

CULTIVOS

Martha Díaz de Ackermann
Silvia Pereyra
Silvina Stewart
Juan Mieres

FUSARIOSIS DE LA ESPIGA EN TRIGO Y CEBADA

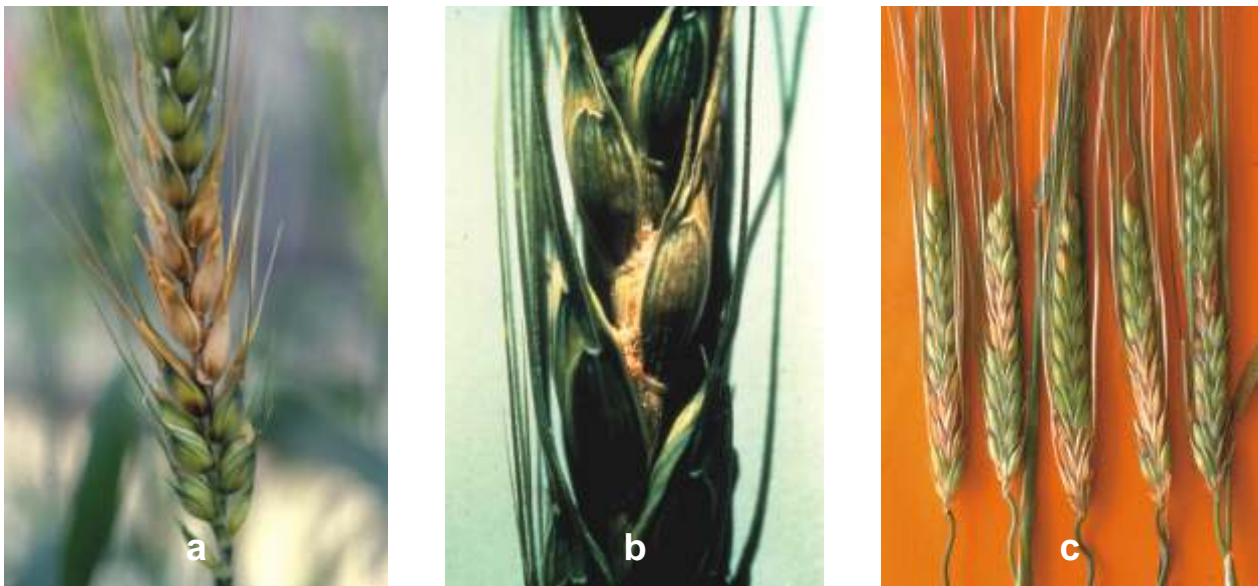


Figura 1. Espigas de trigo (a y b) y cebada (c) afectadas por la enfermedad.

Introducción

La zafra de trigo y cebada 2001/2002 fue afectada por una serie de problemas derivados fundamentalmente de las precipitaciones excesivas durante el ciclo de los cultivos. Los excesos hídricos afectaron los cereales de invierno tanto en su rendimiento como en la calidad del grano. Ello es consecuencia de múltiples interacciones de muy difícil estimación. Ocurrieron efectos directos de anegamiento e indirectos originados por cambios en la disponibilidad de nutrientes y enfermedades.

Dado que en esta zafra, la variable que más comprometió los rendimientos y las posibilidades de comercializar los granos fue la fusariosis de la espiga, el presente artículo se concentra en los antecedentes y la información nacional sobre el tema, así como de las medidas a tomar para disminuir el riesgo de la ocurrencia de esta enfermedad.

¿Qué es la fusariosis de la espiga?

Es una de las enfermedades más devastadoras en los cultivos de trigo y cebada en varias partes del mundo, y específicamente de creciente preocupación en Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. Esta enfermedad es causada por una o más especies del hongo *Fusarium*. La especie más frecuente en trigo en el país es *Fusarium graminearum* y es capaz de producir toxinas tales como: deoxinivalenol (DON) y zearalenona (ZEA). En el caso de cebada, si bien se ha encontrado a *F. graminearum* como la especie que predomina en el país, su importancia relativa es menor que en trigo ya que se han registrado otras especies como *F. poae* y *F. avenaceum* capaces de producir otras toxinas.

