

Patologia de Grãos de Sorgo

INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo está sujeita à incidência de elevado número de doenças, cujos fungos são, na maioria, patogênicos aos grãos. A infecção ou infestação dos grãos por fungos podem ocorrer no campo (*Fusarium* spp., *Curvularia* spp., *Drechslera* spp., etc.) e no armazém (*Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp.), constituindo-se em problemas sanitários de pré-colheita (Figura 1) e de pós-colheita dos grãos (Figura 2). Esses fungos causam perdas pela redução no tamanho e peso dos grãos, no valor de mercado do grão, no valor nutritivo dos grãos e na qualidade dos grãos durante a armazenagem.

Adicionalmente, os grãos atacados por fungos (grãos mofados) podem estar contaminados por micotoxinas, as quais podem promover riscos à saúde de aves, suínos, bovinos, eqüinos e ao ser humano.

O sintoma mais evidente da contaminação nesses grãos é a presença, na superfície dos grãos, de micélio (bolor), que, dependendo do fungo envolvido, pode apresentar coloração rosa, laranja, cinza, branca ou preta.

Normalmente, mais de um fungo pode estar envolvido no ataque aos grãos (Figura 3). Esses fungos são responsáveis também por perdas na qualidade sanitária, física e nutricional dos grãos. No processo de deterioração dos grãos, esses fungos podem descolori-los e degradar proteínas, açúcares e carboidratos.

O controle de fungos em grãos de sorgo pode ser obtido pela escolha da época de plantio, que permita a ocorrência dos estádios de enchimento de grãos e de maturidade fisiológica em período sem chuvas freqüentes, e pela utilização de cultivares resistentes ao ataque dos fungos presentes no campo de produção dos grãos.

MICOFLORA DOS GRÃOS

A maior incidência de fungos em grãos de sorgo ocorre entre 25 e 35 dias após a antese. Os gêneros predominantes são *Fusarium*, *Alternaria*, *Phoma*, *Epicoccum*, *Gonatobotrys* e *Cladosporium*. As principais espécies de *Fusarium* são: *F. verticillioides* (sinônimo - *F. moniliforme*) [*Gibberella fujikuroi*], *F. equiseti*, *F. semitectum* (*F. pollidoroseum*), *F. nygamai*, *F. chlamydosporum* e *F. graminearum* (*G. zeae*). Outras espécies encontradas são *F. compactum*, *F. solani*, *F. proliferatum*, *F. dimerum*, *F. avenaceum* (*G. avenacea*), *F. sporotrichioides*, *F. lateritium* (*G. baccata*), *F. sambucinum* (*G. pulicaris*), *F. napiforme*, *F. oxysporum* e *F. subglutinans* (*G. fujikuroi* var. *subglutinans*). Outras espécies também detectáveis incluem *Acremonium strictum* (*Cephalosporium acremonium*), *Alternaria alternata*, *A. tenuis*, *Aspergillus flavus*, *A. fumigatus*, *A. glaucus*, *A. niger*, *A. nidulans*, *A. terreus*, *Curvularia clavata*, *C. eragrostidis*, *C. geniculata* (*Cochliobolus geniculatus*), *C.*

lunata (*Cochliobolus lunatus*), *C. trifolii*, *Chlamydomyces* sp., *Cladosporium cladosporioides*, *Colletotrichum graminicola*, *Drechslera* (*Bipolaris*) *sorghicola*, *D. (Cochliobolus) australiensis*, *D. bicolor*, *D. halodes* (*E. halodes*), *D. hawaiiensis* (*Cochliobolus hawaiiensis*), *D. nodulosa* (*Cochliobolus nodulosus*), *D. tetramera*, *D. turcica* (*Exserohilum turcicum*), *Exserohilum rostratum* (*Setosphaeria rostrata*), *Exserohilum spiciferum* (*Cochliobolus spicifer*, *Drechslera spicifera*), *Gloeocercospora sorghi*, *Glomerella sorghi*, *Gonatobotrys africanus*, *Gonatobotrys ramosa*, *Helminthosporium spiciferum* (*Cochliobolus spicifer*), *Nigrospora oryzae* (*Khuskia oryzae*), *Penicillium* spp., *Peronosclerospora sorghi*, *Phoma sorghina*, *Phyllosticta* sp., *Ramulispora sorghi*, *Sphacelia sorghi* (*Claviceps africana*), *Stachybotrys chartarum* e *Torula graminis*.



