



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL
DEPARTAMENTO DE POLÍTICAS AGRÍCOLAS E DESENVOLVIMENTO RURAL
CÂMARA SETORIAL DO TRIGO

DON

ORIENTAÇÕES SOBRE A MICOTOXINA DEOXYNIVALENOL, REFERIDA COMO DON

A micotoxina DON é produzida durante o processo de infecção e colonização do fungo *Fusarium graminearum* nas espigas do trigo, principalmente na fase de florescimento, causando a doença conhecida como giberela do trigo (Foto 1 e 2).

A DON é conhecida como Vomitoxina, causadora de problemas de saúde em animais e humanos devido a sua ingestão na dieta. Por se tratar de uma questão de saúde humana e animal, o consumo de trigo e seus subprodutos, como farinhas, massas e outros com presença de DON, tem sido tema de debate nos principais países produtores e consumidores de trigo em todo o mundo. O tema dessas discussões é a **definição de limites máximos toleráveis (LMT)** de consumo de DON e medidas de manejo para redução em pré e pós-colheita.

Figura 1: Fotos de espigas de trigo infectadas por giberela.



Fotos 01 e 02 - Fonte: Paulo Roberto Kuhnem.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL
DEPARTAMENTO DE POLÍTICAS AGRÍCOLAS E DESENVOLVIMENTO RURAL
CÂMARA SETORIAL DO TRIGO

LIMITES MÁXIMOS TOLERÁVEIS (LMT)

Atualmente na maior parte dos países o valor para consumo de farinha branca contendo DON é de 1.000 ppb (parte por bilhão), como é o caso dos Estados Unidos, Canadá e a maioria dos países da União Europeia, bem como os países que adotam o CODEX Alimentarius¹.

No Brasil, a ANVISA publicou em 26 de março de 2021 a IN N°88 alterando os limites máximos toleráveis de DON que tinham sido promulgado em janeiro de 2019 (RDC 07/2011). Nesta nova instrução ficou estabelecido a redução de 3.000 ppb para 2.000 ppb de DON nos grãos de trigo para processamento e o aumento de 750 ppb para 1.000 ppb de DON na farinha branca e de 1.000 ppb para 1.250 ppb de DON para farinha integral. O trigo não é o único, outros cultivos como milho e amendoim tem outras micotoxinas e outros níveis a serem respeitados. A definição do valor estipulado do LMT de micotoxina de um país normalmente é baseado em pesquisas científicas sobre os efeitos dessa micotoxina para a saúde humana e animal (estratificando os diferentes tipos de animais, frangos, porcos, bovinos, equinos) e relacionando com o seu consumo per capita da população, estabelecendo parâmetros considerados seguros para o seu consumo.

Tais limites se devem ao fato que essa micotoxina, está associada a inibição da síntese de DNA, RNA em células eucarióticas, ação imunossupressora e em casos extremos, ação teratogênica. No entanto, esses efeitos têm sido observados principalmente em animais, como suínos e aves, por apresentarem maior sensibilidade a presença de DON no organismo e pelo modelo de produção atual, onde a dieta destes animais é basicamente de ração durante todo o ciclo de vida, podendo provocar acúmulo crônico nos órgãos dos mesmos. Já os efeitos em humanos são mais difíceis de serem identificados e separados de outros fatores, uma vez que a dieta de uma pessoa é diversificada tanto no dia, quanto na semana como nos 12 meses do ano.

Com a atual legislação brasileira regulando o LMT de DON, é de **suma importância** que a cadeia produtiva tritícola trabalhe de forma unida e conjunta para tentar atender estes limites estabelecidos, com iniciativas em diversas linhas: no legislativo (reuniões e comitês com o MAPA e ANVISA para revisão dos LMT), definição e divulgação de boas práticas de manejo de controle da giberela no campo e práticas de beneficiamento de grãos na redução de DON por cerealistas e indústria moageira.