La enfermedad se desarrolla en áreas de clima templado y húmedo y es muy destructiva en primaveras cálidas y húmedas, como la ocurrida en el 2001 en el Litoral Oeste del país. En Estados Unidos y Canadá la fusariosis en trigo y cebada causó un gran impacto económico y social. Específicamente, en Estados Unidos, desde 1993 ocurrieron epidemias sucesivas que provocaron pérdidas mayores a 3 billones de dólares dejando a muchos productores fuera de producción.

¿En qué cultivos puede ocurrir?

Los cultivos invernales más afectados son trigo y cebada, aunque puede aparecer en otros como avena. En cultivos de verano aparece fundamentalmente en maíz y eventualmente en sorgo. No afecta cultivos de hoja ancha como girasol y soja.

¿Cuáles son los síntomas en trigo y cebada?

La enfermedad se evidencia en las espigas de estos cultivos. En trigo, los síntomas son una decoloración prematura de las espiguillas infectadas, pudiendo llegar a tomar toda la espiga. Los síntomas en cebada aparecen como granos discretos, pardos, pardo-anaranjados, marrones, chuzos, distribuidos en forma discontinua en la espiga. En ambos cultivos, si las espiguillas han sido infectadas tempranamente, se desarrollan masas de esporas rosado-salmón y eventualmente estructuras oscuras (peritecios) al momento de la cosecha, Figura 1.

Los granos infectados luego de cosechados se muestran más o menos chuzos, con una coloración blanco-rosada a pardo clara, llegando a ser pardo oscura en cebada. Las infecciones que ocurren más tempranamente generalmente matan las florecillas, el grano no se desarrolla, mientras que aquellas infectadas más tardíamente contendrán granos arrugados o chuzos, Figura 2. Si la infección ocurre luego del llenado del grano, el desarrollo del mismo no es afectado, pero el hongo está presente y los niveles de DON pueden llegar a ser significativos.

¿Cuál es el impacto económico de esta enfermedad?

Esta enfermedad es única en su habilidad de influenciar cada aspecto de la cadena agroindustrial. Puede causar pérdidas económicas severas como resultado de menores rendimientos de grano y disminución de la calidad física e industrial del mismo.

Las estimaciones de pérdidas de rendimiento de grano en trigo realizadas en el país oscilaron entre 0.5 y 31%, para distintos porcentajes de espigas infectadas para los años 1990, 1991 y 1993. La información generada indicó que el porcentaje de espigas infectadas no está claramente asociado con los rendimientos pudiendo alcanzar proporciones altas y no afectar en la misma medida los rendimientos. El momento en el desarrollo del grano durante el cual ocurre la infección y la severidad alcanzada están incidiendo significativamente en las mayores o menores pérdidas en rendimiento de grano.

El detrimento en la calidad física del grano ocurre como consecuencia de menor tamaño del grano y germinación reducida del mismo. La calidad industrial se ve afectada porque el hongo es capaz de destruir los gránulos de almidón, las paredes celulares y las proteínas del endosperma. Todo ello redunda en una menor capacidad de molienda para la elaboración de panificados y pastas en trigo. En cebada, la calidad se ve afectada por un mayor color del mosto, una disminución en la diferencia de extracto fino y grueso, mayor contenido de nitrógeno y menor viscosidad. En la cerveza, provoca inestabilidad de la espuma (efecto conocido como `gushing`).

Sin embargo, la característica más relevante de este hongo es la capacidad de producir micotoxinas que son nocivas para la salud humana y animal.

¿Qué condiciones predisponen a la enfermedad?

Para que se presente la fusariosis es importante que al momento de mayor susceptibilidad de los cultivos (espigazón - llenado del grano) ocurran las condiciones climáticas que favorecen la infección y el desarrollo de la enfermedad. Espigas mojadas durante dos a tres días y temperaturas entre 10 y 30°C son suficientes para producir infección.

¿Por qué la fusariosis de la espiga fue tan severa en la zafra 2001-2002?

