

154

Circular  
TécnicaSete Lagoas, MG  
Setembro, 2010

## Autores

**Rodrigo Véras da Costa**  
**Luciano Viana Cota**Eng.-Agrôn., Doutores  
em Fitopatologia,  
Pesquisadores da Embrapa  
Milho e Sorgo, Sete  
Lagoas, MG, veras@  
cnpms.embrapa.br,  
lvcota@cnpms.embrapa.br**Leonardo M.P. da Rocha**Eng.-Agrônomo, Analista  
da Área de Negócios  
Tecnológicos da Embrapa  
Milho e Sorgo, Sete  
Lagoas, MG, leonardo@  
cnpms.embrapa.br**Aline A. R. Nolasco**Bolsista de Iniciação  
Científica da Fapemig,  
Sete Lagoas, MG.**Dagma Dionísia da Silva**Doutora em Fitopatologia,  
bolsista da Fapemig, Sete  
Lagoas, MG.**Douglas Ferreira Parreira**Doutorando Universidade  
Federal de Viçosa, Viçosa,  
MG.**Prisciulla Ferreira**Bolsista de Iniciação  
Científica do CNPq, Sete  
Lagoas, MG.**Embrapa**

## Recomendação de Cultivares de Milho para a Resistência a Grãos Ardidos

O milho (*Zea mays L.*) é uma das principais culturas destinadas à alimentação humana e animal devido à sua composição química e ao seu alto valor nutritivo. Este cereal, além de suas aplicações alimentícias, é utilizado como matéria-prima para produção de diversos tipos de produtos que apresentam relevância no setor comercial de vários países (DUARTE et al., 2008). Dentre os maiores produtores mundiais de milho, o Brasil se posiciona em terceiro lugar, depois dos Estados Unidos e da China. Contudo, a produtividade média brasileira ainda é considerada baixa em relação aos outros países produtores. Entre os fatores que contribuem para essa baixa produtividade destacam-se as doenças, que podem ocorrer tanto em condições de campo quanto de armazenamento (DUARTE et al., 2008; PINTO, 2005).

Deste modo, por ser uma cultura amplamente cultivada no Brasil, sob diversas condições climáticas, as plantas estão sujeita ao ataque de um número elevado de patógenos. Dentre as doenças que afetam a produção e a qualidade dos grãos, destacam-se as podridões de espiga, as quais resultam na incidência de grãos ardidos (TRENTO et al., 2002; CASELA et al., 2006). Os principais fungos que causam grãos ardidos em milho são: *Stenocarpella maydis*, *S. macrospora*, *Fusarium verticillioides*, *F. subglutinans*, *F. graminearum*, *Gibberella zeae*, *Penicillium spp.* e *Aspergillus spp.* (PINTO et al., 2007).

Os grãos de milho são considerados ardidos quando ocorre a descoloração de pelo menos um quarto da superfície dos grãos. A coloração dos grãos doentes varia de marrom-claro a roxo, dependendo do patógeno presentes. (PINTO, 2005). Os grãos podem ser contaminados pelos fungos em duas condições: em pré-colheita (podridões de espiga com formação de grãos ardidos) e pós-colheita. As perdas qualitativas dos grãos causam desvalorização do produto, com isso algumas agroindústrias adotam como padrão de qualidade a tolerância máxima de 6% para a ocorrência de grãos ardidos em lotes comerciais de grãos (PINTO et al., 2007). Além dos danos causados aos grãos, a infecção por alguns patógenos, como *Fusarium spp.*, *Aspergillus spp.* e *Penicillium spp.*, pode resultar na produção de micotoxinas, o que impede a sua utilização para o consumo animal ou humano (PINTO, 2007). As micotoxinas são metabólitos secundários tóxicos produzidos por alguns gêneros de fungos em determinadas condições de temperatura e umidade, que podem ou não ser portadores de compostos carcinogênicos a humanos e animais (OTTONI, 2008).

Considerando a importância e a crescente preocupação com a ocorrência de grãos ardidos e micotoxinas em milho e a necessidade de informações sobre a resistência de cultivares aos principais patógenos que atacam as espigas, cultivares e híbridos experimentais de milho foram avaliados, em quatro locais, quanto à incidência de grãos ardidos e à presença de patógenos em grãos infectados.

