

Sete Lagoas, MG  
Dezembro, 2005

### Autores

Nicésio Filadelfo Janssen de  
Almeida Pinto, Eng. Agr.,  
Doutor, Embrapa Milho e  
Sorgo. Caixa Postal 151 CEP  
35701-970 Sete Lagoas,  
MG. E-mail:  
nicesio@cpnms.embrapa.br

## Grãos Ardidos em Milho

Os grãos de milho podem ser danificados por fungos em duas condições específicas, isto é, em pré-colheita (podridões fúngicas de espigas com a formação de grãos ardidos) e em pós-colheita durante o beneficiamento, o armazenamento e o transporte (grãos mofados ou embolorados).

No processo de colonização dos grãos, muitas espécies de fungos denominadas toxigênicas (*Fusarium* spp., *Aspergillus* spp.) podem, além dos danos físicos (descolorações dos grãos, reduções nos conteúdos de carboidratos, de proteínas e de açúcares totais), produzir substâncias tóxicas denominadas micotoxinas. É importante ressaltar que a presença do fungo toxigênico não implica necessariamente na produção de micotoxinas, as quais estão intimamente relacionadas à capacidade de biossíntese do fungo e das condições ambientais predisponentes, como, em alguns casos, da alternância das temperaturas diurna e noturna.

Os fungos toxigênicos, em seu processo de colonização dos grãos de milho em pré-colheita, são exímios biossintetizadores de micotoxinas, as quais são altamente nocivas à saúde animal e humana, produzindo doenças denominadas micotoxicoses. A dieta de suínos, bovinos e aves, composta de grãos de milho com elevado nível de micotoxinas, significa ao mesmo tempo perigo e prejuízos. As micotoxinas causam danos irreversíveis à saúde dos animais e, adicionalmente, comprometem a integridade de quem consome carne, leite e produtos derivados dos animais intoxicados.

O milho é utilizado no preparo de mais de 500 produtos derivados e está constantemente exposto à contaminação por fungos toxigênicos. Conforme o novo acordo da Organização Mundial do Comércio, em contrapartida à redução nas tarifas alfandegárias houve direcionamento da atenção em relação às micotoxinas e aos contaminantes fitossanitários como barreiras fitossanitárias. Conseqüentemente, avaliações da contaminação fúngica e de micotoxinas constituem a primeira etapa imprescindível na minimização de problemas internos, que poderão evoluir para o estrangulamento e comprometimento de toda a linha de exportação.

### Produção de Grãos Ardidos

São considerados grãos ardidos todos aqueles que possuem pelo menos um quarto de sua superfície com descolorações, cuja matiz pode variar de marrom claro a roxo (Figura 1) ou de vermelho claro a vermelho intenso (Figura 2).

Os grãos ardidos em milho são o reflexo das podridões de espigas, causadas principalmente pelos fungos presentes no campo. Esses fungos podem ser divididos em dois grupos: a) aqueles que apenas produzem grãos ardidos; e b) aqueles que, além da produção de grãos ardidos, são exímios biossintetizadores de toxinas, denominadas micotoxinas. No primeiro grupo, encontram-se os fungos *Drechslera zeicola*,



Figura 1. Grãos ardidos pelo ataque do fungo *Stenocarpella maydis*.



Figura 2. Grãos ardidos pelo ataque do fungo *Fusarium verticillioides*.

*Cladosporium herbarum*, *Ustilago maydis*, *Nigrospora oryzae*, *Colletotrichum graminicola*, entre outros. No segundo grupo, são encontrados os fungos *Stenocarpella maydis* (= *Diplodia maydis*), *Stenocarpella macrospora* (= *Diplodia macrospora*), *Fusarium verticillioides* (= *Fusarium moniliforme*), *F. subglutinans*, *F. graminearum*, *F. sporotrichioides* e *Gibberella zeae*. Ocasionalmente, no campo há produção de grãos ardidos e de micotoxinas pelos fungos *Penicillium oxalicum*, *Aspergillus flavus* e *A. parasiticus*. Os fungos *F. graminearum*, *F. sporotrichioides* e *Stenocarpella maydis* são mais freqüente nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul; e *F. verticillioides*, *F. subglutinans* e *Stenocarpella macrospora* nas demais regiões produtoras de milho.

Os fungos toxigênicos que causam podridões em grãos de milho no campo (grãos ardidos) requerem, nos

grãos, umidades acima de 20% para o seu desenvolvimento e para promoverem a podridão na espiga, principalmente em anos em que prevalecem condições úmidas após a polinização ou onde ocorrem seca ou danos de insetos nas espigas. Os principais fungos dessa categoria são espécies do gênero *Fusarium*, como *F. verticillioides*, *F. graminearum*, *F. sporotrichioides*, *F. nivale*, *F. culmorum*, *F. poae*, *F. proliferatum*, entre outras.

