

## Herramientas disponibles para el manejo de dos enfermedades relevantes de la pasada zafra: Fusariosis de la espiga en trigo y Ramularia en cebada

Silvia Pereyra<sup>1</sup>

### Introducción

La zafra 2012 de trigo y cebada se caracterizó por precipitaciones por encima de los promedios históricos desde agosto y principalmente durante los períodos de espigazón-floración y llenado de grano. En etapas de encañado, la presencia de agua sobre el follaje por periodos prolongados y las heridas causadas por heladas y fuertes vientos establecieron condiciones propicias para el tizón bacteriano (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*). Estas bacterias oportunistas, presentes sobre la superficie foliar (epifitas) se vuelven patógenas al penetrar al tejido vegetal a través de heridas y estomas. Posteriormente, con mayores temperaturas, ocurrió infección de estría bacteriana causada por *Xanthomonas campestris*.

Las temperaturas no fueron limitantes para el desarrollo de enfermedades a hongos como Septoriosis o mancha de la hoja (causada por *Septoria tritici*), mancha parda o amarilla (causada por *Pyrenophora tritici-repentis*) en situaciones de rastrojos previos de trigo, y manchas en red tipo spot o tipo red (causadas por *Pyrenophora teres* f. *maculata* y *P. t. f. teres*, respectivamente) en cultivares susceptibles sobre rastrojo de cebada.

Las lluvias más frecuentes y voluminosas ocurrieron en el mes de octubre, momento en que la mayoría de los cultivos se encuentran en espigazón-floración. Estos estados fenológicos son los de mayor susceptibilidad para la infección de la fusariosis de la espiga y los de mayor demanda metabólica por parte de las plantas condición que predispone a la expresión del complejo Ramularia o salpicado necrótico – manchado fisiológico. Este trabajo busca aportar información sobre los conocimientos y herramientas tecnológicas que se disponen para el manejo de estas dos enfermedades.

### Fusariosis de la espiga en trigo

La fusariosis de la espiga (FE) es una enfermedad destructiva en trigo en las regiones húmedas y sub-húmedas del mundo. En las últimas décadas ha causado pérdidas significativas en los países del Cono Sur de América del Sur y en particular en Uruguay, y representa una de las principales limitantes para la producción de trigo (Díaz de Ackermann y Kohli, 1997; Pereyra *et al.*, 2006; Díaz de Ackermann y Pereyra, 2011).

La FE no sólo causa mermas en rendimiento sino que además puede afectar seriamente la calidad física e industrial del grano. Las mermas en el rendimiento en grano resultan principalmente de la esterilidad de las espiguillas pero también puede afectar el desarrollo del grano. Las reducciones en rendimiento cuantificadas en epidemias severas y cultivares muy susceptibles en nuestro país llegaron hasta 30% (Díaz de Ackermann y Kohli, 1997). Los efectos en la calidad del grano son consecuencia de la acción de enzimas producidas por el hongo. Sin embargo, el aspecto más relevante de la FE es afectar la inocuidad del producto final como consecuencia de la producción de micotoxinas de las que se destacan deoxinivalenol (comúnmente conocida como DON) y zearalenona (ZEA).

La FE puede estar causada por una o más especies del género *Fusarium*. En Uruguay, la especie predominante asociada a FE en trigo es *Fusarium graminearum* (Schwabe), (Boerger, 1928; Boasso, 1961; Pritsch, 1995; Pereyra y Dill-Macky, 2010; Umpierrez *et al.*, 2011). Este hongo es capaz de sobrevivir saprofiticamente en los rastrojos de trigo, cebada, maíz, sorgo, y otras especies gramíneas y hasta no gramíneas como girasol y soja (Costa Neto, 1976; Sutton, 1982; Reis, 1988; Baird *et al.*, 1997; Pereyra y Dill-Macky, 2008) y por tanto, estos constituyen la vía de supervivencia y fuente de inóculo más importante.

