

## LAS TOXINAS DEL TRIGO

# Un riesgo que se puede minimizar

POR MARTHA DIAZ DE ACKERMANN<sup>1</sup>, SILVIA PEREYRA<sup>1</sup> Y SILVINA STEWART<sup>1</sup>

### EL ORIGEN DE LAS TOXINAS Y SU REPERCUSIÓN MUNDIAL

La fusariosis de la espiga (FE), o golpe blanco, es una de las enfermedades más devastadoras en los cultivos de trigo y cebada, y está generando una creciente preocupación en muchas regiones del mundo, tanto en países desarrollados como en los subdesarrollados.

Esta enfermedad puede ser causada por varias especies del hongo *Fusarium*. La más frecuente en Uruguay es *Fusarium graminearum* y las principales toxinas que produce en el país son el deoxivalenol (DON) y la zearalenona (ZEA), las cuales pueden afectar la salud de humanos y animales.

Esta enfermedad no es nueva en el país; ya el Dr. Boerger en 1928 mencionaba "la aparición de este hongo como causante de espigas blancas" en ciertos cultivares de trigo (Figuras 1 y 2). Sin em-

más de harina contaminada. El panadero, con harina contaminada, tiene una masa de mala calidad por efecto de las enzimas del hongo y también productos finales contaminados con toxinas, convirtiendo a la enfermedad en un problema económico-social.

Los productos finales contaminados, tanto para uso animal (raciones) como humano (harinas y sus derivados), pueden tener efectos adversos para la salud, los cuales serán más severos en la medida en que la presencia de la toxina sea mayor en el producto consumido.

En animales, la micotoxina DON produce bajo consumo, rechazo del alimento, baja ganancia de peso, menor producción de leche y disminución en las defensas, y, en casos extremos, vómitos.

En los seres humanos produce trastornos digestivos (malestar, náuseas, dolor de cabeza, vómitos, diarrea) y afecta al sistema inmunológico. La ZEA produce en animales problemas de fertilidad, inflamación y prolapsos de vulva y rectal, puede llegar a abortos y ausencia de celos, estros prolongados y baja de libido. En los humanos, la información sobre la ZEA no es concluyente: la preocupación se debe a que es un compuesto con estructura química similar a la de los estrógenos, con las consecuencias que ello puede acarrear.

La mejor manera de prevenir el efecto de las toxinas es evitando su producción en el campo, aspecto que en climas templados y húmedos se dificulta, debido a que estas toxinas, en su mayor parte, son producidas por el hongo en la etapa de floración a llenado de grano de los cultivos de trigo. Una vez presentes en el grano, las toxinas son de difícil eliminación. Sobre esta base, los esfuerzos deben estar puestos en todos los eslabones de la cadena agroindustrial, pero con énfasis en los momentos previos a su producción, o sea en el cultivo de trigo.

### LA INVESTIGACIÓN DEL INIA PARA REDUCIR EL PROBLEMA

#### \* RESISTENCIA GENÉTICA

La carencia en todo el mundo de variedades co-

**Para la próxima zafra 2003 se recomienda no sembrar trigo o cebada en chacras que tuvieron estos cultivos en el 2002 y en las cuales permanezca el rastrojo en la superficie del suelo**

bargo, el conocimiento de la contaminación de los granos por las toxinas que produce este hongo es más reciente, no sólo en el país sino en el mundo.

A nivel mundial, los primeros reportes sobre los efectos del DON en animales datan de fines de la década del 70. A partir de ese momento, la presencia de la enfermedad deja de ser vista como un problema de los productores solamente, para convertirse en un problema que afecta a todos los eslabones de la cadena agroindustrial, con consecuencias sobre los mercados doméstico e internacional.

El productor ve afectado el rendimiento por hectárea y la calidad física de su producción. El molinero tiene menor rendimiento en harina, ade-

<sup>1</sup> Sección Protección Vegetal, INIA La Estanzuela, martha@inia.org.uy

**Figura 1.** Espigas y espiguillas de trigo afectadas por la enfermedad, con estructuras rosado-salmón (esporodocios y esporas) y oscuras (peritecios), al momento de la cosecha.



**Figura 2.** Granos de trigo sanos y enfermos.



**Figura 3.** Rastrojos de trigo, cebada, maíz y otras gramíneas, con peritecios del hongo.



merciales de trigo con resistencia genética a la enfermedad es un factor que ha favorecido el incremento de este problema.

En la búsqueda de variedades resistentes, el INIA y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) trabajan fuertemente en esta dirección, mediante un convenio que vincula a las dos instituciones.

Las características genéticas que otorgan resistencia son utilizadas de modo de obtener variedades más productivas, y con reducida presencia del hongo y sus toxinas. Hay variedades que muestran un bajo nivel de infección pero tienen otros problemas agronómicos, que hacen poco atractivo su uso comercial.

