

RELEVANCIA Y MANEJO DE LAS ENFERMEDADES DE CEBADA EN URUGUAY

Ing. Agr., Dra. S. Pereyra y Ing. Agr., Dra. S. Germán - Estación Experimental. Dr. A. Boerger,
La Estanzuela- INIA
spereyra@inia.org.uy

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 cultivares de la producción. A su vez, las transformaciones ocurridas en los últimos años en los sistemas de producción 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.

El objetivo de este trabajo es presentar la situación de las principales enfermedades afectado a cebada en Uruguay y la información generada en el país para el manejo integrado de las mismas.

Principales enfermedades y su evolución en la última década

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 tipo red - MRTR, mancha en red tipo spot - MRTS, mancha borrosa - MB y Ramularia o salpicado necrótico asociado a manchado fisiológico), la **roya de la hoja** (RH), la **fusariosis de la espiga** (FE) y el **oidio**. En forma esporádica aparecen otras problemáticas como escaldadura, tizón bacteriano y estría bacteriana.

En el curso de la década de los 1990s y hasta principios de los 2000s, las enfermedades más importantes fueron las manchas foliares, principalmente MRTR y MB. La adopción generalizada de la siembra directa y el uso de cultivares susceptibles a MRTS contribuyeron, entre otros factores, a que esta enfermedad se convirtiera en una de las principales manchas foliares en cebada en los últimos años. La MRTS es relativamente nueva en el país, siendo detectada en la zafra 2003 (Pereyra y Germán, 2004). Esta enfermedad es causada por la misma especie que la MRTR pero una forma especial diferente del hongo: *P. teres* f. *maculata*. Se diferencia de *P. teres* f. *teres* por los síntomas que ocasiona: 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.

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> ; Otras presentes: <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

La importancia de la RH incrementó drásticamente a nivel experimental en el año 2004 como lo demuestran cuatro indicadores del nivel de infección de RH: coeficiente de infección (CI) promedio de ensayos del Convenio INIA/INASE, CI promedio anual del cultivar susceptible Norteña Daymán y del cultivar moderadamente susceptible MUSA 936 y promedio de ambos (Figura 1). El CI de RH se calcula multiplicando la severidad (% de infección según escala de Cobb modificada, Peterson *et al.*, 1948) y un coeficiente asignado a cada reacción (según Stakman *et al.*, 1962) (R= resistente: 0.2, MR= moderadamente resistente: 0.4, MRMS: 0.6, MS= moderadamente susceptible: 0.8, S= susceptible: 1.0).

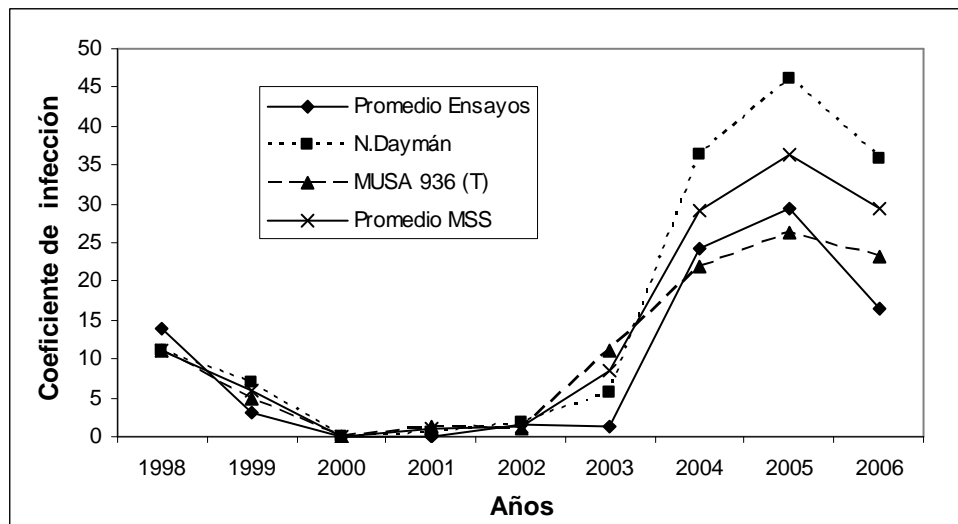


Figura 1. Coeficiente de infección de roya de la hoja promedio de ensayos, promedio e individual de dos cultivares de cebada. 1998-2006 (Germán, 2007).

Durante el año 2005, la RH se presentó generalizadamente en toda el área de siembra, desde estados tempranos de desarrollo (macollaje). A partir del año 2006 esta enfermedad tuvo importancia mayor que previo a 2005, aunque la severidad de las epidemias ha sido variable entre años y localidades. El incremento en importancia de la enfermedad estuvo asociado a la aparición de una nueva raza del patógeno (UPh3), virulenta sobre la mayoría de los cultivares comerciales (Germán et al., 2005; Pereyra et al., 2011) según se detalla más adelante en este artículo.

La *Ramularia* (o salpicado necrótico), causada por el hongo *Ramularia collo-cygn* (*Rcc*), fue detectada por primera vez en Uruguay en la zafra 2000 (Stewart, 2001). Si bien desde entonces se ha presentado esporádicamente en algunas chacras, en la últimas dos zafras ha representado la principal limitante sanitaria en cebada. La adopción de fungicidas, especialmente triazoles o combinaciones de triazoles y estrobilurinas, como práctica frecuente y con eficiencias aceptables de control para las manchas foliares, roya de la hoja y oidio en los últimos años pero sin eficacia en el control de *Ramularia*, asociado al uso de cultivares susceptibles a moderadamente susceptibles, la falta de curasemillas eficaces para controlar el inóculo de *Rcc* en semilla, y las condiciones de estrés frecuentes en el período entorno a espigazón, han contribuido a la mayor prevalencia e incidencia del complejo *Ramularia*-estrés oxidativo (Pereyra, 2013).

La FE ocurre esporádicamente en cebada en el país. En los últimos 20 años, en un patrón de cada tres o cuatro años, con epidemias importantes en los años 2001, 2002 y 2012.

Importancia económica

El desarrollo de una epidemia en los cultivos se traduce en pérdidas económicas en la producción, afectando tanto el rendimiento, la calidad física o industrial del grano, el valor de la semilla de siembra (vigor, germinación), como la inocuidad del producto final (micotoxinas). Las pérdidas en el rendimiento de grano causadas por las manchas foliares han sido estimadas en el rango de 10 a 33%, afectando además en forma significativa la calidad física del grano (Pereyra, 1996; Pereyra, 2005; Germán, 2007; Pereyra, 2013) (Cuadro 2).

