
MANEJO DE ENFERMEDADES EN TRIGO Y CEBADA

Editoras: **Silvia Pereyra**¹
Martha Díaz de Ackermann²
Silvia Germán³
Karina Cabrera⁴

¹Ing. Agr. M.Sc., Ph.D., Protección Vegetal, INIA La Estanzuela.

²Ing. Agr. M.Sc., Protección Vegetal, INIA La Estanzuela.

³Ing. Agr. M.Sc., Ph.D., Mejoramiento Genético de Cultivos de Invierno, INIA La Estanzuela.

⁴Sec. Ej. Bil., Secretaria Director Regional, INIA La Estanzuela.

Título: MANEJO DE ENFERMEDADES EN TRIGO Y CEBADA

Editoras: Silvia Pereyra
Martha Díaz de Ackermann
Silvia Germán
Karina Cabrera

Serie Técnica N° 189

©2011, INIA

ISBN: 978-9974-38-318-0

Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología de INIA
Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay
<http://www.inia.org.uy>

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Esta publicación no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr., MSc. Enzo Benech - Presidente

Ing. Agr., Dr. Mario García - Vicepresidente



Dr. Pablo Zerbino

Dr. Alvaro Bentancur



Ing. Agr., MSc. Rodolfo M. Irigoyen

Ing. Agr. Mario Costa



MANCHAS FOLIARES EN CEBADA: RECONOCIMIENTO, EPIDEMIOLOGÍA Y ESTRATEGIAS DE MANEJO

Silvia Pereyra¹
Silvia Germán²

INTRODUCCIÓN

Las características agroecológicas de producción de cebada en Uruguay determinan que las enfermedades sean uno de los factores limitantes más importantes para el logro de rendimientos y calidad adecuados y estables a través de los años, así como una de las causas principales de retiro de cultivos de producción. Adicionalmente, las transformaciones ocurridas en los últimos años en los sistemas de producción, tales como la utilización generalizada de la siembra directa, la creciente intensificación en la agricultura incluyendo una menor diversificación en la secuencias de los cultivos, incremento en el área de algunos cultivos y cultivares, incremento en el uso de agroquímicos y escasa diversidad de los cultivares sembrados han inducido cambios en la dinámica de las poblaciones de patógenos y sus problemáticas asociadas. Esta situación ha ocasionado una mayor ocurrencia de problemas sanitarios como mancha en red tipo spot, mancha borrosa, roya de la hoja, fusariosis de la espiga y oídio en el cultivo.

Estratégicamente es importante disponer de planes específicos de manejo integrado de las enfermedades en el cultivo, que no sólo provean niveles aceptables de control, sino además sean de fácil aplicación, seguros para el ambiente, efectivos en relación al costo y aseguren la calidad e inocuidad demandada por los mercados y consumidores. Por estos motivos, este trabajo busca

fortalecer los conocimientos sobre los factores que determinan la ocurrencia de las principales enfermedades de cebada en el país y proveer información de las herramientas para definir estrategias en el manejo de las mismas.

PRINCIPALES ENFERMEDADES

La ocurrencia de temperatura moderada y humedad alta durante el ciclo del cultivo, principalmente desde la espigazón, y la presencia de agua libre en la superficie de las hojas por períodos prolongados, favorecen la infección y desarrollo de múltiples enfermedades en cebada en el país. Los principales componentes de este complejo sanitario (Cuadro 1) son las **manchas foliares** (mancha en red común, mancha en red tipo spot y mancha borrosa), la **roya de la hoja**, la **fusariosis de la espiga** y el **oidio**. En forma esporádica aparecen otras problemáticas como escaldadura, tizón bacteriano, estría bacteriana y el complejo estrés oxidativo (no necesariamente biótico)/*Ramularia*.

En el presente artículo se hará énfasis en las manchas foliares ya que la información relacionada a roya de la hoja y oídio se presenta en el artículo «Roya y oídio de trigo y cebada» (Germán *et al.*, 2010) y la relacionada a la fusariosis de la espiga en cebada se presenta en el artículo «Fusariosis de la espiga de trigo y cebada» (Díaz y Pereyra, 2010).

¹Protección Vegetal. INIA La Estanzuela.

²Cultivos de Invierno. INIA La Estanzuela

Cuadro 1. Enfermedades presentes en el cultivo de cebada en Uruguay.

Estructura de la planta afectada	Enfermedad	Organismo causal
Hojas	Mancha en red común*	<i>Pyrenophora teres</i> f. <i>teres</i> ; anam. <i>Drechslera teres</i> f. <i>teres</i>
	Mancha en red tipo spot*	<i>Pyrenophora teres</i> f. <i>maculata</i> ; anam. <i>Drechslera teres</i> f. <i>maculata</i> ;
	Mancha borrosa*	<i>Cochliobolus sativus</i> ; anam. <i>Bipolaris sorokiniana</i> ;
	Escaldadura	<i>Rhynchosporium secalis</i>
	Roya de la hoja*	<i>Puccinia hordei</i>
	Oidio*	<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>hordei</i> (sin. <i>Erysiphe graminis</i> f. sp. <i>hordei</i>)
	Ramularia	<i>Ramularia collo-cygni</i>
	Estria bacteriana	<i>Xanthomonas translucens</i> pv. <i>translucens</i>
	Bacteriosis	<i>Pseudomonas syringae</i>
	Enanismo amarillo de la cebada	Virus BYDV
	Mancha estriada	<i>Pyrenophora graminea</i> ; anam. <i>Drechslera graminea</i>
	Roya amarilla	<i>Puccinia striiformis</i>
Tallo	Roya del tallo	<i>Puccinia graminis</i>
Espigas y granos	Fusariosis de la espiga*	<i>Gibberella zeae</i> , anam. <i>Fusarium graminearum</i> ; <i>F. poae</i> ; <i>F. avenaceum</i> ;
	Punta negra	<i>Cochliobolus sativus</i> ; <i>Fusarium</i> spp., <i>Alternaria</i> spp.
	Carbón volador	<i>Ustilago nuda</i>
	Carbón cubierto	<i>Ustilago hordei</i>
Coronas y raíces	Podredumbre de raíces y corona	<i>Cochliobolus sativus</i> ; <i>Fusarium</i> spp.
	Marchitamiento de plántulas	
	Pietín o Mal del pie	<i>Gaeumannomyces graminis</i>

*Principales enfermedades en cebada en el país.

Mancha en Red común

Descripción y ciclo

La mancha en red común o reticulada (llamada así por el síntoma característico que produce) ataca principalmente hojas, vainas y en niveles altos de infección puede llegar a afectar espigas y granos. Las lesiones iniciales aparecen como pequeños puntos marrones que se expanden hasta lesiones longitudinales con la característica forma de red (Pereyra *et al.*, 2005).

La principal fuente nutritiva de *P. teres* f. *teres* es la cebada, ya sea la planta viva, el rastrojo o la semilla. Así las principales fuentes de inóculo de este hongo son las **semi-**

llas infestadas y los restos del cultivo (Figura 1).

La asociación hongo - semilla representa un mecanismo de sobrevivencia eficaz, seguro y que garantiza la continuidad del ciclo del patógeno entre zafras (Gassen y Reis, 1990). La eficiencia con que este hongo pasa de la semilla a la primera hoja es alta. En Uruguay en el período 1991-1993, en lotes de semilla con alta infección de *P. teres* f. *teres* se ha registrado una tasa máxima de transmisión a plántula del orden de 54%. La infección comienza en los tejidos verdes (Figura 2), donde el hongo produce enzimas que matan las células del hospedante provocando la mancha foliar típica; luego de la senescencia de la planta continúa extrayen-

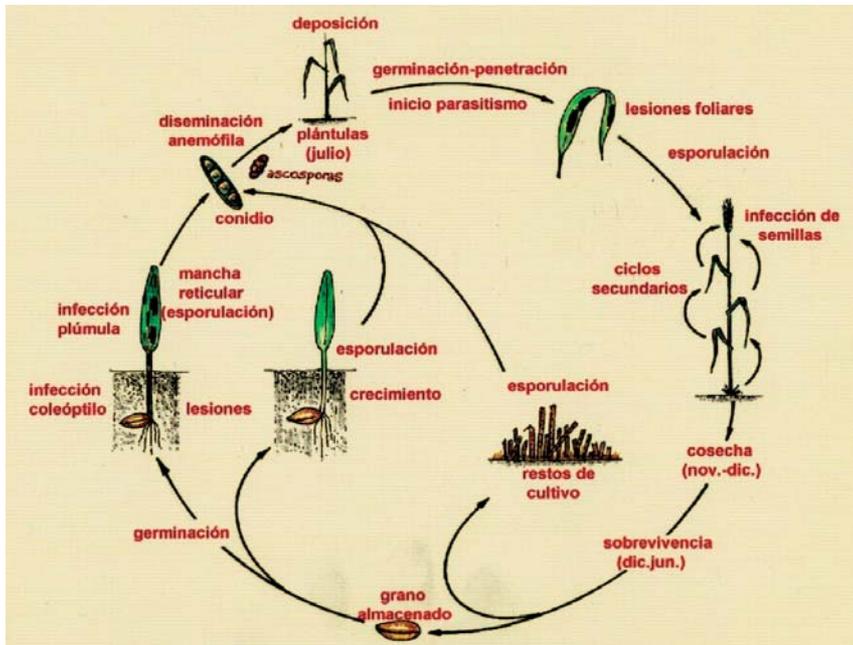


Figura 1. Ciclo biológico de *Pyrenophora teres* (Dibujos: E. Ramallo).