Figura 1



Figura 2

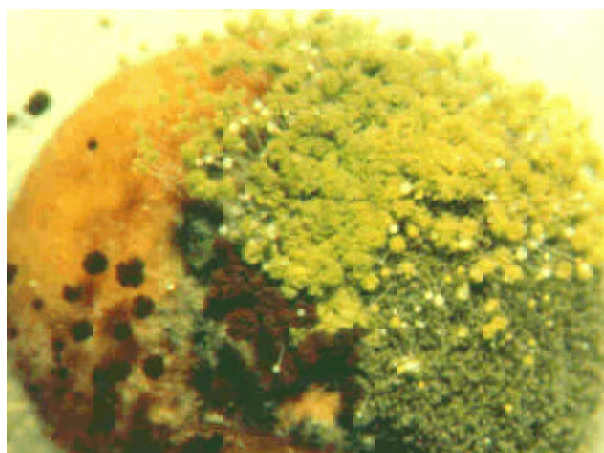


Figura 3

No Brasil, os fungos de ocorrência mais freqüente nos grãos de sorgo são: *Cladosporium* sp. (Figura 4), *Alternaria tenuis* (Figura 5), *Drechslera turcica* (Figura 6), *Drechslera sorghicola*, *Fusarium verticillioides* (Figura 7), *Fusarium semitectum*, *Fusarium subglutinans*, *Penicillium* sp. (Figura 8), *Phoma sorghina* (Figura 9), *Monilia* sp., *Trichoderma* sp., *Rhizopus* spp., *Aspergillus flavus* (Figura 10), *Aspergillus niger* (Figura 11), *Macrophomina phaseolina*, *Curvularia lunata* (Figura 12), *Colletotrichum graminicola* (Figura 13), *Cercospora sorghi*, *C. fusimaculans*, *Nigrospora oryzae* (Figura 14) e *Sphacelia sorghi* (*Claviceps africana*).

ARQUITETURA DAS PANÍCULAS

O problema de fungos em grãos é mais importante na cultura de sorgo em virtude de sua estrutura floral (panícula), pois os grãos estão totalmente expostos e agrupados nas panículas, o que os predispõe às infecções ou infestações por fungos, principalmente nas áreas onde a umidade relativa é alta por ocasião da maturidade fisiológica dos grãos.

As plantas com panículas compactas podem ter populações fúngicas mais altas em condições ambientais favoráveis do que aquelas com panículas abertas, devido à falta de retenção de umidade nessas últimas.

Após um período de chuvas intensas, as panículas de sorgo podem mostrar-se infectadas ou infestadas com numerosos