## Metodologia

Quarenta e nove cultivares de milho foram avaliadas quanto à incidência de grãos ardidos na safra 2007/2008 (Tabela 1). Foram analisadas amostras de grãos de milho cultivadas em quatro cidades: Indianópolis - MG, Guarda-Mor - MG, Patos de Minas - MG e Planaltina - DF. Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com 49 tratamentos (genótipos de milho) e duas repetições. Após a colheita, amostras de 500g de grãos de cada parcela foram encaminhadas para o laboratório de Fitopatologia da Embrapa Milho e Sorgo. As amostras foram analisadas visualmente para identificação e quantificação de grãos ardidos. Baseado no número total de grãos e no peso total de grãos da amostra, calculou-se a porcentagem de grãos ardidos em número (NGA) e peso (PGA) por amostra.

A partir dos grãos considerados ardidos foram realizados testes de patologia de sementes. Para tal, os grãos foram, inicialmente, desinfestados por meio da imersão em hipoclorito de sódio a 2% por cinco minutos. Em seguida, foram lavados duas vezes em água destilada esterilizada e, posteriormente, plaqueados em caixas tipo gerbox contendo papel de filtro umedecido com Ágar-Água a 5% (PINTO, 2007). As caixas gerbox foram mantidas em temperatura ambiente para estimular a germinação dos grãos. Após 24h, foram transferidos para o freezer a uma temperatura de -5 °C, por um período de 24 horas, e, posteriormente, levados à câmara de incubação ajustada à temperatura de 24 °C e fotoperíodo de 12 horas. Após 15 dias, procedeu-se à identificação e à quantificação dos patógenos que estavam presentes nos grãos (Figura 1), com o auxílio de um microscópio estereoscópio e de um microscópio binocular.

**Tabela 1.** Cultivares de milho avaliadas quanto à resistência aos Grãos Ardidos.

Cultivares		
BX1382	2B707	Dx 510
BX1149	CD 382	GNZX 0733
SOCRÁTES	SHS 4080	AS1592
Dx 908	DSS 1001	CD 356
ASV897	AGN30A06	XGN6311
XGN6110	Dx 909	XBX 72161
AS1567	EXP20FXX	HS7263
KSP5K2	SHS 5080	GNZX 0705
2E479 4	EXP1013	XBX 72632
2B587	KSP5K8	AL Piratininga
CD 308	CD 397	DSS-CAMPEÃO
SHS 5090	GNZX 0739	BM 810
30F35	AS1540	AGN20A06
AS1575	GNZX 0735	CD 384
ASR152	1D230 5	XBX 72099
XGN6318	GNZX 0732	
3E4744	CD 351	



**Figura 1.** A- Aspecto visual de uma amostra de grãos de milho com incidência de grãos ardidos, B) Grão infectado por *Fusarium sp*, C) Grão infectado por *Stenocarpela sp* e D) grão infectado por *Aspergillus sp*.

## Resultados e Discussão

Foi observada variabilidade genética entre as cultivares quanto à ocorrência de grãos ardidos nos quatro locais avaliados. A maior incidência média de grãos ardidos foi registrada em Indianópolis e a menor, em Guarda-Mor (Figura 2). Essa variação indica a ocorrência de condições ambientais mais favoráveis aos patógenos no primeiro local. Em Indianópolis, a incidência de grãos ardidos variou de 5,6% a 32,3% nas cultivares SOCRÁTES e XBX 72099, respectivamente. As cultivares que apresentaram maior incidência de grãos ardidos foram GNZX 0705, XBX 72161, CD 384, AL Piratininga, BM 810 e XBX 72099, com valores entre 25% e 32,3%. Os menores valores foram observados nas cultivares SOCRÁTES, BX1382, AGN30A06, BX1149 e Dx 908, variando entre 5,6% e 7%. No entanto, apenas a cultivar SOCRÁTES apresentou valores dentro do limite máximo tolerado pela agroindústria (6%) (Figuras 3 e 4), o que indica que esta cultivar apresenta elevado nível de resistência aos principais patógenos detectados no presente trabalho.