Como principais fontes de inóculo de *Fusarium*, têm-se os restos de cultura de milho, como colmos e espigas, as sementes de milho contaminadas, as gramíneas de inverno (trigo, aveia e cevada) e também o solo. A disseminação dos esporos se dá através do vento e de insetos e o período de maior suscetibilidade ocorre de 7 a 10 dias após a polinização dos estigmas.

Sintomatologicamente, pode ocorrer uma pigmentação rosa (*F. verticillioides*) ou roxa (*F. graminearum*) entre os grãos, sendo que as espigas que não dobram após a maturidade fisiológica dos grãos e aquelas com mal empalhamento são as mais suscetíveis.

Como padrão de qualidade, tem-se, em algumas agroindústrias, a tolerância máxima de 6% para grãos ardidos em lotes comerciais de milho. Quando ocorrem fortes chuvas após o estágio da maturidade fisiológica dos grãos e também há a postergação na colheita do milho, normalmente a incidência de grãos ardidos supera esse limite de tolerância máxima, cujos valores têm atingido freqüentemente 10 a 20% em algumas cultivares.

A seguir, serão descritas as principais podridões de espigas ocorrentes no Brasil:

### Podridão Branca da Espiga

A podridão branca da espiga é causada pelos fungos *Stenocarpella maydis* e *Stenocarpella macrospora*. As espigas infectadas apresentam os grãos de cor marrom, de baixo peso e com crescimento micelial branco entre as fileiras de grãos (Figura 3). No interior da espiga ou nas palhas das espigas infectadas, há a presença de numerosos pontinhos negros (picnídios), que são as estruturas de frutificação do patógeno. Uma característica peculiar entre as duas espécies de



Figura 3. Podridão branca da espiga (*Stenocarpella maydis*).

*Stenocarpella* é que apenas a *S. macrospora* ataca as folhas do milho. A precisa distinção entre estas espécies só é possível mediante análises microscópicas. Os esporos desses fungos sobrevivem dentro dos picnídios no solo e nos restos de cultura contaminados, além de nas sementes na forma de esporos e de micélio dormente, sendo essas as fontes primárias de inóculo para a infecção das espigas. A infecção pode se iniciar em qualquer uma das extremidades das espigas. Entretanto, as espigas mal empalhadas ou com palhas frouxas ou que não se dobram após a maturidade fisiológica são as mais suscetíveis. A alta precipitação pluviométrica na época da maturação dos grãos favorece o aparecimento dessa doença. A evolução da podridão praticamente cessa quando o teor de umidade dos grãos atinge 21 a 22%.

### Podridão Rosada da Espiga

Essa podridão é causada por *Fusarium verticillioides* (= *F. moniliforme*) [Figura 4] ou por *Fusarium subglutinans*. Esses patógenos apresentam elevado número de plantas hospedeiras alternativas, sendo, por isso, considerados parasitas não especializados. A infecção pode se iniciar pelo topo ou por qualquer outra parte da espiga, mas sempre é associada a alguma injúria (insetos, pássaros e roedores). Com o desenvolvimento da doença, uma massa cotonosa avermelhada pode recobrir os grãos infectados ou a área da palha atingida. Quando a infecção ocorre através do pedúnculo da espiga, todos os grãos podem



Figura 4. Podridão rosada da espiga (*Fusarium verticillioides*).

ser infectados, mas a infecção só se desenvolverá naqueles que apresentarem alguma injúria no pericarpo. O desenvolvimento desses fungos nas espigas é paralisado quando o teor de umidade dos grãos atinge 18 a 19%. Embora esses fungos sejam freqüentemente isolados das sementes, essas não são a principal fonte de inóculo. Como esses fungos possuem a fase saprofítica ativa, sobrevivem e se multiplicam no resto de cultura de milho, sendo essa a fonte principal de inóculo.

