

CAMPO & CONHECIMENTO

INFORME TÉCNICO



SANIDADE E QUALIDADE DE GRÃOS DE MILHO

Devido à grande importância na indústria, a qualidade dos grãos de milho é um fator primordial tendo como parâmetro de classificação a diferenciação em diferentes tipos: Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3 e Fora de Tipo (respeitando os limites máximos de tolerâncias definidos e expressos em porcentagem). Para exemplificar, em relação a grãos avariados para o grão ser classificado como milho 'Tipo 1', é permitido que ele apresente até 6% de grãos avariados, de acordo com a Instrução Normativa Nº 60/2011 do Ministério da Agricultura.

Entretanto, além da classificação oficial, há a classificação comercial, em que o comprador e vendedor definem os limites máximos de grãos avariados. A classificação de grãos avariados abrange grãos ardidos, chochos ou imaturos, fermentados, germinados, gessados e mofados (IN Nº60/2011 MAPA). Nas regiões com maiores pressões de patógenos até 80% das lavouras podem apresentar algum índice de grãos ardidos. Para as lavouras instaladas em janelas de plantio onde há índices pluviométricos e altas umidades relativas do ar após a maturidade fisiológica, **os descontos por grãos avariados/ardidos podem atingir até 35% do volume entregue nas agroindústrias.**



O QUE SÃO GRÃOS BROTADOS?

Grãos brotados podem ser definidos como os grãos ou pedaços de grãos que apresentam início visível do processo germinativo originado durante a pré ou pós colheita no milho. Na pré-colheita, o aparecimento de grãos brotados está relacionado às condições climáticas, como a alta incidência de chuvas próximo ao momento da colheita, bem como a alta umidade relativa do ar. O genótipo também tem influência no aparecimento de grãos brotados, sendo a qualidade do empalhamento, qualidade de grãos, rápida perda de umidade dos grãos ("Dry-Down") e presença de espigas decumbentes, algumas características que podem influenciar o aparecimento de grãos brotados. Já na pós colheita deve-se, basicamente, às práticas de transporte e armazenagem inadequadas, pois propiciam umidade favorável para que o grão inicie o processo germinativo.



Imagem 1: Grãos Brotados

Fonte: Desenvolvimento de Produtos



O QUE SÃO GRÃOS ARDIDOS?

A definição do termo de grãos ardidos refere-se aos grãos produzidos em espigas que sofreram infecção com alta incidência de fungos de grãos. São considerados grãos ardidos quando apresentam a quantidade mínima de um quarto da superfície do grão com descolorações, variando de marrom claro e escuro, roxo e vermelho claro a escuro. A presença de grãos ardidos em milho é o reflexo das podridões de espigas, causadas por fungos presentes na lavoura, que podem ser divididos em dois grupos:

- Os que somente produzem grãos ardidos, como é o caso dos fungos, *Cladosporium herbarum*, *Nigrospora oryzae* e *Ustilago maydis*.
- Os que além dos grãos ardidos, são produtores de toxinas, denominadas também micotoxinas. Os fungos, *Fusarium graminearum*, *F. moniliforme*, *F. moniliforme* vr. *Subglutinans*, *Gibberella zeae*, *Stenocarpella maydis* e *S. macrospora*, são os exemplos mais comuns no território brasileiro.



Imagem 2: Sintoma de *Ustilago maydis*
Fonte: Desenvolvimento de Produtos

CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS PATÓGENOS: *FUSARIUM MONILIFORME* E *FUSARIUM MONILIFORME VR.* *SUBGLUTNANS*

A podridão da espiga causada por *Fusarium* são decorrentes dos agentes causais *Fusarium moniliforme* e *Fusarium moniliforme vr. Subglutnans*. Estes patógenos apresentam um número alto de hospedeiros, sendo assim são considerados parasitas não especializados. O fungo é extremamente oportunista e é favorecido por injúrias, a infecção pode se iniciar em qualquer parte da espiga, a disseminação dos conídios se dá através do vento ou da chuva. 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. Na fase inicial apresenta uma coloração variável, podendo ser rosa ou marrom escuro na parte superior da espiga. Nas espigas pode apresentar grãos isolados ou agrupados (decorrente da contaminação do esporo durante a polinização), em alta severidade pode-se observar crescimento cottonoso de coloração branca com micélios e esporos do patógeno. Se a infecção for através do pedúnculo da

espiga, todos os grãos da espiga poderão ser infectados. O desenvolvimento dos patógenos nas espigas é paralisado quando o teor de umidade dos grãos atinge 18 a 19%. A sobrevivência e multiplicação se dá principalmente na matéria orgânica do solo, como restos de palhada contaminados de safra anterior, sendo a principal fonte de inóculo.