Estudios de frecuencia de la ocurrencia de la enfermedad en trigo para una serie histórica de 63 años (1915-1977) indicaron la ocurrencia de 1 año en 16. Estudios posteriores para una serie histórica de 79 años (1914-1993) mostraron una ocurrencia de 1 año en 11. Finalmente si analizamos la última década (1990/2001), tanto en trigo como cebada, vemos que la enfermedad ha sido importante en 5 años, lo que la convierte en una enfermedad de frecuencia creciente.

La fuerza motora para el desarrollo de la enfermedad son condiciones de humedad alta al momento de floración/espigazón de los cultivos. En el 2001, la enfermedad se vio favorecida por altas precipitaciones y humedad relativa que duraron de 4 a 6 semanas, al mismo tiempo que la mayoría de los cultivos de trigo y cebada estaban espigando y comenzaban a llenar el grano. A modo de ejemplo, Romero (2001) en INIA La Estanzuela aplicando el modelo de Moschini y Fortugno (1996) basándose en la combinación de los factores climáticos como precipitaciones, humedad relativa y temperatura, para fechas de espigazón de fines de setiembre a fines de octubre, estimó incidencias de fusariosis de la espiga del orden de 80 a 100% (www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/fusarium/) (Figura 3).

Si bien las condiciones climáticas son decisivas en el desarrollo de epidemias de fusariosis existen otros factores que contribuyen a una mayor incidencia de la enfermedad. La presencia de gramíneas en las pasturas y/o como malezas y los grandes volúmenes de rastrojos de cultivos susceptibles que permanecen sobre la superficie del suelo como consecuencia del uso cada vez más frecuente de prácticas de laboreo conservacionista representan una fuente de inóculo permanente. Los rastrojos de maíz, trigo, cebada, sorgo y eventualmente restos secos de gramíneas como la gramilla (*Cynodon dactylon*) o de pasto blanco (*Digitaria sanguinalis*) y otros constituyen un reservorio del *Fusarium graminearum* e incrementan significativamente la carga de inóculo en nuestros sistemas de producción del litoral-oeste, Figura 4.

Otro factor importante que también ha contribuido en la escalada de este problema ha sido la falta generalizada de cultivares de trigo y cebada con resistencia efectiva a esta enfermedad en el ámbito de producción. A nivel mundial, son escasas las variedades de estos cultivos que presentan resistencia y se encuentran en producción. La resistencia a esta enfermedad es un carácter complejo y difícil de combinar con otras características como la adaptación, el rendimiento de grano y la buena calidad industrial.

¿Cómo podemos minimizar la fusariosis de la espiga en próximas zafras?

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

Los cultivares de trigo y cebada actualmente en producción no muestran niveles adecuados de resistencia frente a la enfermedad. Hasta que no estén disponibles variedades más resistentes, existen algunas medidas de manejo alternativas que incluyen:

Seleccionar aquellos cultivares menos susceptibles a esta enfermedad. Esta información está disponible al inicio de cada zafra a través de las publicaciones del Convenio INASE-INIA.

Diversificar la fecha en que ocurre la floración en las distintas chacras de producción. Se puede realizar a través de la diversificación de las fechas de siembra así como del ciclo de los cultivares que se siembren.

Implementar rotaciones de cultivos adecuadas evitando una alta proporción de especies gramíneas e intercalando cultivos de hoja ancha como puede ser girasol, soja, canola, achicoria o leguminosas forrajeras, tanto perennes como anuales o bianuales. Evitar la siembra de trigo o cebada luego de maíz ya que el rastrojo de este cultivo es uno de los mayores multiplicadores de inóculo de *F. graminearum*. En trabajos realizados en INIA La Estanzuela donde se evalúa la sobrevivencia de *F. graminearum* en distintos tipos de rastrojos y de distintas edades así como su potencial de producción de inóculo, se ha observado rastrojo de maíz sobre la superficie del suelo colonizado por *F. graminearum* (aunque a bajos niveles) hasta tres años luego de la cosecha de este cultivo. Se debe evitar la siembra de trigo o cebada en chacras vecinas a rastrojo infectado ya que las esporas capaces de infectar nuevos cultivos pueden ser transportadas por el viento de una chacra a otra. En la zafra 2002 se recomienda prescindir de sembrar trigo o cebada en chacras que tuvieron estos cultivos en el 2001 y en las cuales permanezca el rastrojo en la superficie del suelo.