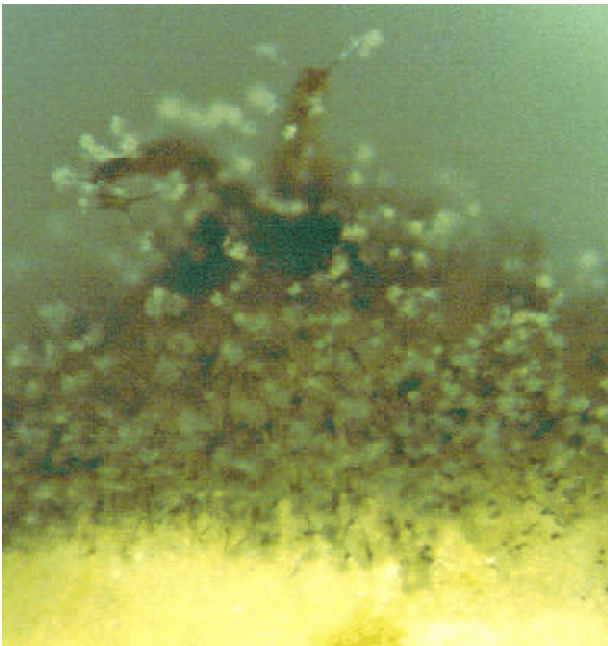


Figura 4

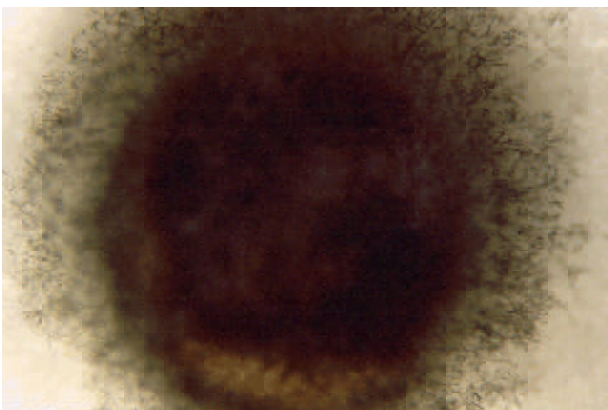


Figura 5



Figura 6

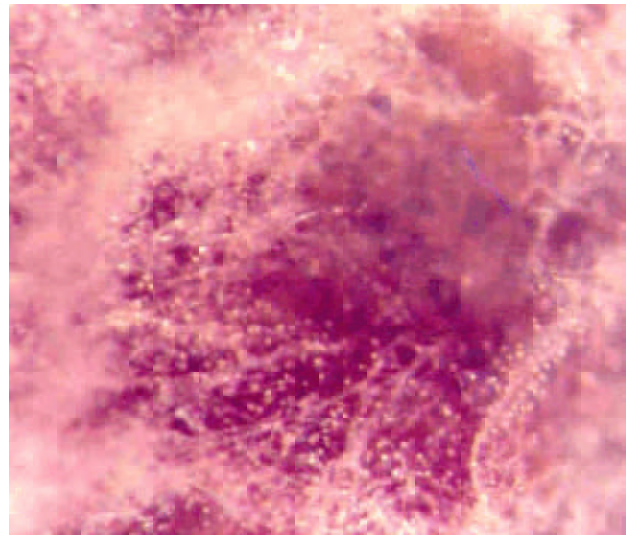


Figura 7

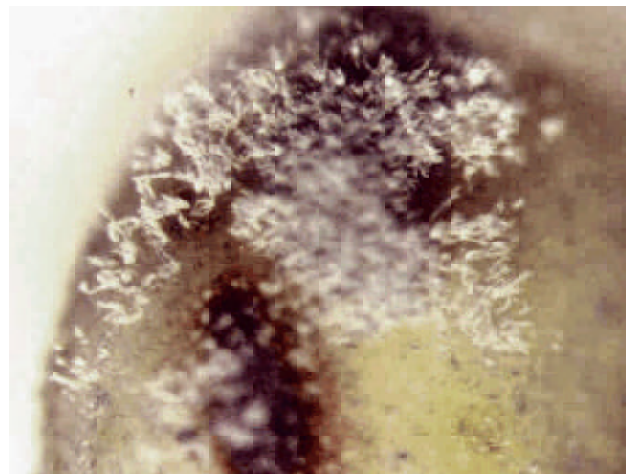


Figura 8

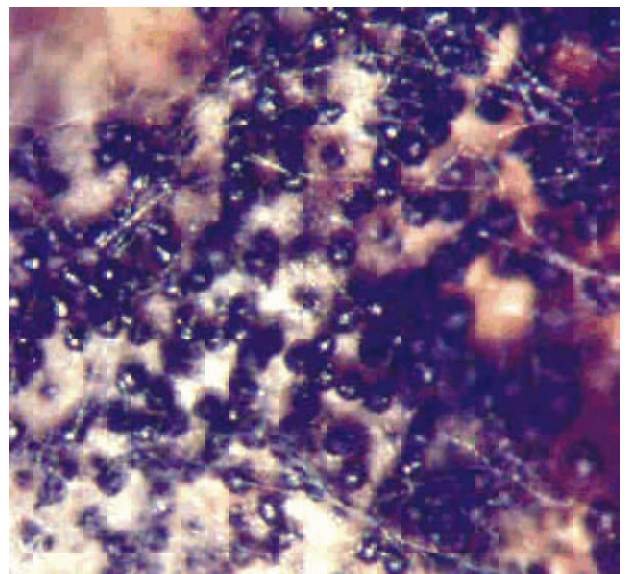


Figura 9

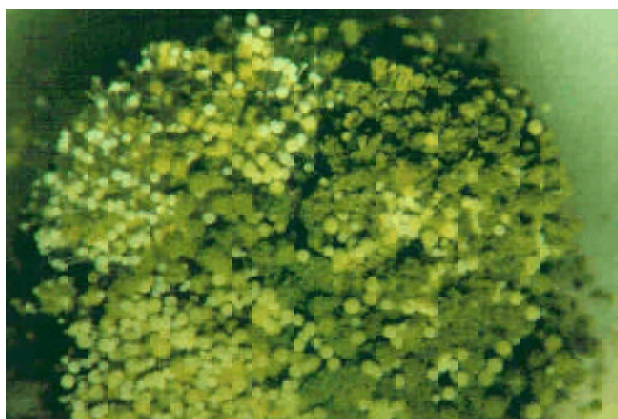


Figura 10

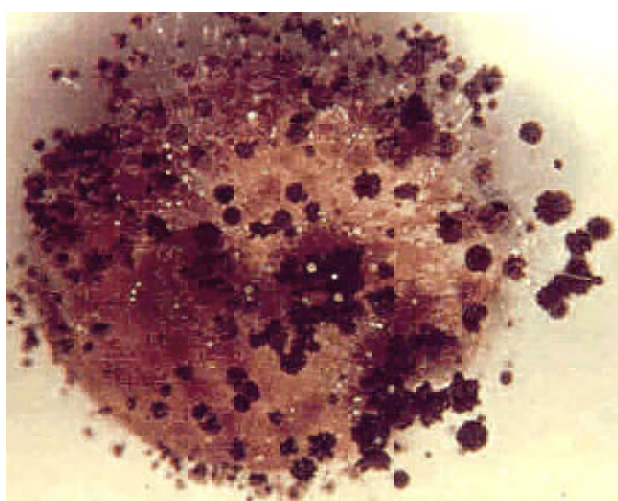


Figura 11

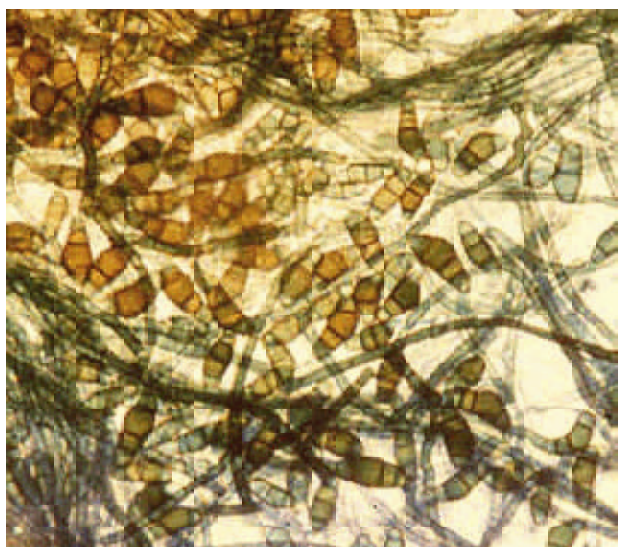


Figura 12

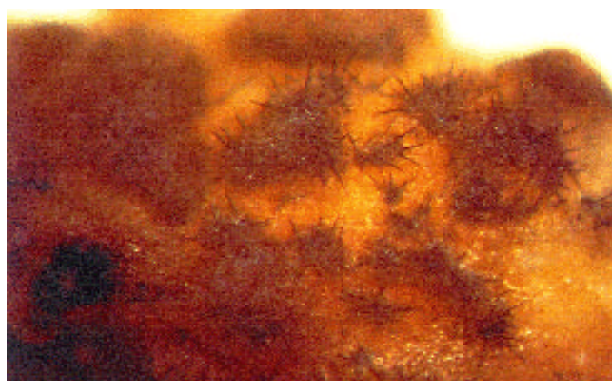


Figura 13

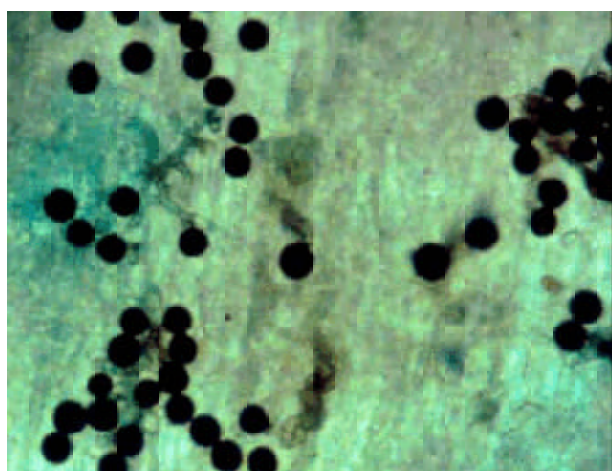


Figura 14

fungos, como *Curvularia lunata* (*Cochliobolus lunatus*), *Alternaria tenuis*, *Epicoccum* sp., *Fusarium verticillioides* (*Gibberella fujikuroi*), *Fusarium subglutinans* (*Gibberella fujikuroi* var. *subglutinans*), *Colletotrichum graminicola*, *Phoma sorghi*, *Nigrospora oryzae*, *Aspergillus flavus* e *Penicillium* spp.

SÍTIOS DE INFECÇÃO

O exame microscópico de grãos de sorgo infectados por *Curvularia lunata* (*Cochliobolus lunatus*) mostra a distribuição do patógeno no pericarpo, na testa, na camada de aleurona, no endosperma e no embrião. O fungo *Fusarium verticillioides* (*Gibberella fujikuroi*) é detectado no endosperma e no

embrião, enquanto que *Phoma sorghina* ocorre normalmente na camada de aleurona. O fungo *Colletotrichum graminicola* está presente, freqüentemente, no pericarpo, ocasionalmente no endosperma e raramente no embrião. *Aspergillus flavus*, *A. niger* e *A. candidus* são detectados interna e externamente nos grãos. *Cladosporium fulvum* e *Penicillium* sp. são detectados apenas externamente nos grãos.