EMPENHO EM PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO

Os programas de melhoramento genético de trigo no Brasil e em outros países do mundo, têm colocado como prioridade a seleção de materiais com maior nível de



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL
DEPARTAMENTO DE POLÍTICAS AGRÍCOLAS E DESENVOLVIMENTO RURAL
CÂMARA SETORIAL DO TRIGO

resistência genética a giberela. Embora os trigos do sul do Brasil sejam considerados como fontes de resistência mundo afora, a introdução dos genes das fontes de resistência internacionalmente mais conhecidas (por exemplo, a cultivar Sumai#3) não tem proporcionado a obtenção de cultivares imunes a doença ou com o elevado nível de resistência que elimine completamente a necessidade da aplicação de fungicidas no florescimento dependendo das condições climáticas. Isso em partes, se deve ao fato que as cultivares fontes destes genes, são agronomicamente muito inferiores aos padrões exigidos atualmente pelos produtores e indústria moageira brasileiras, dificultando o avanço rápido nas seleções do melhoramento.

Todos os elos do setor tritícola esperam que os programas de melhoramento resolvam o problema – giberela, em curto prazo de tempo, o que não é tão fácil. Os programas seguem focados para elevar os níveis de resistência a giberela e conciliar ao mesmo tempo outras características desejáveis pelos agricultores e indústria em uma só cultivar.

Entendendo que os programas de melhoramento estão empenhados na causa, por busca de materiais com melhores resistências ao *Fusarium graminearum*, mas que não contribuirão com grandes evoluções em curto prazo de tempo, devemos nos atentar a outros meios de controle além da resistência genética já existente. **A genética deve ser vista como um “alicerce” e que no restante do desenvolvimento da cultura, deverá ser construído uma “proteção” através de tratamentos culturais.**

MANEJO DA GIBERELA

A primeira etapa no controle da giberela é a escolha de cultivares com melhores níveis de resistência a doença. Esses diferentes níveis de resistência já existem nas cultivares comerciais e são informados pelos seus obtentores.

Depois de escolhida a(s) cultivar(es), deve-se pensar em realizar um escalonamento de semeadura e/ou a semeadura de cultivares com ciclos distintos ao espigamento com o intuito de escapar da pressão da doença em partes da área semeada.

Outra etapa essencial é o manejo químico. Com o uso preventivo de fungicidas específicos, podemos elevar o controle da giberela na lavoura e produzir grãos com menores níveis de DON e reduzindo as perdas em rendimento.

Para auxiliar o produtor a tomar melhores decisões no sentido de um controle químico mais eficiente, apresentamos orientações quanto a escolha dos fungicidas e posicionamento de aplicação.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL
DEPARTAMENTO DE POLÍTICAS AGRÍCOLAS E DESENVOLVIMENTO RURAL
CÂMARA SETORIAL DO TRIGO

FUNGICIDAS

Parte dos fungicidas registrados para uso no cultivo do trigo tem demonstrado boas respostas no controle da giberela, mas alguns princípios ativos em específico tem apresentado resultados superiores quando usados em combinações. As moléculas meticonazole e prothioconazole (grupo químico triazol) tem se mostrado como as mais eficientes, no entanto estas moléculas não se encontram de forma isoladas, sendo comercialmente encontradas, associadas a piraclostrobina e trifloxystrobina (estrobilurinas), respectivamente.

O uso de tebuconazole (triazol) ou carbendazim* (benzimidazol) associado aos fungicidas citados tem proporcionado incremento no percentual de controle, principalmente em anos de epidemia de giberela.

** O uso de carbendazim associado as misturas tem proporcionado incremento no percentual de controle além de apresentar baixo custo. No entanto, não deve ser usado de forma isolada sob alto risco de perda rápida de sensibilidade, como já aconteceu na China.*

MOMENTO DA APLICAÇÃO DE FUNGICIDA

O momento da aplicação é o mais importante fator no controle da giberela, sendo essa relacionada com as condições climáticas no período de florescimento do trigo, especificamente com o período de molhamento das anteras, local onde ocorre a infecção.

Atualmente está disponível o site SISALERT (<http://dev.sisalert.com.br/>) para consulta do risco das condições ambientais estarem ou não favoráveis à infecção de fungos. Essa ferramenta pode auxiliar o produtor e a assistência técnica na tomada de decisão da aplicação ou reaplicação. Para utilização dessa ferramenta, basta informar a data de espigamento da lavoura e a região que a mesma se encontra. O SISALERT irá calcular o risco ambiental para o fungo da giberela de acordo com a data do espigamento informado e a base meteorológica mais perto da região. Com o resultado dessa ferramenta, a assistência técnica e o agricultor irão poder decidir em que momento, qual fungicida e quantas vezes irão entrar na lavoura para controlar o fungo. Havendo dificuldade de acessar a ferramenta, considere que a chuva na espiga trará quase sempre giberela. Proteja com fungicidas, se houver previsão de chuva durante o florescimento.