En sistemas de laboreo convencional, laboreo reducido o que no están fuertemente comprometidos con la siembra directa, enterrar el rastrojo infectado de la zafra 2001 es una medida deseable ya que *F. graminearum* es capaz de sobrevivir en el rastrojo hasta su descomposición. El enterrado acelera el proceso de mineralización del rastrojo e impide la multiplicación del hongo. En sistemas de siembra directa, donde el laboreo no es una opción, y sólo para años tan excepcionales como este se debería considerar el retiro del rastrojo infectado (*i.e.*: enfardado, pastoreo) o eventualmente la quema. Una medida que acelera la descomposición del rastrojo es una distribución adecuada del rastrojo mediante el uso de desparramadores de paja y el picado del mismo.

Aplicación de fungicidas en el momento adecuado. Los antecedentes de control químico indican que en general la eficiencia de control es baja a 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 y a espigazón en cebada (50% de las espigas fuera de la vaina) resultan ser más eficientes. Los productos que consistentemente han mostrado mayor eficiencia de control son Folicur (tebuconazole) y Caramba (metconazole).

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 carga de inóculo alta de *F. graminearum* que estará presente este año en los sistemas de producción del litoral oeste. Cada situación de chacra particular requerirá el asesoramiento técnico especializado para decidir cuál es la opción más conveniente según la situación productiva de cada empresa.

¿Qué manejo se debe hacer a la cosecha y en post-cosecha?

Se puede bajar el nivel de contaminación en cosecha y almacenado aumentando el viento 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 disminuyen su presencia. En el almacenaje, con las condiciones normalmente recomendadas (12 % de humedad y temperaturas adecuadas y bien aireados) 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 la semilla de trigo y cebada que se emplee la zafra próxima deberá ser estrictamente sometida a limpieza y clasificación de modo de 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 toxinas.

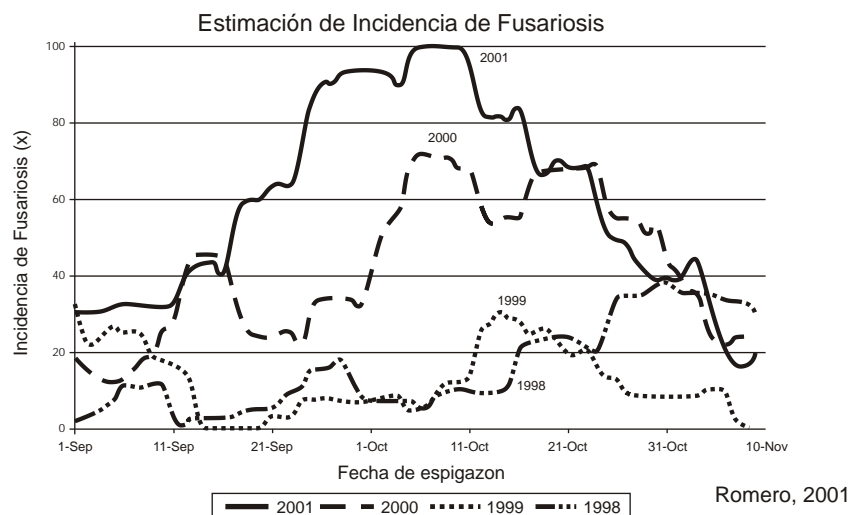


Figura 3. Estimación de la incidencia de la fusariosis de la espiga según el modelo de Moschini y Fortugno para los últimos cuatro años.

¿En qué cultivos puede ocurrir?

Los cultivos invernales más afectados son trigo y cebada, aunque puede aparecer en otros como avena. En cultivos de verano aparece fundamentalmente en maíz y eventualmente en sorgo. No afecta cultivos de hoja ancha como girasol y soja.

¿Cuáles son los síntomas en trigo y cebada?