DETERIORAÇÃO DOS GRÃOS

As seguintes características genéticas estão relacionadas com a deterioração dos grãos de sorgo: panículas compactas, glumas pigmentadas, grãos macios e suscetibilidade ao mofamento. Os conteúdos de ácidos graxos em grãos de sorgo são significativamente reduzidos pelo desenvolvimento fúngico, sendo a intensidade desse efeito relacionada com as diferentes espécies de fungos. *Aspergillus flavus*, *A. terreus* e *A. candidus*, fungos de condições tropical e subtropical, têm consideráveis efeitos sobre os níveis de ácidos graxos; em contraste com *A. versicolor* e *A. restrictus*, os quais têm pequenos efeitos.

É conhecido que grãos de sorgo infectados com *Curvularia lunata* (*Cochliobolus lunatus*), *Fusarium verticillioides* (*Gibberella fujikuroi*) e *Phoma sorghina* são mais propensos à quebra do que os grãos sadios. Os grãos quebrados são infectados mais facilmente do que os grãos inteiros (sadios). Em grãos de sorgo armazenados, *Aspergillus flavus* tem alta atividade sobre amilase, seguido por *A. niger* e *Alternaria alternata*. Os fungos *A. niger* e *A. flavus* têm alta eficiência na decomposição de proteína e atividade celulolítica, enquanto que *A. alternata* é fraco nesse sentido.

VALOR NUTRICIONAL DOS GRÃOS

Devido ao desenvolvimento de fungos de armazenagem, principalmente espécies de *Penicillium* e *Aspergillus*, o conteúdo de gordura tem queda apreciável, bem como as taxas de ácidos graxos, vitamina E, caroteno,

xantofila e proteínas. Assim, o decréscimo no nível de energia em dietas contendo grãos mofados, mas livres de micotoxinas, é um importante fator para a redução do valor nutricional.

Análises de grãos atacados por *Curvularia lunata* e *Fusarium verticillioides* revelam que os conteúdos de proteína, de gordura, amido e cinza são significativamente reduzidos. Há, contudo, um aumento nos conteúdos de açúcares solúveis e de fibra bruta.

ARMAZENAGEM DOS GRÃOS

O controle dos fungos de armazenamento requer a prevenção de danos mecânicos na colheita e no transporte, a manutenção do teor de água dos grãos abaixo do teor mínimo para o desenvolvimento fúngico (14,5% b.u.) e a aeração regular da massa de grãos.

Na espera pela secagem, a prevenção contra o mofamento dos grãos dependerá de agentes inibidores do desenvolvimento fúngico. Em grãos de sorgo, o conteúdo de ergosterol e a porcentagem de grãos com fungos aumentam com a postergação da colheita. O conteúdo de ergosterol também aumenta rapidamente no período de duas a três semanas após a maturidade fisiológica.

Em grãos de sorgo armazenados a 30 °C e menos de 70% de umidade relativa, os ácidos fórmico, acético, propiônico, butílico e isobutílico têm apresentado eficácia como inibidores antifúngicos.

O nível requerido para a proteção aumenta com o aumento do conteúdo de água dos grãos. Há relatos de que misturas binárias ou terciárias desses ácidos em 50% de água são sinérgicas em suas atividades antifúngicas, em sorgo. Outras investigações têm demonstrado que a amônia protege os grãos com alto teor de umidade contra os fungos de armazenagem.

Durante o período de armazenagem, os fungos que inicialmente ocorrem sobre os

grãos, como *Alternaria* sp. e *Cladosporium* sp., podem ser substituídos por fungos tipicamente de armazenamento, como *Aspergillus glaucus*, *Aspergillus candidus* e *Penicillium* spp.

Tem sido relatado o efeito do ácido propiônico sobre a micoflora de grãos de sorgo armazenadas a 90% de umidade relativa. O tratamento reduz a infecção de todos os fungos de armazenamento, incluindo *Aspergillus flavus*. Adicionalmente, as porcentagens de grãos colonizados por fungos são muito mais baixas em amostras tratadas com propionato de amônia do que em grãos não tratados.

Os produtos thiabendazole, iprodione e óleo mineral protegem os grãos úmidos de sorgo contra o mofamento causado por *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. A aeração contínua com ar ambiente também preserva a qualidade dos grãos de sorgo, através do controle da atividade de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp.

RESISTÊNCIA DOS GRÃOS AO ATAQUE FÚNGICO

Na avaliação da resistência de grãos de sorgo a *Fusarium verticillioides* (*Gibberella fujikuroi*), *Curvularia lunata* (*Cochliobolus lunatus*) e *Phoma sorghina*, entre outras espécies, verifica-se que:

- Os grãos vermelhos são mais resistentes à infecção ou infestação por fungos do que os grãos brancos;
- A resistência está fortemente associada com a alta concentração de compostos fenólicos (apigeninidina e tanino);
- Os grãos duros são mais resistentes à infecção ou infestação por fungos do que os grãos moles;
- Em grãos de baixo teor de tanino, as proteínas antifúngicas (quitinase, sormatina e serina protease) exercem função importante na resistência à infecção;
- As concentrações de compostos voláteis (ex., 2-metilbutanal) nas panículas de cultivares de sorgo suscetíveis são muito mais altas

do que naquelas resistentes;

f) A testa pigmentada e o pericarpo vermelho do grão conferem resistência ao ataque fúngico;

g) A concentração de ergosterol produzida pela colonização fúngica dos grãos está negativamente correlacionada com a resistência;

h) A incidência de fungos está negativamente correlacionada com o conteúdo de tanino do grão;

i) A resistência ao ataque fúngico em grãos de sorgo é de ação gênica aditiva.