Si bien el estado fenológico más vulnerable a la infección en trigo es floración (antesis),

<sup>1</sup> Ing. Agr., MSc, PhD. Protección Vegetal, Cultivos de Secano, INIA La Estanzuela [spereyra@inia.org.uy](mailto:spereyra@inia.org.uy)

también es probable que se produzca la infección en etapas posteriores, durante el llenado de grano. Las principales vías de entrada del hongo son las anteras, estomas en glumas, grietas entre lemas y páleas, aberturas temporarias de la florecilla, base de las glumas (Bushnell *et al.*, 2003). Las infecciones tempranas generalmente matan las florecillas y no hay desarrollo de grano. Espiguillas atacadas más tarde producen granos menos desarrollados (chuzos) a los normales, mientras que infecciones posteriores donde el grano está completamente desarrollado pueden originar granos de tamaños normales pero contaminados. Cuanto más temprana la infección en el desarrollo del grano, mayor será el efecto de la fusariosis de la espiga. Luego que una espiguilla fue infectada, la enfermedad puede extenderse a otras espiguillas de la espiga. El avance del hongo en la espiga puede ser vía vascular (vía raquilla y raquis) y/o en condiciones de alta humedad relativa por vía externa (Bushnell *et al.*, 2003).

En la actualidad, las medidas disponibles de control no son altamente efectivas en prevenir el desarrollo de la FE, sin embargo han existido avances en la última década en varias de las prácticas de manejo. Se han incorporado niveles moderados de resistencia en cultivares comerciales a nivel mundial (Kosovà *et al.*, 2009) y en Uruguay (Castro *et al.*, 2013). Si bien existen fungicidas suficientemente efectivos, su uso muchas veces está limitado, porque el momento óptimo para la aplicación frecuentemente coincide con condiciones de precipitaciones que no permiten realizar las aplicaciones o por la variabilidad en los estados fenológicos en cada chacra (Díaz de Ackermann y Pereyra, 2011). Se ha constatado que la combinación del uso de cultivares moderadamente resistentes a FE y la aplicación de ciertos fungicidas triazoles o mezclas de triazoles a inicios de floración o en dobles aplicaciones o con aspersores capaces de depositar el fungicida en ambos lados de la espiga, logran un avance en el control de la enfermedad y en menor acumulación de DON (Halley *et al.*, 2010; Díaz de Ackermann y Pereyra, 2011; Blandino *et al.*, 2012; Willyerd *et al.*, 2012). Por otra parte, el beneficio potencial de la rotación con cultivos no susceptibles es medianamente eficaz debido al amplio rango de huéspedes de *F. graminearum* (Costa Neto, 1976; Reis, 1988; Pereyra y Dill-Macky, 2008) que aseguran una alta probabilidad de inóculo presente, en especial luego de zafras con epifitias como la que ocurrió en 2012. En años con condiciones favorables generalizadas no hay un efecto marcado del cultivo predecesor, sin embargo, en años normales, los niveles de FE son significativamente mayores sobre rastrojo de trigo, cebada y maíz respecto a rastrojos no gramíneas (Pereyra y Dill-Macky, 2008).

Por las características de la FE, es actualmente una de las enfermedades que presenta más desafíos para su control. Ninguna práctica es por sí sola efectiva para su control. Es importante la adopción de todas las medidas de manejo disponibles y en especial el uso de cultivares con niveles de resistencia aceptables a FE y su combinación con aplicaciones de fungicidas en el momento óptimo y con la tecnología adecuada.

### **Comportamiento de cultivares en producción frente a Fusariosis de la espiga**

Luego de las condiciones climáticas favorables, el segundo factor en importancia para el desarrollo de la FE es la susceptibilidad de los cultivares. En 2012, algo más del 70% del área se sembró con cultivares susceptibles a moderadamente susceptibles. Aún cuando en el menú actual de variedades continúan predominando aquellas con susceptibilidad alta a intermedia, en los últimos años algunos programas de mejoramiento genético tanto nacionales como regionales han logrado la obtención de líneas con cierto grado de resistencia a FE, con adaptación y alta productividad (Cuadro 1). Algunas de éstas se encuentran hoy en producción o serán próximos lanzamientos.

**Cuadro 1.** Caracterización sanitaria de los cultivares de trigo con tres o más años en evaluación a abril 2013 (modificado de Castro *et al.*, 2013).