Imagem 3: Grãos de milho com sintoma de *Fusarium spp.*
Fonte: Desenvolvimento de Produtos

DIPLODIA (*STENOCARPELLA MAYDIS* E *STENOCARPELLA MACROSPORA*)

A podridão da espiga causada por Diplodia é decorrente de dois agentes causais: *Diplodia maydis* (*Stenocarpella maydis*) e *Diplodia macrospora* (*Stenocarpella macrospora*), sendo a *Diplodia maydis* a mais frequente nos grãos. Somente a *Diplodia macrospora* ataca a área foliar. Estes fungos eram mais conhecidos na região sul em altitudes elevadas e em safra de verão, mas em virtude do aumento da área de milho safrinha e antecipação de plantios da cultura, o fungo vem causando danos em diversas regiões e ambientes.

Os esporos da Diplodia, fungo que também permanece nos restos de cultura, são dispersos pelo vento e 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.

A Diplodia é uma doença que na maior parte dos casos se inicia na base da espiga com grãos de coloração marrom e crescimento micelial branco entre os grãos. Os picnídios (*conceptáculo esporífero*) geralmente ocorrem na parte interna ou na palha da espiga. Quando o fungo infecta o grão na fase leitoso, geralmente a espigas serão totalmente comprometidas, enquanto nas infecções tardias terá uma severidade menor. A temperatura ideal para o desenvolvimento da doença é de 25° a 30°C e umidade elevada. Alguns trabalhos defendem que quando a umidade do grão está entre 22 e 18% de umidade o fungo sessa sua atividade no grão, entretanto, com a alta umidade relativa do ar o fungo pode encontrar um ambiente propício para continuar seu desenvolvimento e causar prejuízos.



Imagens 4 e 5: Espigas e grãos de milho com sintoma de *Diplodia*
Fonte : Desenvolvimento de Produtos

GIBBERELLA ZEAE

A *Gibberella* (forma imperfeita do *Fusarium graminearum*) é mais frequente em regiões de clima ameno e úmido, estas características são encontradas em altitudes elevadas acima de 800 metros. Nestes casos onde o híbrido for suscetível podemos ter perdas de produção significativas. A ocorrência de chuvas após polinização e no final do ciclo aumenta a possibilidade de podridão de espigas. A infecção se inicia pela ponta da espiga e se encaminha para base, confundindo com o sintoma causado por *Fusarium*. A estrutura do fungo se encontra entre os grãos, variando de coloração avermelhada a marrom-avermelhada.

As espigas que foram atacadas no início de sua formação e enchimento de grãos, pode ser totalmente comprometida pelo patógeno.



Imagem 6: Espiga de milho com sintoma de *Gibberella*
Fonte: Desenvolvimento de Produtos

INFLUÊNCIA GENÉTICA E DO AMBIENTE

Dentre os principais motivos que causam problemas de grãos ardidos são: monocultivo de milho, época de plantio, uso incorreto de irrigação e suscetibilidade de híbridos.

A ausência de rotação de culturas promove a manutenção ininterrupta do patógeno na área, seja na própria cultura ou nos restos culturais visto que os conídios destes patógenos são saprófitos e sobrevivem na palhada por um período de até três anos. Ainda, estas estruturas também podem ser disseminadas pela água da chuva e pela irrigação.

O uso de altas densidades populacionais e elevada umidade no ambiente, chuvas ou uso de irrigação promovem um microclima favorável ao desenvolvimento destas doenças o que leva a uma maior taxa de desenvolvimento do fungo. No entanto, o principal motivo para a ocorrência de grãos ardidos é a suscetibilidade genética intrínseca ao material plantado. A escolha do híbrido a ser plantado e seu posicionamento dentro de sua janela de plantio são fundamentais para a manutenção da sanidade de grãos de uma lavoura.