AVALIAÇÃO DE FUNGICIDAS

Em duas fases da pré-colheita, compreendidas entre o período de desenvolvimento do endosperma (da antese até a maturidade fisiológica dos grãos) e da maturidade fisiológica até a colheita, os fungos de campo podem atacar os grãos, causando mofamentos denominados de “weathering” e grãos mofados, respectivamente. Em pós-colheita, a deterioração por fungos (mofamento) se estende da colheita ao consumo final dos grãos, passando pelas etapas de transporte, limpeza, secagem, beneficiamento e armazenamento. É oportuno ressaltar que, em pré e pós-colheita, os grãos de sorgo podem ser protegidos com fungicidas contra o mofamento ou emboloramento.

No controle de *Fusarium* spp. (*F. verticillioides* – *G. fujikuroi*; *F. semitectum* – *F. pallidorozeum*; *F. oxysporum* e *F. solani*) em grãos de sorgo sob condições de campo, são eficientes os fungicidas carbendazim, tiofanato metílico, triadimenol, benomyl, quintozene, captan e thiram. Ademais, a mistura carbendazim + thiram erradica a infecção de *Phoma sorghina* e reduz a infecção por *Curvularia lunata*.

MICOTOXINAS E MICOTOXICOSES

As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por fungos toxigênicos durante o processo de colonização dos grãos, as quais

estão associadas com anomalias em animais e humanos. As manifestações da toxicidade em animais são tão adversas como as espécies de fungos que produzem esses compostos. Sendo substâncias agudamente tóxicas, algumas micotoxinas estão relacionadas com a incidência de certos tipos de câncer, os quais têm chamado a atenção na qualidade e na segurança alimentar.

As principais micotoxinas que podem contaminar os grãos de sorgo são:

1- Aflatoxinas - Entre as micotoxinas, maior atenção tem sido dada às aflatoxinas, devido a sua alta hepatocarcinogenicidade. As aflatoxinas são produzidas por fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, notadamente por *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. niger*, *A. oryzae*, *A. wentii*, *A. ostianum*, *A. fumigatus*, *A. frenesii*, *Penicillium puberulum*, *P. citrinum*, *P. variable* e *P. frequentans*. O fungo *Aspergillus parasiticus* predomina em áreas tropicais, sendo um ativo produtor das aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂, enquanto que o *Aspergillus flavus* produz, principalmente, as aflatoxinas B₁ e G₁. A toxicidade das aflatoxinas é B₁ > G₁ > B₂ > G₂. O efeito tóxico dessas aflatoxinas pode ser de curta (aflatoxicose aguda) ou de longa duração (aflatoxicose crônica). Bovinos, suínos e aves podem ingerir rações formuladas com grãos de sorgo 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 sorgo tornam-se contaminadas com aflatoxinas, entre elas a aflatoxina B₁, que é um carcinógeno, ela pode, via arrastamento animal, ser convertida em outro carcinógeno potencial (aflatoxina M₁) e ser liberada no leite.

A condição segura de armazenagem de grãos de sorgo, para evitar a contaminação por aflatoxinas, é de 20 °C e até 70,0% de umidade relativa. Altos conteúdos de aflatoxinas (AFB₁, AFB₂, AFG₁ E AFG₂)

produzidos por *Aspergillus flavus* são observados a 30 °C e 80,0% de umidade relativa. Assim, o nível de aflatoxina está correlacionado com o conteúdo de umidade, bem como com a população de *A. flavus*. Animais que consomem grãos de sorgo produzidos em regiões quentes e úmidas, provavelmente, têm um alto nível de aflatoxinas em suas dietas.

2- Fumonisinias - São micotoxinas produzidas principalmente por *Fusarium verticillioides*, *F. subglutinans* e *F. proliferatum*. Atualmente, são conhecidas as fumonisinias B₁, B₂, B₃, B₄, A₁ e A₂. A contaminação por fumonisinias em grãos de sorgo (grãos embolorados) é extremamente maléfica à alimentação de suínos (edema pulmonar) e em eqüinos (leucoencefalomalácia - a toxina destrói as células cerebrais, formando grandes orifícios no cérebro do animal).