Cultivares	Caracterización sanitaria <sup>1</sup>						
	MH	MA	FUS	RH	OIDIO	RT	Xantho
<b>CICLOS INTERMEDIO-CORTO</b>							
<b>ACA 320</b>	IA	I	<b>BI</b>	BI	BI	B	nd
AREX	I	I	<b>AI</b>	A	B	IA	nd
BAGUETTE PREMIUM 11 (T)	IB	BI	<b>I</b>	AI	BI	A	nd
BAGUETTE 17 (TCS2011)	I	IA	<b>IA</b>	A	B	A	nd
BAGUETTE 18 (TCS2011)	BI	IA	<b>I</b>	A	B	A	nd
<b>BAGUETTE 19 (TCS2011)</b>	IB	I	<b>BI</b>	AI	I	A	nd
BAGUETTE 9 (TCS2011)	I	I	<b>A</b>	A	B	A	nd
BAGUETTE PREMIUM 13 (TCS)	IB	I	<b>IA</b>	A	BI	A	nd
BIOINTA 1001 (TCS)	A	A	<b>A</b>	AI	B	B	nd
<b>BIOINTA 2004 (TCS2011)</b>	B	I	<b>BI</b>	B	B	BI	
LE 2331 (INIA DON ALBERTO) (TCI)	IA-A	IA	<b>A</b>	IB	BI	I	I
LE 2332 (INIA MADRUGADOR)	IA	A	<b>I</b>	I	A	I	IB
LE 2333 (INIA CARPINTERO)	I	I	<b>I</b>	AI	I	BI	IA
LE 2354 (GENESIS 2354)	B	I	<b>IA</b>	BI	I	I	I
<b>LE 2375 (GENESIS 2375)</b>	BI	B	<b>BI</b>	IB	BI	I	BI
NOGAL (T)	B	BI	<b>A</b>	IB	B	BI	IA
ZARATINA	IA	IA	<b>A</b>	BI	BI	B	nd
BIOINTA 3006	AI	I	<b>AI</b>	IA	B	A	nd
BUCK PLENO	I	IA	<b>IA</b>	IA	B	I	nd
EXP ACA 1480.7	A	IA	<b>IA</b>	I	BI	B	nd
EXP ACA 1733.8	A	I	<b>IA</b>	I	I	I	nd
EXP ACA 1861.8	A	I	<b>AI</b>	I	I	I	nd
FUNDACEP BRAVO	IB	I	<b>I</b>	B	B	B	nd
<b>FUNDACEP TRIUNFO</b>	AI	IA	<b>IB-I</b>	BI	B	I	nd
JN 8011	A	IA	<b>AI</b>	IA	B	BI	nd
LE 2381 (GENESIS 6.81)	B	IB	<b>I</b>	BI	A	I	BI
<b>LE 2387</b>	BI	IB	<b>BI</b>	B	B	IA	IB
NT 001	A	I	<b>A</b>	BI	B	A	nd
SY 100	I	IA	<b>IA</b>	A	B	A	nd
SY 300	I-IA	I	<b>I</b>	IA	B	A	nd
<b>T203</b>	A	I	<b>I</b>	AI	B	A	nd
<b>CICLO LARGO</b>							
BIOINTA 3004 (TCS)	IA	IA	<b>A</b>	A	A	B	nd
KLEIN GUERRERO (TCS)	IA	I	<b>IB</b>	IA	BI	B	nd
KLEIN YARARA (TCS)	A	I	<b>I</b>	IA	B	I	nd
LE 2210 (INIA TIJERETA) (TCL)	IA	I	<b>A</b>	AI	BI	B	IA
LE 2245 (INIA GORRION) (T)	I	I	<b>BI</b>	IA	I	I	nd
LE 2313 (INIA GARZA) (T)	I	I	<b>I</b>	I	IA	B	nd
LE 2346 (GENESIS 2346)	IB	IA	<b>IA</b>	B	BI	B	BI
LE 2358 (GENESIS 2358)	I-IA	IA	<b>BI</b>	I	I	I	IA
LE 2359 (GENESIS 2359)	B	BI	<b>IA-A</b>	I	B	BI	IA
LE 2366 (GENESIS 2366)	I-IA	IA	<b>I</b>	B	BI	B	IA
EXP 02-10	IA	IB	<b>I</b>	BI	B	BI	I
LE 2377	IB	IA	<b>I</b>	B	BI	I	IB
LYON	IA	AI	<b>A</b>	IA	BI	A	nd

