

CAPITULO

Cebada: Manejo de enfermedades

Silvina Larran

Introducción

El cultivo de cebada en los últimos años ha presentado en nuestro país un paulatino incremento en la superficie sembrada, producción y en los valores de exportación, lo que responde a varios factores. Por un lado, a que posibilita una cosecha temprana en comparación con su principal competidor, el trigo, lo que favorece la implantación de cultivos de verano como la soja. Otras de las causas del incremento de la cebada son la aparición en el mercado de variedades de alto rendimiento, de buena calidad comercial (grano uniforme) y de buena calidad maltera-cervecera, a la demanda de producción para la exportación de malta y para la industria cervecera de nuestro país. Por otro lado, también debe mencionarse que responde a una reacción frente a políticas desalentadoras para la producción de trigo tales como la aplicación de retenciones en la comercialización y cupos de exportación.

Siendo la producción de malta y cerveza el principal destino del grano de cebada cervecera se requiere continuidad en el abastecimiento y en la calidad del grano. Así son características de importancia su poder germinativo (con una base de 98 %), un mínimo de 9,5 % de proteína y un 85 % del grano con un calibre de 2,5 mm, de acuerdo con lo establecido en las bases para la comercialización (Resol. 27/2013, Senasa, 2013).

Entre los principales factores limitantes de los rendimientos y de la calidad de los granos de cebada se destacan las enfermedades, principalmente las de origen fúngico. Las enfermedades causadas por patógenos afectan diferentes procesos biológicos de las plantas que alteran directamente su morfología y fisiología normal, como la fotosíntesis, la respiración, la traslocación de agua y nutrientes, la reproducción y ocasionan un aumento de la tasa de transpiración por ruptura de la epidermis.

Considerando los conceptos de nivel productivo del cultivo de Rabbinge (1993), las enfermedades son factores reductores que limitan la manifestación de la potencialidad genética de un cultivo en una determinada región interfiriendo en la generación de los componentes del rendimiento (Carmona & Sautua, 2017). En este sentido, es importante remarcar que el cultivo de cebada, si bien tiene similitudes con el trigo, tiene algunos aspectos característicos que deben ser considerados para el manejo del mismo. Por un lado, al igual que en trigo, el número de granos.m⁻² es el principal componente del rendimiento, sin embargo, en cebada, el número de espigas.m⁻² cumple un rol preponderante ya que la espiga tiene baja capacidad para compensar

el número de granos por espiga. Por otro lado, el período crítico en cebada se adelanta en relación con el trigo por lo cual para mantener la sanidad del cultivo el monitoreo de enfermedades debería comenzar antes.

Cabe mencionar que el incremento de la superficie sembrada de cebada en el país viene acompañado de un aumento en la incidencia y severidad de algunas enfermedades típicas del cultivo, aparición de nuevas o reemergencia de otras enfermedades. Esto se debe a la expansión del cultivo, al escaso número de variedades utilizadas con destino a la industria maltera/cervecería y a los sistemas de producción implementados en los últimos años como la siembra directa, el monocultivo, o menor diversidad en la secuencia de los cultivos, a la difusión de variedades susceptibles y a la utilización de semillas infectadas, entre otras causas (Carmona, 2008a; Errenguerena *et al.*, 2017).

Las enfermedades en la cebada se presentan a lo largo de todo el ciclo del cultivo, siendo las más importantes las manchas foliares, las que reducen el índice de área foliar, con efectos diferentes sobre la interceptación de la radiación y por ende sobre la biomasa, según el cultivo haya llegado o no al índice de área foliar crítico (Paveley *et al.*, 2001; Carretero *et al.*, 2010). Asimismo, Bingham & Topp (2009) demostraron que la presencia de enfermedades foliares en los estratos inferiores del canopy reduce en mayor medida la absorción de radiación del cultivo cuanto más abierto es el canopy. El efecto sobre la eficiencia del uso de la radiación puede depender del patógeno considerado, tal como ha sido demostrado en trigo (Bancal *et al.*, 2007; Carretero *et al.*, 2010; Schierenbeck *et al.*, 2016). Los patógenos que ocasionan manchas foliares producen toxinas que ocasionan la muerte de los tejidos y por ende afectan la respiración y la fotosíntesis (Carmona, 2008b). Asimismo, en relación con patógenos biotróficos como las royas y oídios, se ha demostrado que modifican la relación fuente-destino, derivando para sí mismos los nutrientes elaborados por el hospedante (Simón *et al.*, 2020). Se han observado reducciones en la tasa de fotosíntesis neta de hojas afectadas con la roya de la hoja, cuando se consideró el área total de la hoja, en tanto que al expresarla por unidad de área verde se observaron incrementos en la tasa fotosintética de las hojas enfermas (Owera *et al.*, 1981). Las enfermedades foliares pueden afectar cualquiera de los componentes del rendimiento dependiendo del momento en que afectan al cultivo. Por otro lado, las pérdidas que ocasionan varían según el año y el genotipo (Carmona, 2008b). Serrago *et al.* (2009) determinaron que cuando los cultivos invernales alcanzan altos rendimientos existe una co-limitación por fuente y por destino, utilizando gran parte de las reservas almacenadas en tallos, aún sin presencia de enfermedades, por lo que el rol de dichas reservas en la tolerancia a enfermedades es discutido. Por otro lado, se ha demostrado que la fotosíntesis de la espiga tiene un rol de importancia por su contribución en el llenado del grano, pudiendo realizar el principal aporte de fotoasimilados comparado con la hoja bandera (Tambussi *et al.*, 2007). Asimismo, se ha demostrado que la fotosíntesis de la espiga tiene una mayor tolerancia frente a condiciones de stress hídrico. De acuerdo con esto podría esperarse que la fotosíntesis de la espiga podría ser un atributo importante en la tolerancia a enfermedades por el rol que cumplen en el llenado de granos.

La cebada también es afectada por patologías que ocasionan pudriciones radiculares y en este caso, los patógenos intervinientes alteran la absorción y traslocación de agua y nutrientes

ocasionando síntomas como marchitamientos. Otras patologías afectan la reproducción de la espiga transformando a los granos en masas carbonosas (carbones) (Carmona, 2008b).

Las principales enfermedades que afectan en la actualidad al cultivo de la cebada en nuestro país y que se han incrementado en los últimos años son la mancha en red (*Drechslera teres* (Sacc.) Shoemaker), la escaldadura (*Rhynchosporium commune* Zaffarano, B. A. McDonald & A. Linde) y la mancha borrosa (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem.). Otras enfermedades de importancia que afectan a este cultivo son la ramulariosis o salpicado necrótico por *Ramularia collo-cygnis* B. Sutton & J.M. Waller, la roya de la hoja (*Puccinia hordei* Otth) y el carbón volador de la cebada (*Ustilago nuda* (Jens.) Rostr.). A su vez, algunas enfermedades que afectan a este cultivo también infectan al trigo y entre ellas pueden mencionarse a la fusariosis de la espiga (principalmente causada por *F. graminearum*), a la roya negra del tallo (*Puccinia graminis* Pers.), el pietín (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) y, otras enfermedades con formas especiales que afectan a la cebada como la roya amarilla (*P. striiformis* Westend. f. sp. *hordei*) y el oídio de los cereales *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* (DC.) Speers. Entre las bacteriosis que tienen como hospedantes al trigo y la cebada se registran según regiones y condiciones climáticas el rayado bacteriano o espiga negra por *Xanthomonas translucens* pv. *undulosa* y el tizón bacteriano (*Pseudomonas syringae*). Y, entre las enfermedades de origen virósico se pueden mencionar el enanismo amarillo de los cereales (BYDV, Barley Yellow Dwarf Virus) y el mosaico estriado de la cebada (BSMV, Barley stripe Mosaic virus) (Carmona et al., 2008a, Duvellier et al., 2005).

A su vez, puede hacerse referencia a otras enfermedades fúngicas que han surgido en este cultivo, tales como la pudrición de la raíz por *Rhizoctonia solani* Kuhn, el manchado por *Fusarium poae* y la mancha atigrada o “halo spot”. Esta última fue detectada en 1992 en el sur de la provincia de Buenos Aires (Carmoma et al., 1996) causando manchas de forma cuadrangular a rectangulares con centro pálido y márgenes amarronados sobre las que se forman líneas de picnidios negros y es ocasionada por *Pseudoseptoria donacis* (Passerini) Sutton. Esta enfermedad es de baja importancia, sin embargo, debido a las condiciones ambientales favorables para el patógeno en la región donde ha sido registrada se sugiere que se tenga en cuenta al realizar monitoreos.