Las estimaciones de daño por RH realizadas antes del año 2004, indicaban pérdidas de rendimiento de 17 a 25%, de peso de mil granos de 9 a 15% y de granos mayores de 2.5 mm de 3 a 25% en cultivares susceptibles (Pereyra, 1992; Pereyra, 1993; Pereyra, 1996). Durante el año 2006 se condujo un ensayo varietal con diseño de bloques divididos (con fungicidas y sin fungicidas) en el que la única enfermedad presente fue RH, que presentó niveles de infección muy alto en cultivares susceptibles cuando no se aplicaron fungicidas (CI 80-90). El rendimiento, % de 1ª+2ª y rendimiento de 1ª+2ª de dos cultivares susceptibles (INIA Ceibo y Norteña Daymán) fueron reducidos en promedio en 60, 65 y 86%, respectivamente (Castro et al., 2008). Estos datos indican que en años de epidemias severas de RH con inicio temprano de la enfermedad y altos niveles de infección, las pérdidas económicas pueden ser elevadas (Cuadro 2).

La FE es única en su habilidad de influenciar cada aspecto de la cadena agroindustrial, desde el rendimiento de grano hasta la calidad del producto final. Se han estimado pérdidas de hasta 14% en rendimiento de grano en cebada en el país (Cuadro 2). Sin embargo, la característica sobresaliente de esta enfermedad es que los hongos que la causan (las distintas especies de *Fusarium*) pueden producir distintas toxinas nocivas para la salud humana y animal.

Cuadro 2. Máximas pérdidas porcentuales en rendimiento, peso y tamaño de grano causadas por las principales enfermedades en cebada en Uruguay.

Enfermedad	Rendimiento en grano (%)	Peso de grano (%)	Clasificación de 1 ^a +2 ^a (%)
Mancha en red tipo red ^a	33	15	48
Mancha en red tipo spot ^b	20	-	-
Escaldadura ^c	30	16	35
Mancha borrosa ^d	30*	-	-
Roya de la hoja ^e	60	15	25
Oidio ^f	30	-	-
Ramularia ^g	70	35	68
Fusariosis de espiga ^h	14	-	-

Datos obtenidos en INIA La Estanzuela en ^a 1991-1995, 2009, ^b 2007-2009, ^c 1994-1996, ^d 2003-2005, ^e 1991-1995, 2006, ^f 2006-2008, ^g 2012, ^h 2002 (dos cultivares)

* Pérdidas principalmente por quebrado de caña ocasionado por mancha borrosa

Diversidad de la población de los patógenos

Agente causal de la roya de la hoja: *Puccinia hordei*

La población de *P. hordei* es relativamente estable y menos diversa que la de *P. triticina* (roya de la hoja de trigo) probablemente por la menor área de siembra y menor presencia de genes de resistencia tipo cualitativa, raza-específicos en cultivares utilizados comercialmente. Se han identificado tres razas de *P. hordei* en los últimos 20 años, frente a unas 80 de *P. triticina* (Pereyra et al., 2011).

Cuadro 3. Tipo de infección en plántula y reacción a campo de líneas diferenciales de roya de la hoja (Germán, 2007).

Identificación	Cruza	Gen de R	TI RH plántula			RH Campo 2006	
			UPh1	UPh2	UPh3	LE	Young
BOWMAN	ND2685/ND1156//HECTOR	Parent	3	3	3	99 S	60 MS
I98-351-2-2	BOWMAN*6/SUDAN	<i>Rph1.a</i>	3	3	3	99 S	70 MS
I95-266-1	BOWMAN*3/PERUVIAN	<i>Rph2.b</i>	3	3	3	90 S	50 MS
I98-372-3-1	BOWMAN*11//CI3410/3.2 uz als	<i>Rph3.c</i>	0	3	3	99 S	70 MS
I98-352-8-1	GULL/6*BOWMAN	<i>Rph4.d</i>	3	3	3	99 S	70 MSS
I98-375-9-1	MAGNIF/8*BOWMAN	<i>Rph5.e</i>	3	3	3	90 MSS	40 MS
I98-377 -2-1	BOWMAN*8/BOLIVIA	<i>Rph6.f Rph5</i>	3	2+	2+3	80 MSS	10 MS
I93-21-1	BOWMAN*8/3/7771//CEB CAPAIMT81995	<i>Rph7.g</i>	;	0;	;	70 RMR	5 MS
I98-380-2-2	BOWMAN*8/EGYPT 4	<i>Rph8.h</i>	3	3	;	30 R	0
I98-381-5-2	BOWMAN*8/HOR2596	<i>Rph9.i</i>	2+3	3	3	90 S	30 MS
I98-354-1-1	CLIPPER BC8/6*BOWMAN	<i>Rph10.o</i>	2+3	3	2+3	90 S	40 MS
I98-355-6-1	BOWMAN*6/CLIPPER BC67	<i>Rph11.p</i>	3	3	3	60 MSS	50 MS
I98-382-7 -1	BOWMAN*8/TRIUMPH	<i>Rph9.z</i>	2	1	3	90 S	60 MS
I98-383-4-1	BOWMAN*7/PI531849	<i>Rph13.x</i>	1-	1	1	60 R	20 MRMS
I98-384-2-1	BOWMAN*5/PI584760	<i>Rph14.ab</i>				60 R	10 MRMS
I98-385-1-1	PI35544 7/8*BOWMAN	<i>Rph15.ad</i>	;	;	;	70 R	10 R
I98-356-12-2	BA TNAI/6*BOWMAN	<i>Rph2.j</i>	2+3	-	3	80 S	70 MSS
I97-581-4-9	BOWMAN*8/REKA 1	<i>Rph2.t</i>	2+3	3	3	60 MSS	70 MSS

R: resistencia

TI: tipo de infección. Escala 0-4 (Stakman et al., 1962), 0-2: resistente, 3-4: susceptible.

RH campo: severidad (% de infección según escala de Cobb modificada, Peterson et al., 1948) y reacción (Stakman et al. 1962), R: resistente, MR: moderadamente resistente, MS: moderadamente susceptible, S; susceptible.