1: MH: mancha de la hoja o septoriosis causada por *Septoria tritici*; MP: mancha parda o amarilla causada por *Pyrenophora tritici-repentis*; FUS: Fusariosis de la espiga causada por *Fusarium graminearum*; RH: roya de la hoja causada por *Puccinia triticina*; Oidio causado por *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*; RT: roya de tallo causada por *Puccinia graminis*; Xantho: estría bacteriana causada por *Xanthomonas campestris*

Nivel de susceptibilidad: B: bajo; I: intermedio; A: alto

## Manejo con fungicidas

El control de FE con fungicidas es preventivo basándose en pronósticos climáticos o sistemas de predicción. Las evaluaciones de fungicidas disponibles en el país hasta 2011 habían determinado que los fungicidas más eficientes y con mayor retorno económico para el control de FE eran metconazol (Caramba) y tebuconazol (Folicur, Silvacur, Orius) aplicados a inicio de floración (Z61), con aspersores tipo TwinJet60® (Díaz de Ackermann y Pereyra, 2011).

En el 2012 se llevaron a cabo experimentos evaluando la performance de nuevos fungicidas en aplicaciones únicas a inicio de floración (Zadoks 61) y dobles en Z61 y floración

(Z65). Se utilizó el cultivar susceptible a FE, INIA Don Alberto. Las aplicaciones de fungicidas se hicieron en estado de principio de floración (Z61) y dobles aplicaciones a Z61 y floración (Z65) con picos doble abanico. Se determinó incidencia y severidad de FE a grano lechoso y grano lechoso pastoso, severidad de enfermedades foliares presentes, porcentaje de grano con *Fusarium* luego de la cosecha, contenido de DON engrano cosechado sin y con viento, rendimiento de grano en ambas situaciones de cosecha, peso hectolítrico y peso de mil granos. Los resultados se presentan en los Cuadros 2 y 3.

**Cuadro 1.** Fusariosis de la espiga (FE) al estado de grano lechoso-pastoso, granos con *Fusarium* a cosecha, contenido de deoxinivalenol (DON) en grano cosechado sin y con viento y mancha de la hoja o septoriosis para distintos tratamientos de fungicidas en comparación con el testigo sin aplicación en el cultivar susceptible INIA Don Alberto. INIA La Estanzuela, 2012.

Tratamiento	Dosis (l/ha)	Momento de aplicación <sup>1</sup>	Índice de FE <sup>2</sup> (%)	Granos c/FUS <sup>3</sup> s/viento (% p/p)	DON s/viento (ppm)	DON c/viento (ppm)	Septoriosis AUDPC <sup>4</sup>
TESTIGO s/fung	-	-	50.0 a <sup>5</sup>	10.00 a	20.85 a	6.56	6529.2 a
Caramba <sup>6</sup>	1.0	Z61	27.3 b	4.90 bcd	5.35 b	<b>3.55</b>	3186.7 bc
Swing Plus <sup>7</sup>	1.5	Z61	22.0 bc	5.80 abcd	9.95 b	5.02	1327.7 de
Swing Plus	1.7	Z61	16.7 bc	5.33 abcd	7.98 b	5.77	1710.8 cde
Orius <sup>8</sup>	0.75	Z61	30.7 ab	9.16 ab	15.30 ab	5.71	2482.2 cde
Caramba	1.0	Z61+Z65	24.7 bc	7.42 abcd	9.60 b	(7.99)	4730.0 ab
Swing Plus	1.5	Z61+Z65	5.0 c	3.97 cd	4.70 b	<b>3.64</b>	1442.5 cde
Swing Plus	1.7	Z61+Z65	6.0 c	3.98 cd	5.82 b	<b>2.57</b>	1310. de
Orius	0.75	Z61+Z65	12.3 bc	5.17 bcd	8.00 b	3.93	2218.3 cde
<i>P&gt;F</i>			0.0001	0.0009	0.0324	0.0904	0.0001

<sup>1</sup> Zadoks 61: inicio de floración; Z65: floración

<sup>2</sup> Índice de Fusariosis de la espiga (FE): producto de la incidencia (% de espigas con FE en la parcela) y severidad (% de espiguillas en las espigas con FE)

<sup>3</sup> Porcentaje de granos con *Fusarium* expresado por peso según protocolo de Canadian Grain Commission (Canadá).