Con la finalidad de evitar pérdidas de rendimiento, de calidad del grano y de mantener el cultivo sano, en el marco de una agricultura sustentable bajo el paradigma del manejo integrado, se recomienda la utilización de diferentes estrategias aplicadas en forma oportuna para el logro de su eficiencia. En este sentido, para reducir el efecto de las enfermedades en los cultivos se deben aplicar medidas iniciales que son aquellas que se deciden antes de implantar el cultivo, tales como la programación en la rotación de los cultivos, eliminación de plantas guachas y hospedantes secundarios, la elección de las variedades a sembrar que genéticamente sean tolerantes o resistentes a enfermedades, si existiera, y la siembra de semillas tratadas/semillas sanas (Carmona, 2008b). Una vez implantado el cultivo, pueden utilizarse otras medidas como la aplicación de fungicidas foliares, para lo cual es necesario el reconocimiento de las enfermedades presentes a través de la realización de un correcto diagnóstico. A su vez, es importante llevar a cabo el seguimiento de los niveles de la o las enfermedades registradas a través de monitoreos continuos, para de esta manera evaluar la rentabilidad de la aplicación de

fungicidas en relación con la pérdida de rendimiento o calidad ocasionada por la enfermedad (umbrales de daño).

En lo que respecta a la protección del cultivo con productos fitosanitarios, puede mencionarse un estudio llevado a cabo por la Red de Protección de Enfermedades de la Cebada (REPEC) integrada por el INTA con diferentes estaciones experimentales, el Ministerio de Asuntos Agrarios de la provincia de Buenos Aires y empresas de insumos fitosanitarios con el objetivo de evaluar y validar estrategias para la aplicación de fungicidas. Para ello, clasificaron las enfermedades que afectan a este cultivo, de acuerdo con la naturaleza epidemiológica, en tres grupos: 1) las que afectan en estado de plántula en el momento de la implantación del cultivo; 2) enfermedades foliares tradicionales, en las que se pueden realizar los monitoreos a los fines de decidir la aplicación de fungicidas y 3) el salpicado necrótico foliar por *Ramularia collo-cygni*. Esta última se consideró en otro grupo debido a que por las características epidemiológicas requiere un manejo particular diferente en relación a las enfermedades foliares tradicionales que afectan a este cultivo (Errenguerena *et al.*, 2017). La Red, en base a los grupos de enfermedades establecidos evaluó la aplicación de distintos productos fungicidas utilizando tres tácticas para el manejo: A. Protección de semilla y plántula: Utilizando productos fungicidas curasemilla, también bioestimulantes y/o biológicos con fines de erradicar el inóculo primario y protección/inmunización ante infecciones tempranas para los tres grupos de enfermedades; B. Protección del área foliar con monitoreo en el campo y uso de umbrales para las enfermedades del grupo 2; C. Protección de área foliar en base a identificación de *R. collo-cygni* (grupo 3). Como resultados obtuvieron que las tácticas aplicadas mostraron un buen control de enfermedades foliares tempranas con el uso de curasemillas, a base de carboxamidas y triazoles de nueva generación (triazolintona) y algo de control en el salpicado necrótico. Incluso, acción en avanzada postemergencia teniendo que realizar una aplicación foliar en EC 39 (hoja bandera desplegada de acuerdo con la escala de Zadoks, 1974). A su vez, cuando no se contó con eficacia del curasemilla frente a las enfermedades foliares en estadíos tempranos dio buen resultado la aplicación de fungicidas en macollaje/encañazon. Destacaron además la efectividad de una variedad de productos químicos con eficacia recomendando hacer aplicaciones de mezclas para evitar resistencia genética (Errenguerena *et al.*, 2017).

En lo que respecta a la programación de estrategias a implementar para el manejo de las enfermedades se requiere, por un lado, el reconocimiento de las patologías presentes, su epidemiología, considerando los factores predisponentes, su sobrevivencia, la dispersión, los daños que ocasionan, entre otras características de importancia. Por lo tanto, a continuación, se describen las principales características de las enfermedades de importancia en cebada. Las patologías que tienen como hospedante al trigo también no serán descriptas en este capítulo.

Enfermedades de la plántula y del sistema radical

Estas patologías son causadas por un complejo de hongos pertenecientes a diversos géneros entre los que se destacan *Bipolaris*, *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Pythium*. Especies de estos hongos

pueden afectar a la cebada desde el estado de plántula hasta espigazón, produciendo diferentes sintomatologías como tizones de plántulas, podredumbre de raíz y cuello, manchas foliares y también pueden afectar la espiga (Lori & Sisterna, 2014). Durante el primer estadio del ciclo del cultivo este complejo fúngico puede producir fallas en la germinación, muerte en preemergencia (previo a emerger del suelo) o en estados tempranos de postemergencia, síntomas conocidos como “damping-off”. Cuando la infección se produce en plántulas emergidas, éstas resultan débiles, de escaso desarrollo, mostrando una coloración verde oscuro o amarillo claro. Estas plántulas se marchitan y mueren debido a la podredumbre de las raíces y cuello o ambos, lo cual constituye los conocidas *tizones en plántula*. De esta manera se ocasionan pérdidas en el momento de la implantación lo cual trae aparejado una reducción en el stand de plantas y desuniformidad de plantas en el terreno (Figura 1A).

Las plantas que sobreviven a los estadios tempranos pueden ser afectadas por estos hongos hasta espigazón, observándose plantas de menor altura, poco vigor y con reducida capacidad de macollaje. Son plantas débiles que se presentan en manchones con *podredumbre de raíz y cuello* o foot rots, con raíces amarronadas y los tejidos del cuello se blanquean o se oscurecen y se pudren (Figura 1 B). La sintomatología se puede extender a la zona de la corona (crown rot) afectando los entrenudos de la parte inferior de ésta, la corona, la base de los tallos y hasta la vaina de la hoja basal. Si bien diferentes especies dentro del género *Fusarium* intervienen en estas patologías desde el inicio del ciclo del cultivo, *F. graminearum* es la especie más prevalente, salvo en el caso de la podredumbre de la corona en la que la especie más asociada es *F. pseudograminearum* (Lori & Sisterna, 2014).



Figura 1. A: Podredumbre ocasionada por *Fusarium*. Fuente: E. Moya, Bugwood.org; B: Podredumbre ocasionada por *Pythium*. Fuente: M. Burrows, Montana State University, Bugwood.org

B. sorokiniana y *F. graminearum* son transmitidos a través de semillas mientras que especies de *Fusarium* también sobreviven en restos vegetales como estructuras sexuales (peritecios) y como estructuras de resistencia (clamidosporas). *B. sorokiniana* a su vez, permanece como micelio en el rastrojo y conidios en el suelo y *Rhizoctonia* puede permanecer en el suelo y en el rastrojo en forma de micelio y en forma de esclorocios. Estos patógenos suelen actuar simultáneamente, por lo cual se dificulta su identificación, y son muy dependientes de las condiciones ambientales y de los sistemas de labranza.

Cuando el hongo involucrado es *B. sorokiniana* se presentan síntomas al azar o en manchones en el campo con plantas de crecimiento reducido, con coloración verde claro, lo que evidencia la afección radicular. Las plantas infectadas maduran anticipadamente. Cuando interviene el hongo *R. solani* éste ocasiona importantes pérdidas en la región sudoeste bonaerense donde se presentan manchones o parches en el cultivo con podredumbres húmedas de raíces con coloración pardo-oscuro y menor desarrollo de plantas. Las hojas se tornan cloróticas, de aspecto rígido pudiendo observarse con coloración rojiza. Las plantas afectadas reducen su capacidad de macollaje. Este hongo requiere suelos arenosos, alcalinos, períodos de stress hídrico y bajas temperaturas (Storn, 2017).

La podredumbre ocasionada por representantes del género *Pythium* causan “damping-off” con la típica podredumbre de semillas, podredumbre en pre y postemergencia y la podredumbre de raíces en plantas. Las plantas afectadas son de menor altura, con síntomas de deficiencia, menor cantidad de macollos y menor número de granos por espiga. El hongo se ve favorecido por abundante contenido de agua en el suelo, falta de drenaje y suelos muy arcillosos. Puede persistir muchos años como oosporas en restos de raíces, materia orgánica o suelo. En condiciones favorables germinan produciendo las zoosporas que se dispersan a través del agua hasta llegar a las semillas en germinación o raíces jóvenes a las que infecta (Wolcan, 2014).

Condiciones predisponentes

Tal como se mencionó, cada uno de los patógenos involucrados en esta patología tiene requerimientos específicos en cuanto a suelo, humedad y temperatura.

Manejo

Para tomar las decisiones de manejo es importante tener en cuenta que los patógenos causantes de las enfermedades de plántula, del sistema radical y de cuello son causadas por un complejo de hongos muy dependientes del ambiente (suelo y clima) y de la historia del lote. Ello implica que los síntomas puedan ser ocasionados por varios hongos simultáneamente o con prevalencia de alguno.

Entre las medidas para el manejo se recomienda preferencialmente: 1) el tratamiento de semillas con fungicidas (carboxamidas, triazoles) para proteger a la plántula en los primeros estadíos y evitar pérdidas en el stand de plantas, y 2) la rotación con cultivos no susceptibles a fin de reducir el nivel de inóculo. Debido a la sobrevivencia de estos patógenos en el suelo y restos vegetales, la rotación es primordial en el manejo de estas patologías en particular teniendo en cuenta el sistema de producción más difundido bajo el modelo de siembra directa. La implementación de una fertilización de arranque favorece el desarrollo de raíces y permite el establecimiento de las plantas.