### Podridão Rosada da Ponta da Espiga

Essa podridão de espiga é conhecida também pelo nome de podridão de *Gibberella* (*Gibberella zeae*), sendo mais comum em regiões de clima ameno e de alta umidade relativa. A ocorrência de chuvas após a polinização propicia a ocorrência dessa podridão de espiga. A doença inicia-se com uma massa cotonosa avermelhada na ponta da espiga (Figura 5) e pode progredir para a base da espiga. A palha pode ser colonizada pelo fungo e tornar-se colada na espiga. Ocasionalmente, pode iniciar-se na base e progredir para a ponta da espiga, confundindo o sintoma com aquele causado por *Fusarium verticillioides* ou por *F. subglutinans*. Chuvas freqüentes no final do desenvolvimento da cultura, principalmente em lavoura com cultivar com espigas que não dobram após a maturidade fisiológica dos grãos, aumentam a incidência dessa podridão de espiga. O fungo sobrevive nas sementes na forma de micélio dormente. A forma assexual de *Gibberella zeae* é denominada de *Fusarium graminearum*.



Figura 5. Podridão rosada da ponta da espiga (*Gibberella zeae*).

## Produção de Micotoxinas

Atualmente, os grãos ardidos constituem-se num dos principais problemas de qualidade do milho devido à possibilidade da presença de micotoxinas, tais como aflatoxinas (*Aspergillus flavus* e *A. parasiticus*), fumonisinas (*Fusarium verticillioides* e *F. subglutinans*), zearalenona (*Fusarium graminearum* e *F. poae*), vomitoxinas (*Fusarium verticillioides*), toxina T-2 (*Fusarium sporotrichioides*), entre outras. As perdas qualitativas por grãos ardidos são motivos de desvalorização do produto e uma ameaça à saúde dos rebanhos e à humana. O gênero *Fusarium* tem uma faixa de temperatura ótima para o seu desenvolvimento situada entre 20 a 25 °C. Contudo, suas toxinas são produzidas a temperaturas baixas. Isso significa que *Fusarium* produz as micotoxinas sob o efeito de choque térmico, principalmente com alternância das temperaturas diurna e noturna. Fungo do gênero *Fusarium* necessita de temperaturas em torno de 25 °C para crescer, mas para a biossíntese das toxinas é necessário que as temperaturas sejam mais amenas ou frias, geralmente abaixo de 16-18° C e o teor de umidade mais elevado para se desenvolver. Exemplificando, para a produção da micotoxina denominada zearalenona a temperatura ótima está em torno de 10-12° C.

As principais micotoxinas que têm sido relatadas contaminando o milho na pré-colheita são as aflatoxinas (*Aspergillus flavus* e *A. parasiticus*), a ocratoxina (*Aspergillus ochraceus*) e as toxinas de

*Fusarium*: zearalenona (produzida por *F. graminearum* e *F. roseum*), deoxinivalenol - DON ou vomitoxina (*F. graminearum* e *F. verticillioides*), toxina T-2 (*F. sporotrichioides*) e as fumonisinas (*F. verticillioides*, *F. subglutinans* e *F. proliferatum*). O gênero *Fusarium* é, basicamente, constituído de fungos de campo que geralmente infectam os grãos de milho em pré-colheita. As fumonisinas (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub> e C<sub>1</sub>) são o resultado da ação de *Fusarium subglutinans*, *F. verticillioides* e *F. proliferatum* em grãos de milho.

## Micotoxicoses

As micotoxicoses são doenças ou síndromes resultantes da ingestão de alimentos (grãos, rações etc.) contaminados com micotoxinas. As micotoxicoses podem promover, nos animais domésticos (Figuras 6 7) e em humanos, danos como redução no crescimento, interferências nas funções vitais do organismo, produção de tumores malignos etc.

O efeito tóxico das aflatoxinas (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> e G<sub>2</sub>), denominado de aflatoxicose, pode ser de curta duração (aflatoxicose aguda) ou de longa duração (aflatoxicose crônica). Bovinos, suínos e aves podem ingerir rações formuladas com grãos de milho contaminadas com aflatoxinas, converter a toxina em seus metabólitos tóxicos, os quais entrarão na cadeia alimentar humana via consumo de leite, carne e ovos. Quando grãos de milho tornam-se contaminados com aflatoxinas, por exemplo, a aflatoxina B<sub>1</sub>, que é um carcinógeno, ela pode via arraçoamento animal ser convertida em outro carcinógeno potencial (aflatoxina M<sub>1</sub>) e ser liberada no leite.

A contaminação por fumonisinas (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub>.) em grãos de milho é extremamente maléfica à alimentação de suínos (edema pulmonar) e em eqüinos (leucoencefalomalácea - a toxina destroi as células cerebrais, formando grandes orifícios no cérebro do animal). As fumonisinas têm sido, em humanos, associadas com a incidência de câncer do esôfago.