As fumonisinias têm sido, em humanos, associadas com a incidência de câncer do esôfago e, em animais, com o surgimento de várias micotoxicoses. Síndromes bem definidas têm sido identificadas em ruminantes que consomem grãos de sorgo contaminados naturalmente com fungos toxigênicos.

3- Zearalenona - É uma micotoxina (fusariotoxina) produzida por *Fusarium graminearum*, *F. verticillioides*, *F. sporotrichioides*, *F. subglutinans*, *F. oxysporum*, entre outras espécies. O gênero *Fusarium* tem uma faixa de temperatura ótima para o seu desenvolvimento situada entre 20 e 25 °C. Contudo, suas toxinas são produzidas a temperaturas baixas. Isto significa que o *Fusarium* produz as micotoxinas sob o efeito de choque térmico, principalmente com alternância das temperaturas, principalmente a diurna e a noturna. Para a produção de zearalenona, a temperatura ótima está em torno de 10 a 12 °C. Os suínos, bovinos, aves e ovelhas são sensíveis à zearalenona. Essa micotoxina causa hiperestrogenismo em suínos, pois a sua molécula é semelhante à da progesterona (hormônio feminino).

4- Toxina T-2 - Essa micotoxina é produzida principalmente por *Fusarium sporotrichioides*, sendo de 5 a 8 °C a faixa de temperatura ideal de sua produção. Ela causa má formação óssea nas pernas de frangos de corte.

Quando chuvas intensas ocorreram durante a antese, os grãos ficam mais predispostos à contaminação das micotoxinas produzidas por *Fusarium*, como as fumonisinas, zearalenona, vomitoxina, etc. Após intenso período de chuva, as panículas de sorgo podem mostrar-se infestadas com fungos como *Curvularia lunata* (*Cochliobolus lunatus*), *Fusarium verticillioides* (*Gibberella fujikuroi*) e *Aspergillus flavus*. Comparadas com as variedades de panículas abertas, os grãos em panículas compactas são pesadamente contaminados com esses fungos toxigênicos, facultando a biossíntese de altos níveis de aflatoxinas, zearalenona e toxina T-2.

Em geral, as aflatoxinas B1, B2 e a zearalenona ocorreram mais freqüentemente, enquanto que a ochratoxina A, a toxina T-2, a citrinina e a aflatoxina G1 são menos freqüentes.

Há relação entre dano físico do grão (insetos, trincas, quebras) e a ocorrência de micotoxinas em sorgo, sendo que as aflatoxinas B1, B2 e G1 e a zearalenona são freqüentemente detectadas em grãos danificados por insetos.

A leucoencefalomalácia eqüina foi diagnosticada em potros alimentados com grãos de sorgo contaminados com *Fusarium*. Os animais morreram após o desenvolvimento de sintomas de falta de coordenação, circulação, depressão e excitação. Há relatos do surgimento de micotoxicoses em humanos, caracterizadas por dor abdominal e diarreia, causadas pela ingestão de grãos de sorgo atacados por *Fusarium* sp. e contaminados com fumonisina B1. Ademais, *Fusarium verticillioides* e *F. nygamai* são conhecidos produtores de fumonisinas.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BARTOV, I.; PASTER, N.; LISKE, N. The nutritional value of moldy grains for broiler chicks. **Poultry Science**, College Station, v. 61, n. 11, p.2247-2254, 1982.

BHAT, R. V.; SHETTY, P. H.; AMRUTH, R. P.; SUDERSHAN, R. V. A foodborne disease outbreak due to the consumption of moldy sorghum and maize containing fumonisin mycotoxins. **Journal of Toxicology - Clinical Toxicology**, New York, v. 35, n. 3, p.249-255, 1997.

BOSMAN, J. L.; RABIE, C. J.; PRETORIUS, A. J. Fungi associated with high and low tannin sorghum grain in the Republic of South Africa. **Phytophylactica**, Pretoria, v. 23, n.1, p.47-52, 1991.

D'MELLO, J. P. F.; MACDONALD, A. M. C. Mycotoxins. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 69, v.1/3, p. 55-166, 1997.

ESELE, J. P.; FREDERIKSEN, R. A.; MILLER, F. R. The association of genes controlling caryopsis traits with grain mold resistance in sorghum. **Phytopathology**, St. Paul, v. 83, n. 5, p. 490-495, 1993.

GHORADE, R. B.; SHEKHAR, V. B.; SAKHARE, B. A.; GITE, B. D. Combining ability for grain mould resistance in sorghum. **Crop Research**, Edinburg, v.1 5, n. 1, p. 94-98, 1998.

GOPINATH, A.; SHETTY, H. S. Evaluation of fungicides for control of grain mould in sorghum. **Indian Phytopathology**, New Delhi, v. 45, n. 2, p. 232-234, 1992.