Enfermedades foliares

La cebada es afectada por una amplia variedad de enfermedades foliares, algunas de las cuales afectan también al trigo, si bien en algunos casos existen formas especiales para la cebada. En este capítulo las enfermedades que afectan al trigo y a la cebada que ya fueron descritas para el trigo no serán abordadas en este capítulo, entre ellas la roya negra del tallo, la roya amarilla, la roya anaranjada y las bacteriosis, el rayado bacteriano o espiga negra por *Xanthomonas translucens* pv. *undulosa* y el tizón bacteriano (*Pseudomonas syringae*). Lo mismo para las formas especiales de la roya amarilla, *P. striiformis* f. sp. *hordei* y el oídio de los cereales *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*.

Mancha en red de la cebada

El agente causal es el hongo necrotrófico *Drechslera teres* (Sacc.) Shoemaker (anamorfo)-*Pyrenophora teres* Drechs. (teleomorfo). Es una enfermedad endémica que ha acompañado al cultivo de la cebada en su gran expansión, siendo la de mayor prevalencia e incidencia según estudios epidemiológicos. En nuestro país se presenta en todas las regiones donde se cultiva cebada, desde los primeros estadíos hasta cosecha, ocasionando pérdidas de rendimiento de hasta 20 %. El nombre de la enfermedad se debe al síntoma característico en las hojas en las que se presenta con estrías necróticas cruzadas por otras transversales dando la apariencia de una red o reticulado que se hace más evidente en las lesiones más antiguas (Ridao *et al.*, 2014). Sin embargo, la enfermedad puede manifestarse en toda la planta (vainas, espigas y granos). Las lesiones inicialmente aparecen como puntos marrones y luego se expanden en forma longitudinal adquiriendo el aspecto de retículo. En ataques severos, el desarrollo de muchas manchas en las hojas puede ocasionar la muerte de la misma. Se han registrado dos tipos de manchas, la típica descrita “en red” (Figura 2), ocasionada por *D. teres* f. sp. *teres* Smedeg y otra “tipo spot” (Figura 3), que se caracteriza por producir manchas redondas u ovales con coloración marrón oscuro y es causada por *D. teres* f. sp. *maculata* Smedeg (Errenguerena *et al.*, 2017).

Las fuentes de inóculo son las semillas infectadas, que transportan al hongo en su interior como micelio durmiente a cortas y largas distancias, y el rastrojo infectado. A partir de la semilla el hongo infecta el coleoptile manifestándose en la primera hoja, la que puede morir precozmente. La infección puede continuar de hoja en hoja a través de conidios dispersados por el viento a corta distancia, debido a su gran peso. El signo de la enfermedad es una eflorescencia tenue de color oscuro constituido por conidios y conidióforos que se observan a ambos lados de las lesiones. En el rastrojo el hongo sobrevive como pseudotecios y conidios libres. De esta manera, bajo siembra directa, las ascosporas y los conidios constituyen el inóculo primario reiniciando el ciclo e infectando el cultivo (Carmona, 2008a; Pereyra & Germán, 2011). La enfermedad no solo reduce la superficie fotosintética, sino también el peso de raíces y tallos y el número de macollos, afecta la translocación de carbohidratos y la absorción de nitrógeno, conllevando a la reducción del número y peso de granos, principales componentes del rendimiento (Pereyra & Germán, 2011).

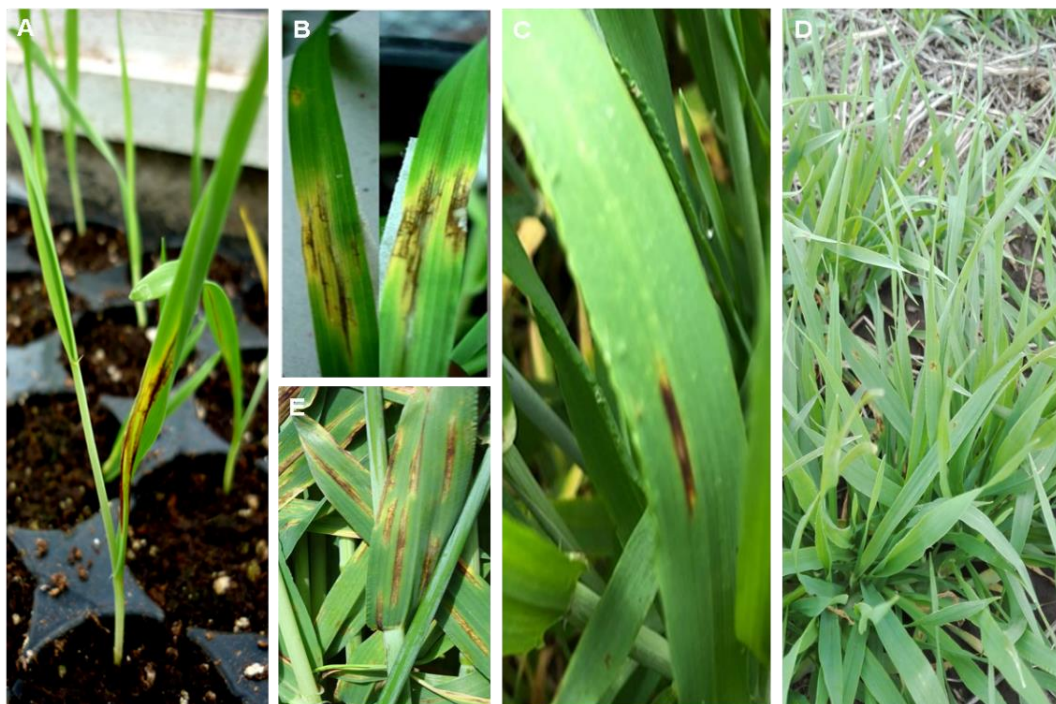


Figura 2. Síntomas de *D. teres* f. sp. *teres*. Fuente: A y B: P. Moya; C: S. Larran; D: A. Castro; E: M. Carmona



Figura 3. Síntomas *D. teres* f. sp. *maculata*. Fuente: M. Carmona

Condiciones predisponentes

La infección se ve favorecida con temperaturas medias mayores a 10 °C con óptimo entre 15 y 25 °C y agua libre sobre la superficie foliar (12 a 36 h) lo que permite la germinación de las esporas depositadas sobre las hojas (Melo Reis, 1991; Carmona, 2008a). La transmisión desde

la semilla a la plántula se ve favorecida por factores que retrasen la emergencia de la plúmula como temperatura del suelo de 10 a 15° C, suelo seco y siembras profundas (Melo Reis, 1991). El uso de variedades susceptibles, el monocultivo, la siembra directa y la siembra de semillas infectadas son factores que condicionan y favorecen la enfermedad.

Manejo

Entre las medidas preferenciales para el manejo se recomienda el uso de semillas sanas; tratamiento de semillas con fungicidas que reduzcan el inóculo primario; rotación de cultivos; aplicación de fungicidas foliares (mezclas de estrobilurinas y triazoles), con un umbral recomendado en 30 % de incidencia foliar a partir de encañazón; eliminación de plantas voluntarias de cebada y elección de variedades tolerantes.

Escaldadura de la cebada

Esta enfermedad es ocasionada por el hongo *Rhynchosporium commune* Zaffarano, B. A. McDonald & A. Linde. El patógeno causante es ampliamente conocido como *R. secalis* (Oudem.) J.J. Davis, inicialmente aislado de centeno, sin embargo, en 2011 la especie que afecta a *Hordeum* fue reclasificada como *R. commune* (Zhang *et al.*, 2020). Como se mencionó con anterioridad, esta patología puede destacarse debido a que en los últimos años ha experimentado un incremento que ha acompañado la expansión del cultivo de la cebada. De acuerdo a estudios realizados en el 2014 (Ridao *et al.*, 2014) ha sido registrada con valores de importancia en la región pampeana sur (). Los síntomas característicos que ocasiona este patógeno son manchas alargadas, elípticas, con centro grisáceo, blanco o pálido y bordes marrones ondulados en hojas y vainas (Figura 4). Inicialmente, estos síntomas se observan durante el macollaje a inicio de encañazón principalmente en las hojas de la base de las plantas con lesiones jóvenes caracterizadas por una apariencia húmeda y color verde-azulado. Cuando la enfermedad es severa puede afectar toda el área foliar, por la coalescencia de las manchas, incluyendo la zona de inserción de las hojas y de las vainas, principalmente en siembras tempranas. En estos casos, si la enfermedad afecta tempranamente en el cultivo puede ocasionar el vuelco de las plantas debido al debilitamiento que produce en las cañas (Ridao *et al.*, 2014; Carmona & Sautua, 2015).

El agente causal de esta enfermedad es un patógeno necrotrófico que sobrevive como micelio en el rastrojo, el cual es considerado el inóculo principal de la enfermedad. No se conoce la forma sexual del hongo. Es un patógeno que se transporta a través de la semilla, si bien esta fuente de inóculo es considerada secundaria, siendo la principal fuente el rastrojo, tal como se mencionó anteriormente. Las plantas de cebada voluntarias y malezas susceptibles (ej. *Lolium* sp.) son también fuente de inóculo de la enfermedad (Ridao *et al.*, 2014; Carmona & Sautua, 2015).