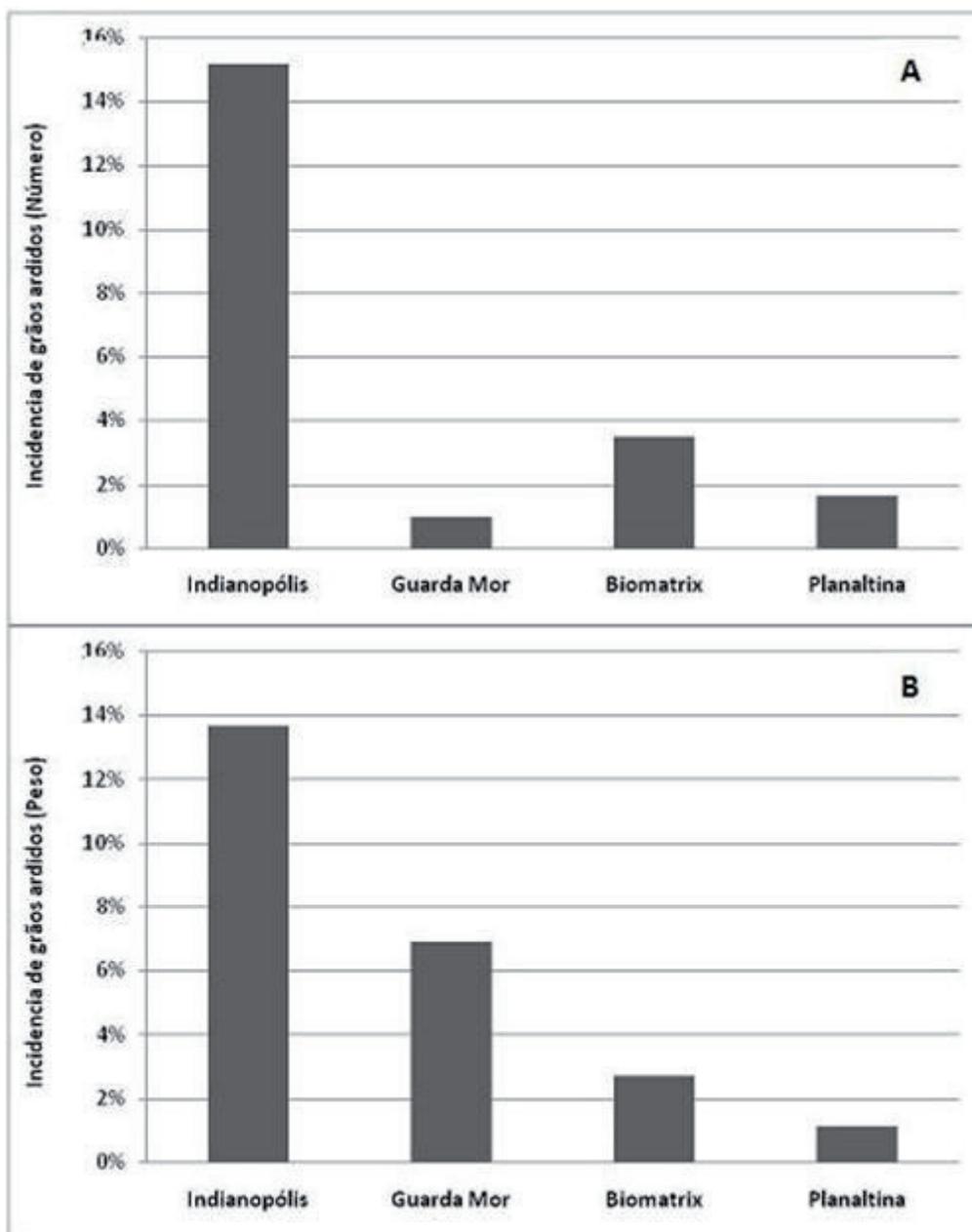
Em Guarda-Mor, todos os genótipos apresentaram ocorrência de grãos ardidos abaixo do limite tolerado pela agroindústria, com valores variando de 0,1% a 3,4%. Os genótipos que apresentaram os maiores valores de grãos ardidos foram: 3E4744, ASR152, KSP5K2, AGN20A06 e XBX 72632, variando entre 2,5 e 3,4%. Incidência abaixo de 0,5% foi registrada nos cultivares: BX1382, Dx 909, 1D230 5, ASV897 e AS1540 (Figuras 3 e 4).