Los genes *Rph7.g*, *Rph13.x* y *Rph15.ad* son efectivos y los genes *Rph1.a*, *Rph2.b*, *Rph4.d*, *Rph5.e*, *Rph6.f*, *Rph9.i*, *Rph10.o*, *Rph11.p* y *Rph2.t* son inefectivos frente a las tres razas de *P. hordei* identificadas (Cuadro 3). Las razas se diferencian por su reacción sobre *Rph3.c*, *Rph9.z* (equivalente a *Rph12*) y *Rph 8.h*. La raza UPh1 (Uruguay *P. hordei* 1) fue predominante hasta 1998. Esta raza es avirulenta sobre los genes de resistencia *Rph3.c* y *Rph9.z*. La segunda raza (UPh2), virulenta sobre el gen *Rph3.c* y Perún, previamente resistente, y avirulenta sobre *Rph9.z*, se observó en epidemias severas en el campo experimental de mejoramiento de INIA en La Estanzuela en el año 1999. Sin embargo, esta raza no se expandió en el área de producción. La última raza (UPh3), detectada en muestras recolectadas durante 2004, es también virulenta sobre *Rph3.c*, y adquirió virulencia adicional sobre *Rph9.z*, anteriormente efectivo. Este gen de resistencia está presente en Defra, variedad alemana de alta calidad utilizada ampliamente en cruzamientos en Uruguay y Brasil. Defra y variedades derivadas, que poseen *Rph9.z* como INIA Ceibo e INIA Arrayán, eran resistentes a RH, pero incrementaron sensiblemente su nivel de infección a partir del año 2004. Otra diferencia con las razas previas es su avirulencia sobre *Rph8.h*. El patógeno fue adquiriendo virulencia adicional sobre genes presentes en variedades comerciales en dos pasos desde la primera raza identificada hasta la tercera.

La raza predominante en los relevamientos realizados a partir del año 2005 ha sido UPh3. En Brasil se detectó virulencia sobre *Rph3.c* y *Rph9.z* en los años 1998 y 2003, respectivamente, probablemente causada por las mismas razas detectadas en nuestro país un año después.

Agentes causales de mancha en red tipo red y mancha borrosa. *Pyrenophora teres f. teres* y *Cochliobolus sativus*

Los patógenos que causan manchas foliares presentan variabilidad, aunque los cambios en sus poblaciones ocurren generalmente en forma gradual. En algunos casos puntuales se han dado cambios de comportamiento de cultivares resistentes frente a alguna de las manchas foliares en un corto período de tiempo, probablemente asociados a cambios en la prevalencia de patotipos virulentos (ejemplos: cultivar de cebada Defra frente a MRTR, año 1998).

En las condiciones de Uruguay, se ha reportado, al igual que en otras partes del mundo, que los síntomas de MRTR y MB pueden variar de acuerdo al cultivar de cebada que se examine (Pereyra, 1994; Gamba y Tekauz., 2002; Gamba, 2011). Ello estaría indicando la existencia de una interacción diferencial entre cultivar de cebada y aislamiento del patógeno.

El reporte nacional más reciente sugiere la existencia de una alta variabilidad de la población local de *C. sativus*, así como niveles muy bajos de resistencia genética de los genotipos de cebada estudiados que incluían además de testigos internacionales, materiales en producción en nuestro país (Gamba, 2011). Por su parte, la población de *P. teres f. teres* presenta mayor diversidad en cuanto a su virulencia en relación a la de *C. sativus* (Gamba, 2011).

Agentes causales de la fusariosis de la espiga: especies de *Fusarium*

Fusarium graminearum es la especie predominante asociada a la FE en cebada, constituyendo el 65% y 56% de todas las especies de *Fusarium* aisladas de granos de cebada provenientes de distintos cultivares, localidades y épocas de siembra en los años epidémicos 2001 y 2002, respectivamente (Pereyra et al., 2006; Pereyra y Dill-Macky, 2010). Las frecuencias con las que se aislaron las distintas especies de *Fusarium* varió de acuerdo tanto al ambiente (localidad * época de siembra) como al cultivar. *Fusarium poae* y *F. equiseti* fueron las especies más comúnmente aisladas luego de *F. graminearum* en los granos de cebada. Otras especies incluían: *F. avenaceum*, *F. sambucinum*, *F. trincictum*, *F. semitectum* y *F. chlamydosporum* (Pereyra y Dill-Macky, 2010). En nuestras condiciones, la infección por *F. poae* ocurre generalmente al estado de embuche infectando a la espiga a través de la vaina de la hoja bandera a fines de agosto - principios de setiembre cuando las menores temperaturas favorecen a este patógeno.

Todas las especies aisladas causaron FE en cebada en tests de patogenicidad en invernáculo. Las mayores incidencias y severidades de FE se obtuvieron con los aislamientos de *F. graminearum*, seguidos por *F. poae* y *F. avenaceum*. Aquellos cultivares previamente caracterizados como moderadamente resistentes a moderadamente susceptibles presentaron los niveles más bajos de incidencia y severidad de FE, así como los menores porcentajes de granos infestados por *Fusarium* spp. y *F. graminearum* (Pereyra y Dill-Macky, 2010).

Se concluyó que bajo condiciones naturales en el país ocurren diversas especies de *Fusarium* potencialmente productoras de toxinas en los granos de cebada.

En la actualidad, estamos analizando la diversidad de la población de *F. graminearum* en granos de cebada de la zafra 2012. Dentro del complejo de especies de *F. graminearum* se han reconocido 16 especies filogenéticamente diferentes (O'Donnell et al., 2004; O'Donnell et al, 2008; Yli-Mattila et al., 2009; Sarver et al., 2011) capaces de producir micotoxinas, en particular tricotecenos del tipo B y zearalenona. El objetivo es establecer qué especies filogenéticas están presentes en nuestro país en cebada y su potencial micotoxigénico con técnicas convencionales y moleculares. Los datos que hemos obtenido estudiando la diversidad de la población de especies de *F. graminearum* en granos de trigo de las zafra epidémicas 2001, 2002, 2009 y 2012 han establecido que en este cultivo predomina la especie *F. graminearum* del quimiotipo 15AcDON. Sin embargo, en las áreas nuevas de producción en el país (noreste y este) se detecta una mayor diversidad de especies (*F. cortaderiae*, *F. asiaticum*, *F. brasilicum*) del quimiotipo NIV (potencial productores de toxina nivalenol) no reportados previamente en Uruguay (Umpierrez et al., 2013).