El desarrollo de la enfermedad es de tipo ascendente. Inicialmente se ven afectadas las hojas basales y de ahí asciende hacia las superiores, teniendo un rol importante en la distribución del

patógeno tanto el viento como las precipitaciones, que dispersan a los conidios formados a partir de las lesiones necróticas. Estos conidios son los responsables de infectar otras hojas, vainas u otras plantas, realizándose una dispersión a corta distancia (Andrade Vilaro, 1989).



Figura 4. Lesiones características de la escaldadura de la cebada. Fuente: L. Couretot

Condiciones predisponentes

Las condiciones predisponentes para la enfermedad son humedad relativa alta, precipitaciones por el requerimiento de mojado foliar y temperaturas de 15 a 20 °C. Temperaturas mayores no son favorables para el hongo, deteniendo su crecimiento. Estas condiciones se dan en la región pampeana sur, donde es importante la enfermedad, afectando hasta encañazón con daños que rondan el 10 y 15 %. Sin embargo, en años fríos y en variedades susceptibles *R. secalis* puede ocasionar daños hasta hoja bandera y afectar espigas infectando aristas y glumas. Al igual que para la mayoría de las manchas foliares, causadas por patógenos necrotróficos, el monocultivo y la siembra directa favorecen la sobrevivencia del patógeno en el rastrojo e incrementan el inóculo inicial.

La enfermedad ocasiona daños en el rendimiento y en la calidad de los granos de cebada por reducción en el número de macollos, número de granos y principalmente reducción del tamaño del grano o calibre, lo cual es importante en la comercialización de la cebada. Tal como se mencionó si la enfermedad se presenta en forma severa también la pérdida es por vuelco.

Manejo

Entre ellas las medidas que se recomiendan para el manejo de la enfermedad se destacan la rotación de cultivos sin la inclusión del centeno, debido a que es susceptible, utilizar semilla sana o tratada con fungicida curasemillas a los fines de disminuir el inóculo primario, eliminación de malezas susceptibles y plantas voluntarias de cebada, aplicación de fungicidas foliares y utilización de variedades poco susceptibles a la enfermedad (Carmona & Sautua, 2015).

Mancha borrosa y mancha ocular

El agente causal es el hongo *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. (anamorfo)/*Cochliobolus sativus* (Ito & Kurib.) Drechsler ex Dastur (teleomorfo) que ya fue mencionado causando “tizón de la plántula”. En hojas y vainas, ocasiona lesiones típicas elípticas de color marrón oscuro con contornos no definidos, sintomatología que le da el nombre a la enfermedad conocida como “mancha borrosa” (Figura 5). Desde hace algunos años se ha detectado un síntoma diferente en forma de ojo o lesión redondeada ocasionado por este patógeno que se ha denominado “mancha ocular”. Las manchas foliares varían en tamaño y forma de acuerdo con la edad y estado de la planta, siendo más frecuentes después de espigazón y en las hojas basales. Inician como pequeñas manchitas color ocre de pocos milímetros e irregulares. Luego se alargan siguiendo las nervaduras con bordes poco definidos color marrón-negruzco (spot blotch) (Sisterna, 2014a).



Figura 5. Síntomas de la mancha borrosa. Fuente: M. Carmona

Los granos pueden ser afectados cuando la enfermedad se presenta con alta severidad caracterizados por una coloración parda o negra en la zona del embrión lo cual es conocido como “escudete negro”, que será descrito en enfermedades de espiga y granos. Los granos pueden perder su poder germinativo y si germinan las plántulas pueden presentar los síntomas típicos del tizón (Sisterna, 2014a). Las plantas que sobreviven, pueden ser atacadas por este patógeno y presentar “podredumbre radicular”, también ya mencionada.

Esta enfermedad se presenta en todas las regiones donde se cultiva cebada, prevaleciendo en la zona norte de la provincia de Buenos Aires, considerándose una enfermedad re-emergente con creciente importancia. Se presenta en forma uniforme en el lote. Las fuentes de inóculo principales son las semillas infectadas (con micelio en su interior), semillas infestadas (con

conidios externamente) y el rastrojo infectado. Sin embargo, algunos conidios del hongo permanecen en el suelo constituyéndose éste en fuente de inóculo (Sisterna, 2014a).

Condiciones predisponentes

Las condiciones favorables para la enfermedad son temperaturas entre 20 y 25 °C, humedad relativa elevada y más de 12 h de mojado por lluvia o rocío (Ridao *et al.*, 2014). El viento dispersa el patógeno favoreciendo las infecciones foliares a corta distancia.

Manejo

Se recomienda el uso de semilla sana o tratada con fungicidas como por ejemplo Iminoctadine, iprodione, guazatine, imazalil, triadimenol y difenoconazole), rotación de cultivos (con colza, lino y avena), uso de fungicidas foliares, eliminación de plantas voluntarias y siembra de variedades tolerantes. Los fungicidas deben aplicarse cuando se llega al umbral de daño económico alrededor de 25-30 % de incidencia en macollaje-encañazón con triazoles o mezclas de triazoles y estrobilurinas (Carmona, 2008b).

Salpicado necrótico o ramulariosis

Su agente causal es el hongo *Ramularia collo-cygni* B. Sutton & J.M. Waller y es la enfermedad más importante en el cultivo de cebada a nivel mundial. Tal como se mencionó con anterioridad, el patógeno tiene un período de latencia como endófito en el que coloniza los tejidos de la planta sin causar síntomas y luego presenta una fase necrofítica. La enfermedad se hace visible en forma “explosiva” a partir de la floración, momento en el cual se produce un stress natural por la re-movilización de los nutrientes hacia la espiga. El hongo puede desarrollar en las hojas que han muerto naturalmente o por condiciones predisponentes como deficiencia de nutrientes y/o stress en la base de plantas desde el estado de macollaje (Carmona & Sautua, 2015).

Los síntomas característicos son lesiones necróticas muy pequeñas inicialmente aisladas, a modo de un salpicado de coloraciones marrones, frecuentemente con halo clorótico que se distribuyen en toda la hoja, a los que también se los llama “puntos pimienta” (Figura 6). Esta patología suele confundirse con otras manchas foliares o lesiones de origen fisiológico (deficiencias de nutrientes como Mg y K o exceso de Boro), si bien, tanto la presencia de manchas en hojas, tallos y vainas, aunque a veces en espigas, glumas y aristas, más la característica de observarse la lesión en ambas caras de la hoja y la presencia del halo clorótico son aspectos que ayudan para diferenciarla (Ridao *et al.*, 2014; Carmona *et al.*, 2013; Carmona & Sautua, 2015).

Estas pequeñas lesiones se hacen luego más grandes, más rectangulares, se oscurecen y coalescen a lo largo de las hojas, lo cual, sumado a la producción de toxinas por el hongo, ocasionan una clorosis foliar, muerte generalizada de las hojas y una senescencia temprana

(Figura 6 B). El signo del hongo se observa en los tejidos afectados presentándose desde las manchas iniciales con conidióforos característicos en forma de “cuello de cisne” lo cual le ha dado el nombre a la enfermedad y conidios a lo largo de las nervaduras, emergiendo de los estomas en fascículos. Los conidios, penetran por estomas, son muy pequeños y se dispersan a través del viento a corta y larga distancia, apareciendo los síntomas a los 7-9 días de la infección, sin embargo, las precipitaciones también tienen un rol en la dispersión de los conidios. El patrón de distribución de la enfermedad en el campo es en forma generalizada y otras veces en manchones lo cual depende de la presencia de malezas susceptibles o de las precipitaciones (Carmona, 2008b).



Figura 6. Síntomas de salpicado necrótico. Fuente: A: L. Couretot; B: M. Carmona

Dependiendo de las condiciones predisponentes, será la severidad con que se manifieste la enfermedad, la que al producirse explosivamente puede conducir a la muerte de las hojas en forma temprana, y de ello depende el daño que finalmente se verifica en la reducción de los rendimientos afectando el número, peso y calibre de los granos. Se han registrado valores de severidad del 60 al 100 % en 2001/2002 en campos de Puan, Tres Arroyos, Bragado, Coronel Dorrego y Guisasola, y, otra epifitía muy grande con 40 y 60 % de severidad en la campaña 2012/2013 en zonas de Santa Fe y Córdoba y valores de reducción de rendimiento promedio de 20 % con valores extremos del 60 % rondando entre 1 a 1,5 tn.ha⁻¹ (Carmona *et al.*, 2013).

Las fuentes de inóculo son las semillas infectadas, el rastrojo infectado, plantas de cebada voluntarias y otros hospedantes susceptibles. El hongo a partir de estas fuentes de inóculo infecta a las plántulas, produciendo esporulaciones tempranas en hojas senescentes, lo que aumenta la cantidad de inóculo, coloniza endofíticamente la planta hasta manifestarse con los síntomas característicos dependiendo su severidad de las condiciones ambientales (Figura 7).