HAGLER JR, W. M.; BOWMAN, D. T.; BABADOOST, M.; HANEY, C. A.; SWANSON, S. P. Aflatoxin, zearalenone, and deoxynivalenol in North Carolina grain sorghum. **Crop Science**, Madison, v. 27, n.6, p.1273-1278, 1987.

HARRIS, H. B.; BURNS, R. E. Relationship between tannin content of sorghum grain

and preharvest seed moulding. **Agronomy Journal**, Madison, v. 65, n.6, p. 957-959, 1973.

HIREMATH, R. V.; PALAXAPPA, M. G.; LAKSHMAN, M. Evaluation of sorghum genotypes for resistance to grain molds. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v. 6, n.2, p. 155-159, 1993.

JAMBU NATHAN, R.; KHERDEKAR, M. S.; STENHOUSE, J. W. Sorghum grain hardness and its relationship to mold susceptibility and mold resistance. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 40, n.8, p.1403-1408, 1992.

KUMARI, S. R.; CHANDRASHEKAR, A. Proteins in developing sorghum endosperm that may be involved in resistance to grain moulds. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 60, n. 3, p. 275-282, 1992.

MALL, O. P.; PATERIA, H. M.; CHAUHAN, S. K. Mycoflora and aflatoxin in wet harvest sorghum. **Indian Phytopathology**, New Delhi, v. 39, n. 3, p. 409-413, 1986.

MENKIR, A.; EJETA, G.; BUTLER, L.; MELAKEBERHAN, A. Physical and chemical kernel properties associated with resistance to grain mold in sorghum. **Cereal Chemistry**, v. 73, n. 5, p. 613-617, 1996.

MONINA, M. I.; MASCOTENA, E. A.; RUAGER, J.; IDIART, J. R.; REINOSO, E. H.; MURO, A.; NOSETTO, E. O.; PONS, E. R. Leucoencefalomalacia equina, casos registrados en el país. **Revista Militar de Veterinaria**, Buenos Aires, v. 28, n.131, p.13-17, 1981.

MUKHERJEE, K.; LAKSHMINARASIMHAM, A. V. Aflatoxin contamination of sorghum seeds during storage under controlled conditions. **Zentralblatt fur Bakteriologie**, Stuttgart, v. 282, n. 3, p. 237-243, 1995.

ONYIKE, N. B. N.; NELSON, P. E. *Fusarium* species associated with sorghum grain from Nigeria, Lesotho, and Zimbabwe. **Mycologia**, New York, v. 84, n. 3, p. 452-458, 1992.

PINTO, N. F. J. A. **Patologia de sementes de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1999. 62p. (Embrapa-CNPMS, Circular Técnica, 32).

PINTO, N. F. J. A. Tratamento químico de grãos de sorgo úmidos visando o controle de fungos de armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 55-59, 2001.

REDDY, B. N.; NUSRATH, M. Mycoflora in relation to earhead and grain in sorghum. **Indian Phytopathology**, New Delhi, v. 38, n. 4, p. 751-753, 1985, publ. 1986.

REDDY, B. N.; NUSRATH, M. Relationship between physical damage of the grain and the occurrence of mycotoxins in sorghum. **Indian Phytopathology**, New Delhi, v. 39, n. 3, p. 471-473, 1986.

REDDY, B. N.; NUSRATH, M. Stage of sorghum in the field susceptible to fungal invasion and mycotoxin formation. **Indian Phytopathology**, New Delhi, v. 39, n. 1, p. 106-110, 1986.

REDDY, B. N.; NUSRATH, M.; NAGAMANI, V. Aflatoxin and other mycotoxin contamination in sorghum under field conditions. **Indian Journal of Botany**, Hyderabad, v. 8, n. 2, p.135-137, 1985.

SINGH, D. P.; AGARWAL, V. K. Effect of different degrees of grain mold infection on yield and quality of sorghum seed. **Indian Journal of Plant Pathology**, v. 7, n. 2, p. 103-108, 1989.

SOMANI, R. B.; PANDRANGI, R. B.; WANKHADE, S. G.; PATIL, D. B. Amino acid spectra of healthy and mouldy grains of sorghum hybrid SPH 388. **Indian Phytopathology**, New Delhi, v. 46, n. 3, p. 249-250, 1993.

**Circular
Técnica, 40**

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Milho e Sorgo
Endereço: Rod. MG 424 km 45 - Caixa Postal 151
Fone: (31) 3779-1000
Fax: (31) 3779-1088
E-mail: sac@cnpmis.embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2004): 500 exemplares

**Comitê de
publicações**

Presidente: Jamilton Pereira dos Santos
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

Revisão de texto: Dilermando Lúcio de Oliveira
Editoração eletrônica: Dilermando Lúcio de Oliveira