Medidas de manejo

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

La rotación con cultivos no susceptibles a las enfermedades de cebada es una forma de eliminar al huésped, dándole tiempo suficiente a los microorganismos del suelo a mineralizar el rastrojo, principal reservorio de los hongos que sobreviven y se multiplican en él como los causales de las manchas foliares y la FE. 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 enfermedades como las manchas foliares y en menor grado de la FE ya que el hongo causal de esta última es capaz de sobrevivir sobre un rango de huéspedes muy amplio. Sin embargo, para esta última enfermedad, se ha constatado que en años normales, los niveles de FE son significativamente mayores sobre rastrojo de maíz, trigo y cebada respecto a rastrojos como girasol y pasturas convencionales (trébol blanco, lotus y festuca) (Pereyra y Dill-Macky, 2008).

Más del 80% de área de cebada se realiza bajo la modalidad de siembra directa. En esta situación se trata de evitar la siembra de cebada sobre rastrojo de cebada. 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 de MRTS en la zafra 2003 ocurrió predominantemente en chacras de cebada de cultivares susceptibles con rastrojo del mismo cultivar (Pereyra y Díaz, 2009).

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 y la contribución de inóculo a partir del mismo. Por ejemplo, tanto para *P. teres* f. *teres* (Figura 2), como para *F. graminearum* se determinó que la supervivencia de estos hongos y la producción de inóculo, estuvo estrechamente asociada a la descomposición del rastrojo. En el caso específico de *F. graminearum* donde se estudió un amplio rango de huéspedes, en distintas secuencias de cultivos se ha determinado que en nuestras condiciones, trigo y cebada y en menor grado maíz son los rastrojos con mayor colonización y que a su vez aportan la mayor cantidad de inóculo de *F. graminearum* (Figura 3) (Pereyra y Dill-Macky, 2008). Si bien el hongo fue capaz de colonizar rastrojo de girasol, éste y los rastrojos de leguminosas forrajeras como lotus y trébol blanco no contribuyeron inóculo bajo las condiciones de los estudios realizados.

Como recomendación se estableció que un período de un invierno, preferentemente dos sin cultivos susceptibles serían suficientes para reducir infecciones tempranas de manchas foliares y minimizar el riesgo de FE en años normales (Stewart et al., 2001; Pereyra y Dill-Macky, 2008).

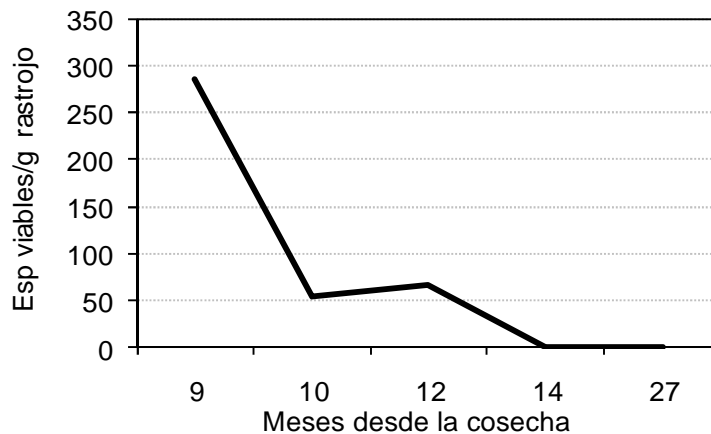


Figura 2. Supervivencia de *Pyrenophora teres f. teres* en el rastrojo de cebada luego de la cosecha (modificado de Stewart et al., 2001).

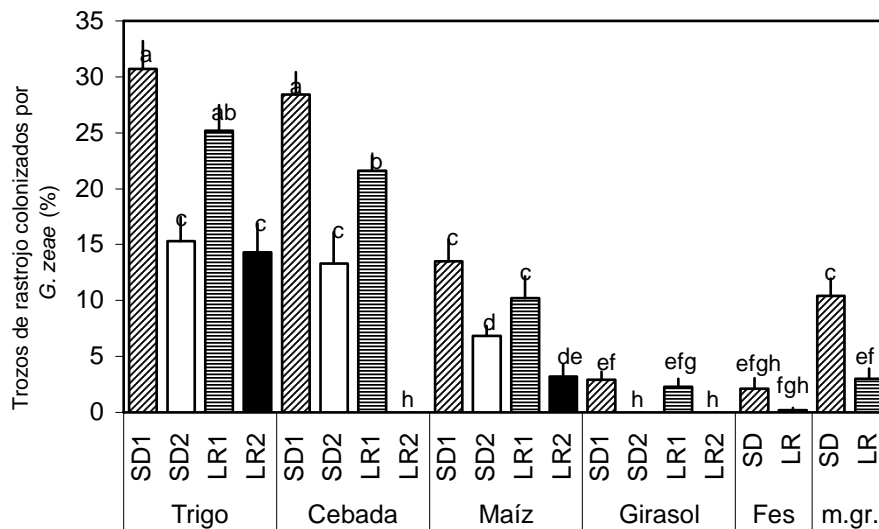


Figura 3. Colonización de seis rastrojos (trigo, cebada, maíz, girasol, festuca y malezas gramíneas) por *Gibberella zeae* (*Fusarium graminearum*) recuperados desde febrero 2001 a marzo 2003 en dos sistemas de laboreo (Pereyra y Dill-Macky, 2008).

Los valores presentados son los porcentajes medios de todo el rastrojo muestreado cada tres meses. Los valores con letras diferentes son significativamente diferentes a $P=0.05$ según análisis de máxima verosimilitud (χ^2). Las barras verticales representan los errores estándar. SD: siembra directa; LR: laboreo reducido. El rastrojo se categorizó por edad (1: 365 días de edad o menos; 2: mayor a 365 días). Fes., festuca, *Festuca arundinacea* L.; m. g., malezas gramíneas - *Digitaria sanguinalis* L., *Cynodon dactylon* L., *Lolium multiflorum* L., and *Setaria* spp. n.r., no se recuperó rastrojo

Manejo por resistencia genética

Se ha puesto especial énfasis en caracterizar anualmente a los cultivares en producción, en evaluación y líneas avanzadas de los distintos PMG frente a todas las enfermedades que afectan al cultivo. El objetivo de tener una caracterización de cada material frente a cada enfermedad es asistir en la toma de decisiones de planes de siembra de las empresas así como también en el manejo sanitario del cultivo.

El comportamiento sanitario se evalúa en ensayos, viveros (colecciones sanitarias) específicos para cada una de las enfermedades a caracterizar y en pruebas de invernáculo para MRTR, MRTS, MB, RH y FE. En los ensayos de la red de Evaluación Nacional de Cultivares (INIA-INASE) se evalúa el

comportamiento a todas las enfermedades presentes 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 objetivo en forma temprana. Se siembran en épocas apropiadas para que se exprese la enfermedad en estudio. En el caso del vivero de FE se analiza además contenido de toxina deoxinivalenol (DON) en el grano cosechado.