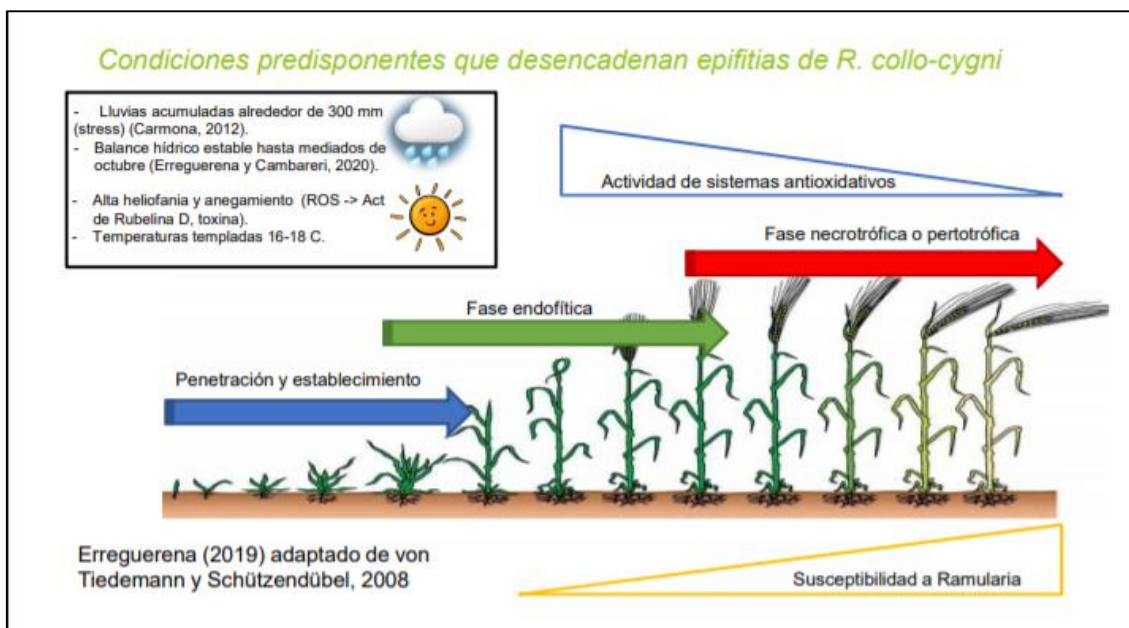


Figura 7. Condiciones predisponentes y etapas de la infección. Fuente: Errenguerena, 2020

Condiciones predisponentes

La ramulariosis es una enfermedad esporádica en nuestra región que se ve favorecida por condiciones de humedad relativa mayor a 90 %, temperaturas frescas entre 10 y 18 °C y alta heliofania. A su vez, las precipitaciones facilitan las horas de mojado foliar que requiere el hongo para germinar y penetrar en la planta. Otros factores que favorecen la enfermedad son el uso de variedades susceptibles, siembras tempranas, el monocultivo y la siembra directa. Asimismo, se ha sugerido que las plantas estresadas por falta de recursos minerales como nitrógeno o anegamiento predisponen a la planta frente a la enfermedad (Ridao *et al.*, 2014; Carmona & Sautua, 2015).

Manejo

Para el manejo de la enfermedad se recomienda el uso de semilla sana, tratamiento de semillas, evitar el monocultivo, eliminación de plantas voluntarias de cebada y otros hospedantes susceptibles (ej. *Lolium* spp.) y la aplicación de fungicidas, ya que todas las variedades utilizadas en el país son susceptibles a la ramulariosis, siendo en particular la variedad Scarlett de alta susceptibilidad. Debido a la dificultad para el reconocimiento de la enfermedad a campo ante la similitud con otras patologías de origen parasitario u otras sintomatologías de origen fisiológico, se recomienda, previo a la toma de decisión de aplicar fungicida, la realización de un diagnóstico en laboratorio fitopatológico a los fines de identificar el agente causal.

Para la aplicación de fungicida se recomienda la triple mezcla de carboxamidas, como isopyrazam, fluxapyroxad, bixafen, para mencionar algunos junto con estrobilurinas y triazoles (Errenguerena, 2017). Esta mezcla de fungicidas a su vez disminuye el riesgo de generación de resistencia a fungicidas, considerando que el hongo tiene una alta variabilidad genética. Sin embargo, ya se ha registrado resistencia a estrobilurinas en Argentina.

Debido a que el patógeno tiene un período de latencia es importante estar atento con las condiciones ambientales que si son favorables se recomienda una aplicación preventiva (Errenguerena, 2020). Por otro lado, se debe considerar, la presencia de otras enfermedades foliares en el cultivo las que, de llegar al umbral de daño requerirán una aplicación de fungicida para lo cual esta mezcla triple permite un amplio rango de estas enfermedades y también es efectiva frente a la ramulariosis. Se ha demostrado que una aplicación desde macollaje- encañazón tiene buenos resultados en la reducción de esta enfermedad (Carmona *et al.*, 2013).

Roya de la hoja de la cebada

Es ocasionada por el hongo biótrofo *Puccinia hordei* Otth. Es una roya heteroica y macrocíclica. Puede afectar a la cebada desde el estado de plántula, si bien la enfermedad es más evidente desde el estado de macollaje a espizazón. Se caracteriza por la producción de pústulas de color naranja, principalmente en la cara superior de las hojas, que corresponden a los urediniosoros. Más tarde aparecen los teliosoros como pústulas de color negro (Figura 8). Infecciones severas provocan un amarillamiento prematuro de las hojas. Es una enfermedad que ha venido incrementándose en los últimos años principalmente en el sudeste de Buenos Aires y que ha respondido a la siembra de una amplia superficie de siembra con la variedad Scarlett que es susceptible a esta roya.

Los daños que ocasiona son más severos cuando infecta tempranamente el cultivo o al estado de hoja bandera. Las plantas afectadas pueden llegar a presentar hojas más pequeñas y tallos débiles. En infecciones tempranas severas el rendimiento se puede ver muy afectado al igual que el peso de los granos (González González *et al.*, 2013).

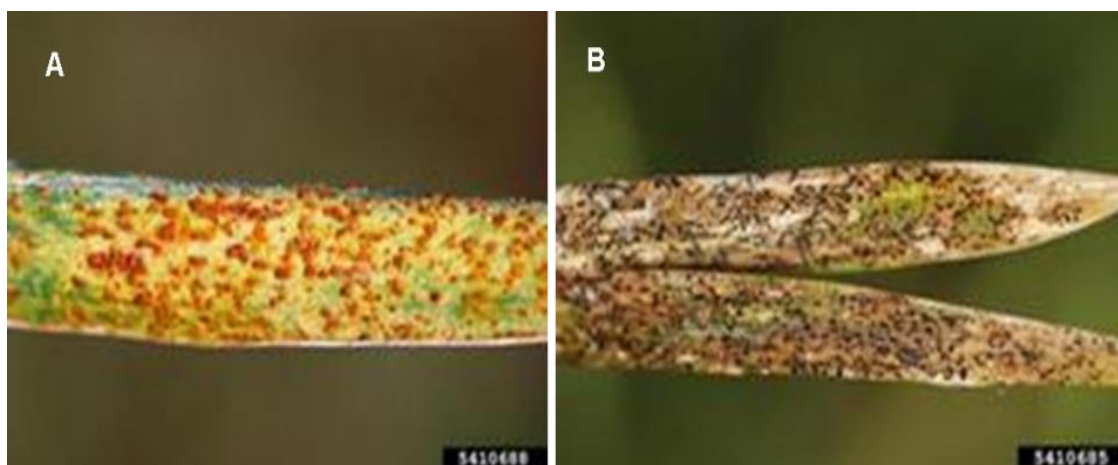


Figura 8. Roya de la hoja: A: Urediniosoros; B: Teliosoros. Fuente: Donald Groth, Louisiana State University AgCenter, Bugwood.org

Las plantas voluntarias de cebada son la principal fuente de inóculo en las que sobrevive el patógeno las que aportan el inóculo primario. El inóculo secundario se genera con las siguientes infecciones (enfermedad policíclica) dispersándose a través del viento a cortas y largas distancias, tal como ocurre para todas las royas.

Condiciones predisponentes

Requiere condiciones de humedad con presencia de agua libre sobre las hojas durante más de 6 horas y temperaturas templadas con óptima entre 15 y 22 °C para que ocurra la infección.

Manejo

Entre las medidas que se recomiendan para el manejo de la enfermedad pueden mencionarse evitar el exceso de fertilización, evitar el uso de variedades susceptibles, evitar siembras densas, realizar monitoreos y hacer aplicaciones con fungicidas foliares. Se utilizan mezclas de triazoles y estrobilurinas con umbrales entre el 5 y 10 % de incidencia foliar desde fin de macollaje (Carmona, 2008b).