Por outro lado, os suínos, bovinos, aves e ovelhas são muito sensíveis à zearalenona, a qual causa o hiperestrogenismo em suínos, pois a sua molécula é

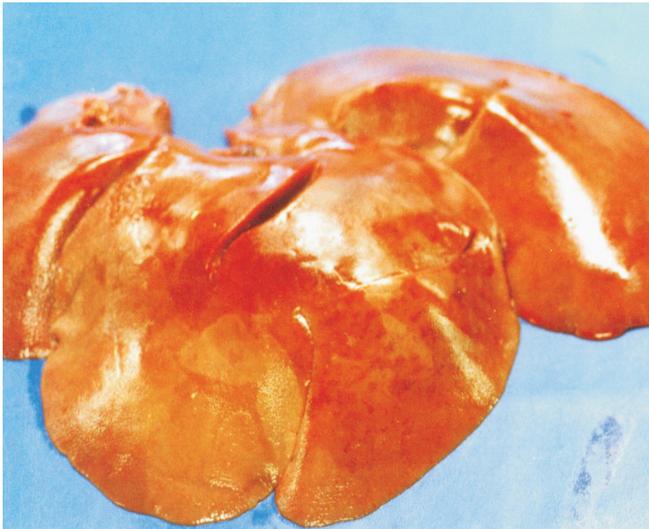


Figura 6. Fígado de suíno com micotoxicose (aflatoxicose)

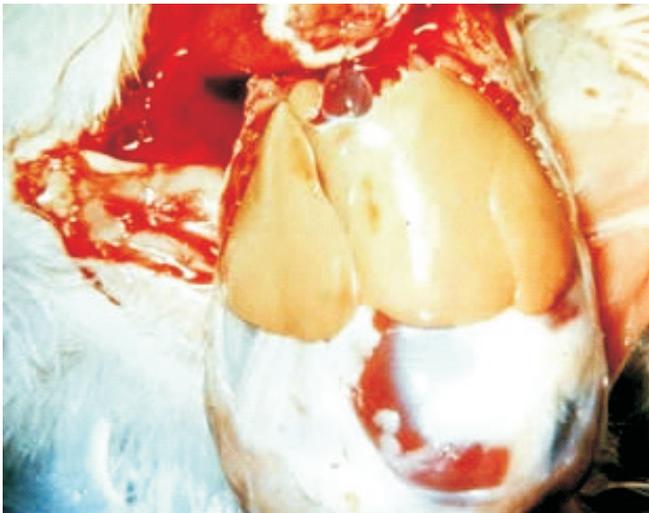


Figura 7. Fígado de frango com micotoxicose (aflatoxicose)

semelhante à da progesterona (hormônio feminino). Quanto à toxina T-2, ela causa má formação óssea nas pernas de frangos de corte.

### Controle da Produção de Grãos Ardidos

A prevenção contra a infecção dos grãos de milho por fungos promotores de grãos ardidos deve levar em consideração um conjunto de medidas: a) utilização de cultivares de milho com grãos mais resistentes aos fungos dos gêneros *Fusarium* e *Stenocarpella*; b) realização de rotação de culturas com espécies de plantas não suscetíveis aos fungos dos gêneros *Fusarium* e *Stenocarpella*; c) interrupção do

monocultivo do milho; d) promoção do controle das plantas daninhas hospedeiras dos fungos do gênero *Fusarium*; e) uso de sementes de alta qualidade sanitária; f) não utilizar altas densidades de plantio; g) utilização de cultivares de milho com espigas que dobram para baixo após a maturidade fisiológica dos grãos; h) não colher espigas atacadas por insetos, pássaros e roedores; i) não colher espigas de plantas tombadas; j) não retardar a colheita dos grãos; e l) realizar o enterrio de restos de culturas de milho infectados com fungos causadores de grãos ardidos.

**Circular  
Técnica, 66**

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Milho e Sorgo**

**Endereço:** MG 424 Km 45 Caixa Postal 151 CEP  
35701-970 Sete Lagoas, MG

**Fone:** (31) 3779 1000

**Fax:** (31) 3779 1088

**E-mail:** sac@cnpms.embrapa.br

**1ª edição**

1ª impressão (2005): 200 exemplares

**Comitê de  
publicações**

**Presidente:** *Antônio Carlos de Oliveira*

**Secretário-Executivo:** *Paulo César Magalhães*

**Membros:** *Camilo de Lélis Teixeira de Andrade,  
Cláudia Teixeira Guimarães, Carlos Roberto Casela,  
José Carlos Cruz e Márcio Antônio Rezende Monteiro*

**Expediente**

**Supervisor editorial:** *Clenio Araujo*

**Revisão de texto:** *Clenio Araujo*

**Editoração eletrônica:** *Dilermando Lúcio de Oliveira*