

## Grupo interdisciplinario AGRICULTURA

### MANEJO DE LA FUSARIOSIS EN TRIGO Y CEBADA

El GTI Agricultura realizó un Seminario Técnico sobre la fusariosis en trigo y cebada. El mismo consistió de dos partes. Durante la mañana se presentó la información disponible sobre el tema y se contó con la participación de investigadores del INIA y la Facultad de Ingeniería. En la tarde, los integrantes del GTI trabajaron en forma de Taller y elaboraron la siguiente propuesta de manejo para trigo y cebada.

#### TEMAS PRESENTADOS

- Rotación de cultivos y manejo de rastrojos
- Importancia relativa de las fuentes de inóculo y capacidad de diseminación  
Silvia Pereyra, INIA
- El clima como determinante: ¿casualidad o cambio?  
Dr. Ing. Rafael Terra.  
Facultad de Ingeniería- IMFIA
- Fecha de floración: variedades y época de siembra  
Esteban Hoffman, Facultad de Agronomía
- Utilización de modelos de predicción  
Carlos Pérez. Facultad de Agronomía
- Control químico. Momento, productos, dosis y forma de aplicación.  
Martha Díaz, INIA  
Fernanda Gamba, Facultad de Agronomía

#### PRINCIPALES CONCEPTOS MANEJADOS EN LAS EXPOSICIONES

##### **Rotación de cultivos y manejo de rastrojos**

##### **Importancia relativa de las fuentes de inóculo y capacidad de diseminación**

- Dentro del género *Fusarium* en las últimas zafras se han encontrado fundamentalmente las especies *F. graminearum*, *F. pseudograminearum* y *F. poae*. La primer especie es la dominante en trigo y cebada (70% de las muestras con *Fusarium* pertenecen a esta especie); en trigo *F. pseudograminearum* tiene menor importancia relativa y es causante de la podredumbre de raíz, y en el cultivo de cebada además de *F. graminearum* aparece también con importancia *F. poae*.
- En la zafra 2000 y 2001 las principales fuentes de inóculo de la enfermedad fueron los rastrojos de trigo y cebada. Los nudos de estas especies más los granos chuzos

salidos en la cosecha, son los responsables de mantener inóculo, por 2 años en sistemas de SD y por 1 a 1,5 años en sistemas con laboreo vertical. Trigo y cebada producen más inóculo por unidad de superficie que los rastrojos de maíz.

- Las gramíneas nativas también son fuentes de inóculo pero de importancia menor, destacándose por su frecuencia como integrantes del enmalezamiento en sistemas agrícolas, *Digitaria sp* y *Cynodon dactylon*.
- Dentro de los tipos de inóculo, las ascosporas son la forma principal de diseminación. Esporodocios (macroconidios) pueden tener un rol secundario a nivel de espigas infectadas.
- La cantidad de inóculo presente en la chacra está en función de la cantidad de rastrojo sobre la superficie del suelo. Si bien el inóculo se traslada varios km, la fuente local es la de mayor importancia.
- Estos dos últimos puntos alientan la posibilidad de que la rotación de cultivos no susceptibles tenga cierto efecto, aunque relativo, en la medida de que las chacras vecinas no sean fuente de inóculo. Un rastrojo de girasol de primera, cabeza de rotación, es un buen antecesor a la hora de planificar la siembra minimizando los riesgos de ocurrencia de la enfermedad, pero su efecto se diluye si en las chacras vecinas existe una fuente de inóculo expuesta. Es por esto que resulta importante manejar el inóculo en el sistema de producción y aplicar todas las medidas posibles para acelerar la tasa de descomposición de los rastrojos que operan como fuente de inóculo.

#### **El clima como determinante, ¿casualidad o cambio?**

Las precipitaciones tienen una enorme variación interanual y presentan una variabilidad de baja frecuencia que muestra un aumento de las precipitaciones medias anuales de unos 200 mm en los últimos 100 años. Considerando las estaciones, un alto porcentaje de este cambio es explicado por las lluvias de Enero, Febrero y Marzo.

Tanto a nivel nacional como regional, se nota un aumento de las precipitaciones de los trimestres Octubre-Noviembre-Diciembre y Enero-Febrero-Marzo, con una reducción de Abril-Mayo-Junio. Con la información disponible, no es posible afirmar si estamos frente a un cambio climático permanente ó un ciclo húmedo que, como tal, es de varios años.

**Fecha de floración: variedades y época de siembra (escape).** El rango de fecha de floración objetivo en trigo y cebada queda limitado por el riesgo de heladas (inicio) y la temperatura media del período de llenado del grano (finalización). Esto define un rango óptimo desde el 25/9 hasta el 25/10 para la zona norte y hasta el 10/11 para la zona sur del país. La siembra de las variedades en función de su ciclo a floración es una de las principales determinantes de la concentración en la fecha de floración, ya que por suma térmica, los diferentes ciclos sembrados en función de esto (ciclos largos primero y ciclos cortos después) terminan coincidiendo en este período. La amplitud en días de floración para una zona queda definida por el comportamiento frente al cambio de la época de siembra, del material de ciclo más corto y el más largo, lo que establece un rango posible de hasta 20 días manejando fecha de siembra y todos los cultivares disponibles con largo de ciclo contrastantes. La forma más eficaz de desconcentrar la floración es disponer de un alto número de cultivares con diferente largo de ciclo y, aún combinado con época de

siembra, no resulta en un escape efectivo para condiciones ambientales como las registradas en las dos últimas zafras.