Mosaico estriado de la cebada

Su agente causal es el virus Barley stripe Mosaic virus (BSMV). Es una enfermedad que puede causar importantes daños en variedades susceptibles. Los síntomas característicos son estrías longitudinales de color amarillo a verde pálido, si bien algunas razas pueden ocasionar aborto de flores (Herrera *et al.*, 2001) (Figura 9). También puede ocasionar enanismo leve y las plantas pueden mostrar un aspecto achaparrado y hojas retorcidas. El virus se localiza en el embrión y en el endosperma, siendo la semilla la principal fuente de inóculo. Las pérdidas de rendimiento que ocasiona, alrededor del 20 %, están asociadas al número de semillas por espiga, al peso y al poder germinativo. Las pérdidas dependen de la variedad utilizada, del origen de la semilla, de la virulencia del virus y de las condiciones ambientales (Sinavimó, 2021). El virus se transmite a través de las semillas, por transmisión mecánica por contacto entre plantas y por polen. También puede afectar a la avena y al trigo.

Condiciones predisponentes

Las condiciones predisponentes son temperaturas entre 25 °C y 30 °C y días luminosos (Sinavimó, 2021).

Manejo

Para el manejo se recomienda el uso de semilla sana y de variedades con tolerancia o resistencia.



Figura 9. Síntomas del mosaico estriado de la cebada (BSMV). Fuente: A: State Plant Pathology Institute of Denmark, Bugwood.org. B: J. Begtrup, State Plant Pathology Institute, Bugwood.org

Enanismo amarillo de los cereales en cebada

La enfermedad es ocasionada por el virus Barley yellow dwarf virus (BYDV) que también afecta a avena, trigo y maíz y un amplio rango de hospedantes dentro de las Poaceas. El síntoma característico es el amarillamiento de las hojas desde el ápice hacia la base, algunas veces con una coloración algo rojizas y enanismo de la planta (Figura 10). La enfermedad también puede ocasionar hojas banderas rígidas, fallas en la emergencia de las espigas, afectar raíces o evitar su formación (Sinavimo, 2021). Esta enfermedad tiene una amplia distribución dependiendo de las zonas de producción y el año. El virus es transmitido por áfidos, principalmente pulgones de diversos géneros como *Sitobion*, *Ropalosiphum* y *Sipha maydis* en forma persistente y circulativa, esto es una vez que adquirió el virus, el virus se transmite por un lapso de unas semanas.



Figura 10. Síntomas del mosaico amarillo de los cereales (BYDV). Fuente: A: W.M. Brown Jr., Bugwood.org; B: K. Weller, USDA Agricultural Research Service, Bugwood.org

Se conocen varias razas del virus. El daño depende de la raza que infecte, del cultivar, del estado fenológico de las plantas al momento de la infección, del hospedante (especie) y de las condiciones ambientales.

Condiciones predisponentes

Temperaturas frescas entre 15 y 18 °C favorecen la aparición de la enfermedad al igual que días con alta heliofanía y clima seco.

Manejo

Para el manejo de la enfermedad se recomienda la aplicación de insecticidas sistémicos a la semilla, resistencia genética y eliminación de plantas voluntarias y otros hospedantes susceptibles. Debe considerarse que cuanto más temprano se presente el virus mayor será el daño que ocasione en el cultivo.

Enfermedades en inflorescencias y granos

Carbón volador de la cebada

El agente causal es el hongo *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr. Es una enfermedad que, si bien existe en nuestro país desde hace 30 años, en los últimos 3 años viene cobrando mucha importancia por su rápida distribución. Se observa durante el período de floración momento en el que emerge la “espiga carbonuda”, que consiste en el raquis totalmente cubierto por una masa pulverulenta carbonosa de teliosporas (Figura 11 A). La masa de carbón presenta una coloración castaño verdoso a negro y se desprende con facilidad. Las plantas enfermas tienen un menor porte que las plantas sanas y son más precoces emergiendo la espiga carbonuda antes que el resto de las plantas sanas. Inicialmente los soros pulverulentos están cubiertos por una membrana que luego se rompe rápidamente siendo ésta una de las características que diferencia *U. nuda* de *U. tritici*, el carbón que afecta al trigo. Al romperse la membrana las teliosporas del hongo se dispersan con la ayuda del viento y en presencia de alta humedad ingresan a través de los estigmas de las flores o directamente a través de la pared del ovario infectando los granos en formación. El hongo permanece en su interior en estado de dormición observándose como un velo de color marrón dorado a marrón cuando los granos son analizados con la técnica de extracción de embriones según las normas ISTA (Astiz Gassó, 2020a) (Figura 11 B).

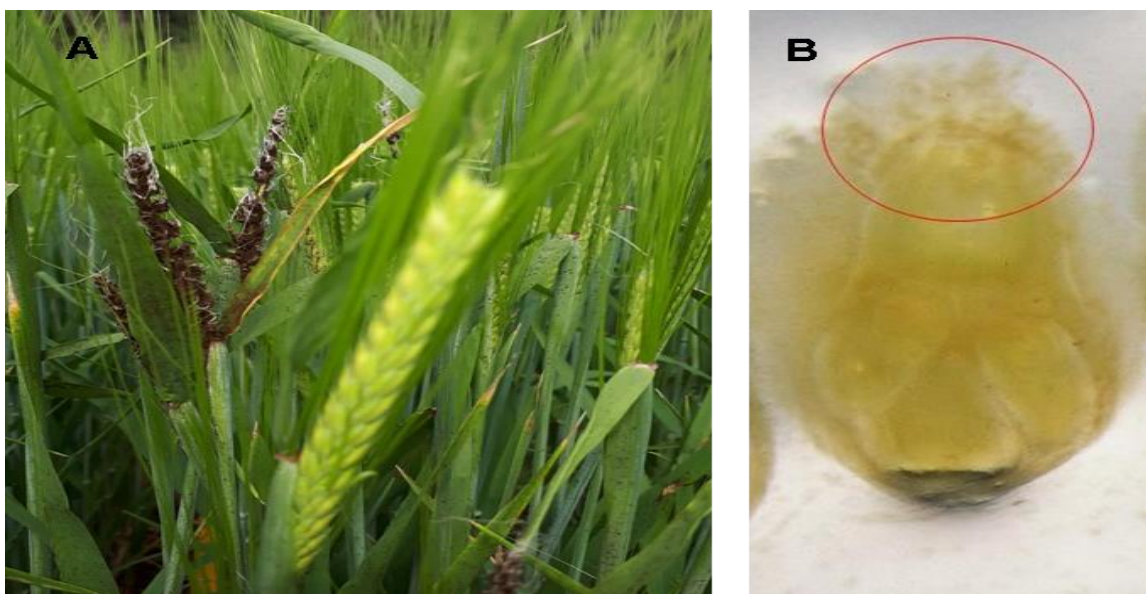


Figura 11. Carbón volador de la cebada. A: Espigas carbonudas; B: Detección en embriones con *Ustilago nuda*. Fuente: M. M. Astiz Gassó

Al sembrarse la semilla infectada, el hongo desarrolla sistémicamente junto con el ápice infectando la espiga en formación sin observarse síntomas visibles hasta la floración. El hongo no afecta la germinación, contrariamente requiere que la semilla germine para poder asegurarse la infección.

Condiciones predisponentes

El período para que se produzca la infección es acotado al momento de la floración por lo

cuawww.agr
 Las condiciones ambientales durante corto tiempo deben ser favorables para el hongo. Entre ellas, para una óptima germinación de la teliospora se requiere alta humedad (95 %) y temperaturas entre 20 y 25 °C.

Esta enfermedad en los últimos años está adquiriendo relevancia debido a que es dispersada a cortas y largas distancias a través de semillas infectadas no tratadas o ineficientemente tratadas. Estas semillas al sembrarse aumentan de un año al otro exponencialmente la incidencia de la enfermedad. Por lo cual, es importante la realización de diagnósticos para la detección de carbón previo a la siembra y en caso positivo realizar un efectivo tratamiento. Es importante remarcar que en nuestro país no existe legislación que regule tolerancias de carbón en semillas para la siembra. En otros países se admite para semillas fiscalizadas una tolerancia de dos semillas con presencia de carbón en el embrión de cada 2000 observados utilizando la técnica de extracción de embriones (Astiz Gassó, 2020b). Sin embargo, si existen en el país tolerancias en la comercialización de semillas a través de las normas establecidas por el SENASA, no especificando que sean para siembra (Resolución SENASA 27/2013) siendo la tolerancia de recibo de un máximo 0,2 % (2 semillas de 100).

tenuissima y *A. infectoria*) manifestándose como manchas negras y ocasionando daños aún en endosperma (Cipollone, 2016). Por otro lado, es importante resaltar que estos hongos producen micotoxinas de riesgo para la salud humana y animal (Perelló, 2014).

Los granos afectados presentan una coloración parda o negra que, en la mayoría de los casos se limita al embrión, conocido como “escudete negro” o “blackpoint”, ya mencionada anteriormente en la descripción de la mancha borrosa debido a que uno de los agentes causales es *B. sorokiniana*. Sin embargo, esta limitación del manchado en el embrión es más típica en trigo, presentándose más difusa en los granos de cebada (Figura 13). En infecciones severas todo el grano puede quedar manchado y arrugado (Sisterna, 2014b).