La enfermedad se evidencia en las espigas de estos cultivos. En trigo, los síntomas son una decoloración prematura de las espiguillas infectadas, pudiendo llegar a tomar toda la espiga. Los síntomas en cebada aparecen como granos discretos, pardos, pardo-anaranjados, marrones, chuzos, distribuidos en forma discontinua en la espiga. En ambos cultivos, si las espiguillas han sido infectadas tempranamente, se desarrollan masas de esporas rosado-salmón y eventualmente estructuras oscuras (peritecios) al momento de la cosecha, Figura 1.

Los granos infectados luego de cosechados se muestran más o menos chuzos, con una coloración blanco-rosada a pardo clara, llegando a ser pardo oscura en cebada. Las infecciones que ocurren más tempranamente generalmente matan las florecillas, el grano no se desarrolla, mientras que aquellas infectadas más tardíamente contendrán granos arrugados o chuzos, Figura 2. Si la infección ocurre luego del llenado del grano, el desarrollo del mismo no es afectado, pero el hongo está presente y los niveles de DON pueden llegar a ser significativos.

¿Cuál es el impacto económico de esta enfermedad?

Esta enfermedad es única en su habilidad de influenciar cada aspecto de la cadena agroindustrial. Puede causar pérdidas económicas severas como resultado de menores rendimientos de grano y disminución de la calidad física e industrial del mismo.

Las estimaciones de pérdidas de rendimiento de grano en trigo realizadas en el país oscilaron entre 0.5 y 31%, para distintos porcentajes de espigas infectadas para los años 1990, 1991 y 1993. La información generada indicó que el porcentaje de espigas infectadas no está claramente asociado con los rendimientos pudiendo alcanzar proporciones altas y no afectar en la misma medida los rendimientos. El momento en el desarrollo del grano durante el cual ocurre la infección y la severidad alcanzada están incidiendo significativamente en las mayores o menores pérdidas en rendimiento de grano.

El detrimento en la calidad física del grano ocurre como consecuencia de menor tamaño del grano y germinación reducida del mismo. La calidad industrial se ve afectada porque el hongo es capaz de destruir los gránulos de almidón, las paredes celulares y las proteínas del endosperma. Todo ello redundando en una menor capacidad de molienda para la elaboración de panificados y pastas en trigo. En cebada, la calidad se ve afectada por un mayor color del mosto, una disminución en la diferencia de extracto fino y grueso, mayor contenido de nitrógeno y menor viscosidad. En la cerveza, provoca inestabilidad de la espuma (efecto conocido como `gushing`).

Sin embargo, la característica más relevante de este hongo es la capacidad de producir micotoxinas que son nocivas para la salud humana y animal.

¿Qué condiciones predisponen a la enfermedad?

Para que se presente la fusariosis es importante que al momento de mayor susceptibilidad de los cultivos (espigazón - llenado del grano) ocurran las condiciones climáticas que favorecen la infección y el desarrollo de la enfermedad. Espigas mojadas durante dos a tres días y temperaturas entre 10 y 30°C son suficientes para producir infección.

¿Por qué la fusariosis de la espiga fue tan severa en la zafra 2001-2002?

Estudios de frecuencia de la ocurrencia de la enfermedad en trigo para una serie histórica de 63 años (1915-1977) indicaron la ocurrencia de 1 año en 16. Estudios posteriores para una serie histórica de 79 años (1914-1993) mostraron una ocurrencia de 1 año en 11. Finalmente si analizamos la última década (1990/2001), tanto en trigo como cebada, vemos que la enfermedad ha sido importante en 5 años, lo que la convierte en una enfermedad de frecuencia creciente.

La fuerza motora para el desarrollo de la enfermedad son condiciones de humedad alta al momento de floración/espigazón de los cultivos. En el 2001, la enfermedad se vio favorecida por altas precipitaciones y humedad relativa que duraron de 4 a 6 semanas, al mismo tiempo que la mayoría de los cultivos de trigo y cebada estaban espigando y comenzaban a llenar el grano. A modo de ejemplo, Romero (2001) en INIA La Estanzuela aplicando el modelo de Moschini y Fortugno (1996) basándose en la combinación de los factores climáticos como precipitaciones, humedad relativa y temperatura, para fechas de espigazón de fines de setiembre a fines de octubre, estimó incidencias de fusariosis de la espiga del orden de 80 a 100% (www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/fusarium/) (Figura 3).