Figura 2. Síntomas de mancha en red común causada por *Pyrenophora teres* f. *teres* en hojas de cebada.



do nutrientes en forma saprofitica (Reis, 1991). Sobre el rastrojo, este hongo produce tanto **conidios** como **ascosporas**. Las ascosporas formadas en estructuras denominadas pseudotecios pueden ser eyectadas hasta 40 cm de distancia y bajo condiciones ambientales favorables actúan como fuente de inóculo primario. Las condiciones óptimas para la infección son temperaturas de 15 a 25 °C y al menos 10 horas de agua libre sobre la superficie foliar (Pereyra *et al.*, 2005).

Importancia económica

Esta enfermedad reduce el área fotosintética, el peso de raíces y tallos y el número de macollos, afecta la translocación de carbohidratos y la absorción de nitrógeno, lo que lleva a menor rendimiento, tamaño y peso del grano. En algunos países se han registrado mermas en rendimiento de 10 a 40 % (McDonald and Buchannon, 1964; Shipton, 1966; Jordan, 1981; Deadman y Cooke, 1987; Khan, 1988a; Mathre, 1997) y

las mismas dependen en gran medida del momento en el ciclo del cultivo en que se desarrolla esta enfermedad y la severidad alcanzada. Por ejemplo, infecciones tempranas (antes del macollaje) provocan pérdidas de 30 a 40 % en el rendimiento del grano (Mathre, 1997). Los cultivos con niveles tan altos de infección tienden a volcar, aumentando así las mermas respecto a una cosecha normal, por pérdidas de granos en las espigas que no son recolectadas por la cosechadora. En cuanto a la calidad para malteo, se han registrado contenidos menores de carbohidratos en el grano debido a infecciones altas de mancha en red, y en consecuencia el rendimiento de extracto de malta disminuye (Mathre, 1997).

En Uruguay, Perea (1984) en 1983, con un cultivar susceptible (cv. Laura), observó pérdidas en el rendimiento, menor peso del grano y menores porcentajes de 1^a+2^a causadas por mancha en red común. La aplicación de fungicida resultó en menor vuelco del cultivo. Desde 1991, en INIA La Estanzuela, se vienen registrando pérdidas potenciales de rendimiento y calidad física del grano (peso y tamaño) causadas por mancha en red común en algunos cultivares susceptibles (cv. Ana, Defra, Perún) (Cuadro 2). Sistemáticamente, las mayores mermas ocurrieron en los años donde las infecciones de mancha en red fueron tempranas. Por otra parte, las pérdidas en el rendimiento de 1^a+2^a fueron notoriamente mayores a las registradas en el rendimiento de grano.

Cuadro 2. Rango de pérdidas en el rendimiento, porcentaje de 1^a+2^a y peso de mil granos causadas por mancha en red común (INIA La Estanzuela 1991-2009).

Rendimiento	13 - 33 %
Porcentaje de 1^a+2^a	7 - 48 %
Peso de mil granos	11 - 15 %

Mancha en Red tipo spot

Descripción y ciclo

Esta enfermedad es relativamente nueva en el país, siendo detectada en la zafra 2003 (Pereyra y Germán, 2004). La mancha en red tipo spot es causada por la misma especie que la mancha en red común pero una forma especial diferente del hongo: *P. teres* f. *maculata*. Se diferencia de *P. teres* f. *teres* por los síntomas que ocasiona (Figura 3): comienza como pequeñas manchas marrones que luego se desarrollan a manchas de color marrón oscuro de hasta 1 cm. Las manchas son ovaladas, volviéndose alargadas. Generalmente están rodeadas de márgenes cloróticas, especialmente sobre la punta de las hojas (Pereyra *et al.*, 2005). Los síntomas son muy similares a los de mancha borrosa y muchas veces no es posible un correcto diagnóstico hasta que no es confirmado con la visualización de los conidios característicos en cámara húmeda.

El ciclo de la enfermedad es similar al descrito para la mancha en red común. La principal fuente de inóculo es el rastrojo infectado. En INIA La Estanzuela se han analizado lotes de semilla de cultivares susceptibles provenientes de ensayos y chacras con altos niveles de mancha en red tipo spot y se han aislado cultivos de *P. teres* proveniente de semillas y coleoptiles. Estos cultivos del patógeno se están caracterizando con primers específicos que diferencian *P. t. f. teres* y *P. t. f. maculata* (Leisova *et al.*, 2005) en el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Agronomía (UDELAR).

Importancia económica

En Australia se han reportado mermas en el rendimiento de grano de hasta 44% (McLean *et al.*, 2009). En Uruguay, en el período 2007-2009 las mayores pérdidas en rendimiento de grano registradas han sido de hasta 19% (Cuadro 3). Al igual que para mancha en red común, las mayores pérdidas se registraron en el rendimiento de 1^a+2^a .



Figura 3. Síntomas de mancha en red tipo spot causada por *Pyrenophora teres* f. *maculata* en hojas de cebada.

Cuadro 3. Rango de pérdidas en el rendimiento de grano, rendimiento de 1^a+2^a, porcentaje de 1^a+2^a y peso de mil granos causadas por mancha en red tipo spot (INIA La Estanzuela 2007-2009).

Rendimiento	14 - 19 %
Rendimiento de 1 ^a +2 ^a	10 - 25 %
Porcentaje de 1a+2a	6 - 8 %
Peso de mil granos	2 -4 %

Mancha Borrosa

Descripción y ciclo

La mancha borrosa se desarrolla en hojas y vainas en todos los estados de desarrollo de la planta (Figura 4). Aunque puede presentarse en estados tempranos del cultivo, en el follaje generalmente se desarrolla luego de la espigazón, cuando las temperaturas más cálidas la favorecen. Los nudos pueden presentar lesiones castaño-oscuras que se proyectan a los entrenudos. El hongo causal de ésta también provoca podredumbre de raíz y corona, marchitamiento de plántulas y punta negra en el grano (Pereyra *et al.*, 2005).

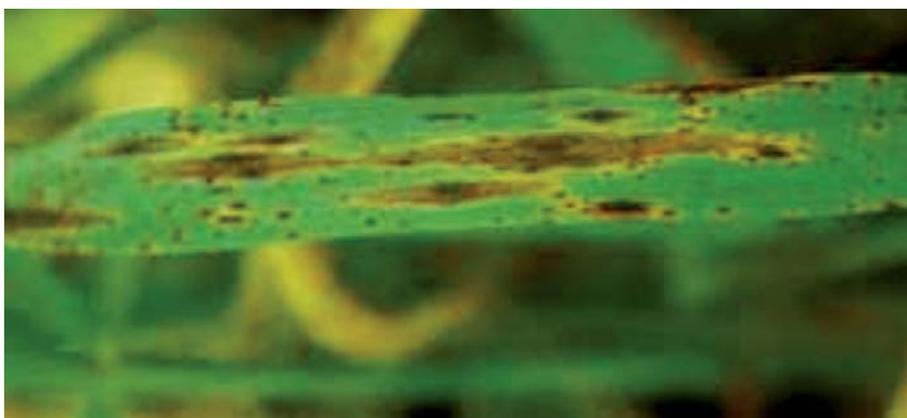


Figura 4. Síntomas de mancha borrosa causada por *Cochliobolus sativus* en hojas de cebada.