Sobre los granos manchados los hongos intervinientes pueden producir micelio y/o estructuras reproductivas sobre glumas y aristas y, en este caso ocasionar el manchado de la espiga. Muchas veces no se observan espigas y en otros casos se observan solo lesiones elípticas marrón claro a marrón oscuro en la cara interior de las glumas y, sin embargo, durante la trilla pueden observarse los granos manchados (Sisterna, 2014b).

Este complejo de hongos que producen el manchado de granos puede disminuir el poder germinativo, el peso, el tamaño de los granos y la calidad maltera. En granos almacenados pueden afectar hongos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* los que ocasionan coloraciones en los granos, fallas en germinación, daño de embriones y producción de micotoxinas (Sisterna, 2014b).

Pueden mencionarse, el resultado de un estudio realizado con muestras de granos de cebada provenientes de distintas localidades del país del 2014 y 2015 mostró que el 100 % de las muestras tuvieron incidencia de *Alternaria*, correspondiendo la mayor proporción a especies del grupo *A. tenuissima* (72,9 %). Asimismo, el análisis de las semillas detectó la presencia de micotoxinas en el 83% de las muestras siendo el alternariol la micotoxina predominante seguida de ácido tenuazónico. Estas tienen importancia debido a que tienen diversos efectos adversos en la salud contaminando granos y productos de la industrialización de estos granos. Se destaca que no existe legislación que regule las tolerancias en nuestro país (Castañares, 2020).

Condiciones predisponentes

El desarrollo de esta patología está relacionada a condiciones ambientales de alta humedad y lluvias prolongadas durante el período de maduración de los granos. También se observa en espigas que han sido afectadas por la fusariosis en donde los hongos desarrollan sobre los tejidos muertos, y sobre espigas que han sufrido el vuelco o daños por heladas.

Manejo

Se recomienda una combinación integrada entre manejo cultural y la aplicación de fungicidas que debería evaluarse en relación con cada interacción genotipo x ambiente. Y, en el almacenamiento de granos controlar las condiciones de temperatura y humedad durante el transporte y el almacenamiento de los granos (Castañares, 2020).



Figura 13. Granos manchados de cebada. Fuente: J. Cipollone.

Entre las patologías que afectan la inflorescencia y los granos de cebada no puede dejar de mencionarse a la fusariosis de la espiga, la que no será abordada en este capítulo debido a que está descrita en el capítulo correspondiente de trigo. Sin embargo, cabe destacar la importancia de esta patología en la pérdida de rendimiento, calidad y por las micotoxinas producidas como metabolitos secundarios que afectan la seguridad alimentaria, las que junto con las producidas por *Alternaria* son las más importantes que afectan a la cebada.

Consideraciones finales en el manejo de enfermedades del cultivo de cebada

El incremento de la superficie sembrada con cebada, la susceptibilidad de las variedades utilizadas frente a las enfermedades, el monocultivo, las rotaciones difundidas no adecuadas como soja-cebada y soja de segunda-soja son factores que han ido incrementando la incidencia y severidad de las enfermedades que afectan a este cultivo. A modo de ejemplo, las rotaciones no adecuadas han favorecido a enfermedades radiculares ocasionadas por *R. solani* y *Fusarium* spp. También la siembra directa, el monocultivo, fallas en la elección de las rotaciones y tratamientos ineficientes de semillas, entre otros, han incrementado las enfermedades foliares ocasionada por patógenos necrotróficos que perduran en el rastrojo o que se transmiten a través de las semillas. Otro aspecto que se debe considerar es que el uso de un solo genotipo o de escasa variabilidad genética en amplias regiones productoras favorece la proliferación de epifitias ocasionadas por diferentes patologías.

Siendo que, en cebada, además del rendimiento, la calidad y en especial, el calibre de la semilla, son considerados de importancia en lo que respecta al destino para la industria maltera/cervecería, para mantener la sanidad del cultivo y lograr expresar la mayor potencialidad

de producción del genotipo en el marco de una agricultura sustentable debe programarse un manejo que incluya estrategias integradas culturales, genéticas, químicas y biológicas. Asimismo, entre las recomendaciones para mantener la sanidad de los cultivos se destacan la realización de análisis de semillas previo a la siembra en laboratorios y monitoreos durante el ciclo del cultivo. Si bien hay excepciones en cuanto al manejo de las enfermedades que afectan a la cebada, de acuerdo con las características epidemiológicas, a continuación, se resumen las principales medidas para los grupos de enfermedades descriptos.

En líneas generales puede mencionarse que para el manejo de las patologías que ocasionan “damping off”, podredumbre de raíces, base de tallos y corona, se recomiendan como medidas preferenciales, por un lado, el tratamiento de semillas con mezclas (carboxamidas, triazoles) a fines de brindar una protección inicial para el establecimiento del cultivo. Por otro lado, se debe realizar una programación previa de rotación con cultivos no susceptibles a las enfermedades que se den en la región. Asimismo, la implementación de una fertilización de arranque favorece el desarrollo de raíces y permite el establecimiento de las plantas.

Las manchas foliares que son causadas por patógenos necrotróficos, tal como se mencionó, son las principales enfermedades que afectan en la actualidad al cultivo de cebada siendo la semilla y el rastrojo las principales fuentes de inóculo. Por lo tanto, las medidas preferenciales para su manejo son el uso de semillas sanas o tratadas con fungicidas para proteger a las plántulas en los primeros estadíos y la rotación con cultivos no susceptibles a estos patógenos para reducir el inóculo primario. Sin embargo, pueden implementarse para estas patologías otras medidas tales como el uso de variedades con resistencia o tolerancia, tratamientos químicos oportunos, eliminación de hospedantes secundarios como malezas y plantas de cebada voluntarias. Las prácticas de manejo del rastrojo que aceleren la descomposición favorecen la reducción de inóculo. Adicionalmente, la fecha de siembra para algunas enfermedades es de importancia para escapar a las condiciones favorables para el desarrollo de patógenos como en el caso de los causantes de la escaldadura y la ramulariosis en las que las siembras tempranas los favorecen. Por su parte, para las enfermedades ocasionadas por patógenos biotróficos como royas y oídios, las estrategias para su manejo están basadas en el uso de variedades con resistencia genética, eliminación de plantas voluntarias y control químico.

La aplicación de fungicidas foliares se recomienda luego de un seguimiento a través de monitoreos una vez que los valores alcancen el umbral de daño de acción con la finalidad de reducir la tasa de infección. Cabe mencionar, que las aplicaciones foliares con fungicidas a su vez reducen los efectos de los patógenos causantes del manchado de granos. Los fungicidas que se recomiendan son las mezclas dobles o triples (carboxamidas, triazoles y estrobilurinas) que combinan diferentes mecanismos de acción, evitan la generación de resistencias, amplían el espectro de acción o aumentan el tiempo de protección. En particular, se destaca la inclusión de carboxamidas para el manejo de ramulariosis y, de acuerdo con las condiciones predisponentes ambientales se recomienda la aplicación preventiva.

Para el carbón volador, deben utilizarse fungicidas curasemillas sistémicos entre los que se recomiendan carboxamidas y triazoles, cuando se registran en el lote de semillas analizados valores de referencia entre 0,1 y 0,2 % de carbón en embriones. Entre los fungicidas utilizados como curasemillas pueden mencionarse a iminoctadine, iprodione, guazatine, imazalil, y triazoles

como triadimenol, triticonazol y difenoconazole, como bencimidazoles, carbendazim. Para las aplicaciones foliares se utilizan fluxapyroxad (carboxamida), piraclostrobina, azoxistrobina, trifloxistrobina (estrobilurina) y epiconazole, tebuconazole y epoxiconazole (triazol).

