNO et al., 2008) e folhas (VENARD; VAILLANCOURT, 2007a). Portanto, é provável que a posição em que o fungo ocorre com maior frequência no colmo esteja relacionada à origem do inóculo. Entretanto, permanecem dúvidas sobre os fatores que controlam a ocorrência dos sintomas de *dieback* e a relação deste com a resistência em genótipos de milho.

De fato, uma rápida dispersão longitudinal do patógeno foi observada por Venard e Vaillancourt (2007b), porém não ocorrendo via xilema ou floema. Segundo estes autores, a dispersão primária foi devido à produção e alongação de hifas dentro das fibras celulares, as quais se encontram associadas aos feixes vasculares e à casca. Duas fases foram observadas durante a infecção e colonização dos colmos, uma em que a lesão primária se alongou por colonização e expansão por meio das fibras associadas aos feixes vasculares e à casca, e outra, em que ocorre a produção de lesões secundárias descontínuas distantes do sítio ferido. Observou-se que *C. graminicola* é um colonizador eficiente de fibras celulares localizadas abaixo da casca do colmo. Usando estas células, o fungo se move rapidamente por meio dos entrenós a partir de um ponto inicial de inoculação, o que pode explicar sua ocorrência em toda a extensão do colmo. Nos casos em que houve predominância no terço superior, uma provável explicação é o fato de os feixes das folhas estarem em conexão direta com a bainha (VENARD; VAILLANCOURT, 2007a,b). Neste último caso, a doença ocorreria se o isolado fosse virulento à folha e ao colmo, considerando a hipótese da existência de controle genético da resistência à antracnose distinto nas folhas e no colmo, denominada de “resistência de órgão específico” (SUKNO et al., 2008; VENARD; VAILLANCOURT, 2007a,b).

Aparentemente, não há uma relação entre a posição do patógeno no colmo e a resistência genética, visto que tanto híbridos com menores valores de incidência (BR201 e BR206) quanto outros com níveis de incidência mais elevados (BRS2020 e BRS3003) apresentaram maior ocorrência de *C. graminicola* no terço médio superior. Coincidentemente, todos os híbridos que tiveram maior incidência do patógeno na base do colmo, tiveram incidência média da doença acima de 35%. Venard e Vaillancourt (2007a) não verificaram efeito significativo entre a posição ou o número de entrenós inoculados por planta e o tamanho de lesão, o que reforça a idéia de que não há relação entre a posição de *C. graminicola* no colmo e a resistência genética.

A variação no nível de resistência ou suscetibilidade, verificada entre os híbridos avaliados no presente trabalho, confirma a existência de variabilidade no germoplasma de milho ao referido patógeno, relatada em estudos anteriores (DENTI; REIS, 2003; MATIELLO, 2004; NAZARENO, 1989; PEREIRA et al., 2005; PEREIRA; PEREIRA, 1976; SILVA et al., 1986). Segundo Denti et al. (2002) e Fosket (1994), genótipos que apresentam colmo com coloração púrpura a roxo intensa apresentam menor incidência de podridão na base do colmo, indicando o possível envolvimento da pigmentação com a resistência à doença. Ainda, em genótipos resistentes à podridão do colmo, os danos são usualmente limitados a poucos entrenós adjacentes, que podem não se tornar apodrecidos, principalmente após a antese (ANDERSON; WHITE, 1994; VENARD; VAILLANCOURT, 2007b).

Conclusão

De acordo com os resultados deste trabalho, conclui-se que a incidência de podridão do colmo está relacionada com o genótipo e as condições ambientais em cada safra. Em genótipos suscetíveis, *C. graminicola* ocorreu amplamente por toda a extensão do colmo causando seca precoce da planta. Apesar da variação observada entre os genótipos avaliados nas diferentes épocas de plantio quanto à incidência da

antracnose no colmo, nenhum híbrido pôde ser considerado como resistente ao patógeno.

Referências

ANDERSON, B.; WHITE, D. G. Evaluation of methods for identification of corn genotypes with stalk rot and lodging resistance. **Plant Disease**, Quebec, v. 78, p. 590-593, 1994.

BALMER, E.; PEREIRA, O. A. P. Doenças do milho. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 595-634.

BERGSTROM, G. C.; NICHOLSON, R. L. The biology of corn anthracnose knowledge to exploit for improved management. **Plant Disease**, Quebec, v. 83, n. 7, p. 596-608, 1999.