<sup>4</sup> Área debajo de la curva de progreso de la mancha de la hoja o septoriosis causada por *Septoria tritici*

<sup>5</sup> Valores seguidos por letras diferentes difieren significativamente según Tukey al  $P=0.05$

<sup>6</sup> metconazol

<sup>7</sup> metconazol + epoxiconazol

<sup>8</sup> tebuconazol

**Cuadro 2.** Rendimiento de grano cosechado sin y con viento, peso hectolítrico y peso de mil granos para distintos tratamientos de fungicidas en comparación con el testigo sin aplicación en el cultivar susceptible INIA Don Alberto. INIA La Estanzuela, 2012.

Tratamiento	Dosis (l/ha)	Momento de aplicación <sup>1</sup>	Rend. s/viento (kg/ha)	Rend. c/viento (kg/ha)	Peso hectolítrico	Peso mil granos (g)
TESTIGO s/fung	-	-	3145.3	2748.3 b <sup>2</sup>	71.92 b	33.71 b
Caramba <sup>3</sup>	1.00	Z61	4709.9	4530.6 ab	80.52 ab	38.38 ab
Swing Plus <sup>4</sup>	1.50	Z61	4327.1	4133.1 ab	79.17 ab	37.82 ab
Swing Plus	1.70	Z61	4976.6	4806.5 ab	80.73ab	38.63 ab
Orius <sup>5</sup>	0.75	Z61	3233.3	2934.1 ab	77.77 ab	36.43 ab
Caramba	1.00	Z61+Z65	3853.7	3738.5 ab	79.55 ab	38.45 ab
Swing Plus	1.50	Z61+Z65	5962.0	5783.0 a	81.85 ab	40.07 a
Swing Plus	1.70	Z61+Z65	4893.8	4783.7 ab	82.58 a	39.12 ab
Orius	0.75	Z61+Z65	4369.8	4215.5 ab	80.82 ab	39.78 a
<i>P&gt;F</i>			0.0802	0.0296	0.0369	0.0384

<sup>1</sup> Zadoks 61: inicio de floración; Z65: floración

<sup>2</sup> Valores seguidos por letras diferentes difieren significativamente según Tukey al  $P=0.05$

<sup>3</sup> metconazol

<sup>4</sup> metconazol + epoxiconazol

<sup>5</sup> tebuconazol

Para el control de la FE no se recomiendan mezclas de trizoles y estrobilurinas porque aún cuando algunas mezclas logran controlar eficientemente la FE, los contenidos de DON en grano cosechado frecuentemente se encuentran en niveles similares a los testigos sin aplicación de fungicida (Díaz de Ackermann y Pereyra, 2011).

### Interacción comportamiento del cultivar frente a FE y el manejo del fungicida

Ante los resultados obtenidos en trabajos anteriores a 2011 (Díaz de Ackermann y Pereyra, 2011) así como en los presentados en el ítem anterior es evidente que el control de la FE con fungicidas en cultivares susceptibles y bajo condiciones altamente predisponentes a la enfermedad no asegura en la mayoría de los casos una eficiencia aceptable o bajos contenidos de DON en el grano cosechado.

En el Cuadro 4 se presenta información del primer año de una serie de experimentos planificados para cuantificar la eficacia de integrar la resistencia genética a FE alcanzada hasta el momento en cultivares en producción y el manejo del fungicida. Se utilizaron tres cultivares con ciclos similares: INIA Don Alberto (altamente susceptible), la línea avanzada del PMG de Trigo de INIA LE2369 (susceptibilidad intermedia) y el cultivar Génesis 2375 (susceptibilidad baja intermedia) y se aplicaron tres manejos del fungicida: sin aplicación, aplicación del fungicida más eficiente registrado hasta ese momento para FE (metconazol 1 l/ha) con picos TwinJet60® en principio de floración (Z61) y en doble aplicación Z61 y Z65.

Aunque el potencial del ensayo fue bajo en relación a los potenciales de los cultivares utilizados y la infección de FE fue intermedia, existieron claras diferencias en relación a la infección de FE, rendimiento, peso hectolítrico y peso de grano entre las distintas combinaciones cultivar x manejo de fungicida. Una única aplicación en el cultivar moderadamente resistente (Génesis 2375) a inicio de floración fue suficiente para obtener menor infección de FE, el mayor rendimiento en grano y pesos hectolítrico y de grano aceptables.