Em Patos de Minas, a incidência de grãos ardidos variou de 0% a 11,5% nas cultivares XGN6318 e XBX72099, respectivamente. Valores acima de 6,5% foram observados nas cultivares GNZ0739, GNZ0732, DSS1001, Exp. 1013, AS1575, CD384, AS1592, BM810 e XBX72099 e incidência abaixo de 1% foi verificada em XGN6318, Dx 908, Dx

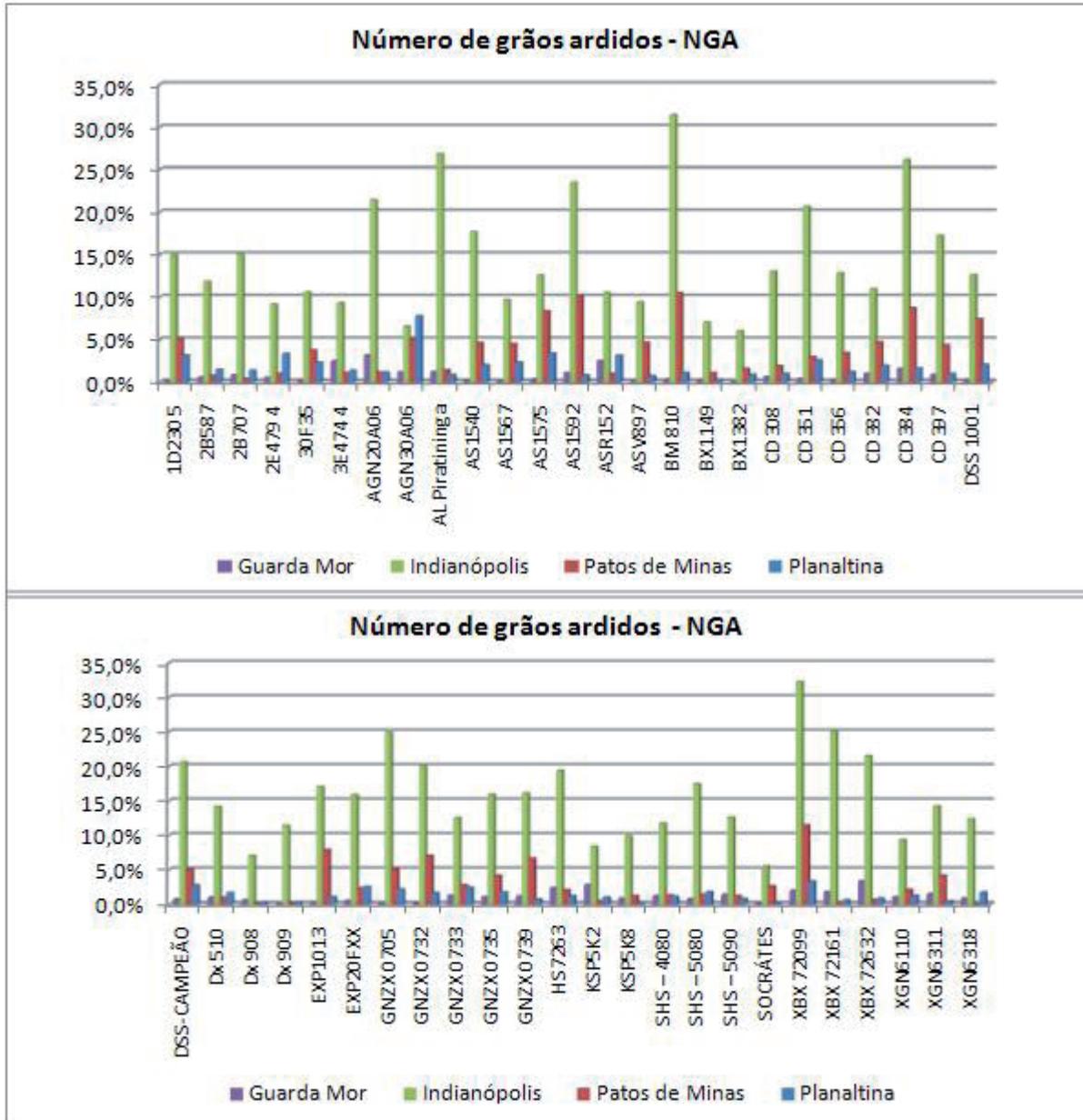
909, XBX 72161, 2B707, KSP5K2, XBX72632, 2B587 e DX510 (Figuras 3 e 4).

Em Planaltina, todas as cultivares apresentaram incidência abaixo do limite tolerado, com exceção da AGN30A06, na qual foi observado um valor de 7,7%. Os maiores valores foram observados nos genótipos ASR152, 1D2305, XBX 72099, 2E4794 e AS1575, entre 3,0 e 7,7%. Os menores valores foram detectados nas cultivares KSP5K8, SOCRÁTES, Dx 908, BX1149 e Dx 909, menos de 0,5% (Figuras 3 e 4).