Si bien las condiciones climáticas son decisivas en el desarrollo de epidemias de fusariosis existen otros factores que contribuyen a una mayor incidencia de la enfermedad. La presencia de gramíneas en las pasturas y/o como malezas y los grandes volúmenes de rastrojos de cultivos susceptibles que permanecen sobre la superficie del suelo como consecuencia del uso cada vez más frecuente de prácticas de laboreo conservacionista representan una fuente de inóculo permanente. Los rastrojos de maíz, trigo, cebada, sorgo y eventualmente restos secos de gramíneas como la gramilla (*Cynodon dactylon*) o de pasto blanco (*Digitaria sanguinalis*) y otros constituyen un reservorio del *Fusarium graminearum* e incrementan significativamente la carga de inóculo en nuestros sistemas de producción del litoral-oeste, Figura 4.

Otro factor importante que también ha contribuido en la escalada de este problema ha sido la falta generalizada de cultivares de trigo y cebada con resistencia efectiva a esta enfermedad en el ámbito de producción. A nivel mundial, son escasas las variedades de estos cultivos que presentan resistencia y se encuentran en producción. La resistencia a esta enfermedad es un carácter complejo y difícil de combinar con otras características como la adaptación, el rendimiento de grano y la buena calidad industrial.

¿Cómo podemos minimizar la fusariosis de la espiga en próximas zafras?

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

Los cultivares de trigo y cebada actualmente en producción no muestran niveles adecuados de resistencia frente a la enfermedad. Hasta que no estén disponibles variedades más resistentes, existen algunas medidas de manejo alternativas que incluyen:

Seleccionar aquellos cultivares menos susceptibles a esta enfermedad. Esta información está disponible al inicio de cada zafra a través de las publicaciones del Convenio INASE-INIA.

Diversificar la fecha en que ocurre la floración en las distintas chacras de producción. Se puede realizar a través de la diversificación de las fechas de siembra así como del ciclo de los cultivares que se siembren.

Implementar rotaciones de cultivos adecuadas evitando una alta proporción de especies gramíneas e intercalando cultivos de hoja ancha como puede ser girasol, soja, canola, achicoria o leguminosas forrajeras, tanto perennes como anuales o bianuales. Evitar la siembra de trigo o cebada luego de maíz ya que el rastrojo de este cultivo es uno de los mayores multiplicadores de inóculo de *F. graminearum*. En trabajos realizados en INIA La Estanzuela donde se evalúa la sobrevivencia de *F. graminearum* en distintos tipos de rastrojos y de distintas edades así como su potencial de producción de inóculo, se ha observado rastrojo de maíz sobre la superficie del suelo colonizado por *F. graminearum* (aunque a bajos niveles) hasta tres años luego de la cosecha de este cultivo. Se debe evitar la siembra de trigo o cebada en chacras vecinas a rastrojo infectado ya que las esporas capaces de infectar nuevos cultivos pueden ser transportadas por el viento de una chacra a otra. En la zafra 2002 se recomienda prescindir de sembrar trigo o cebada en chacras que tuvieron estos cultivos en el 2001 y en las cuales permanezca el rastrojo en la superficie del suelo.

En sistemas de laboreo convencional, laboreo reducido o que no están fuertemente comprometidos con la siembra directa, enterrar el rastrojo infectado de la zafra 2001 es una medida deseable ya que *F. graminearum* es capaz de sobrevivir en el rastrojo hasta su descomposición. El enterrado acelera el proceso de mineralización del rastrojo e impide la multiplicación del hongo. En sistemas de siembra directa, donde el laboreo no es una opción, y sólo para años tan excepcionales como este se debería considerar el retiro del rastrojo infectado (i.e.: enfardado, pastoreo) o eventualmente la quema. Una medida que acelera la descomposición del rastrojo es una distribución adecuada del rastrojo mediante el uso de desparramadores de paja y el picado del mismo.

Aplicación de fungicidas en el momento adecuado. Los antecedentes de control químico indican que en general la eficiencia de control es baja a 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 y a espigazón en cebada (50% de las espigas fuera de la vaina) resultan ser más eficientes. Los productos que consistentemente han mostrado mayor eficiencia de control son Folicur (tebuconazole) y Caramba (metconazole).