**Cuadro 4.** Fusariosis de la espiga (porcentaje producto de la incidencia y severidad), rendimiento en grano, peso hectolítrico y peso de mil granos en tres cultivares con comportamiento diferencial frente a FE sin aplicación, aplicación a principio de floración (Zadoks 61) y doble aplicación a Z61 y floración (Z65). INIA La Estanzuela 2012.

Cultivar	Fungicida (momento)	Indice FE (%)	Rend (kg/ha)	Peso hectolítrico	Peso mil granos (g)
<b>INIA Don Alberto</b> (alta susceptibilidad)	Sin	21,75	976.5	<b>68,53</b>	29,28
	Z61	6,25	1302.1	<b>70,53</b>	29,25
	Z61+Z65	1,88	1661.5	<b>71,59</b>	31,60
<b>Génesis 2369</b> (susceptibilidad intermedia)	Sin	16,50	1239.6	<b>70,24</b>	30,15
	Z61	8,00	1617.7	<b>71,16</b>	30,55
	Z61+Z65	2,63	1791.7	<b>72,24</b>	31,50
<b>Génesis 2375</b> (susceptibilidad baja a intermedia)	Sin	3,50	1315.1	<b>71,61</b>	32,88
	Z61	0,50	2075.4	<b>73,31</b>	34,03
	Z61+Z65	0,13	1990.2	<b>74,05</b>	34,33

### Ramularia o SALPICADO NECRÓTICO DE LA CEBADA

Esta enfermedad, causada por el hongo *Ramularia collo-cygni*, fue detectada por primera vez en el país en la zafra 2000 (Stewart, 2001). En general se presenta formando parte de un complejo asociado a un componente abiótico causado por factores varios como sequía, exceso hídrico, alternancia de los anteriores, calor, frío, deficiencia de nutrientes entre otros. A veces predomina *Ramularia* y a veces más el componente manchado fisiológico, pero en la gran mayoría se evidencian ambos tipos de manchas.

En el estrés oxidativo se acumulan especies reactivas de oxígeno en las células vegetales. A lo largo de la evolución, las células han desarrollado un sistema de protección antioxidante. Cuando las especies de oxígeno reactivas no pueden ser adecuadamente detoxificadas por este sistema, se induce lisis de membranas, entre otros que causa muerte celular y necrosis que es lo que eventualmente vemos como síntomas. El daño por estrés oxidativo puede predisponer a una

mayor infección por *Ramularia* y viceversa, este hongo produce toxinas fotosensibles (ej. Rubelina D) que predisponen a la planta a mayor susceptibilidad al estrés oxidativo.

En relación al diagnóstico a campo: las manchas de *Ramularia* presentan un halo clorótico siempre y quedan sus lados enmarcados por las dos nervaduras, o sea restringida por estas, y se ve del lado del haz y del envés de la hoja, mientras que las manchas de origen fisiológico en general no presentan halo clorótico son más variadas en sus formas desde la típica spot hasta pequeñas líneas, siempre hay más del lado de la hoja expuesta a la luz y en menor grado en el lado que queda cubierto.(detalles en manual de identificación de enfermedades Boletín de Divulgación N°61).

La condición más predisponente al complejo es la alternancia de periodos de mojado foliar importante seguido por días secos y muy soleados.

Las pérdidas en rendimiento de grano causadas por *Ramularia* en nuestro país pueden llegar a 70% mientras que como uno de los componentes que mas se afecta en el tamaño de grano (Calibre), las pérdidas en rendimiento de 1ª+2ª pueden llegar a 90% .

### **Fuentes de inóculo**

En Europa se ha constatado que este hongo puede ser **transmitido por semilla**. Sin embargo existen dos restricciones para el uso de semilla sana: por un lado, el diagnóstico solo se hace en base a presencia y cuantificación de ADN el hongo en semilla (análisis PCR anidado y cuantitativo) y además no existe ningún curasemilla registrado con probada eficiencia en el control de *Ramularia*.

*Ramularia collo-cygni* es capaz de infectar **otras gramíneas**, y se destaca el rol de estas en el ciclo de la enfermedad. Por otra parte, aún no está totalmente dilucidado el rol epidemiológico del rastrojo y algunos grupos de investigación en Europa se encuentran en vías de postulación del estado sexual.