Estudos constataram que a resistência de genótipos de milho as podridões de grãos e espigas está relacionada diretamente ao teor de ácidos graxos do tipo linoléico nos grãos e a atividade da enzima lipoxigenase. Os Ácidos graxos estão presentes no gérmen do grão de milho e os do tipo linoléico são encontrados em maior quantidade. Ao passo que a atividade de colonização dos patógenos se inicia, degradando tecidos celulares, aumenta-se também a atividade da enzima lipoxigenase. Esta enzima tem a capacidade de oxidar os ácidos linoléicos do milho, tendo como produto uma composição de aldeídos voláteis que são fungitóxicos e que como consequência cessam as atividades dos fungos nos grãos.

Portanto, híbridos com alto teor de ácido linoléico aliado à alta atividade da enzima lipoxigenase indicam que este terá uma maior tolerância à incidência de grãos ardidos. Essa tolerância será favorecida caso o posicionamento seja realizado corretamente, para minimizar os fatores e pressão do patógeno.

MEDIDAS DE CONTROLE

Utilizar híbridos resistentes à doenças de grão é o modo mais eficaz para prevenir a ocorrência de grãos ardidos. O posicionamento de épocas de plantio e manejo adequado de fungicidas e inseticidas, tem como objetivo minimizar a entrada do fungo, tornando-se uma medida fundamental para garantir a integridade de plantas e espigas. A nutrição adequada e equilibrada da lavoura, principalmente de N (nitrogênio) e K (potássio) que estão relacionados com os processos metabólicos de defesa da planta, favorece o melhor desenvolvimento da cultura, fazendo com que as plantas possuam nutrientes e energia necessária para atuar contra os patógenos, com melhor resistência física dos tecidos vegetais. Densidade de plantas adequada e colheita antecipada podem minimizar os danos provocados pela doença.

O controle químico de grãos ardidos também pode ser empregado. Estudos concluem que a aplicação de fungicidas foliares com Estrobilurina + Triazol, reduziram a incidência de grãos ardidos nos diferentes genótipos, tendo um grande potencial na redução da severidade de doenças, garantindo o potencial produtivo do híbrido e melhoria na qualidade de grãos.

Os fungicidas têm a função de assegurar a integridade das plantas, tornando o ambiente menos favorável para o desenvolvimento de fungos patogênicos que causam os grãos ardidos. Por isso, o uso de fungicidas registrados para a cultura do milho tem papel fundamental para garantir o potencial produtivo do híbrido e a sanidade de grãos. Aplicações quando as plantas apresentam apenas 6 folhas previnem que esporos viáveis infectem a planta.

As aplicações sequentes, em pré pendoamento e no estágio reprodutivo ajudam na defesa da planta na erradicação dos patógenos que podem acometer a cultura.

CONSEQUÊNCIAS

No processamento que dá origem a rações, farinhas, fubás, canjicas e outros, feito pelo processo a seco, os grãos ardidos resultarão em pontos negros e odores nos produtos. A maior preocupação com o processamento de grãos ardidos está no aparecimento de micotoxinas, que podem levar a sérias injúrias ao consumidor deste produto, seja na ração animal ou no consumo humano. Além disso, poderá alterar as propriedades nutricionais, por exemplo, quando há redução do amido e consequentemente redução da energia metabolizável.

No processamento por moagem úmida, que dá origem aos óleos e amidos, os grãos ardidos causarão a diminuição da viscosidade do amido e podendo ainda aumentar a acidez do gérmen, além da presença de pontos negros no produto da moagem. A consequência é a redução na qualidade do produto, redução de rendimento e perdas no processo industrial do grão. Com o aparecimento de grãos brotados, também há uma redução dos valores nutricionais, uma vez que há a utilização da reserva energética do grão para o processo germinativo. Além disso, a umidade ideal para o início do processo germinativo da semente irá criar um ambiente mais favorável ao aparecimento de patógenos.

CONCLUSÃO

As pesquisas no Brasil estão avançadas na seleção de híbridos cada vez mais resistentes aos patógenos causadores de grãos ardidos e buscando características que reduzam a incidência de grãos brotados. Mas o manejo visando a redução de grãos ardidos e brotados envolvem uma série de variáveis.