En cuanto a la disponibilidad de variedades comerciales resistentes, la situación de Uruguay es similar a la de los otros países de la región (Argentina, Brasil, Paraguay, etc.) y del mundo (China, Estados Unidos, Canadá y naciones europeas). Pese a esto, gradualmente, se logran avances. Del mismo modo, se trabaja en el mejoramiento genético de la cebada, para incorporar resistencia a esta enfermedad.

La obtención de variedades resistentes puede ser facilitada mediante el uso de algunas herramientas biotecnológicas, como la generación de duplo-haploide, por ejemplo. A nivel mundial, los marcadores moleculares están siendo evaluados y usados, pero explican poco de la variación de la enfermedad.

Los trigos transgénicos evaluados hasta ahora, en general, presentan una moderada resistencia al inicio de la infección, la cual se pierde lentamente, llegando al nivel de infección de los testigos sin transformar. Para incrementar en forma significativa la resistencia, los investigadores están orientando sus tra-

bajos a la combinación de estos genes (transgenes y/o eventos) entre ellos y a su vez con los genes convencionales, es decir introducirlos en variedades que ya poseen resistencia moderada.

En Argentina, los eventos están en etapa de aprobación para ser evaluados a campo. A nivel mundial, las empresas están abocadas a lograr la aceptación de este tipo de trigo en el mercado, sin alterar la comercialización del mismo.

**\* CONTROL INTEGRADO DE LA ENFERMEDAD**

Otros aspectos sobre los cuales se investiga, además de la resistencia genética, están relacionados con el Control integrado de la enfermedad. Esta línea de trabajo es más reciente e incluye estudios que permiten comprender la epidemiología de la FE en nuestros sistemas de producción, con el fin de establecer las prácticas culturales más apropiadas para optimizar el control de la enfermedad. Esta área de trabajo incluye:

- a) relevamientos de las especies de *Fusarium* prevalentes en los granos de trigo y cebada;
- b) determinar la contribución relativa de distintos rastrojos de cultivos y otras gramíneas (pasturas, malezas) como fuentes de inóculo primario de la enfermedad (Figura 3);
- c) evaluar el rol de distintas prácticas culturales (por ejemplo: cultivo previo, sistema de laboreo, etc.) en la sobrevivencia y producción de inóculo;
- d) evaluar medidas alternativas de control, como la aplicación de agentes de control biológico en la colonización y/o reproducción de *F. graminearum* en los rastrojos, con la finalidad de establecer las prácticas de manejo más apropiadas para reducir la presión de inóculo en los sistemas de producción;

e) control químico de la enfermedad; otras de las actividades dentro de esta línea de acción tienen por objetivos identificar los fungicidas (químicos o biológicos) y las tecnologías de aplicación más eficientes para prevenir el desarrollo de la fusariosis de la espiga.

**\* CALIDAD DE PRODUCTOS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA**

Finalmente, se estima el efecto del *Fusarium* en la calidad industrial de trigo y cebada, determinando la calidad física del grano, el efecto de las enzimas hidrolíticas del hongo en parámetros de calidad industrial y evaluando la seguridad alimentaria debido a la presencia de toxinas.

**\* EFECTOS DE TOXINAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL**  
En el Área de Producción Animal se busca determinar el efecto de la toxina DON en la *performance* del ganado lechero, la eficiencia en el secuestro de la toxina por parte de adsorbentes comerciales y evaluar formas de detoxificar silo de grano húmedo.

**DESARROLLO DE SERVICIOS DE INFORMACIÓN DEL INIA**

Dentro de los servicios ofrecidos por el INIA, se realizan análisis de DON en el Laboratorio de Fitopatología de INIA La Estanzuela.

Considerando el control de esta enfermedad como de interés nacional, este año el INIA ha priorizado la Difusión de información sobre FE, para brindar a técnicos y productores las herramientas actualmente disponibles para disminuir los riesgos de ocurrencia de esta enfermedad en las próximas zafras.

En este aspecto, y entre otras actividades, se están organizando dos talleres para técnicos, sobre "Fusariosis de la espiga en trigo y cebada", para la última semana de marzo. Además de la Hoja de Difusión N° 79 ("Fusariosis de la espiga en trigo y cebada"), editada en el 2001 y de libre distribución. Para productores, hay un nuevo folleto ("Fusariosis de la espiga en trigo y cebada: Guía para proteger sus cultivos"), con los pasos a seguir en el control de la enfermedad.

Se puede encontrar información adicional en la página web del INIA: [www.inia.org.uy/novedades](http://www.inia.org.uy/novedades)

**¿CÓMO SE PUEDE MINIMIZAR LA FUSARIOSIS DE LA ESPIGA EN PRÓXIMAS ZAFRAS?**

Las condiciones climáticas al momento de la floración/llenado de grano de los cultivos serán el factor decisivo para la ocurrencia de la fusariosis de la espiga en próximas zafras, pero sobre ellas no podremos incidir.