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 4. El nivel de infección asignado a cada material resume toda la información disponible, y es el comportamiento esperado a futuro si la población del patógeno permanece estable. Los niveles de infección bajo (B), bajo a intermedio (BI), intermedio (I), intermedio a alto (IA) y alto (A), corresponden a reacciones resistente (R), moderadamente resistente (MR), moderadamente resistente a moderadamente susceptible (MRMS) y susceptible (S)

Cuadro 4. Caracterización sanitaria de los cultivares de cebada registrados para producción a abril 2013 (modificado de Castro *et al.*, 2013).

Cultivares	Caracterización sanitaria								
	ESC	MRTR	MRTS	MB	RAM	RH	OIDIO	RT	FUS
ACKERMAN MADI	A	A	A	I	IA	B	BI	IA	IA
ACKERMANN LAISA	I	IA	A	IA	AI	BI	B	BI	IA
AMBEV 293	IB	B	IA	BI	IA	A	A	B	AI
AMBEV 84 (UMBRELLA)	I	IB	IA	BI	I	BI	B	BI	IA
CLE 202 (INIA CEIBO)	IB	B	IB	IA	IA	A	A	I	IA
CLE 233 (INIA ARRAYAN)	BI	B	IB	I	IA	AI	IA	I	I
CLE 267	B	B	I	A	IA-A	AI	IA	B	I
CONCHITA	BI	IB	I	IA	AI	BI	B	I	A
IRUPÉ	I	IB	A	A	IA	BI	B	I	IA
KALENA	IB	IA	AI	A	AI	BI	B	BI	IA
MUSA 19	IA	IA	AI	I	IA	IB	BI	IA	IA
MUSA 31	A	B	IA	I	A	B	A	B	IA
MUSA 936	A	B	A	IA	I	IA	IA	B	IA
NORTEÑA CARUMBE	IA	BI	IA	I	AI	I	A	B	A
NORTEÑA DAYMÁN	AI	I	A	I	I	A	AI	B	IA
PERUN	A	A	I	BI	IB-I	A	I	BI	A
ALTEA	I	IA	AI	A	IA	B	B	IA	IA
AMBEV 166	(B)	IA	IA	(I)	IA	BI	B	BI	I-IA
CLE 268	(B)	B	I	A	A	IA	IA	I	I-IA
CLE 270	IA	B	IA	A	A	I	IB	I	I
DANIELLE	I	I	I	I	AI	BI	B	IA	I
KWS BAMBINA	IA	I	IA	(I)	AI	BI	B	IA	I
PS/09/1	IA	BI	I	(BI)	IA	B	BI	A	AI
PS/09/2	IA	A	I	(BI)	AI	BI	B	AI	(IB)
PS/09/3	IA	IA-A	AI	(IB)	AI	BI	B	AI	I

Información de cultivares con tres o más años en evaluación nacional

ESC: Escaldadura causada por *Rhynchosporium secalis*; MRTR: Mancha en red tipo red causada por *Drechslera teres* f. *teres*; MRTS: Mancha en red tipo spot causada por *Drechslera teres* f. *maculata*; MB: Mancha borrosa causada por *Bipolaris sorokiniana*; RAM: Ramularia causada por *Ramularia collo-cygni*; RH: Roya de la hoja causada por *Puccinia hordei*; OIDIO: Oídio causado por *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*; RT: Roya del tallo, causada por *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*; FUS: Fusariosis de la espiga, causada por *Fusarium* spp. (principalmente *F. graminearum* y *F. poae*);

() Información parcial; A: susceptibilidad alta; I: susceptibilidad intermedia; B: susceptibilidad baja

Manejo por fungicidas

Semilla

Lograr una rápida implantación del cultivo depende del uso de semilla sana o tratada adecuadamente para los patógenos presentes en la misma, con 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.

Desde la investigación se ha enfatizado en decidir el tratamiento de la semilla sobre la base de un análisis sanitario del lote con el fin de cuantificar los principales patógenos transmitidos por semilla. En el Cuadro 5 se presenta la información generada en relación a la eficiencia de distintas curasemillas para los principales patógenos de trigo.

Cuadro 5. Eficiencia promedio de fungicidas curasemillas para patógenos de cebada (adaptado de González, 2011).

Ingrediente activo (Nombre comercial)	<i>Bipolaris sorokiniana</i>¹	<i>Drechslera teres</i>²	<i>Fusarium spp.</i>³	<i>Ustilago spp.</i>⁴
Carbendazim	-	-	***	-
Carbendazim+tiram+Iprodione (C+T+Rovral)	***	***	***	-
Carbendazim+ tiram+iprodone (Trio 400)	***	-	***	-
Carbendazim+tiram (C+T, Mix25/25)	*	*	***	-
Carboxim+tirad (Vitavax Flo)	**	*	*	**
Difenoconazol (Divident)	*	*	-	*
Flutriafol (Vincit 5)	***	*	*	***
Guazatina+Imazalil	***	**	*	-
Iprodione (Rovral)	***	**	*	*
Tebuconazol (Raxil)	*	*	*	*
Tebuconazol+Protioconazol (Pucará)	**	**	*	-
Tiabendazol (TBZ)	*	*	***	-
Triadimenol (Baytan 15)	**	*	*	-
Triticonazol	-	-	*	-
Triticonazol+Iprodione (Real+Rovral)	***	**	-	-

¹ Agente causal de mancha borrosa de cebada. ² Agente causal de mancha en red de cebada. ³ Especies de *Fusarium*, agentes causales de marchitamiento en plantula. ⁴ Especies de *Ustilago* causales de carbonces. Eficiencia de control: *** >90%, ** 80-90%, * <80%

Parte aérea

Hace 10-15 años, la aplicación de fungicidas en el cultivo de cebada era una práctica poco común, limitándose a situaciones puntuales. En ese período, el conocimiento de las pérdidas tanto en términos de rendimiento de grano como calidad física del mismo provocadas por las distintas enfermedades en nuestras condiciones, así como de niveles críticos de severidad o incidencia (Pereyra, 1996; Pereyra et al., 2011) para la toma de decisiones, los cultivares con mayor potencial de rendimiento y precios favorables de la cebada y menores costos de los fungicidas, han determinado una mayor adopción de los fungicidas como herramienta en el control de las enfermedades foliares, principalmente. El uso de fungicidas con el objetivo del control de FE en cebada continua siendo escaso.