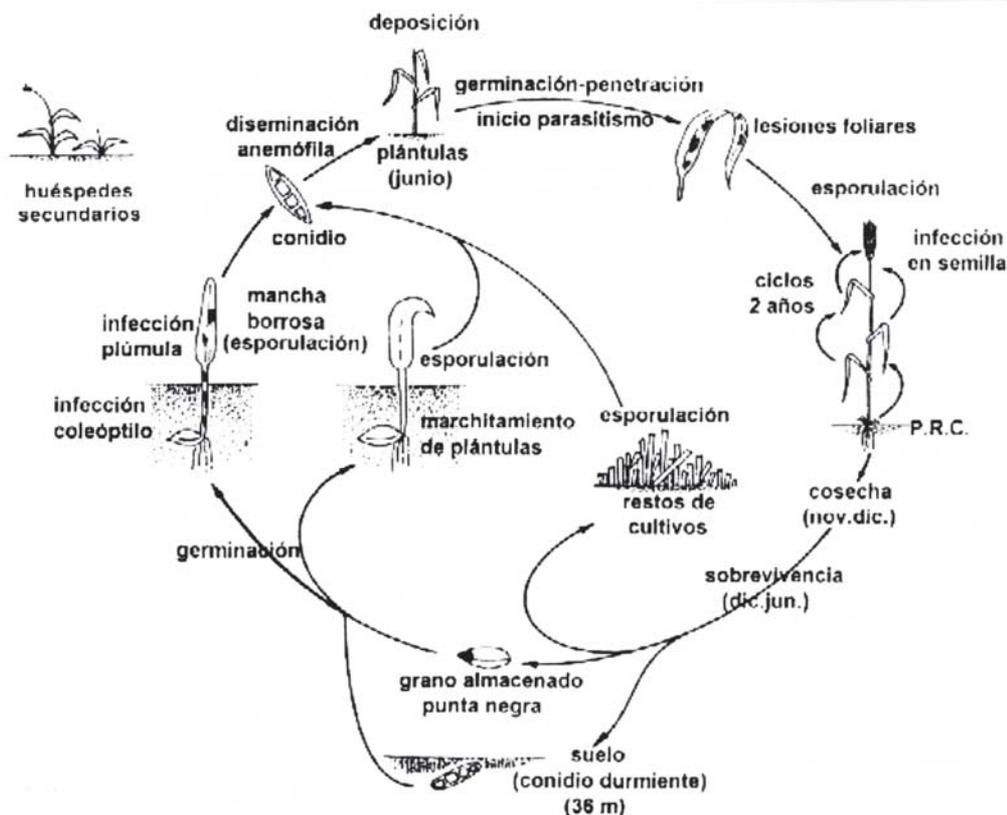


Figura 5. Ciclo biológico de *Cochliobolus sativus*. Dibujo: E. Ramallo.

Las condiciones favorables para la infección foliar son temperaturas óptimas de 25 a 28 °C y al menos 24 horas de agua libre en la superficie de las hojas.

Las principales fuentes de inóculo son las semillas, las lesiones necróticas en plantas del cultivo y plantas voluntarias, rastrojos infectados de huéspedes y para la fase de podredumbre radicular y de coronas, los conidios durmientes en el suelo (Figura 5).

Las semillas son una importante fuente de inóculo primario para la fase de podredumbre de raíces seminales, secundarias o coronales, lesiones en las primeras hojas y muerte de plántulas luego de la emergencia (Reis, 1985). Las infecciones iniciales en las hojas en primavera ocurren generalmente a partir de conidios llevados por el viento producidos en restos de cultivos o en otros huéspedes (Cuadro 5), bajo condiciones de temperaturas cálidas y alta humedad.

Por su parte, los conidios en el suelo tienen baja habilidad saprofítica y se mantie-

nen durmientes (micostasis) para evitar su germinación en ausencia del huésped (Chinn y Tinline, 1964; Cook y Baker, 1983). En Brasil se ha determinado que los mismos pueden permanecer en el suelo hasta 36 meses (Reis, 1985).

Importancia económica

En EE.UU. y Canadá se han registrado pérdidas de 10 a 20% en el rendimiento de grano, pudiendo llegar hasta el 40 % en aquellos casos en que la enfermedad ocurre antes de la espigazón, de esta forma al llegar al estado de grano lechoso la mayoría de las tres últimas hojas mueren. Estas pérdidas se dan tanto por la reducción en el peso como en el tamaño del grano (McMullen y Pedersen, 1982; Mathre, 1997).

Cuando las condiciones ambientales son favorables para el desarrollo de la mancha borrosa durante una o dos semanas luego de la espigazón del cultivo, las pérdidas en rendimiento de grano han sido de 10 a 20 %,

mientras que si estas condiciones persisten por tres o cuatro semanas, las mermas son del orden de 20 a 30 % (Mathre, 1997).

En Uruguay, las mermas en rendimiento de grano causadas por mancha borrosa en el período 2003-2005 fueron de hasta 30%. Este valor fue consecuencia de una gran proporción de cañas quebradas por la acción del hongo (Pereyra, 2005).

La mancha borrosa es capaz de reducir el peso y tamaño de grano y dependiendo del momento de comienzo de la enfermedad, estas reducciones pueden llegar al orden del 40% en ambas variables. *Cochliobolus sativus*, además, reduce la calidad del grano por lo que una alta incidencia de punta negra puede llevar al rechazo del lote en algunos países (Arias, 1995).

Escaldadura

Descripción y ciclo

Las siembras tempranas son las más afectadas por escaldadura, debido a las condiciones ambientales imperantes en las primeras etapas del cultivo: temperaturas más bien bajas (óptimas: 10-20 °C), precipitaciones abundantes y humedad relativa alta.

Esta enfermedad se presenta como manchas ovaladas verde grisáceas de aspecto acuoso, tomando una coloración pardo clara en el centro rodeadas de un halo oscuro (Figura 6). Las manchas aumentan de tamaño

y coalescen afectando toda la lámina foliar hasta inclusive la vaina. En infecciones severas, el hongo puede llegar a infectar glumas y aristas. El desarrollo de la enfermedad está directamente relacionado con la pluviosidad (Pereyra *et al.*, 2005).

El hongo puede permanecer de una temporada a otra como micelio en el rastrojo infectado, en plantas de cebada voluntarias afectadas por la enfermedad, o de algunas gramíneas donde puede sobrevivir (ver Cuadro 5). También se puede transmitir por la semilla aunque se le atribuye una importancia secundaria como fuente de inóculo primario. Como las demás manchas foliares, una vez que el hongo penetra en el tejido produciendo necrosis extrae los nutrientes necesarios. Sobre estas manchas se producen esporas que son diseminadas al resto del cultivo principalmente por la lluvia dependiendo de esta para su diseminación (Figura 7). En general, se propaga entre plantas contiguas en áreas «satélite» de infección (Ayesu-Offei y Carter, 1971).

Importancia económica

A nivel mundial se han establecido pérdidas en el rendimiento de hasta 40 % en epidemias severas de esta enfermedad (Andrade, 1989; Mathre, 1997); siendo las variables más afectadas el número de granos por espiga, número de espigas por planta, peso de mil granos y tamaño del grano (Mathre, 1997). Las infecciones severas tam-



Figura 6. Síntomas de escaldadura causada por *Rhynchosporium secalis* en hojas de cebada.

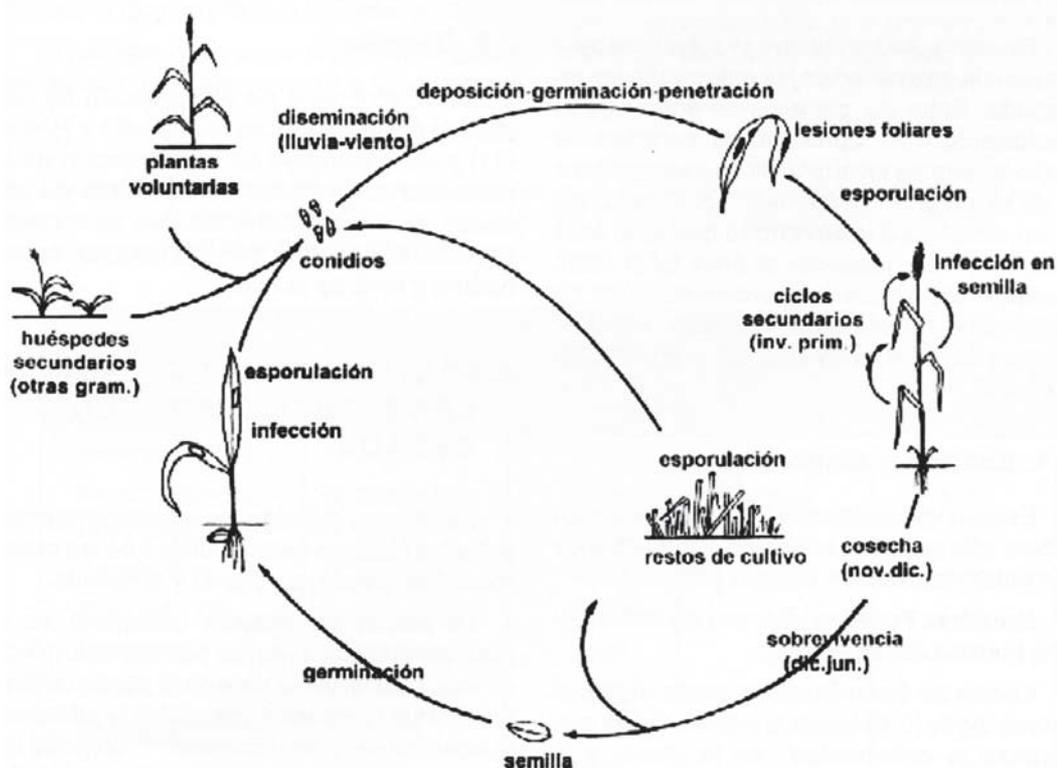


Figura 7. Ciclo biológico de *Rhynchosporium secalis*. Dibujo: E. Ramallo.

bién determinan vuelco del cultivo, aumentando así las pérdidas debido a que las espigas que quedan a nivel del suelo no son alcanzadas por la cosechadora (Andrade, 1989).

