

## Herramientas para el Manejo de Enfermedades en Trigo

Silvia Pereyra<sup>1</sup> y Martha Díaz<sup>2</sup>

### Introducción

Las características agroecológicas de producción de trigo 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 de retiro de cultivares de producción. Adicionalmente, 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. Esta situación ha ocasionado una mayor ocurrencia de problemas sanitarios como mancha parda, roya de la hoja y fusariosis de la espiga en el cultivo.

El manejo de las enfermedades reviste cada vez mayor importancia en este contexto sumadas además las mayores exigencias de calidad e inocuidad por parte de los mercados y consumidores. Debido a que las enfermedades resultan de la interacción de procesos biológicos del cultivo y el patógeno con el ambiente, el manejo efectivo es posible mediante el uso combinado de prácticas orientadas a todos estos factores.

Al uso de todas las medidas de control disponibles tendientes a reducir el inóculo inicial de los distintos patógenos causales de enfermedades en trigo y/o limitar el desarrollo de las mismas lo llamamos manejo integrado de las enfermedades. En el Cuadro 1 se presenta la efectividad relativa de las distintas medidas de manejo para las enfermedades más comunes de trigo en el país.

**Cuadro 1.** Eficiencia de las distintas medidas de manejo para las principales enfermedades de trigo en el país.

Enfermedad	Elección del cultivar	Manejo cultural				Sanidad de Semilla	Aplicación de fungicidas
		Laboreo	Rotación de cultivos	Eliminación de plantas guachas	Fecha de siembra		
Septoriosis	Media	Alta	Alta	Baja-media	Media-alta	Nula	Alta
Mancha Parda	Media	Alta	Alta	Baja-media	Media	Alta	Media a alta
Mancha Marrón	Media	Alta	Alta	Baja-media	Media	Alta	-
Fusariosis de la Espiga	Media	Media	Media	Baja	Alta	Nula*	Media
Roya de la Hoja	Alta	Nula	Nula	Media	Media-alta	Nula	Alta

\*Sin efecto para control de la Fusariosis de la espiga pero sí para el marchitamiento de plántulas causado por *Fusarium* spp.

En la implementación del manejo integrado de las enfermedades de este cultivo, existen dos instancias para la toma de decisiones: previo a la siembra del cultivo y posterior a la misma.

La sanidad de un cultivo de trigo se comienza a determinar aún antes de que éste es sembrado y es el resultado de factores tales como la historia de manejo de la chacra (secuencia de cultivos), la elección del cultivar, el manejo cultural, la sanidad de la semilla a sembrar. Posteriormente, su evolución

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

<sup>2</sup> Ing. Agr. MSc. Protección Vegetal, INIA La Estanzuela (hasta abril 2011).

queda supeditada a las condiciones climáticas durante el desarrollo del cultivo y al manejo de los fungicidas.

A continuación se describen las medidas más relevantes para el manejo de las enfermedades causadas por hongos en trigo.

### Manejo por resistencia genética: Elección del cultivar

Este punto se basa en una combinación de criterios como la disponibilidad de información sobre aspectos de manejo del mismo, rendimiento potencial y adaptabilidad al sistema de producción en cuestión. En general, a rendimientos potenciales y calidad similar, aquellos cultivares con resistencia genética a las enfermedades más comunes estarán mejor posicionados para su selección.

La resistencia genética es el medio más efectivo y económico para manejar las enfermedades. Sin embargo, esta protección no es permanente en el caso de algunas enfermedades, principalmente roya de la hoja (ver artículo de Silvia Germán en esta publicación) y oidio. Como se ha visto, los cambios varietales para roya de la hoja pueden ser más abruptos por lo que es importante estar familiarizado con la evolución del estado sanitario de los distintos cultivares durante la zafra.

En general, los cambios en el comportamiento de cultivares frente a las manchas foliares son paulatinos y permiten su caracterización gradual hacia mayor susceptibilidad de un año a otro.

En el Cuadro 2 se presenta el comportamiento sanitario actualizado de los cultivares de trigo registrado. Esta información está disponible en forma actualizada antes de cada zafra en las publicaciones de INASE-INIA (*Resultados experimentales de evaluación de trigos y cebadas en los últimos tres años para el Registro Nacional de cultivares*) o en la página web de INIA ([http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/resultados/index\\_00.htm](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm)).