Los factores que se tienen en cuenta en la decisión incluyen: conocer el comportamiento del cultivar frente a las distintas enfermedades a controlar y el seguimiento más cercano de los categorizados como de susceptibilidad intermedia a alta y situación de riesgo del rastrojo previo. Se consideran además, el potencial de rendimiento potencial del cultivo, las condiciones climáticas ocurridas y pronosticadas y nivel de infección del cultivo.

Para las enfermedades foliares, 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. Para el control de MRTR y MRTS se manejan niveles críticos aproximados de 50-60% de incidencia (5-6% de

severidad), mientras que para MB de 33-50% de incidencia (3-4% de severidad), para RH de 40-60% de incidencia (3-5 % de severidad) y oídio de 40-50% de incidencia (5-10% de severidad).

La elección del producto va a depender de la enfermedad que se quiere controlar. En el Cuadro 6 se presenta la eficiencia de control de distintos fungicidas evaluados desde hace varios años, para las distintas enfermedades de cebada. Esta información es actualizada y difundida anualmente.

Cuadro 6. Eficiencia de control de distintos fungicidas evaluados por al menos dos años con alta infección de enfermedades en cebada en INIA La Estanzuela (1998-2012)

Ingrediente activo (nombre comercial evaluado)	DOSIS (cc/ha)	MR TR¹	MR TS¹	ESC¹	MB¹	FUS₁	RH¹	OID₁
Carbendazim + epoxiconazol (<i>Swing</i>)	1000	I ²	-	I	I	-	IA	IA
Difenoconazol + propiconazol (<i>Taspa</i>)	250	I	-	I	-	-	-	-
Metconazol (<i>Caramba</i>)	1000	I	-	I	-	AI	-	-
Metconazol + epoxiconazol (<i>Swing Plus</i>)	1500	-	-	-	-	A	-	-
Propiconazol (<i>Tilt</i>)	500	I	-	I	-	-	IA	-
Tebuconazol (<i>Folicur</i>)	450	I	-	I	-	IA	IA	-
Tebuconazol (<i>Silvacur 25EW</i>)	750	I	I	I	BI	IA	IA	IA
Tebuconazol (<i>Orius</i>)	750	I	I	-	-	IA	IA	AI
Tebuconazol (<i>Bucaner 25EW</i>)	750	IB	-	-	IB	-	IA	IA
Propiconazol + ciproconazol (<i>Artea</i>)	400	I-A	-	-	I	-	A	A
Azoxistrobin (<i>Amistar</i>)	400	B ³ /A	-	B	-	B	-	-
Azoxistrobin + A.M. (<i>Amistar + Nimbus</i>)	300	I	-	-	IA	-	A	-
Azoxistrobin+ ciproconazol +A.M. (<i>AmistarXtra+Nimbus</i>)	350	A	-	-	A	-	A	AI
Trifloxistrobin + ciproconazol (<i>Sphere</i>)	600	A	-	I-A	A	-	-	-
Piraclostrobin + epoxiconazol (<i>Opera</i>)	1000	A	A	A	A	I	A	A
Trifloxistrobin + propiconazol (<i>Stratego</i>)	750	I-A	-	A	-	-	-	-
Kresoxim-metil + epoxiconazol (<i>Allegra</i>)	1000	A	IA	-	IA	I	A	A
Trifloxistrobin + tebuconazol (<i>Nativo</i>)	800	A	A	-	A	-	A	A
Kresoxim-metil+tebuconazol (<i>Conzerto</i>)	1000	IA	I	-	IA	-	A	A
Azoxistrobin+tebuconazol (<i>Ventum Plus</i>)	400-500	A-I	-	-	IA	-	AI	AI
Kresoxim-metil+tebuconazol (<i>Orchestra</i>)	1000-1250	-	-	-	-	-	AI	A
Azoxistrobin + ciproconazol (<i>StigmarXtra</i>)	300	I	I	-	-	-	A	A
Azoxistrobin + difenoconazol (<i>StigmarDuo</i>)	500	A-I	A-I					A

¹ MRTR: mancha en red tipo red, MRTS: mancha en red tipo spot, ESC: escaldadura, MB: mancha borrosa, FUS: fusariosis de la espiga; RH: roya de la hoja; OID: oídio

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

³: Baja eficiencia con condiciones de altas precipitaciones luego de la aplicación del fungicida

Un manejo diferente en Ramularia

En la actualidad el manejo de Ramularia en Uruguay depende en gran medida del uso de fungicidas ya que los cultivares en producción presentan niveles de susceptibilidad intermedia a alta (Cuadro 4) y no hay hasta el momento curasemillas registrados para disminuir el inóculo de Rcc en semilla. Tanto la elección de los **fungicidas** más eficaces como el (o los) **momentos** de aplicación correctos son claves en la optimización del control de Ramularia. Por otra parte, el componente abiótico del complejo puede verse atenuado con el uso de fungicidas también por un efecto de protección antioxidante que algunos fungicidas pueden ejercer.

El manejo de Ramularia difiere en dos aspectos del recomendado para otras enfermedades foliares: en los fungicidas a utilizar y en los momentos de aplicación.

Los **fungicidas** recomendados y registrados en Uruguay con eficiencia aceptable en el control de Ramularia incluyen mezclas con carboxamidas: ReflectXtra® (azoxistrobin + **isopyrazam**) y Xantho®

(piraclostrobin + epoxiconazol + **fluoxapirozad**). En la zafra 2013 se están además implementando aplicaciones de mezclas de triazoles y estrobilurinas con **clorotalonil**, principalmente para la primera aplicación en la fase de elongación del tallo.

En las condiciones de 2012, se llevaron a cabo estudios para determinar los **momentos óptimos de control** de *Ramularia* con dos fungicidas: uno perteneciente al grupo de las mezclas de triazol + estrobilurina por ser de alta eficiencia para el control de otras enfermedades foliares en cebada (piraclostrobin + epoxiconazol) y el otro al grupo recomendado para el control de *Ramularia*: azoxistrobin + isopyrazam (ReflectXtra®). Los momentos evaluados fueron: ¼ de la hoja bandera expandida (Z38), primeras aristas visibles (Z47-48) y espigazón (Z59).

En la Figura 4 se presenta el desarrollo de *Ramularia* en algunos de los tratamientos testeados.