En Uruguay, las mermas en rendimiento registradas en el período 1994-1996 han llegado hasta el 30%. El porcentaje de 1ª+2ª es el parámetro que se ve más afectado por esta enfermedad (Cuadro 4).

Cuadro 4. Rango de pérdidas en el rendimiento de grano, porcentaje de 1ª+2ª y peso de mil granos causadas por mancha en red común (INIA La Estanzuela 1994-1996).

Rendimiento	10-30 %
Porcentaje de 1ª+2ª	5-35 %
Peso de mil granos	3-16%

CUANTIFICACIÓN DE LAS MANCHAS FOLIARES EN CEBADA

Existen métodos objetivos y subjetivos para evaluar la intensidad de las manchas foliares en cebada. Entre los primeros, se encuentra la **incidencia** que representa la cantidad de hojas enfermas en el total de hojas evaluadas y se expresa en porcentaje. En el segundo caso, tenemos a la estimación visual de **severidad** que es el área foliar enferma respecto al área foliar total, también expresada en porcentaje. Esta última se estima visualmente mediante escalas, diagramas o por previo entrenamiento con el programa de computación Distrain. También es posible utilizar herramientas de video-imagen para una medición directa de la severidad hoja por hoja.

Escalas y diagramas

Escala de Saari-Prescott, doble dígito: el primer dígito (0-9) indica la altura relativa que alcanza la enfermedad en la planta y el segundo (0-9) representa el porcentaje de área afectada dentro de la altura indicada por el primer dígito (Stubbs *et al.*, 1986). En la práctica se observan 10 a 20 plantas y se les asigna un valor global. Esta escala se utiliza principalmente para comparar distintos materiales (genotipos) a campo.

Diagramas de James (1971): si bien presenta diagramas para varias enfermedades, los mismos resultan muy útiles para asignar severidad (%) de manchas foliares por hoja.

Distrain

Es un programa de computación de uso público desarrollado por Tommerlin y Howell (1985) para entrenarse en la estimación de la severidad de enfermedades foliares de cereales de invierno entre las que se encuentran: mancha en red común, mancha borrosa y escaldadura.

Video-imagen

En la actualidad se cuenta con algunas técnicas basadas en el uso de **video-imá-**

gen, que permiten analizar la presencia de lesiones en el tejido vegetal, y leer el área afectada real a través del uso de una computadora y programa especializados como Assess 2.0® (Lamari, 2008). Éste es un software que permite una rápida medición de área foliar, porcentaje de enfermedad, largo de raíz, conteo de lesiones, porcentaje de cobertura de suelo a través de material escaneado, fotografías digitales, microscopía, etc.

A nivel de chacra, en general se recomienda determinar la severidad de las manchas foliares. Es posible utilizar el dato de incidencia (% de hojas con lesiones > a 2 mm) por ser más fácil y objetivo. Sin embargo, debido a que la relación entre severidad e incidencia sólo es lineal en los niveles más bajos de ambas variables, sólo debe utilizarse incidencia cuando los niveles de severidad no superan 7 a 8% (Figura 8).

El nivel de infección de un cultivo se obtiene mediante un monitoreo en 8-10 puntos de la chacra evaluando en cada punto 15 a 20 tallos por severidad y/o incidencia de la enfermedades presentes. Una vez que se está entrenado en la determinación de severidad es posible recorrer la chacra y hacer una estimación visual en cada uno de esos puntos de la chacra.

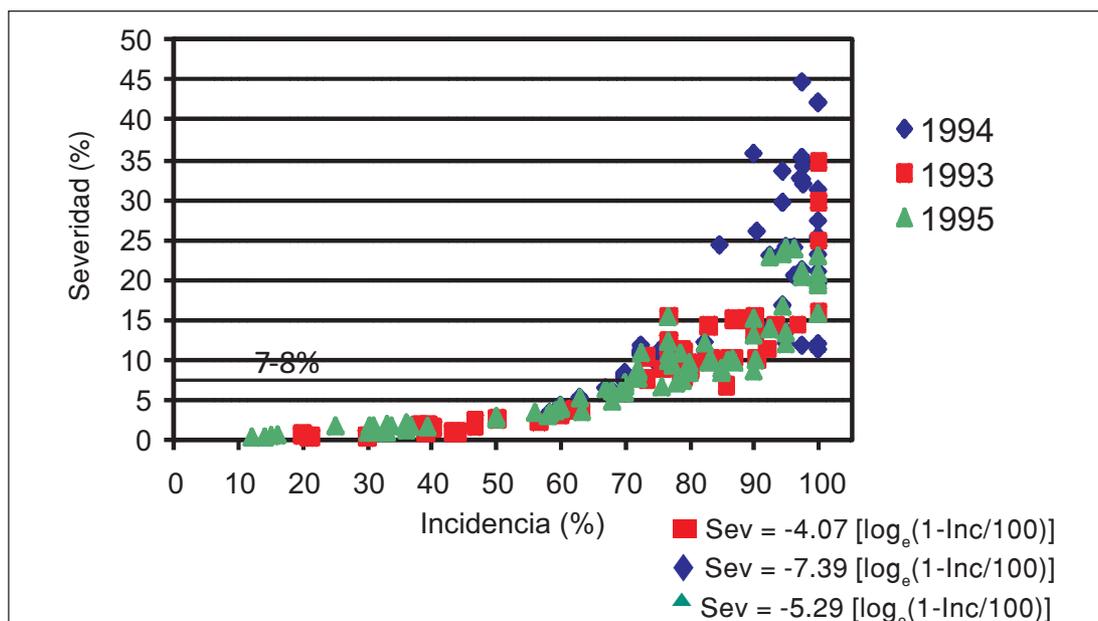


Figura 8. Relación entre severidad e incidencia para mancha en red (1993-1995).

CARACTERÍSTICAS DE LOS PATÓGENOS CAUSALES DE LAS MANCHAS FOLIARES

El manejo de las manchas foliares en cebada requiere del conocimiento de la diversidad de la población de los patógenos involucrados y de su epidemiología incluyendo particularidades de cómo invaden, cómo se desarrollan y principalmente, cómo sobreviven.

Diversidad de la población de los patógenos

A nivel mundial la variabilidad de los aislamientos de *Pyrenophora teres* y *Cochliobolus sativus* en relación a su reacción sobre distintos genotipos de cebada está ampliamente reportada. A nivel nacional, se ha reportado también que los síntomas de mancha en red común y mancha borrosa pueden variar de acuerdo al cultivar de cebada que se examine (Pereyra, 1994; Gamba y Estramil, 2002; Gamba y Tekauz, 2002) lo cual estaría indicando la existencia de una interacción diferencial entre cultivar de cebada y aislamiento del patógeno. Esta área de trabajo, actualmente desarrollada por la Facultad de Agronomía (UDELAR) y presentada por Gamba en esta publicación, es muy importante para complementar la identificación, incorporación y caracterización de la resistencia genética a mancha en red y mancha borrosa.

Epidemiología

Los **requerimientos nutricionales** de los hongos patógenos nos determinan en qué forma sobreviven de una estación de cultivo a otra. Los hongos causantes de las manchas foliares en cebada tienen dos fases en su ciclo de vida: presentan una fase parasítica sobre su huésped vivo y otra saprofitica donde son capaces de seguir alimentándose de la planta aún después de su senescencia. Debido a que son casi enteramente dependientes del rastrojo, son afectados directamente por el rastrojo en superficie. Estos patógenos normalmente no so-

breviven en rastrojo enterrado por más de unos meses, excepto *C. sativus* que es capaz de sobrevivir como conidio durmiente libre en el suelo. Tienen escasa habilidad saprofitica, lo que significa que en competencia libre con otros saprófitos por un sustrato correrían en desventaja, pues tienen menor habilidad competitiva para colonizar un sustrato muerto que otros hongos.

La severidad de la enfermedad en un cultivo es función de la cantidad de inóculo del microorganismo que lo provoca. Si este organismo es capaz de sobrevivir y hasta de multiplicarse en el rastrojo, como es el caso de los patógenos a que nos estamos refiriendo, entonces la severidad va a estar directamente relacionada con la cantidad de rastrojo existente. La relación entre el rastrojo remanente en la superficie del suelo en siembra directa y el incremento en la severidad de las manchas foliares de cebada ha sido ampliamente demostrada (Jordan and Allen, 1984; Rees, 1987; Khan, 1988b). La intensidad con que estos hongos parasitan la planta en la estación siguiente dependerá de su habilidad para sobrevivir y crecer en el rastrojo, y de otros factores tales como su agresividad, la fuente de inóculo, la tasa de descomposición del rastrojo, la intensidad de la enfermedad en el cultivo anterior y las condiciones ambientales.

Fuentes de inóculo

Un patógeno tiene varias formas de ingresar a un cultivo: por aire, acompañando a la semilla o permaneciendo en la chacra en el período entre zafras ya sea alojándose en huéspedes alternativos, en el suelo y/o en el rastrojo.