Considerando-se as cultivares nos quatro locais avaliados, verificou-se variação na resistência aos fungos que causam os grãos ardidos. No entanto, a reação das cultivares depende, também, da ocorrência de condições favoráveis à doença, não havendo estabilidade na resistência em diferentes locais. Assim, algumas cultivares que apresentaram resistência em um local foram suscetíveis em outro. Como exemplo, na variedade AL Piratininga a incidência média de grãos ardidos em Indianópolis foi 26,8%, e menos de 1% em Planaltina. Variação semelhante foi observada nos híbridos XBX72099, CD384, BM810, AGN20A06, XBX72161 e XBX72632. Este fato pode ser explicado devido à influência das condições ambientais no desenvolvimento da doença nas diferentes localidades e a uma possível variabilidade na população dos patógenos presentes em cada local. Este resultado sugere uma possibilidade de regionalização da recomendação de cultivares em função da resistência destas aos patógenos causadores de grãos ardidos.



**Figura 2.** Incidência média (%) de grãos ardidos em número (A) e em peso (B) em 49 híbridos de milho plantados em Indianópolis, Guarda-Mor, Patos de Minas e Planaltina.



**Figura 3.** Incidência de grãos ardidos (% em número) em 49 genótipos de milho avaliados em Indianópolis, Guarda-Mor, Patos de Minas e Planaltina.

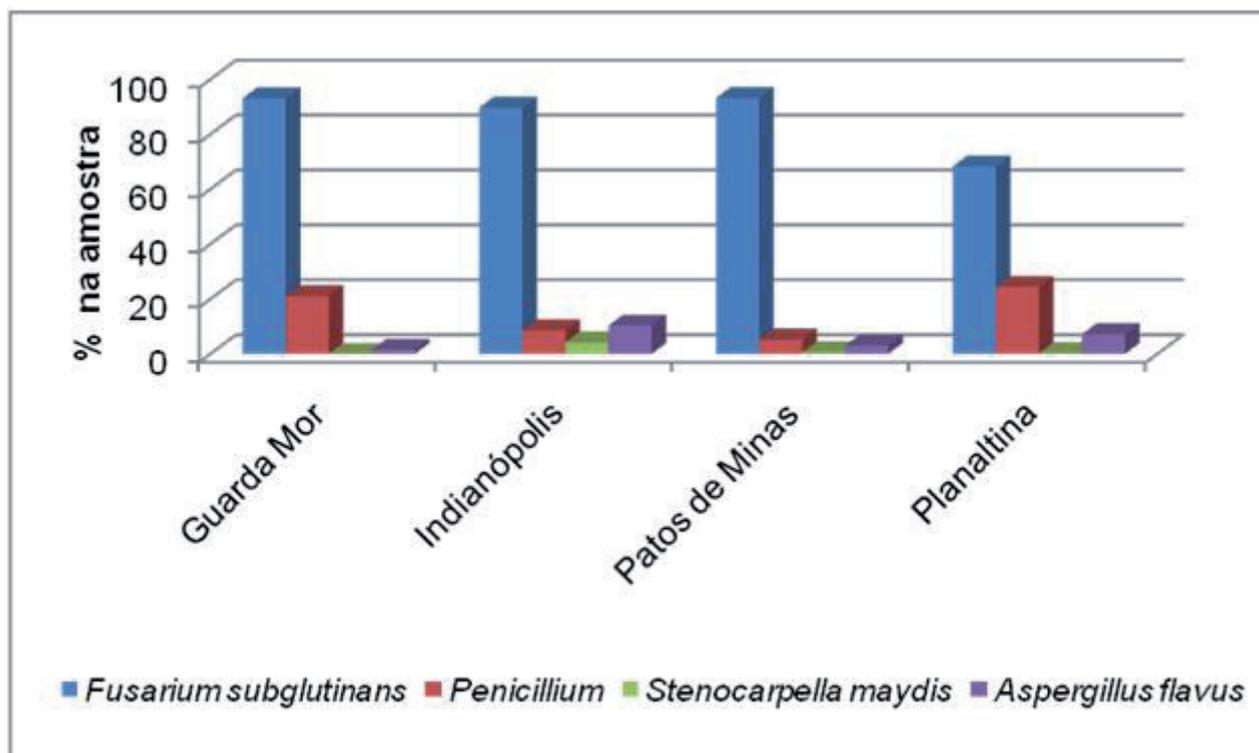


**Figura 4.** Incidência de grãos ardidos (% em peso) em 49 genótipos de milho avaliados em Indianópolis, Guarda-Mor, Patos de Minas e Planaltina.