No estado do Rio grande do Sul, as pesquisas indicam, em linhas gerais, que a primeira aplicação para controle da giberela deve ser realizada quando a lavoura estiver com 25 a 50% das espigas em florescimento, e uma segunda aplicação com 75%, que normalmente fica em aproximadamente 5 a 7 dias após a primeira aplicação.



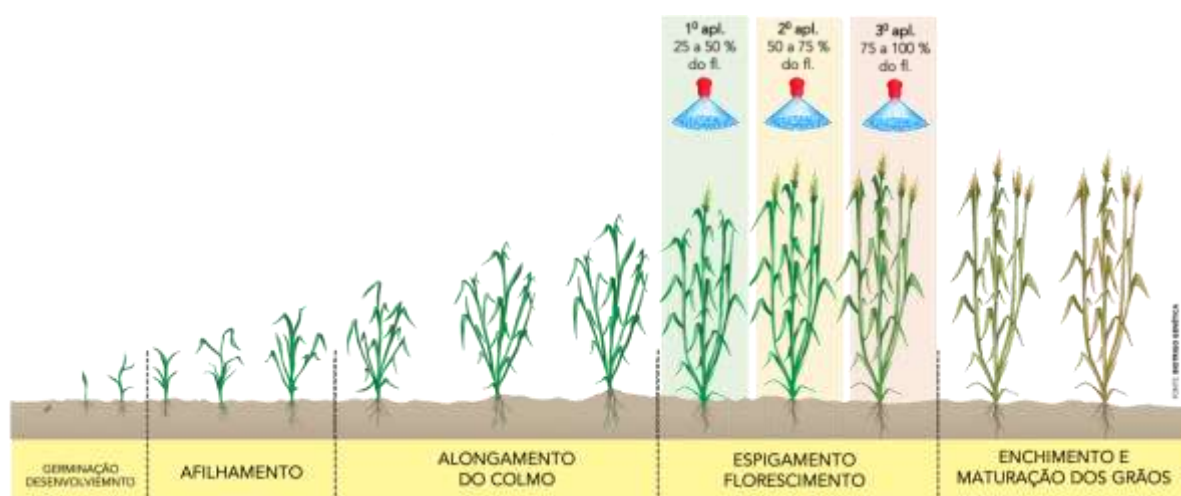
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL
DEPARTAMENTO DE POLÍTICAS AGRÍCOLAS E DESENVOLVIMENTO RURAL
CÂMARA SETORIAL DO TRIGO

Em anos epidêmicos (chuvosos) é necessário encurtar o período entre aplicações e realizar uma terceira aplicação sequencial.

Em anos mais secos, considerados de baixa epidemia, uma única aplicação tem sido suficiente. Além disso, a tecnologia de aplicação (volume de calda, pontas, tamanho de gota, equipamentos e outros) pode ser a causa do sucesso ou insucesso no controle se não for seguida de maneira adequada. Procure junto a assistência técnica mais informações sobre as mais novas e eficientes tecnologias de aplicação voltadas ao controle da giberela.

Ao adotar corretamente de forma integrada todas as práticas descritas anteriormente, busca-se obter bons rendimentos das lavouras, melhor peso hectolítrico e lotes de grãos com menor presença de grãos infectados pela giberela e, conseqüentemente, valores mais baixos de DON nos grãos e na farinha do trigo.

Figura 2: Indicações de campo.



Apl. = Aplicação; fl. = Florescimento.

1º aplicação de fungicida – aplicar quando encontrar na população de plantas o percentual de 25 a 50% das espigas em florescimento. É importante usar produto(s) de maior espectro de ação nessa aplicação para também controlar doenças foliares, podendo ser adicionado as moléculas de tebuconazole e ou carbendazim.