Aire

Con el objetivo de determinar la importancia del aire como fuente de inóculo para *C. sativus* y *P. teres*, en La Estanzuela se colocaron cuatro veletas cazaesporas en el campo a distintas distancias de un rastrojo de cebada entre los meses de junio y diciembre de 1997. El número promedio de propágulos capturados diariamente fue bajo, con un pico máximo de 10 colonias de *C. sativus* desarrolladas por día en la última

semana de noviembre (Stewart *et al.*, 2001). Esta cifra es inferior a la reportada en Brasil utilizando la misma metodología, pero coincidieron en que en el mes de noviembre se obtuvieron las máximas capturas (Reis y Santos, 1985). Existió una mayor captura general de ambos hongos a medida que avanzó la estación de cultivo. La captura de propágulos de *C. sativus* tuvo una asociación positiva y significativa con la temperatura y las precipitaciones ($r=0.40$ y $r=0.28$, respectivamente). En conclusión, a través del aire ingresan al sistema un bajo número de esporas de *Cochliobolus* y *Pyrenophora*.

Semilla

En el caso de los patógenos causales de las manchas foliares, la asociación semilla-patógeno les asegura la continuidad de su ciclo de vida sin correr el riesgo de morir por inanición. El hongo, acompaña a su fuente de alimento, esperando el comienzo del proceso de germinación de la semilla para volver a parasitar.

En un relevamiento realizado durante tres años (1991 a 1993) en el país, se constataron niveles altos de contaminación en los lotes de semilla de cebada. Los porcentajes promedios de infección de *D. teres* oscilaron entre 2 y 12% en los lotes evaluados, mientras que *C. sativus* presentó una mayor incidencia, en el rango de 14 a 41%, para los tres años evaluados (Stewart, 1995). La transmisión de *D. teres* y *C. sativus* al coleoptile en condiciones de invernáculo fue de 29% y 80%, respectivamente.

La semilla es la fuente de inóculo más importante de *P. teres* y *C. sativus* en siembra convencional. Esta fuente se suma a la del rastrojo en condiciones de siembra directa. Es importante que la semilla a ser uti-

lizada sea sana o tratada adecuadamente (producto y dosis) según los patógenos que presenta (ver artículo «Patología de semillas en trigo y cebada» de S. Gonzalez en esta publicación).

Huéspedes alternativos y plantas voluntarias

Otra forma que presentan los hongos causales de las manchas foliares para sobrevivir entre zafras es permanecer en la chacra y utilizar otros huéspedes como fuente de alimento y supervivencia. La cantidad de huéspedes alternativos que tenga cada patógeno y la incidencia con que se encuentre esa especie en la chacra o zona, determina la importancia que tienen en la epidemiología de la enfermedad.

En el Cuadro 5, se listan los huéspedes alternativos de los hongos causales de las manchas foliares de cebada encontrados en el país hasta el momento. Su patogenicidad sobre cebada fue comprobada en condiciones de invernáculo, luego de aislar y multiplicar los hongos provenientes de las muestras de campo.

Cochliobolus sativus es un patógeno cosmopolita, causa enfermedad tanto en trigo como cebada y además sobrevive sobre una gama muy amplia de huéspedes secundarios. Por esta razón, su supervivencia está casi garantizada.

Las plantas voluntarias o «guachas» de cebada se convierten en malezas frecuentes en siembra directa, y sobre ellas también sobreviven sus propios patógenos. Al igual que para los huéspedes alternativos, la incidencia de plantas voluntarias en la chacra es lo que determina su importancia como fuente de inóculo.

Cuadro 5. Especies vegetales que contribuyen inóculo de *Cochliobolus sativus*, *Pyrenophora teres* f. *teres* y *Rhynchosporium secalis* en condiciones naturales en Uruguay.

C. sativus	P. teres f. teres	R. secalis
<i>B. catharticus</i> (cebadilla)	<i>Hordeum</i> sp. (cebada)	<i>Hordeum</i> sp. (cebada)
<i>Hordeum</i> sp. (cebada)	<i>B. catharticus</i> (cebadilla)	<i>B. catharticus</i> (cebadilla)
<i>L. multiflorum</i> (raigrás)		
<i>Phalaris</i> sp. (Falaris)		
<i>S. bicolor</i> (sorgo)		
<i>T. aestivum</i> (trigo)		

Suelo

De los hongos causales de manchas foliares solamente *C. sativus* es capaz de sobrevivir como conidio durmiente en el suelo. Epidemiológicamente, el inóculo de suelo no es importante para la fase de mancha borrosa, pero sí lo es para la pudrición común de la raíz en trigo y cebada. En Brasil, se han medido valores de hasta 12000 propágulos/g de suelo (Reis, 1985). Asimismo, Piening y Orr (1987) reportaron correlaciones entre la densidad de esporas del hongo en el suelo y la severidad de la pudrición común de la raíz en cebada.

Durante seis años (1993-1998), previo a la siembra de cultivos de invierno, se realizó un muestreo de suelo sobre el experimento de rotaciones iniciado en 1963 en INIA, La Estanzuela. El objetivo fue cuantificar la población de *C. sativus* en el suelo en un sistema de rotación de cultivos de tres años: cebada/ sorgo de segunda, girasol, trigo. Se encontró un efecto significativo del cultivo previo en la cantidad de propágulos del hongo por gramo de suelo seco. La cebada como cultivo previo aumentó la cantidad de *C. sativus* recuperada con respecto a trigo o girasol (Figura 9) (Stewart *et al.*, 2001; Pereyra *et al.*, 2003).

Rastrojo

El rastrojo en superficie no sólo funciona como reservorio de esporas, sino que además induce a ciertos hongos como *P. teres* a reproducirse sexualmente, produciendo pseudotecios en los que se forman ascosporas. Dentro de la capa de rastrojo, la producción de pseudotecios de *Pyrenophora* declina hacia las proximidades del suelo, dado que el rastrojo contra el suelo y dentro del suelo está sujeto a períodos de humedad más prolongados que el que está en superficie. Estos excesos de humedad deprimen la formación de pseudotecios, probablemente debido a que ambientes más húmedos resultan en mayor actividad microbiana y por lo tanto en mayor competencia por el sustrato (Pfender, *et al.*, 1988). Por el contrario, la formación de pseudotecios es máxima cuando el rastrojo está en pie (Zhang and Pfender, 1992). Los pseudotecios de las *Pyrenophora spp.* se desarrollan más en los entrenudos superiores de los tallos que en los basales (Pfender, *et al.* 1988).

El período de tiempo durante el cual no se puede volver a sembrar cebada o un cultivo susceptible a alguna de las enfermedades de cebada está dado por la supervivencia de cada hongo en el rastrojo (Figura 10) y la contribución de inóculo a partir del mismo.

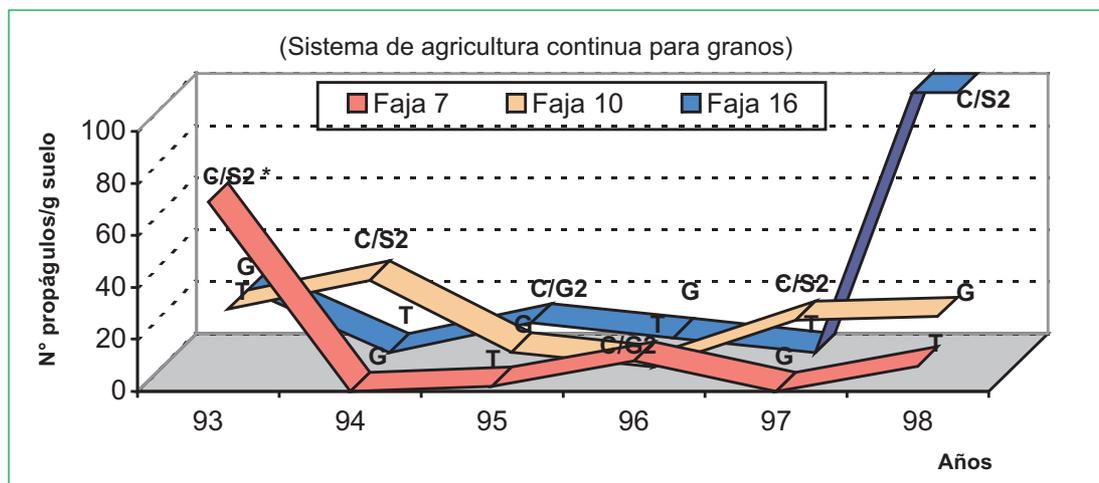


Figura 9. Densidad de propágulos de *Bipolaris sorokiniana* en el suelo en distintos momentos de un sistema de rotación agrícola (por faja, por año) (Stewart *et al.*, 2001).

* Cultivo previo al muestreo de suelo. G: girasol, S: sorgo, C: cebada, T: trigo.