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 carga de inóculo alta de *F. graminearum* que estará presente este año en los sistemas de producción del litoral oeste. Cada situación de chacra particular requerirá el asesoramiento técnico especializado para decidir cuál es la opción más conveniente según la situación productiva de cada empresa.

¿Qué manejo se debe hacer a la cosecha y en post-cosecha?

Se puede bajar el nivel de contaminación en cosecha y almacenado aumentando el viento 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 disminuyen su presencia. En el almacenaje, con las condiciones normalmente recomendadas (12 % de humedad y temperaturas adecuadas y bien aireados) 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 la semilla de trigo y cebada que se emplee la zafra próxima deberá ser estrictamente sometida a limpieza y clasificación de modo de 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 toxinas.

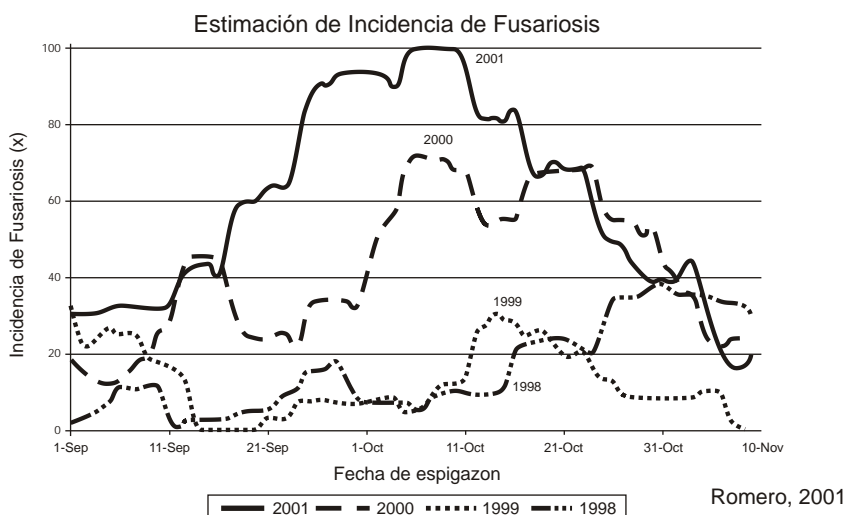


Figura 3. Estimación de la incidencia de la fusariosis de la espiga según el modelo de Moschini y Fortugno para los últimos cuatro años.

Cuál es la estrategia de investigación del INIA?

Factores como la ocurrencia creciente de la fusariosis de la espiga en la región en la última década, los cambios en los sistemas productivos donde se insertan los cultivos de trigo y cebada en el país y la apuesta a productos de calidad y libres de toxinas han determinado que INIA considerara la investigación en esta enfermedad como una prioridad desde hace algunos años. Los programas de mejoramiento genético de trigo y cebada han priorizado fuertemente la obtención de cultivares con mayor resistencia a la fusariosis de la espiga y se espera que en el mediano plazo estén disponibles cultivares con un comportamiento superior frente a esta enfermedad. Líneas de trabajo más recientes incluyen estudios que permitan establecer las prácticas de manejo apropiadas para reducir la presión de inóculo en los sistemas de producción, identificar los fungicidas (químicos o biológicos) y la tecnologías de aplicación más eficientes para prevenir el desarrollo de la fusariosis de la espiga, efecto del *Fusarium* en la calidad del trigo, el efecto de la toxina DON en la performance de ganado lechero, la eficiencia en el secuestro de la toxina por parte de adsorbentes comerciales y el efecto de concentraciones crecientes de urea en silo de grano húmedo.

**Nota: Esta es una versión resumida del artículo que se encuentra por extenso en la página web de INIA (www.inia.org.uy/novedades) y que incluye además información de las micotoxinas deoxinivalenol (DON) y zearalenona*



Figura 2. Foto de granos sanos (a) y afectados con *Fusarium* (b) en trigo. Foto de granos sanos (c) y afectados con *Fusarium* (d) en cebada.



Figura 4. Rastrojo de trigo, cebada, maíz y gramíneas con estructuras oscuras pertenecientes a los peritecios del hongo.