2º aplicação de fungicida – aplicar 5 a 7 dias após a 1º aplicação, quando encontrar na população de plantas o percentual de 50 a 75% das espigas em florescimento. Aqui uma mistura de tebuconazole + carbendazim já pode se utilizada visando baixar custos. Considerar tebuconazole + carbendazim como opção de manejo.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL
DEPARTAMENTO DE POLÍTICAS AGRÍCOLAS E DESENVOLVIMENTO RURAL
CÂMARA SETORIAL DO TRIGO

3º aplicação de fungicida – aplicar 5 a 7 dias após a 2º aplicação, quando encontrar na população de plantas o percentual de 75 a 100% das espigas em florescimento. Considerar tebuconazole + carbendazim como opção de manejo.

INDICAÇÕES PARA ARMAZENADORES DE GRÃOS:

Ao receber lotes de grãos de trigo na unidade de armazenamento oriundos diretamente da colheita das lavouras, deve-se fazer uso de equipamentos de limpeza, com o intuito de retirar as impurezas e reduzir o número de grãos giberelados e infectados com DON nos lotes. Esse processo também melhora as características gerais dos lotes (ph, reologia e outros).

Os grãos infectados com o fungo da giberela, apresentam características físicas e visuais distintas de um grão saudável (Foto 03). Visualmente estes grãos infectados apresentam sintomas como:

- Grãos brancos/pardos – Foto 04
- Grãos rosados/avermelhados – Foto 05
- Grãos chochos (enrugados e de baixo peso) – Foto 06

Figura 3: Imagens de grãos.



Fotos 03, 04, 05 e 06 – Fonte: Biotrigo Genética.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL
DEPARTAMENTO DE POLÍTICAS AGRÍCOLAS E DESENVOLVIMENTO RURAL
CÂMARA SETORIAL DO TRIGO



Foto 07 - Fonte: Maria Imaculada Lima, Embrapa Trigo.

Geralmente as unidades de beneficiamento de grãos estão equipadas com máquinas de pré-limpeza. São sistemas que atuam por peneiramento: são retiradas as impurezas maiores e menores, independente do peso e por aspiração, através de um ventilador, são retiradas as impurezas mais leves através. Esse sistema tem auxiliado na redução dos grãos infectados pela giberela quando o lote apresenta pouca quantidade de grãos infectados. É necessário, realizar o repasse de um lote nesse equipamento quando o mesmo apresentar grandes quantidades de grãos infectados, sempre avaliando a troca de peneiras (tamanhos) e a carga do equipamento, para melhorar a eficiência de descarte de grãos não desejáveis.

Em anos de elevada incidência e severidade de giberela nas lavouras, muitas vezes seria necessário o uso de um equipamento chamado mesa densimétrica, no qual o mesmo realiza a separação por peso da massa de grãos e tem elevada capacidade de segregar grãos mais desejáveis. Trabalhos realizados pela Embrapa, Biotrigo e outras empresas, mostram que esse equipamento reduz muito os níveis de micotoxina DON nos grãos, uma vez que realiza a retirada de grãos mais leves, inclusive derivados pela infecção da giberela.

Outras técnicas para reduzir os níveis de micotoxinas, são equipamentos como peeling e selecionadora óptica. O Peeling realiza um "lixamento" do grão, removendo as micotoxinas e as impurezas que estão no pericarpo, parte externa do grão. A selecionadora óptica, realiza a retirada do grão fora de padrão do lote por meio de jato de ar, através de leitura óptica. Esses dois equipamentos, eventualmente, são utilizados por moinhos.

Finalmente, vale frisar que as micotoxinas são um problema de toda cadeia, que só será minimizado eficientemente se todos os elos da cadeia colaborarem. Nem genética, nem fungicida, nem o melhor beneficiamento conseguem resolver sozinhos.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL
DEPARTAMENTO DE POLÍTICAS AGRÍCOLAS E DESENVOLVIMENTO RURAL
CÂMARA SETORIAL DO TRIGO

Somente com a integração de todas as ferramentas, chegaremos no resultado desejado. Todos devem colaborar.

Figura 4: Fotos de grãos de trigo após processo de limpeza.



Grãos oriundos da lavoura –
“bruto”.



Grãos após máquina pré-
limpeza.



Grãos mesa densimétrica -
Alta.



Grãos mesa densimétrica -
Descarte.

Fonte: Biotrigo Genética

1 – CODEX Alimentarius – Programa Conjunto de Padrões Alimentares da FAO / OMS
O CODEX ALIMENTARIUS é sobre comida boa e segura para todos - em todos os lugares.
<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/>