### **Modelos predictivos para mejorar el uso del control químico.**

El modelo propuesto por Moschini (1994), ha sido validado para diferentes regiones de producción de Argentina, demostrando un buen ajuste para incidencia y severidad de la enfermedad. Se lo utiliza como una herramienta para definir zonas en las que estuvo presente la enfermedad y con ello definir la segregación de la producción, pero no como modelo predictivo.

En Uruguay ha sido útil para identificar "años con fusarium" y "años sin fusarium" y para definir el período de condiciones favorables para la enfermedad de la zafra 2001; en ambos casos mostró un buen ajuste. Para las condiciones del 2002, describió con un buen ajuste, tanto la incidencia como la severidad de experimentos puntuales realizados en la EEMAC. En función de esto, se plantea validarlo como predictor del riesgo de ataque de la enfermedad, utilizando los pronósticos de lluvia y temperatura de los 5 días siguientes a determinadas condiciones climáticas, considerando una ventana de riesgo para cada situación de 530 grados días. El proyecto fue presentado en el último llamado de CSIC-Sector productivo Modalidad B, con la cooperativa CALPA como contraparte.

### **Control químico.**

No existen dudas sobre el mejor momento de aplicación y actualmente existen principios activos con un comportamiento muy superior al de los productos disponibles en años anteriores. La eficiencia de control de la enfermedad sigue siendo baja, con un rango de 3% a 90%, en función del nivel de la enfermedad presente en el testigo, el cultivar y las condiciones ambientales. Utilizando "aplicación preventiva", los mejores principios activos, aplicación terrestre y ajustando el tipo de boquilla, se ha logrado buen control de la enfermedad en parcelas demostrativas en el 2002. Hay mucho para trabajar en "tecnología de aplicación", haciendo énfasis en que en la aplicación el producto debe mojar la espiga y no la hoja. En la zafra 2001 y 2002 el control químico redujo significativamente el nivel de DON, aunque los valores más bajos estuvieron por encima del mínimo requerido. Combinando el control químico con los cultivares de mejor comportamiento frente a la enfermedad (líneas experimentales) se lograron disminuir los niveles de DON de 5 a 3 ppm.

En cuanto a la variabilidad existente en la eficiencia de control, una de las limitantes es que la aplicación preventiva no permite considerar la especie que está atacando. Si bien *F. graminearum* es la más frecuente, cuando actúa otra especie el producto no tiene por qué ser eficiente en su control. Se destacan: la interacción producto-cultivar, el hecho de que se han registrado casos en el que el control químico aumenta el nivel de DON (con aplicaciones de propiconazol) y la baja relación entre la incidencia y severidad de la enfermedad y el nivel de toxina.

## PROPUESTA

### “FUSARIOSIS DE ESPIGA, UNA SOLUCION QUE NO SE COMPRA”

La propuesta para el manejo de la enfermedad, surgida de la discusión de la información disponible considera que:

**No existe una solución efectiva para el manejo de la enfermedad con condiciones ambientales tan favorables para desarrollo como las registradas en la zafra 2001 y 2002, donde la ventana de floración de los diferentes cultivares coincidió con condiciones predisponentes en todo el período. Tampoco existe una variable de manejo determinante del éxito o fracaso de la estrategia, por lo que es necesario implementar una SUMA DE VARIABLES TENDIENTES A REDUCIR EL RIESGO DE ATAQUE PARA CONDICIONES CLIMÁTICAS PROMEDIO y reducir el problema en años favorables.**

#### Variables a considerar:

En el planteo se consideran dos tipos de variables:

1. las que son variables de manejo que afectan al sistema de producción en su conjunto
2. las que forman parte de la tecnología de producción únicamente del trigo o la cebada.

1. Variables que afectan el sistema de producción.

La siembra directa, la falta de una rotación efectiva para el control de las fuentes de inóculo, la siembra de cultivares susceptibles, la concentración de las floraciones y las condiciones ambientales altamente favorables para la expresión de la fusariosis de la espiga, han sido marcadas como responsables de las dos últimas epifitias y los altos niveles de DON del trigo obtenido. Sin embargo, tanto trigo como cebada integran un sistema de producción en el que se rotan cultivos y pasturas y en el que, en los últimos 10 años, se ha hecho un esfuerzo en investigación y difusión de la siembra sin laboreo como forma de mejorar la conservación del recurso suelo, reducir la erosión hídrica, reducir el gasto de combustibles fósiles y aumentar la probabilidad de siembra dentro del rango óptimo de siembra, como los aspectos más importantes. La información disponible muestra que enterrar el rastrojo y quemar son variables de bajo impacto para controlar la enfermedad ante condiciones climáticas como las registradas en las dos últimas zafra.