Por isso, é necessário que haja uma escolha assertiva no híbrido de acordo com o posicionamento, selecionando o mais adaptado pela época de plantio e histórico da área, evitando híbridos sensíveis a determinado patógeno. O uso de fungicidas foliares, adubação balanceada, manejo de insetos sugadores e principalmente mastigadores, ajuste de população de plantas, colheita no momento correto, rotação de culturas e controle de plantas daninhas hospedeiras de patógenos são estratégias para minimizar os riscos de incidência de grãos ardidos e brotados.





Expediente

Responsáveis Técnicos:

Ana Paula Nascimento (Líder de Desenvolvimento de Produtos), Anderson Versari (Gerente de Desenvolvimento de Produtos), Caio Morais (Gerente de Desenvolvimento de Produtos) e Rafael Silva (Gerente de Desenvolvimento de Produtos).

Autores:

Tulio Pytlak (Gerente de Desenvolvimento de Mercado), Felipe Souza (Representante de Desenvolvimento de Produtos), Rogério Bernini (Representante de Desenvolvimento de Produtos), Rafael Wehrmeister (Representante de Desenvolvimento de Produtos), Kaline Lorenzon (Representante de Desenvolvimento de Produtos).

0800 772 2722

lpht.com.br

centralderelacionamento@lpht.com.br

Referências

BRITO, A. H.; PEREIRA, J. L. A. R.; VON PINHO, R. G.; BALESTRE, M. **Controle químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho (*Zea mays* L.)**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 11, n. 1, p.49-59, 2012.

COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. **Mycotoxins: Risks in plant, animal, and human systems**. Task force report. Ames, Iowa, n. 139, Jan 2003.

DUARTE, R. P.; JULIATTI, F. C.; LUCAS, B. V.; FREITAS, P. T. **Comportamento de diferentes genótipos de milho com aplicação foliar de fungicida quanto à incidência de fungos causadores de grãos ardidos**. Biosci. J., Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 112122, July/Aug. 2009.

FUNDAÇÃO RIO VERDE: **Incidência de grãos ardidos na colheita do milho**. 2015. Texto disponível em <http://www.fundacaorioverde.com.br/comunicacao/noticias/15>. Acesso em 07 /07/2020.

JULIATTI, F. C.; ZUZA, J. L. M. F.; SOUZA, P. A.; POLIZEL, A. C. **Avaliação da incidência de grãos ardidos em genótipos de milho sob aplicação foliar de fungicidas**. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 34-41, Apr/June 2007.

MENDES, M. C.; PINHO, R. G. V.; MACHADO, J. C.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; FALQUETE, J. C. F. **Qualidade sanitária de grãos de milho com e sem inoculação a campo dos fungos causadores de podridões de espiga**. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.5, p.931-939, 2011.

Neto, J. R. C.; Boscaini, R. **Grãos ardidos em Milho: Uma revisão**. Revista Científica Rural ISSN 1413-8263, Bagé-RS, Volume 21, Nº2, Ano 2019. Doi: <https://doi.org/10.30945/rcr-v21i2.2668>

REVISTA VISÃO AGRÍCOLA: Qualidade do milho é classificada por padrões oficiais de acordo com o uso. Piracicaba: ESALQ, v. 13, dez. 2015. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/Esalq-VA13-Milho.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2020.

PAES, M. C. D. **Manipulação da composição química do milho: impacto na indústria e na saúde humana**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/milho/index.htm. Acesso em: 05 junho 2020.

PEREIRA, O. A. P. **Manual de Fitopatologia: Volume 2: Doenças de Plantas Cultivadas**. In: PEREIRA, O.A.P. Manual de Fitopatologia: Volume 2: Doenças do Milho. 4. ed. São Paulo - SP: Editora Agronômica Ceres Ltda., [1997]. cap. Doenças do Milho, p. 500-515

PINTO, N. F. J. de A. **Grãos Ardidos em Milho**. Circular Técnica 66. ISSN 1679-1150. Embrapa Milho e Sorgo.

ZERINGUE, H. J.; BROWN, R. L.; NEUCERE, J. N. Relationship between C6-C12 alkanal and alkenal volatile contents and resistance of maize genotypes to *Aspergillus flavus* and aflatoxin production. **Journal of Agricultural Food Chemistry**. Washington, v.44, p.403-407, 1996.