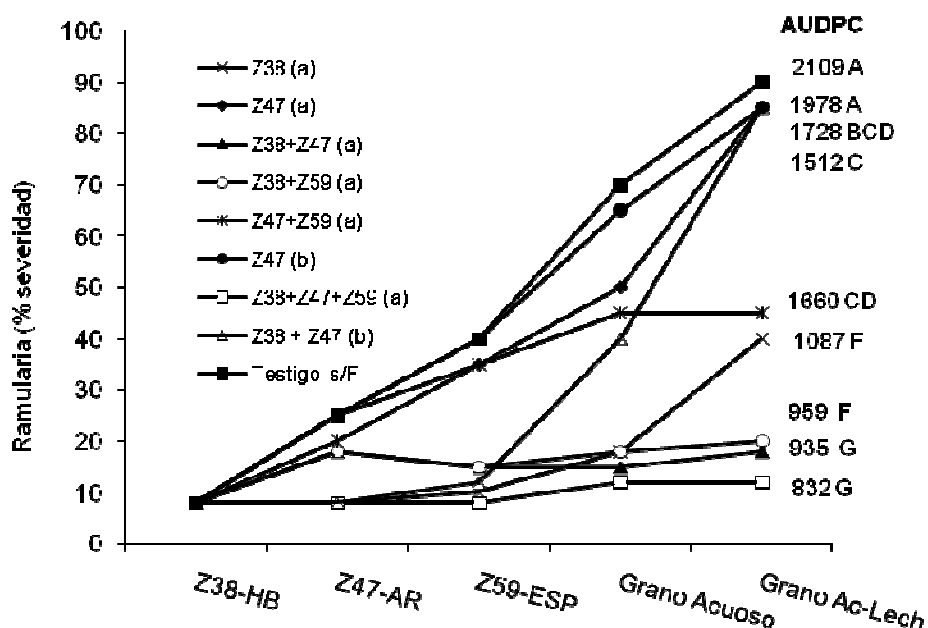


Figura 4. Severidad y área debajo de la curva de progreso de *Ramularia* en algunas combinaciones de momentos de aplicación (Z38, Z47, Z59) y dos fungicidas: azoxistrobin+isopyrazam (ReflectXtra®- a) y piraclostrobin+epoxiconazol (b) en el cultivar Conchita. (Perseverano - Soriano, 2012).

La mejor eficiencia de control de *Ramularia* (Figura 4) y mayores rendimientos de grano y de 1ª+2ª, porcentajes de 1ª+2ª y peso de grano (Cuadro 7) al usar el fungicida azoxistrobin + isopyrazam. Los mejores resultados en control de la enfermedad y demás variables estudiadas se obtuvieron en la aplicación en la triple aplicación de azoxistrobin+isopyrazam. Sin embargo, los resultados obtenidos en este primer año de ensayos indica que es posible lograr controles eficientes y rendimientos aceptables de grano y de 1ª+2ª con aplicaciones dobles a Z38+Z47 y Z38+Z59.

Cuadro 7. Rendimiento de grano, rendimiento de 1ª+2ª, clasificación de 1ª+2ª, y peso de mil granos (PMG) en los momentos de aplicación Z38, Z47, Z59 y sus combinaciones dobles y triples utilizando dos fungicidas, azoxistrobin+isopyrazam (ReflectXtra®) y piraclostrobin+epoxiconazol, cv. Conchita. Perseverano - Soriano, 2012.

Fungicida	Momento	Rend (kg/ha)	Rend 1ª+2ª (kg/ha)	1ª+2ª (%)	PMG (g)
TESTIGO S/F	-	1302 f ¹	346 f	26.51 g	24.94 f
Azoxistrobin + isopyrazam	HB (Z38)	2352 cde	1202 de	51.03 cdef	30.68 cde
	Aristas (Z47)	3093 bc	2229 bc	65.82 abcd	33.81 abc
	Espigazón (Z59)	3050 bc	1839 cd	60.25 bcde	33.00 bcd
	Z38+Z47	3627 ab	2772 ab	76.45 ab	36.09 ab
	Z38+Z59	3604 ab	2676 b	74.42 ab	36.56 ab

	Z47+Z59	2873 bcd	2013 bc	69.63 abc	35.88 ab
	Z38+Z47+Z59	4361 a	3559 a	81.60 a	38.07 a
Piraclostrobin + epoxiconazol	HB (Z38)	2034 def	999 ef	48.20 def	28.93 cdef
	Aristas (Z47)	1597 ef	641 ef	40.02 fg	28.30 def
	Espigazón (Z59)	1679 ef	817 ef	46.76 def	28.83 def
	Z38+Z47	1952 def	872 ef	44.70 efg	27.88 ef
	Z38+Z59	2337 cde	1140 def	48.65 def	28.86 cdef
	Z47+Z59	1983 def	807 ef	41.33 efg	29.56 cdef
	Z38+Z47+Z59	2360 cde	1048 def	44.42 efg	29.49 cdef
<i>P>F</i>		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

¹ Medias seguidas de letras distintas son diferentes significativamente según Tukey ($P=0,05$)

En un ensayo conducido en Palo Solo en 2012, con el objetivo de evaluar fungicidas para mancha en red tipo spot, fue también posible evaluar la performance de distintos productos para Ramularia. La aplicación de los fungicidas se realizó en Z38 (hoja bandera en expansión). La mayor eficiencia de control de Ramularia se obtuvo con el producto Xantho, una triple mezcla de piraclostrobin + epoxiconazole y la carboxamida (SDHI) fluxapyroxad (Xemium).

Consideraciones finales y perspectivas

En la última década se han logrado avances en el manejo de las manchas foliares, roya de la hoja y oidio, tanto en términos de cultivares con mayor niveles de resistencia como en los conocimientos de epidemiología para el manejo cultural y a través de fungicidas. Sin embargo, las enfermedades que presentan más desafíos para su control en nuestro país son mancha en red tipo spot, mancha borrosa, fusariosis de la espiga y Ramularia. En éstas se está y continuará haciendo mayor énfasis tanto en la caracterización e incorporación de resistencia en materiales adaptados y con calidad maltera, estudios en en la dinámica de estas enfermedades en los sistemas actuales de producción, y en el ajuste de aspectos del control químico de las mismas.