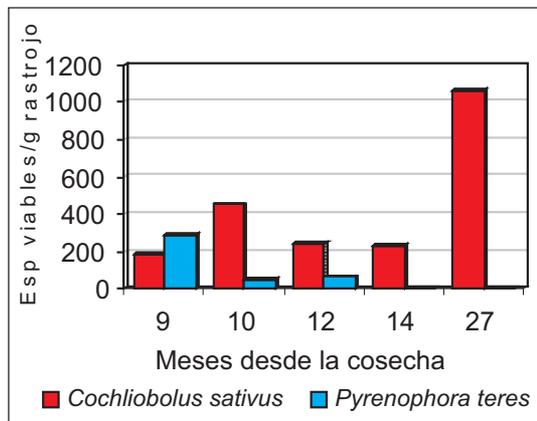


Figura 10. Supervivencia de *Pyrenophora teres* y *Cochliobolus sativus* en el rastrojo de cebada luego de la cosecha.

En base a la información generada en el país en estos estudios epidemiológicos, un período de dos a tres años (equivalente a uno o dos inviernos) sin cultivos susceptibles sería suficiente para reducir infecciones tempranas de mancha en red y mancha borrosa.

ESTRATEGIAS DE MANEJO

Manejo por prácticas culturales - Rotación de cultivos y manejo del rastrojo

El rastrojo en superficie representa la mayor fuente de inóculo para los hongos

causales de las manchas foliares. La presencia de rastrojo infectado asegura que, de darse condiciones ambientales favorables para el desarrollo de las manchas foliares, la infección ocurre más tempranamente en comparación con la ausencia del mismo (Figura 11). Debido a que más del 80% del área sembrada de cebada es bajo la modalidad de siembra directa, la medida clave para viabilizar la siembra directa es el uso de rotación con cultivos no susceptibles a los patógenos de cebada.

La rotación es una forma de eliminar al huésped, dándole tiempo suficiente a los microorganismos del suelo a mineralizar el rastrojo. Esta práctica disminuye el inóculo inicial llevando a que la enfermedad aparezca más tardíamente, tenga menor tasa de desarrollo y menor intensidad máxima. Es una herramienta muy eficaz en el control de aquellas manchas foliares que posean un estrecho rango de huéspedes (ver Cuadro 5).

Es fundamental evitar la siembra de cebada sobre rastrojo de cebada especialmente bajo siembra directa. La peor situación sanitaria ocurre cuando se siembra un cultivar sobre rastrojo del mismo cultivar. Ello potencia, no sólo la aparición temprana de las enfermedades a las que ese cultivar es susceptible, sino además la aparición de nuevas formas de los hongos (patotipos) con mejor adaptación a infectar ese cultivar. La detección y extensión de la mancha en red tipo 'spot' ocurrió predominantemente en

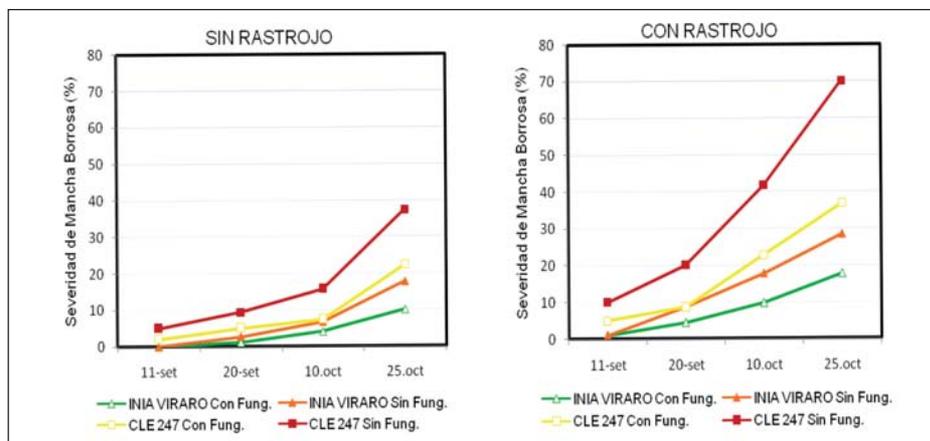


Figura 11. Evolución de mancha borrosa en el cultivar de cebada INIA Viraró (baja susceptibilidad) y la línea CLE 247 (altamente susceptible), en dos situaciones de rastrojo (con y sin rastrojo infectado) y con y sin fungicida. Zafra 2008. (Pereyra y Díaz, 2009).

chacras de cebada de cultivares susceptibles con rastrojo del mismo cultivar.

Como se mencionó anteriormente, el período de tiempo durante el cual no se puede volver a sembrar cebada está dado por la supervivencia de cada hongo en el rastrojo y la contribución de inóculo del mismo. El **análisis sanitario del rastrojo** del cereal de invierno de la zafra anterior puede ser una herramienta orientativa para decidir la siembra. Es un análisis rápido que cuantifica a los hongos presentes en el rastrojo dando una idea del potencial patogénico del mismo. El dato de concentración de hongos en el rastrojo debe estar acompañado del dato de la cantidad de rastrojo sobre la superficie del suelo, ya que concentraciones similares por gramo de rastrojo pueden producir contaminaciones y por lo tanto infecciones muy diferentes por unidad de área.

MANEJO POR ÉPOCA DE SIEMBRA

Los requerimientos más bajos de temperaturas y altas precipitaciones del hongo causal de la escaldadura (Pereyra *et al.*, 2005) determinan que haya una mayor incidencia de la misma en siembras tempranas. Por ello, no se recomienda la siembra de cultivares susceptibles a esta enfermedad en dichas épocas, especialmente al sur del país.

Por el contrario, los requerimientos de temperaturas más altas por parte del *C. sativus* determinan que la mancha borrosa sea una enfermedad que aparezca generalmente luego de la espigazón, y más predominantemente en el norte del país. Siembras tardías determinarían un período mayor de condiciones favorables durante el ciclo del cultivo.

MANEJO POR RESISTENCIA GENÉTICA

Se ha puesto especial énfasis en: a) caracterizar anualmente a los cultivares en producción y en evaluación de los distintos PMG frente a mancha en red común, man-

cha en red tipo spot, mancha borrosa y escaldadura, con el fin de asistir en la toma de decisiones de planes de siembra de las empresas así como también en el manejo sanitario del cultivo y b) incorporar resistencia a estas enfermedades en el programa de mejoramiento genético (PMG) de INIA.

En relación al primer punto, el comportamiento sanitario se evalúa en ensayos, viveros (colecciones sanitarias) y en pruebas de invernáculo para mancha en red (tipo red y tipo spot), mancha borrosa y escaldadura. En los ensayos de la red de Evaluación Nacional de Cultivares (INIA-INASE) se evalúa el comportamiento en planta adulta a manchas foliares, entre otras enfermedades, bajo condiciones de infección natural en distintas localidades y fechas de siembra. En las colecciones sanitarias se evalúa el comportamiento en planta adulta, bajo inoculaciones artificiales con el patógeno de interés o en condiciones de infección natural si se presentan altos niveles de la enfermedad de interés en forma temprana. Se siembran en épocas apropiadas para que se exprese la enfermedad en estudio. Las pruebas de plántulas para mancha en red y mancha borrosa se realizan en condiciones de invernáculo, con inoculaciones del hongo al estado de segunda hoja totalmente expandida.

Conocer el comportamiento sanitario del cultivar a manejar es clave en un programa de manejo integrado de enfermedades. Esta información se difunde anualmente en las publicaciones INIA e INASE-INIA previo a la siembra, de la forma que se presenta en el Cuadro 6.

En general, para manchas foliares se busca incorporar resistencia a materiales con buena adaptación y calidad maltera mediante cruza simples, triples o una retrocruza.

El esfuerzo en los últimos años para incorporar resistencia a **escaldadura** ha sido menor en relación a las otras manchas foliares por tener esta enfermedad una importancia secundaria. Se ha intentado mantener un mínimo de resistencia con fuentes de resistencia europeas utilizadas en cruza con materiales adaptados y/o con calidad maltera adecuada. En el caso de **mancha en red común**, los esfuerzos para incorpo-

Cuadro 6. Comportamiento sanitario (niveles de infección) de los cultivares de cebada en producción 2010 (modificado de Castro *et al.*, 2010).

Variedad	ESC	MRTR	MRTS	MB
INIA Ceibo (CLE 202)	BI	B	IB	IA
INIA Arrayán (CLE 233)	B	B	IB	I
MUSA 936	A	B	A	IA
Norteña Carumbé	IA	BI	IA	I
Norteña Daymán	IA	I	A	I
Ackermann Madi	A	A	A	I
INIA Guaviyú (CLE 240)	I	BI	I	BI
Barke	IA	A		AI
MP 1010	IB	BI	IA	IA

ESC: escaldadura, MRTR: mancha en red común; MRTS: mancha en red tipo spot; MB: mancha borrosa.
 B: bajo; I: intermedio; A: alto.

rar resistencia realizados desde etapas tempranas del programa de mejoramiento genético de INIA unido a condiciones adecuadas de selección cada año, han determinado que se hayan alcanzado niveles adecuados de resistencia a esta enfermedad en los cultivares INIA en producción y en las líneas avanzadas del programa. En este caso la estrategia a seguir será mantener el nivel de resistencia alcanzado.