Os principais fungos presentes nas amostras foram *F. subglutinans*, *Penicillium sp.*, e *A. flavus*, e, em menor frequência, *S. maydis* (Figura 5). O fungo *F. subglutinans* foi o que apresentou a maior frequência de ocorrência nas amostras de todos os locais, com incidência média variando entre 68 e 93%.

Considerando a produção de importantes micotoxinas por algumas espécies de *Fusarium*

*sp.*, os danos causados pelo patógeno podem ser ainda maiores para a cultura do milho. Nesse caso, além da perda na qualidade e da redução do peso de grãos, a alta incidência desses fungos pode inutilizá-los para o consumo humano e animal. Estratégias de manejo da cultura do milho que reduzam a incidência desses patógenos devem ser priorizadas para evitar perdas na qualidade sanitária das sementes e prevenir a produção de micotoxinas.



**Figura 5.** Predominância de fungos infectando amostras de 49 genótipos de milho em Guarda-Mor, Indianópolis, Patos de Minas e Planaltina.

As principais medidas para o manejo de grãos ardidos em milho são: utilização de cultivares com maior nível de resistência aos principais patógenos que atacam as espigas, como os pertencentes aos gêneros *Fusarium spp.* e *Stenocarpella spp.*; realização, sempre que possível, da rotação de culturas para reduzir o inóculo dos patógenos presentes nos restos de cultura; evitar plantios sucessivos de milho; utilização de sementes saudáveis e densidade de plantio adequada da cultivar plantada; dar preferência a cultivares com espigas decumbentes (que viram para baixo após a maturação fisiológica); e evitar atraso na colheita. A eficiência do controle químico para manejo de grãos ardidos em milho ainda é motivo de dúvidas quanto à eficácia de produtos, à época e ao número de aplicações e sua relação com a resistência das cultivares. Pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo vêm realizando trabalhos nessa linha, visando obter informações mais precisas quanto aos fatores relacionados ao uso de fungicidas para o controle de grãos ardidos na cultura do milho.

## Conclusão

Os resultados obtidos evidenciam que a resistência genética e as condições ambientais são os principais fatores relacionados com a ocorrência de grãos ardidos em milho. Entre os locais avaliados, Indianópolis foi o que apresentou as condições ambientais mais favoráveis para a ocorrência da doença.

Em locais nos quais as condições ambientais são consideradas favoráveis à ocorrência de grãos ardidos, a escolha da cultivar é um fator de grande importância para o manejo dessa enfermidade. As cultivares mais resistentes no presente trabalho foram: 2E4794, 30F35, 3E4744, AGN30A06, AS1567, ASR152, ASV897, BX1149, BX1382, Dx908, KSP5K2, KSP5K8 Sócrates e XGN6110.

As espécies de fungos do gênero *Fusarium spp.* apresentam ampla distribuição geográfica e elevada ocorrência, sendo consideradas como os principais patógenos causadores de grãos ardidos em milho nos locais avaliados.

## Referências

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

DUARTE, J. O.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J. Economia da produção. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 4. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2). Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho\\_4es/economia.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_4es/economia.htm)>. Acesso em: 22 fev. 2010.

PINTO, N. F. J. de A. **Grãos ardidos em milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 66).

PINTO, N. F. J. de A. **Reação de cultivares com relação à produção de grãos ardidos em milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 4 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 144).

PINTO, N. F. J. A.; VARGAS, E. A.; PREIS, R. A. Qualidade sanitária e produção de fumonisina B1 em grãos de milho na fase de pré-colheita. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 33, n. 3, p. 304-306, 2007.

OTTONI, J. R. **Análise da incidência de *Fusarium ssp. toxigênico* e de níveis de fumonisinas em grãos ardidos de milho híbrido**. 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

TRENTO, S. M.; IRGANG, H.; REIS, E. M. Efeito de rotação de culturas, de monocultura e de densidade de plantas na incidência de grãos ardidos em milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 609-613, 2002.

### Circular Técnica, 154

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:** sac@cnpmis.embrapa.br  
1ª edição  
1ª impressão (2010): on line

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



### Comitê de Publicações

**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.

### Expediente

**Normalização bibliográfica:** Rosângela Lacerda de Castro.  
**Tratamento das ilustrações:** Tânia Mara A. Barbosa.  
**Editoração eletrônica:** Tânia Mara A. Barbosa.