### **Comportamiento de los cultivares frente a *Ramularia***

Con la información de ensayos y colecciones sanitarias de las zafras 2011 y 2012 se ha realizado una caracterización primaria de los cultivares en tres o más años por su comportamiento frente a *Ramularia* en el entendido que será una herramienta más para el manejo de la enfermedad (Cuadro 5). A nivel mundial no se ha reportado inmunidad frente a esta enfermedad y como era de esperar, todos los cultivares se ven afectados en mayor o menor medida, existiendo variabilidad entre los materiales.

**Cuadro 5.** Caracterización sanitaria de los cultivares de cebada con tres o más años en evaluación a abril 2013 (modificado de Castro *et al.*, 2013).

Cultivares	Caracterización sanitaria <sup>1</sup>								
	ESC	MRTR	MRTS	MB	RAM	RH	OIDIO	RT	FUS
ACKERMAN MADI (T)	A	A	A	I	IA	B	BI	IA	IA
ACKERMANN LAISA (TCS)	I	IA	A	IA	AI	BI	B	BI	IA
AMBEV 293 (TCS)	IB	B	IA	BI	IA	A	A	B	AI
AMBEV 84	I	IB	IA	BI	I	BI	B	BI	IA
CLE 202 (INIA CEIBO) (T)	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 (T)	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 (T)	A	B	A	IA	I	IA	IA	B	IA
NORTEÑA CARUMBE (TCS)	IA	BI	IA	I	AI	I	A	B	A
NORTEÑA DAYMÁN (T)	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

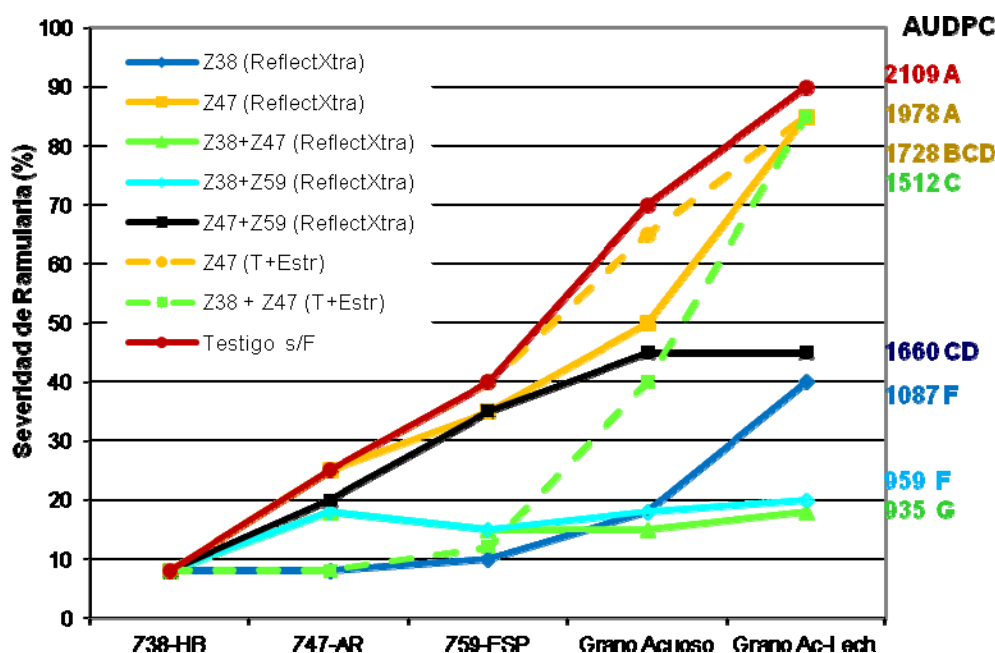
### Manejo con fungicidas

El uso de fungicidas puede reducir el efecto del componente biótico si se realiza en forma temprana y antes de ver síntomas conspicuos. No se recomiendan aplicaciones de fungicidas más allá de comienzo de llenado de grano.

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.

Los productos recomendados en los países donde este complejo está presente anualmente son triple mezcla: triazol (protioconazol o epoxiconazol) + estrobilurina (azoxistrobin principalmente)+clorotalonil (acá solo registrado para cultivos hortícolas); triazol+estrobilurina+boscalid, mezclas con carboxamidas (SDHI) de nueva generación como xemium o con isopyrazam.

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 y el otro al grupo recomendado en Europa 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).