Referencias bibliográficas

- Castro, M., Sastre, M., Pereyra, S., Vazquez, D., Ibáñez, W. 2008. Efecto de la roya de la hoja en cultivares de cebada cervecera en La Estanzuela, año 2006. Disponible en línea: http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/cebcontrol2006.htm, Consultado setiembre 13, 2013.
- Castro, M., Pereyra, S., Germán, S., Vazquez, D. 2013. Resultados experimentales de la Evaluación Nacional de cultivares de trigo, cebada, colza; triticale y trigo doble propósito de los tres últimos años. Período 2010-2011-2012. Resultados Experimentales N° 13. Convenio INASE-INIA Uruguay..
- Gamba, F. and Tekauz, A. 2002. Physiologic specialization in Uruguayan isolates of *Pyrenophora teres*. IN Second International Workshop on Barley Leaf Blights. ICARDA, Aleppo, Syria. p.15-16.
- Gamba, F. 2011. La variabilidad de los patógenos causantes de manchas foliares en cebada y su implicancia en el manejo. Pp 129-138. IN: Manejo de enfermedades en trigo y cebada. Pereyra, S., Díaz, M., Germán, S., Cabrera, K. (eds). Serie Técnica INIA 189. Hemisferio Sur SRL, Montevideo.
- Germán S., Díaz M., Pereyra S., Castro M. 2005. Roya de la hoja y oídio de trigo y cebada. Serie Actividades de Difusión INIA 404:10-21. INIA Uruguay.
- Germán S. 2007. Roya de la hoja en Cultivos de Invierno: Epidemiología de la enfermedad y comportamiento varietal.. Serie Actividades de Difusión INIA 484:1-13. INIA Uruguay.
- Gonzalez, S. 2011. Patología de semilla de trigo y cebada. Pp 63-73. IN: Manejo de enfermedades en trigo y cebada. Pereyra, S., Díaz, M., Germán, S., Cabrera, K. (eds). Serie Técnica INIA 189. Hemisferio Sur SRL, Montevideo.

O'Donnell, K.; Ward, T. J.; Geiser, D. M.; Kistler, H. C. and Aoki, T. 2004. Genealogical concordance between the mating type locus and seven other nuclear genes supports formal recognition of nine phylogenetically distinct species within the *Fusarium graminearum* clade. *Fungal Genet. Biol.* 41:600-623.

O'Donnell, K.; Ward, T. J.; Aberra, D., Kistler, H. C., Aoki, T., Orwig, N., Kimura, M., Bjornstad, A., Klemsdal, S. S. 2008. Multilocus genotyping and molecular phylogenetics resolve a novel head blight pathogen within the *Fusarium graminearum* species complex from Ethiopia. *Fungal Genetics and biology* 45:1514-1522.

Pereyra S. 1992. Evaluación del daño causado por roya de la hoja en cebada. Pags.54-58. IN: 3a Reunión Nacional de Investigadores en cebada. Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. Minas, Uruguay.

Pereyra S. 1993. Evaluación del daño causado por roya de la hoja en cebada. Artículo N°10. IN:4a Reunión Nacional de Investigadores en cebada. Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. Palmar, Uruguay.

Pereyra, S. 1994. Estudios preliminares de variabilidad patogénica de *Drechslera teres* en cebada. Págs. 150-152. IN: 5a Reunión Nacional de Investigadores en cebada. Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. Paysandú, Uruguay.

Pereyra, S. 1996a. Estrategias para el control químico de enfermedades en cebada. Boletín de divulgación N° 57. INIA, La Estanzuela. 20 p

Pereyra, S. A. y Germán, S. E. 2004. First report of spot-type of barley net blotch caused by *Pyrenophora teres* f. *maculata* in Uruguay. *Plant Disease* 88:1162

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.; Stewart, S. 2005. Manual de identificación de enfermedades en cultivos de invierno. 2da edición. Boletín de Divulgación N°61. INIA Uruguay. 130 p.

Pereyra, S.A., Vero, S., Garmendia, G., Cabrera, M., Pianzolla, M.J. 2006. Diversity of Fungal Populations Associated with Fusarium Head Blight in Uruguay. En: T. Ban, J.M. Lewis, E.E. Phipps (eds.) *The Global Fusarium Initiative for International Collaboration: A Strategic Planning Workshop held at CIMMYT, El Batán, Mexico; March 14 - 17, 2006.* Mexico, D.F. CIMMYT. p. 35-41.

Pereyra, S, Dill-Macky, R. 2008. Colonization of the residues of diverse plant species by *Gibberella zeae* and their contribution to Fusarium head blight inoculum. *Plant Dis.* 92:800-807.

Pereyra, S., Díaz de Ackermann, M. 2009. Enfermedades transmitidas por rastrojo en trigo y cebada. Serie Actividades de Difusión INIA 566:25-34. INIA Uruguay.

Pereyra, S., Dill-Macky, R. 2010. *Fusarium* species of wheat and barley grains in Uruguay, their pathogenicity and deoxynivalenol content. *Agrociencia (Uruguay)* 14 2:33 – 44.

Pereyra, S., Germán, S., Díaz, M. 2011 Del patógeno al cultivo: sus interacciones y alternativas de manejo en la producción de trigo y cebada. p.: 89 – 110. IN: *II Simposio Nacional de Agricultura de Secano.* Hoffman, E., Ribeiro, A., Ernst, O., García, F. O. (eds) Hemisferio Sur, Montevideo

Pereyra, S. 2013. Herramientas disponibles para el manejo de dos enfermedades relevantes de la pasada zafra: Fusariosis de la espiga en trigo y Ramularia en cebada. Serie Actividades de Difusión INIA 720:33-41. INIA Uruguay.

Peterson R.F., Campbell A.B., Hannah, A.E. 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Canadian Journal of Genetics and Cytology* C. 26: 496-500.

Sarver, B. A., Ward, T. J., Gale, L. R., Broz, K., Kistler, H. C., Aoki, T., Nicholson, P. Carter, J. O'Donnell., 2011. Novel *Fusarium* head blight pathogens from Nepal and Louisiana revealed by multilocus genealogical concordance. *Fungal Genetics and Biology* 48:1096-1107.

Stakman E.C., Stewart D.M., Loegering W.Q. 1962. Identification of physiological races of *Puccinia graminis* var *tritici*. U.S. Dept. Agric. ARS – E 6/7. 53 pp.

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>

Umpierrez-Falaiche, M.; Garmendia, G., Pereyra, S., Rodriguez-Haralambides, A., Ward, T.J., Vero, S. 2013. Regional differences in species composition and toxigenic potential among *Fusarium* head blight isolates from Uruguay indicate a risk of nivalenol contamination in new wheat production areas. *International Journal of Food Microbiology* 166:135-140.

Yli-Mattila, T., Gagkaeva, T., Ward, T. J., Aoki, T., Kistler, H. C., O'Donnell, K. 2009. A novel Asian clade within the *Fusarium graminearum* species complex includes a newly discovered cereal head blight pathogen from the Russian Far East. *Mycologia* 101:841-852.