Referencias

- Andrade Vilaro, O. (1989). Rincosporiosis o escaldadura de la hoja de cebada *Rhynchosporium secalis* (Oud.) J. J. Davis, en la zona sur de Chile. Sintomatología, condiciones predisponentes, daño y control. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. *Boletín Técnico* 138. Estación Experimental Carillanca Temuco, Chile. 17 pp.
- Asociación de Laboratorios Agropecuarios Privados (ALAP). 2020. Incidencia de carbón volador (*Ustilago nuda*) en semillas de cebada (*Hordeum vulgare*). Informe realizado para Syngenta.
- Astiz Gassó, M. M. (2020a). *Ustilago nuda* en cebada (*Hordeum vulgare*) y *Ustilago bullata* en cebadilla criolla (*Bromus catharticus*). 1º Congreso Argentino de semillas. ALAP - Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Córdoba Módulo 1. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=KeF3QV6cTRk&t=4593s> Último acceso: abril 2021.
- Astiz Gassó, M. M. (2020b). Detección de *Ustilago* spp. en semillas de *Triticum* spp. y *Hordeum* spp. 1º Congreso Argentino de semillas. Asociación de Laboratorios Agropecuarios Privados (ALAP) - Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Córdoba. Recuperado de: :///C:/Users/Silvina/Downloads/120-S-Astiz-Gasso-2-poster_merged.pdf Último acceso: abril 2021.
- Bingham, I. J. & Topp, C. F. (2009). Potential contribution of selected canopy traits to the tolerance of foliar diseases by spring barley. *Plant Pathology*, 58, 1010-1020.
- Bancal, M. O., Robert, C. & Ney, B. (2007). Modelling wheat growth and yield losses from late epidemics of foliar diseases using loss of green leaf area per layer and preanthesis reserves. *Annals of Botany*, 100, 777-789.
- Carmona, M. (2008a). Principales manchas foliares en el cultivo de cebada cervecera. Diagnóstico y manejo. Agronegocios del Plata (ADP) N° 5.
- Carmona, M. (2008b). Manejo integrado de las principales enfermedades de la cebada cervecera: el caso de las manchas foliares. XVI Congreso de Aapresid. Editor/es: XVI Congreso Aapresid "Quo Vadis", 297-305.
- Carmona, M., Barreto, D. & Fortugno, C. (1996). Occurrence of halo spot in barley caused by *Pseudoseptoria donacis* in Argentina. *Bulletin OEPP EPPO BULLETIN* 26, 431-439. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1996.tb00608.x> Último acceso: marzo, 2021.
- Carmona, M. & Sautua, F. (2015). *Manual práctico para el diagnóstico de enfermedades foliares y su control con fungicidas en los cultivos de trigo y cebada* (85). FAUBA-BASF.
- Carmona, M. & Sautua, F. (2017). Criterios para el manejo integrado de enfermedades. En G. A. Divito & F. O. García (Comp. y Eds.), *Manual del cultivo de trigo* (93-108). Acassuso: International Plant Nutrition Institute (IPNI).
- Carmona, M.A., Scandiani, M.M., Formento, A. N. & Luque, A. (2013). Epidemias de *Ramularia collo-cygni*, organismo causal del salpicado necrótico de la cebada. Campaña 2012-2013

- Revista Cultivos Invernales en SD. AAPRESID: 44-47. Recuperado de: <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2018/03/Cultivos-Invernales-2013.pdf>
Último acceso: marzo 2021.
- Carretero, R., Serrago, R.A., Bancal, M.O., Perelló, A.E. & Miralles, D. J. (2010). Absorbed radiation and radiation use efficiency as affected by foliar diseases in relation to their vertical position into the canopy in wheat. *Field Crops Research.*, 116, 184-195.
- Castañares, E. (2020). Micotoxinas de *Alternaria* en granos de cebada, ¿una amenaza para la seguridad alimentaria? 1º Congreso Argentino de semillas. Conferencia. Asociación de Laboratorios Agropecuarios Privados (ALAP)-Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Córdoba.
- Cipollone, J. (2016). Manchado del grano de trigo candeal: incidencia, micoflora y estudios bioquímicos en material del SE de la Pcia. de Bs. As. Tesis Doctoral. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/57792/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=3&isAllowed=y Último acceso: marzo 2021.
- Duveiller, R.P., Singh, M., Henry, E. I. & García, A. (2005). Guía práctica para la identificación de algunas enfermedades de trigo y cebada. Segunda edición. México, D.F.: CIMMYT. 58 p.
- Errenguerena I. (2017). Estado sanitario y detección de *Ramularia collo-cygni* en el cultivo de cebada de la provincia de Buenos Aires. Disponible en: <https://inta.gob.ar/noticias/estado-sanitario-y-deteccion-de-ramularia-collo-cygni-en-el-cultivo-de-cebada-de-la-provincia-de-buenos-aires> Último acceso: abril 2021.
- Errenguerena, I. (2020). Detección, epidemiología y manejo de *Ramularia collo-cygni*. Conferencia 1º Congreso de Semillas. ALAP - Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Córdoba. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=KeF3QV6cTRk> Último acceso: abril 2021.
- Errenguerena, I., Quiroz, F. & Gimenez, F. Coordinadores. (2017). Red de protección ante enfermedades en cebada. INTA. Campaña 2016/2017. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_repec_informefinal_campana2016-2017.pdf Último acceso: marzo 2021.
- González González, M., Zamora Díaz, M., Huerta Zurita, R., Solano Hernández, S. (2013). Eficacia de tres fungicidas para controlar roya de la hoja en cebada maltera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4 N° .8. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000800010
Último acceso: marzo 2021.
- Herrera, G., Beratto E.M., Andrade, O.V. & Madariaga, M.V. (2001). Identification of barley stripe mosaic virus (BSMV) on Barley in Chile. *Agric. Téc.*, 61, 3. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072001000300003> Último acceso: marzo 2021.
- Lori, G. & Sisterna, M. (2014). Enfermedades fúngicas de la plántula y del sistema radical. En C.A. Cordo, & M. N. Sisterna (Coords). *Enfermedades del trigo. Avances científicos en la Argentina* (123-128). La Plata: Editorial EDULP.
- Melo Reis, E. 1991. Mancha en red de la cebada: biología, epidemiología y control de *Drechslera teres*. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) Uruguay. Serie Técnica N° 3. 20 pp.

- Owera, S.A., Farrar, J.P. & Whitbread, R. (1981). Growth and photosynthesis in barley infected with brown rust. *Physiological Plant Pathology*, 18, 79-80.
- Paveley, N.D., Sylvester-Bradley, R., Scott, R.K. & Day, W. (2001). Steps in predicting the relationship of yield on fungicide dose. *Phytopathology*, 91, 708-716.
- Perelló, A. E. (2014). Enfermedades nuevas y emergentes en trigo. En C. A. Cordo & M. N. Sisterna (Coords.) *Enfermedades del trigo. Avances científicos en la Argentina* (186-200). La Plata, Editorial EDULP.
- Pereyra, S. & Germán, S. (2011). Manchas foliares en cebad: reconocimiento, epidemiología y estrategias de manejo. En S. Pereyra, M. Díaz de Ackermann, S. Germán & K. Cabrera, K. (Eds.) *Manejo de enfermedades de trigo y cebada*. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Serie técnica N° 189. República Oriental del Uruguay.
- Rabbinge, R. (1993). The ecological background of food production. En *Crop Protection and Sustainable Agriculture. Ciba Foundation Symposium 177* (2-29). Chichester, Inglaterra, John Wiley & Sons. <https://edepot.wur.nl/216169> Último acceso: marzo 2021.
- Ridao, A. C., Clemente, G. E., Erreguerena, I. A., Lázzaro, N., Maringolo, C. A., Montoya, M. & Quiróz, F. J. (2014). Panorama sanitario de la cebada. *Revista Visión Rural Año XXI N° 101*. SIDALC.
- Senasa, Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Norma de comercialización cebada cervecera. Recuperado de: <http://www.senasa.gob.ar/resolucion-272013> Último acceso: marzo 2021.
- Serrago, R.A., Carretero, R., Bancal, M.O., Miralles, D. J. (2009). Foliar diseases affect the eco-physiological attributes linked with yield and biomass in wheat (*Triticum aestivum* L.). *European. Journal of. Agronomy*, 31, 195-203.
- Schierenbeck, M., Fleitas, M.C., Miralles, D.J. & Simón, M.R. (2016). Does radiation interception or radiation use efficiency limit the growth of wheat inoculated with tan spot or leaf rust? *Field Crops Research*, 199, 65-76.
- Sisterna, M. (2014a). Mancha borrosa del trigo. En C. A. Cordo & M. N. Sisterna (Coords.), *Enfermedades del trigo. Avances científicos en la Argentina* (173-186). La Plata: Editorial Edulp.
- Sisterna, M. (2014b). Manchado de la semilla/grano de trigo. En C.A. Cordo, & M. N. Sisterna, (Coords.), *Enfermedades del trigo. Avances científicos en la Argentina* (77-91). La Plata: Editorial Edulp.
- Simón, M.R., Fleitas, M.C., Castro, A.C. & Schierenbeck, M. (2020). How foliar fungal diseases affect nitrogen dynamics, milling, and end-use quality of wheat. *Front Plant Science*, 11, 569-401.
- Sinavimo, Sistema nacional de monitoreo y vigilancia de plagas. Recuperado de <https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/barley-stripe-mosaic-virus> Último acceso: marzo 2021.
- Storn, A. C. (2017). Enfermedades de cebada en el inicio del cultivo. *Agrobarrow*, 60, 13-14. Recuperado de: https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/3116/Agro_barrow_60_p.13-14.pdf?sequence=1&isAllowed=y Último acceso marzo 2021.

- Tambussi, E A., Bort, J., Guiamet, J.J., Nogués, S. & Araus, J.L. (2007). The photosynthetic role of ears in C3 cereals: Metabolism water use efficiency and contribution to grain yield. *Critical Reviews in Plant Science*, 26, 1-16.
- Wolcan, S. (2014). Patologías causadas por *Gaeumannomyces graminis*, *Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp. y otros. En C A. Cordo & M.N. Sisterna (Coords.), *Enfermedades del trigo. Avances científicos en la Argentina* (128-161). La Plata: Editorial EDULP.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T., Konzac, C.F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14, 415-421.
- Zhang, X., Ovenden, B. & Milgate, A. 2020. Recent insights into barley and *Rhynchosporium commune* interactions. *Molecular Plant Pathology*. 21, 1111–1128. Recuperado de DOI: 10.1111/mpp.12945.