Específicamente, en los últimos años se ha buscado incrementar el nivel de resistencia a mancha borrosa combinando resistencia de fuentes de distinto origen a través de cruza simples y triples. Para **mancha borrosa**, se han utilizado fuentes de resistencia provenientes de ICARDA/CIMMYT (Arupo/K8755//Aleli; PY2325/Mag102//Cossak; Emir/3/Api/CM67/4/Shyri), a partir del 2004 provenientes de Dakota del Norte, EEUU (ND 17268, ND17293, ND17380, ND19074 y actualmente ND21990, ND23122 y ND23180), europeas como Perún y Tolar y líneas del programa de INIA como CLE 226. Para **mancha en red tipo spot** se han identificado fuentes provenientes de Australia, Canadá, EE.UU. y líneas de INIA-Uruguay.

Manejo por fungicidas (semilla y cultivo)

Semilla

Es importante lograr una rápida implantación del cultivo mediante el uso de semilla sana o tratada adecuadamente para los patógenos presentes en la misma, de buen vigor y poder germinativo. De esta forma y mediante una adecuada nutrición inicial, el cultivo tendrá mayor tolerancia o compensación a los efectos negativos de las enfermedades.

Antes de decidir el tratamiento de la semilla es necesario que se realice un análisis sanitario del lote con el fin de cuantificar los principales patógenos transmitidos por semilla y de esta forma decidir el curasemilla o combinación de éstos más apropiada. La eficiencia de control de varios productos para estos patógenos se puede consultar en el artículo en esta publicación «Patología de semillas de trigo y cebada» (S. Gonzalez).

Parte aérea

Hace 15 años, las aplicaciones de fungicidas en el cultivo de cebada eran casi inexistentes, limitándose a situaciones puntuales. Desde entonces, el avance en el conocimiento de las pérdidas tanto en términos de rendimiento como calidad física de grano provocadas por las distintas enfermedades en nuestras condiciones, así como de niveles críticos de severidad o incidencia (Pereyra, 1996; Pereyra, 2005; Pereyra *et al.*, 2005) para la toma de decisiones, cultivares con mayor potencial de rendimientos y precios favorables de la cebada y menores de los fungicidas, han determinado una mayor adopción de los fungicidas como herramienta en el control de las manchas foliares, entre otras.

Previo a la decisión de aplicar fungicidas y debido a que es frecuente la confusión de ciertos síntomas de causa fisiológica, o inducidos por otros patógenos como bacterias, oídio (reacción de resistencia a ésta) o *Ramularia* con los síntomas iniciales de las manchas foliares es recomendable realizar una correcta identificación de las enfermedades presentes en el cultivo. A su vez, es importante enfatizar el seguimiento de las enfermedades en cultivares con comportamientos sanitarios comprometidos (moderadamente susceptibles y susceptibles) desde etapas tempranas del cultivo para utilizar el mejor plan de control químico.

Los factores a tener en cuenta en la decisión incluyen: conocer el **comportamiento del cultivar** frente a manchas y enfocarnos en un seguimiento más cercano de los categorizados como de susceptibilidad intermedia a alta, situación de riesgo del **rastrajo previo, rendimiento potencial del cultivo, condiciones climáticas ocurridas y pronosticadas, nivel de infección del cultivo.**

Para estas enfermedades, tradicionalmente se ha recomendado la utilización de niveles críticos (nivel de severidad o incidencia de la enfermedad a partir del cual la pérdida en rendimiento justifica el costo de

la aplicación) calculados en base a las funciones de pérdidas para el control de las mismas (Pereyra, 1996; Pereyra, 2005; Pereyra *et al.*, 2005). Sin embargo, los valores de severidad y/o incidencia críticos resultantes en la situación actual, se encuentran muy cercanos a inicios de infección. En mancha en red común y tipo spot se manejan niveles críticos aproximados de 5-6% de severidad (50-60% de incidencia), mientras que para mancha borrosa de 3-4% de severidad (40-50% de incidencia). Se debe recordar que en situación de rastrajo infectado, los niveles que justifican la aplicación de fungicidas se alcanzan antes (ver Figura 11).

La eficiencia de control de los diferentes productos disponibles (en las dosis recomendadas) en el mercado dependerán de la enfermedad a controlar. La elección del producto va a depender de la enfermedad que se quiere controlar. En el cuadro 7 se presenta la eficiencia de control de distintos fungicidas evaluados desde hace varios años, para las distintas manchas foliares de cebada. Esta información es actualizada y difundida anualmente. En el seminario se presentará información de la eficiencia de control de algunos fungicidas en años de alta infección de cada enfermedad.

Si bien los estudios de manejo de la **mancha en red tipo spot** con fungicidas iniciados en 2008 han demostrado que los niveles críticos que se manejan para mancha en red común son válidos también para esta enfermedad, en situaciones de rastrajo infectado es posible alcanzar niveles críticos tan tempranamente como a dos o tres hojas. En esta situación, se ha demostrado que no es útil realizar aplicaciones tan tempranas. Los resultados de ensayos de evaluación de distintos momentos de aplicación en las últimas dos zafas indican que en general, la severidad entre los estados mencionados y fin de macollaje disminuye a causa de una rápida emisión de hojas en esa etapa. La aplicación de fungicida a partir de elongación y cuando alcance nuevamente los niveles críticos sería lo más recomendable (Figura 12).

Cuadro 7. Eficiencia de control de distintos fungicidas evaluados por al menos dos zafras con alta infección de manchas foliares en cebada en INIA La Estanzuela (1998-2009).

Ingrediente activo (nombre comercial evaluado)	DOSIS (cc/ha)	MRTR ¹	ESC ¹	MB ¹	MRTS ¹
Carbendazim + epoxiconazol (<i>Swing</i>)	1000	I ²	I	I	-
Difenoconazol + propiconazol (<i>Taspa</i>)	250	I	I	-	-
Metconazol (<i>Caramba</i>)	1000	I	I	-	-
Propiconazol (<i>Tilt</i>)	500	I	I	-	-
Tebuconazol (<i>Folicur</i>)	450	I	I	-	-
Tebuconazol (<i>Silvacur 25EW</i>)	750	I	I	BI	I
Tebuconazol (<i>Orius</i>)	750	I	-	-	I
Tebuconazol (<i>Bucaner 25EW</i>)	750	I	-	IB	-
Flusilazol + carbendazim (<i>Fusión</i>)	800-1000	I-A ³	-	I ³	-
Propiconazol + ciproconazol (<i>Artea</i>)	400	I-A	-	I	-
Azoxistrobin (<i>Amistar</i>)	400	B ⁴ /A	B	-	-
Azoxistrobin + A.M. (<i>Amistar + Nimbus</i>)	300	I	-	IA	-
Azoxistrobin+ ciproconazol +A.M. (<i>AmistarXtra+Nimbus</i>)	350	A	-	A	-
Trifloxistrobin + ciproconazol (<i>Sphere</i>)	600	A	I-A	A	-
Piraclostrobin + epoxiconazol (<i>Opera</i>)	1000	A	A	A	A
Trifloxistrobin + propiconazol (<i>Stratego</i>)	750	I-A	A	-	-
Kresoxim-metil + epoxiconazol (<i>Allegro</i>)	1000	A	-	IA	IA
Trifloxistrobin + tebuconazol (<i>Nativo</i>)	800	A	-	A	A
Kresoxim-metil+tebuconazol (<i>Conzerto</i>)	1000	IA	-	IA	I
Azoxistrobin+tebuconazol (<i>Ventum Plus</i>)	400-500	A-I	-	IA	-

¹MRTR: mancha en red común, MB: mancha borrosa, ESC: escaldadura, MRTS: mancha en red tipo spot.

²Eficiencias de control: A: ALTA (>80%) I: INTERMEDIA (80-70%); B: BAJA (<70%).

³Información de un año.

⁴Baja eficiencia con condiciones de altas precipitaciones luego de la aplicación del fungicida.