BLUM, L. E. B.; SANGOI, L.; AMARANTE, C. V. T. do; ARIOLI, C. J.; GUIMARÃES, L. S. Desfolha, população de plantas e precocidade do milho afetam a incidência e a severidade de podridões do colmo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 805-811, 2003.

CASA, R. T.; MOREIRA, E. N.; BOGO, A.; SANGOI, L. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 4, p. 353-357, 2007.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. F.; PINTO, N. F. J. A. **Doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 83).

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos: safra 2009/2010: 12º levantamento: outubro/2010. Brasília, 2010. 44 p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>

conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/7e05515f8222082610088f5a2376c6af..pdf > . Acesso em: 4 out. 2010.

DENTI, E. A.; REIS, E. M. Levantamento de fungos associados às podridões de colmo e quantificação de danos em lavouras de milho do Planalto Médio Gaúcho (RS) e dos campos gerais do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 6, p. 585-590, 2003.

DENTI, E. A.; REIS, E. M.; FORCELINI, C. A. Reação de genótipos de milho às podridões da base do colmo (PCB). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 28, n. 3, p. 286-288, 2002.

FOSKET, D. E. **Plant growth and development: a molecular approach**. San Diego: Academic Press, 1994. 580 p.

GARCIA, J. C.; MATTOSO, J. M.; DUARTE, J. O.; CRUZ, J. C. **Aspectos econômicos da produção e utilização do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 74).

GATCH, E. W.; HELLMICH, R. L.; MUNKVOLD, G. P. A comparison of maize stalk rot occurrence in Bt and non-Bt hybrids. **Plant Disease**, Quebec, v. 86, p. 1149-1155, 2002.

GATCH, E. W.; MUNKVOLD, G. P. Fungal species composition in maize stalks in relation to European corn borer injury and transgenic insect protection. **Plant Disease**, Quebec, v. 86, p. 1156-1162, 2002.

GILBERTSON, R. L.; BROWN JR., W. M.; RUPPEL, E. G. Prevalence and virulence of *F. moniliforme*. associated with stalk rot of corn in Colorado. **Plant Disease**, St. Paul, v. 69, p. 1065-1068, 1985.

LATTERELL, F. M.; ROSSI, A. E. *Stenocarpella macrospora* (= *Diplodia macrospora*) and *S. maydis* (= *D. maydis*) compared as pathogens of

corn. **Plant Disease**, St. Paul , v. 67, n. 7, p. 725-729, 1983.

MATIELLO, R. R. **Patossistema Milho x *Colletotrichum graminicola***: estudo da herança, mapeamento de genes de resistência e estimativas de danos na produção. 2004. 115 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

NAZARENO, N. X. R. Avaliação de perdas por podridão de colmo em milho (*Zea mays* L.) no estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 14, p. 82-84, 1989.

PEREIRA, O. A. P.; CARVALHO, R. V.; CAMARGO, L. E. A. Doenças do milho. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 477-488.

PEREIRA, O. A. P.; PEREIRA, W. S. P. Estudo de *Diplodia Zeae* (Shw.) Lev. e *Fusarium moniliforme* Sheld. em colmo de milho. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 2, p. 165-171, 1976.

REIS, E. M.; CASA, R. T. **Manual de identificação e controle de doenças do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 78 p.

SILVA, H. P.; PEREIRA, O. A. P.; MIRANDA FILHO, J. B.; BALMER, E. Herança da resistência a antracnose foliar (*Colletotrichum graminicola*) em milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 3, p. 617-623, 1986.

SUKNO, S. A.; GARCÍA, V. M.; SHAW, B. D.; THON, R. M. Root infection and systemic colonization of maize by *Colletotrichum graminicola*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 74, n. 3, p. 823-832, 2008.

VENARD, C.; VAILLANCOURT, L. Penetration and colonization of unwounded maize tissues by the maize anthracnose pathogen *Colletotrichum graminicola* and the related nonpathogen *C. sublineolum*. **Mycologia**, New York, v. 99, n. 3, p. 368-377, 2007a.

VENARD, C.; VAILLANCOURT, L. Colonization of fiber cells by *Colletotrichum graminicola* in wounded maize stalks. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 97, p. 438-447, 2007b.

Embrapa

Milho e Sorgo

**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