Los cultivares de trigo actualmente en producción no muestran niveles adecuados de resistencia frente a la enfermedad, pero hasta que no haya variedades con buena resistencia se pueden integrar va-

**Una vez presentes en el grano, las toxinas son de difícil eliminación. Sobre esta base, los esfuerzos deben estar puestos en todos los eslabones de la cadena agroindustrial, pero con énfasis en los momentos previos a su producción, o sea en el cultivo de trigo**

rias medidas de manejo como:

- \* Seleccionar las variedades menos susceptibles a FE. Esta información está disponible al inicio de cada zafra, a través de las publicaciones de los ensayos de evaluación para el Registro Nacional de Cultivares, del Convenio INASE-INIA.

- \* Diversificar la fecha de floración de los trigos en las distintas chacras de producción. Se puede realizar tanto mediante la diversificación de las fechas de siembra como sembrando variedades de diferente largo de ciclo.

- \* Implementar rotaciones de cultivos que eviten una secuencia sucesiva de especies gramíneas, intercalando cultivos de hoja ancha, como girasol, soja, canola, achicoria o leguminosas forrajeras, tanto perennes como anuales o bianuales.

Para la próxima zafra 2003 se recomienda no sembrar trigo o cebada en chacras que tuvieron estos cultivos en el 2002 y en las cuales permanezca el rastrojo en la superficie del suelo. Se debe evitar la siembra de trigo o cebada en chacras vecinas a rastrojo infectado, ya que las esporas de este hongo son capaces de infectar nuevos cultivos, al ser transportadas por el viento de una chacra a otra.

- \* El enterrado del rastrojo mediante laboreo acelera el proceso de descomposición de éste, que es donde sobrevive y se multiplica el hongo.

En nuestro país se ha observado que los rastros de trigo y cebada en superficie pueden aportar inóculo por espacio de 2 a 2,5 años poscosecha, mientras que enterrados aportan inóculo por 1 a 1,5 años. El rastrojo de maíz en superficie puede estar colonizado por el hongo hasta 3 o 4 años poscosecha, aunque su aporte de inóculo para entonces es bajo.

En sistemas de siembra directa, donde el laboreo no es una opción, y sólo para años tan excepcionales como éste, se debería considerar el retiro del rastrojo infectado (i.e.: enfardado, pastoreo) o eventualmente la quema. Independientemente del cultivo a sembrar en la próxima zafra (cereal u hoja ancha), es MUY IMPORTANTE que el rastrojo de los cultivos de trigo y cebada sea sometido a este mismo manejo, INMEDIATAMENTE después de la cosecha.

- \* Aplicación de fungicidas en el momento adecuado. Los antecedentes de control químico indican que, en general, la eficiencia de control es intermedia, debido principalmente al corto período para la aplicación del fungicida en el momento adecuado, ya que las condiciones de lluvia que favorecen la enfermedad limitan la oportunidad de aplicación. Sin embargo, aplicaciones al inicio de floración en trigo resultan ser más eficientes. Los productos que consistentemente han mostrado mayor eficiencia de control son Caramba (metconazole) y Folicur (tebuconazole).

- \* Manejo de la cosecha y poscosecha. Se puede bajar el nivel de contaminación en cosecha y almacenado aumentando el caudal de aire durante la trilla, debido a que los granos más afectados son los más pequeños y livianos. De igual manera, la elección adecuada de zarandas en cosecha y en planta disminuye su presencia.

En el almacenaje, con las condiciones normalmente recomendadas (12% de humedad, temperaturas adecuadas y ambiente bien aireado), el hongo no debería incrementarse y, por lo tanto, tampoco la concentración de toxinas. En semillas, la eliminación a través de la limpieza y clasificación de las semillas menos viables, o de bajo vigor, es la primera medida a tomar.

El *Fusarium* afecta la germinación y por lo tanto se recomiendan los tratamientos con curasemillas, como los benzimidazoles (tiabendazol, benomil, carbendazim). Es importante considerar que las semillas de trigo y cebada que se empleen en la próxima zafra deberán ser estrictamente sometidas a limpieza y clasificación, para eliminar semillas no viables o de bajo vigor.

No bastará con tratamiento de fungicidas a la semilla. Para grano destinado al consumo cobrará especial importancia la limpieza y la clasificación, y su almacenaje, segregado en función de los niveles de contaminación con *Fusarium*, de modo de poder implementar estrategias de mezcla para reducir la incidencia de las toxinas.

**La fusariosis de la espiga es una de las enfermedades de más difícil control y, si bien ninguna práctica de manejo por sí sola será capaz de realizar un control efectivo de la enfermedad, la adopción en conjunto de las prácticas de manejo ya mencionadas será muy importante para disminuir la alta carga de inóculo de *F. graminearum* que estará presente este año y, de esa forma, minimizar su incidencia en la producción. Cada situación particular de chacra requerirá el asesoramiento técnico especializado para decidir cuál es la opción más conveniente, según la situación productiva de cada empresa. ●**

**Implementar rotaciones de cultivos que eviten una secuencia sucesiva de especies gramíneas, intercalando cultivos de hoja ancha, es una de las medidas de manejo posibles ●**