**Figura 1.** Severidad y área debajo de la curva de progreso de Ramularia en algunas combinaciones de momentos de aplicación (Z38, Z47, Z59) y dos fungicidas (ReflectXtra® y una mezcla de triazol+estrobilurina). cv. Conchita. Paso Severino, 2012.

Se destaca la mejor eficiencia de control y mayores rendimientos de grano y de  $1^a+2^a$ , porcentajes de  $1^a+2^a$  y peso de grano (datos no presentados) 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, en base a los datos de este primer año del ensayo, fue posible realizar un control eficiente de Ramularia con una aplicación temprana y obtener rendimientos aceptables de grano y de  $1^a+2^a$ . Los mayores rendimientos de grano y de  $1^a+2^a$  además de la triple aplicación se obtuvieron en las dobles aplicaciones a Z38+Z47 y z38+Z59.

### Literatura citada

- Baird *et al.*, 1997; Diversity and longevity of the soybean debris mycobiota in a no-tillage system. *Plant Dis.* 81:530-534.
- Blandino *et al.* 2012 Integrated strategies for the control of Fusarium head blight and deoxynivalenol contamination in winter wheat. *Field Crops Res.*133:139-149.
- Boasso, C. 1961. Estado fitosanitario de los cultivos de trigo de la reciente cosecha. *Boletín Informativo* 854:7.
- Boerger, A. 1928. Observaciones sobre agricultura, quince años de trabajos fitotécnicos en Uruguay. Montevideo. 436p.
- Bushnell *et al.*, 2003. Histology and physiology of Fusarium head blight. Pp.44-83. In: K. Leonard and W. Bushnell, eds. *Fusarium head blight of wheat and barley*. APS Press. St.Paul.
- Castro *et al.* 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.
- Costa Neto, J. P. da. 1976. Lista de hongos sobre gramíneas (capins e cereais) no Rio Grande do Sul. *Revista da Faculdade de Agronomia. UFRGS* 1:43-78.
- Díaz de Ackermann, M. y Kohli, M. M. 1997. Research on Fusarium head blight of wheat in Uruguay. Pages 13-18 in: *Fusarium head scab: Global status and future prospects*. H. J. Dubin, L. Gilchrist, J. Reeves, and A. McNab, eds. CIMMYT, DF, Mexico
- Díaz de Ackermann, M y Pereyra, S. 2011. Fusariosis de la espiga de trigo y cebada. Pp 111-128 In: Pereyra S, Díaz M, Germán S, Cabrera K (eds) *Manejo de enfermedades de trigo y cebada*. Serie Técnica 189. INIA Uruguay. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo.



- Halley *et al.* 2010. Best methods for applying fungicide to grain heads using air-assisted sprayers. AE 1480. North Dakota Extension Service. 5p.
- Kosová *et al.* 2009. Cereal resistance to *Fusarium* head blight and possibilities of its improvement through breeding. Czech J. Genet. Plant Breed., 45: 87–105
- Pereyra *et al.* 2006. Diversity of Fungal Populations Associated with *Fusarium* Head Blight in Uruguay. p. 35-41. In: Ban T, Lewis JM, Phipps EE (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.
- Pereyra, S. A.; 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(5):800-807.
- Pereyra, S. A., Dill-Macky, R. 2010. *Fusarium* species present in wheat and barley grains in Uruguay. Pag. 488 in: Second International Symposium on *Fusarium* Head Blight, Vol. 2. Orlando, EEUU
- Pritsch C (1995) Variabilidad patogénica en *Fusarium* spp. agente causal del golpe blanco del trigo. FPTA-INIA. Informe final 79p.
- Reis E. M. 1988. Doenças do trigo III. Giberela. Segunda edição. Sao Paulo, Brasil.
- Stewart S. 2001. Manchado necrótico en cebada. IN; Jornada Técnica de Cultivos de invierno INIA Abril 2001.
- Umpierrez *et al.*, 2011. Las técnicas moleculares en el estudio de los patógenos: ejemplos en patógenos de trigo. Pp.41-47 In: Pereyra S, Díaz M, Germán S, Cabrera K (eds) Manejo de enfermedades de trigo y cebada. Serie Técnica 189. INIA Uruguay. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo.
- Willyerd *et al.* 2012. Efficacy and stability of integrating fungicide and cultivar resistance to manage *Fusarium* head blight and deoxynivalenol in wheat. Plant Dis. 96:957-967.