En este marco, la rotación de cultivos y la selección de las chacras a sembrar son las variables de manejo posibles, con impacto para condiciones ambientales promedio. En la presente zafra, se dispone de una ventaja determinada por la situación del mercado, ya que existen aproximadamente 120000 ha de girasol y soja “de primera” y un alto porcentaje de ellas como cabeza de rotación, lo que implica que no tuvieron ni trigo ni cebada por lo menos en la última zafra. Estas situaciones, más las praderas que salen a

la fase agrícola que no tengan rastros vecinos que puedan actuar como fuentes de inóculo, son las mejores situaciones para la siembra de cultivos de invierno para la próxima zafra, aunque no aseguran por sí solas el éxito.

## 2. Variables de cultivo.

Dentro de éstas se distinguen tres tipos:

### a) de planificación

Se incluyen aquellas que afectan al sistema de producción, como manejo de suelo y rotación de cultivos y las referidas directamente al cultivo, como la elección de cultivares y fecha de siembra.

La elección de cultivares como medida de manejo de la fusariosis de la espiga supone elegirlos en función de la fecha de siembra programada, considerando su suma térmica de manera de lograr “lograr utilizar el todo el rango de floración posible”. Como segundo paso y una vez iniciada la siembra, volver a corregir la elección considerando la fecha real y la fecha de floración probable. Esto supone que cada productor debe disponer de semilla de un amplio número de cultivares y terminará sembrando los que se adapten a esta estrategia en función de la siembra real. Para ello las empresas vendedoras y proveedoras de semilla deben disponer de todos los materiales aptos para la siembra y una vez finalizada la misma se comercializará el excedente. Cada agrónomo podría disponer de la información necesaria ingresando a la Página Web de la EEMAC, donde se instalaría un programa “planificador de siembra” en función de la suma térmica a floración de cada cultivar.

### b) medidas curativas o terapéuticas

Una vez sembrado el cultivo, la fecha de floración queda definida y, de coincidir con condiciones ambientales favorables, la ocurrencia de enfermedad es probable, ya que el inóculo, aunque variable en cantidad, siempre existe. Frente a esto, el control químico es una herramienta disponible y aplicable, según dos esquemas por lo menos.

El primero, utilizado en la actualidad por muchos técnicos y productores e impulsado por el INIA, supone una “aplicación preventiva efectiva”. Esto es, una aplicación terrestre con tebuconazol o metconazol a la dosis recomendada, que permite un control efectivo y disminuir el nivel de DON, si la enfermedad ocurre. Si no ocurre, el gasto sería equivalente a un “seguro contra la enfermedad”.

El segundo es implementar un control químico en función de la ocurrencia de condiciones ambientales favorables para la enfermedad durante los 530 grados días en que el cultivo es susceptible. Para ello sería posible utilizar el modelo propuesto por Moschini (2001), al que cada técnico le incorporaría el pronóstico del tiempo, considerando las condiciones de los 3 a 5 días siguientes y tomar la decisión en función de ello. Este esquema hoy no está disponible, por lo que la propuesta es validarlo a nivel productivo (proyecto presentado con CALPA). El esquema supone el uso de la Página Web de la EEMAC, donde cada técnico, utilizando un PIN, obtendría un “Índice de Riesgo” a la fecha, al cual le adjuntaría el pronóstico de su confianza (aquí vale desde: -me parece- la luna, la radio o las fuentes disponibles en Internet). Como contraparte, debería suministrar al responsable del proyecto (Ing. Agr. Carlos Perez,

Dpto. de Protección Vegetal) el resultado del control químico realizando una medida de intensidad y severidad a los 21 días pos ocurrencia del período crítico y remitiendo una muestra del grano obtenido.

c) de segregación o manejo post-cosecha

La puesta en práctica de éstas u otras medidas de manejo de la enfermedad no aseguran el éxito, por lo que una vez llegada la fecha de cosecha, el resultado puede ser variable. Como forma de reducir el riesgo de que el trigo contaminado con DON u otras toxinas producidas por el hongo llegue al consumo humano, se propone apoyar la implementación de estrategias de segregación de los lotes en función de las condiciones ambientales y de manejo a las que estuvieron expuestas durante el período crítico. Para ello existe un programa que está ejecutando el MGAP con el INIA y el apoyo técnico de la FAO, al que podría sumarse la información obtenida utilizando el modelo propuesto por Moschini (2001).

Con relación al problema del DON se considera que es necesario establecer un nivel que funcione como “condición de recibo para consumo humano”. El valor deber ser definido con el apoyo de Toxicología de Facultad de Medicina.

### **Participaron en el Taller**

#### Producción Vegetal

Oswaldo Ernst  
Ariel Castro  
Esteban Hoffman  
Mariana Nin

#### Protección Vegetal

Vivienne Gepp  
Enrique Castiglioni  
Fernanda Gamba  
Carlos Pérez  
Juana Villalba  
María Cassanello  
Graciela Romero  
Fernando Ducamp