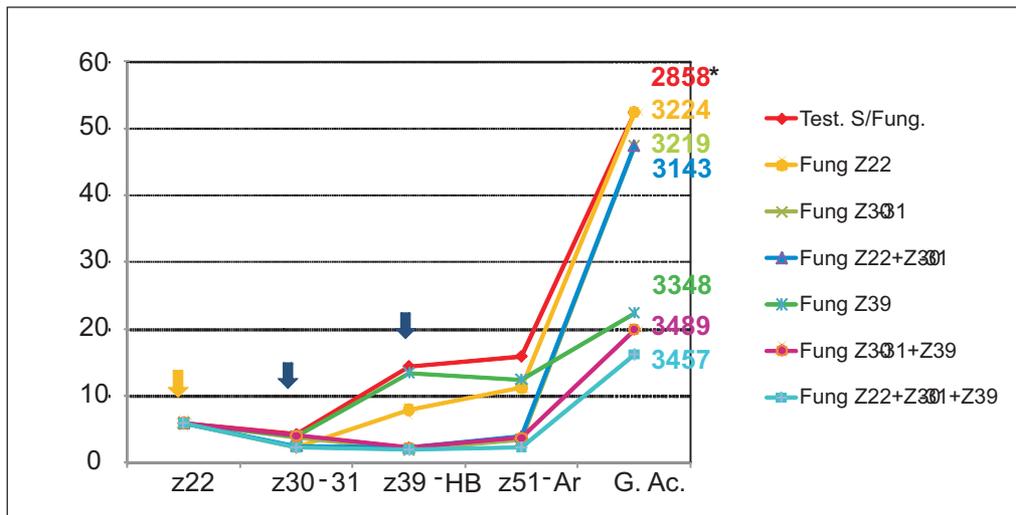


Figura 12. Severidad de mancha en red tipo spot para distintos momentos de aplicación de fungicida (indicados con las respectivas flechas). Palo Solo, 2009.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

En la última década se han logrado importantes avances en el manejo de la mancha en red común, tanto en términos de cultivares con mayor niveles de resistencia como en los conocimientos de epidemiología y de manejo cultural y con fungicidas. Sin embargo, las manchas que presentan más desafíos para su control en nuestro país en la actualidad son mancha borrosa y mancha en red tipo spot. En éstas se continuará haciendo un mayor énfasis, tanto en la caracterización e incorporación de resistencia en materiales adaptados y con calidad maltera, así como en su dinámica en los sistemas actuales de producción y en el ajuste de aspectos de control químico.

A nivel de producción es básico que se utilicen las herramientas generadas y disponibles para un manejo integrado de las manchas foliares en cebada.

AGRADECIMIENTOS

La información presentada en este artículo, y generada en los últimos 15 años no hubiera sido posible sin la valiosa colaboración de Néstor González, Mónica García, William Alvarez, Samuel Rabaza, Dahiana Bentos, Marcelo Rodríguez y Angel Hernandez.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADE, O.** 1989. Rincosporiosis o escaldadura de la hoja de la cebada *Rynchosporium secalis* (Oud.) J.J. Davis, en la zona sur de Chile. Sintomatología, condiciones predisponentes, daño y control. Boletín Técnico N°138. INIA Chile. 17 p.
- AYESU-OFFEI, E. N.; CARTER, M. V.** 1971. Epidemiology of leaf scald of barley. Austr. J. Agric. Res. 22:383.
- CHINN, S. H. F.; TINLINE, R. D.** 1964. Inherent germinability and survival of spores of *Cochliobolus sativus*. Phytopathology 54: 349-352.
- COOK, R. J., BAKER, K. F.** 1983. The nature and practices of biological control of plant pathogens. APS Press. St. Paul, MN, 539 p.
- DEADMAN, M. L.; COOKE, B. M.** 1987. Effects of net blotch on growth and yield of spring barley. Ann. Appl. Biol. 110: 33-425.
- GAMBA, F.; ESTRAMIL, E.** 2002. Variation in virulence within an Uruguayan population of *Cochliobolus sativus*. En: Second International Workshop on Barley Leaf Blights. ICARDA, Aleppo, Syria. p. 20.
- GAMBA, F.; TEKAUZ, A.** 2002. Physiologic specialization in Uruguayan isolates of *Pyrenophora teres*. En: Second International Workshop on Barley Leaf Blights. ICARDA, Aleppo, Syria. pp. 15-16.
- GASSEN, F.R.; REIS, E.M.** 1990. Efeito da rotação de culturas na evolução da mancha reticular da cevada causada por *Drechslera teres*. Relatório FAPERGS. 8 p.
- JAMES, W. C.** 1971. A manual of disease assessment keys for plant diseases. Can. Dept. Agr. Publ. 1450. 50 p.
- JORDAN, V. W. L.** 1981. Aetiology of barley net blotch caused by *Pyrenophora teres* and some effects on yield. Plant Pathol. 30:77-87.
- JORDAN V. W. L ; ALLEN, E. C.** 1984. Barley net blotch: influence of straw disposal and cultivation methods on inoculum potential, and on incidence and severity of autumn disease. Plant Pathol. 33: 547-559.
- KHAN, T. N.** 1988a. Relationship between net blotch (*Drechslera teres*) and losses in grain yield of barley in Western Australia. Austr. J. Agric. Res. 38: 671-679.
- KHAN T. N.** 1988b. Effects of stubble-borne fungal inoculum on incidence of leaf diseases and yield of barley in Western Australia. Aust. J. Exp. Agriculture 28: 529-32.
- LAMARI, L.** 2008. Assess 2.0: Image analysis software for plant disease quantification. APS Press, St. Paul, MN.

- LEISOVA, L.; KUCERA, L.; MINARIKOVA, V.; OVESNA, J.** 2005. AFLP-based PCR markers that differentiate spot and net forms of *Pyrenophora teres*. Plant Pathol. 54: 66-73.
- MATHRE, D. E.** 1997. Compendium of barley diseases. 2nd ed. APS Press. St. Paul, MN. 90 p.
- McDONALD, W.C.; BUCHANNON, K.W.** 1964. Barley yield reductions attributed to net blotch infection. Can. Pl. Dis. Surv. 44: 118.
- MCLEAN, L. S.; HOWLETT, B. J.; HOLLAWAY, G. J.** 2009. Spot form of net blotch, caused by *Pyrenophora teres* f. *maculata*, is the most prevalent foliar disease of barley in Victoria, Australia. *Australasian Plant Pathology* 39: 46-49.
- PEREA, C.** 1984. Efectos de la mancha en red en cebada cervecera. En: Univ. de la Rep., Fac. de Agr. Reunión técnica, 7a. Montevideo. 5-7 de septiembre de 1984. p. 60. (Resumen).
- PEREYRA, S.** 1994. Estudios preliminares de variabilidad patogénica de *Drechslera teres* en cebada. En: V Reunión Nacional de Investigadores de cebada. Mesa Nacional de Cebada Cervecera. Paysandú, Uruguay. p. 150-152.
- PEREYRA, S.** 1996. Estrategias para el control químico de enfermedades en cebada. INIA, Uruguay. Boletín de divulgación N° 57. 20 p.
- PEREYRA, S.** 2005. Uso de fungicidas en cebada. En: Jornada Técnica de Cultivos de Invierno. INIA Uruguay. Serie Actividades de Difusión N° 404. p. 5-9.
- PEREYRA, S.; DÍAZ DE ACKERMANN, M.** 2009. Enfermedades transmitidas por rastrojo en trigo y cebada. En: Jornada Técnica de Cultivos de Invierno. INIA Uruguay. Serie Actividades de Difusión N° 566. p. 25-34.
- PEREYRA, S., STEWART, S.; ABADIE, T.** 2003. Efecto de la rotación de cultivos en la población de *Bipolaris sorokiniana* en el suelo. En: Seminario 40 años de rotaciones agrícolas-ganaderas. INIA Uruguay. Serie Técnica N° 134. p. 81-84.
- PEREYRA, S.; STEWART, S.; DÍAZ, M.** 2005. Manual para la identificación de enfermedades en cereales de invierno. 2^a ed. INIA Uruguay. Boletín de Divulgación N° 61.
- PFENDER, W.F.; PACEY, C.A.; ZHANG, W.** 1988. Saprophytic growth and pseudothecia production by *Pyrenophora tritici-repentis* and plant tissue held at controlled water potentials. *Phytopathology* 78: 1205-1210.
- PIENING, L.J.; ORR, D.** 1987. Effects of crop rotation on common root rot of barley. *Can. J. Plant Pathol.* 10: 61-65.
- REES R. G.; PLATZ, G. J.** 1987. Effects of tillage practices on foliar diseases. En: P. S. Cornish, J. E. Partley (eds). Tillage. Inkata Press, Melbourne and Sydney. p 318-334.
- REIS, E. M.** 1985. Doenças do trigo; podridão comum de raízes. Sao Paulo. CND. 43 p.
- REIS, E. M.** 1991. Mancha en red de la cebada: biología, epidemiología y control de *Drechslera teres*. INIA Uruguay. Serie Técnica N° 3. 20 p.
- SHIPTON, W.A.** 1966. Effect of net blotch infection of barley on grain yield and quality. *Austr.J. of Exp.Agric. and Animal Hunds.* 6: 437-440.
- STEWART, S.; PEREYRA, S.; DÍAZ, M.** 2001. Manchas foliares de trigo y cebada en siembra directa. INIA Uruguay. En: Documento on-line N° 36. Disponible en: <http://www.inia.org.uy/online/site/publicacion-ver.php?id=698>
- STUBBS, R. W.; PRESCOTT, J. M.; SAARI, E. E.; DUBIN, H. J.** 1986. Manual de metodologías sobre las enfermedades de los cereales. México. CIMMYT. 46 p.
- TOMERLIN, J. R.; HOWELL, T. A.** 1988. Distrain: a computer program for training people to estimate severity on cereal leaves. *Plant Dis.* 72: 455-459.
- ZHANG W.; PFENDER W. F.** 1992. Effect of residue management on wetness duration and ascocarp production by *Pyrenophora tritici-repentis* in wheat residues. *Phytopathology* 82: 1434-1439.