**Cuadro 2.** Comportamiento sanitario de los cultivares de trigo registrados para producción a abril 2011.

CULTIVARES	ENFERMEDADES					
	MH	MA	FUS	RH	OIDIO	RT
<b>CICLO LARGO</b>						
BIOINTA 3000 (TCS)	IA	A	IA	IA	BI	IA
BIOINTA 3004	IA	IA	A	A	A	B
BUCK CHARRUA (TCS)	BI	IA	B	A <sup>1</sup>	BI	B
BUCK GUAPO (TCS)	IA	AI	IA	A <sup>2</sup>	BI	B
CALPROSE TROPERO (TCS)	I	I	B	IA	A	B
EST 2086	I	I	IA	IA	B	BI
KLEIN CAPRICORNIO (TCS)	A	B	B	I	A	BI
KLEIN GAVIOTA (TCS)	I	A	BI	I	I	BI
KLEIN MARTILLO (TCS)	IA	I	I	I	B	B
KLEIN PROTEO (TCS)	I	I	B	B	B	B
LE 2210 (INIA TIJERETA) (TCL)	IA	I	IA	IA	BI	B
LE 2245 (INIA GORRION) (T)	I	I	BI	IA	I	BI
LE 2313 (INIA GARZA) (T)	I	I	B	I	IA	B
LE 2325 (INIA CHIMANGO) (TCS)	BI	I	BI	A	IA	B
LE 2346 (GENESIS 2346)	BI	IA	IA	B	BI	B
LE 2358 (GENESIS 2358)	I	IA	BI	BI	I	I
LE 2359 (GENESIS 2359)	B	BI	IA	B	B	BI
LE 2366	IB	IA	BI	B	BI	B
PROINTA PUNTAL (TCS)	I	I	I	IA	B	B <sup>3</sup>
<b>CICLO INTERMEDIO</b>						
ACA 901 (TCS)	IA	I	I	I	BI	BI
ATLAX (TCS)	A	A	IB	A	B	B
BAGUETTE 17 (TCS)	I	IA	IA	A	B	A
BAGUETTE 18 (TCS)	BI	IA	BI	A	B	A
BAGUETTE 19 (TCS)	IB	I	BI	AI	I	A
BAGUETTE 9 (TCS)	I	I	A	A	B	A
BAGUETTE PREMIUM 11 (T)	IB	BI	I	AI	BI	A
BAGUETTE PREMIUM 13 (TCS)	IB	I	IA	A	BI	A
BIOINTA 1001 (T)	I	A	A	AI	B	B
BIOINTA 1002 (TCS)	IA	IA	A	B	B	BI
BIOINTA 1004	IA	I	IA	I	B	B

BIOINTA 1006	A	I	BI	B	A	AI
BIOINTA 2004	B	I	B	B	B	B
CENTAURO (TCS)	BI	I	IA	BI	BI	A
EXPACA - 591.2	B	I	B	B	BI <sup>1</sup>	B
EXPACA -198	IA	I	BI	I	B	I
FUNDACEP CRISTALINO (TCS)	B	I	BI	BI	B	A
INIA MIRLO (TCS)	BI	I	A	A	IB	B
KLEIN CASTOR (TCS)	A	IB	I	IA	BI	B
KLEIN CHAJA (T)	IA	A	I	I	BI	BI
KLEIN FLECHA (TCS)	BI	I	I	I	BI	IB
KLEIN TAURO (TCS)	AI	I	I	BI	BI	AI
LE 2249 (INIA CHURRINCHE) (TCI)	IA	I	I	IA	BI	B
LE 2331 (INIA DON ALBERTO)	I	IA	A	BI	BI	I
LE 2333 (INIA CARPINTERO)	I	I	I	AI	I	BI
LE 2354	B	I	IA	B	I	BI
LE 2357	BI	I	B	I	IA	A
LE 2369	I	I	I	B	IA	B
NOGAL	B	BI	A	B	B	B
NT 801	IB	IB	I	IA	B	A
NT 802	IB	I	I	A	B	A
NT 803	I	I	BI	AI	B	A
NT 804	I	I	I	A	B	A
NT 805	I	I	BI	A	BI	A
NT 806	I	I	I	IA	BI	A
NT 807	IA	IA	BI	I	BI	I
NT 808	I	IA	I	I	I	A
PROINTA GAUCHO (TCS)	IA	IA	B	B	s/i	BI
LE 2354	B	I	IA	B	I	BI

Castro *et al.*, 2011

MH: Mancha de la hoja o septoriosis, causada por *Septoria tritici*; MA: Mancha amarilla o parda causada por *Drechslera tritici—repentis*; FUS: Fusariosis de la espiga, causada por *Fusarium* spp. RH: Roya de la hoja causada por *Puccinia triticina*; OIDIO: Oídio causado por *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*; RT: Roya del tallo, causada por *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*

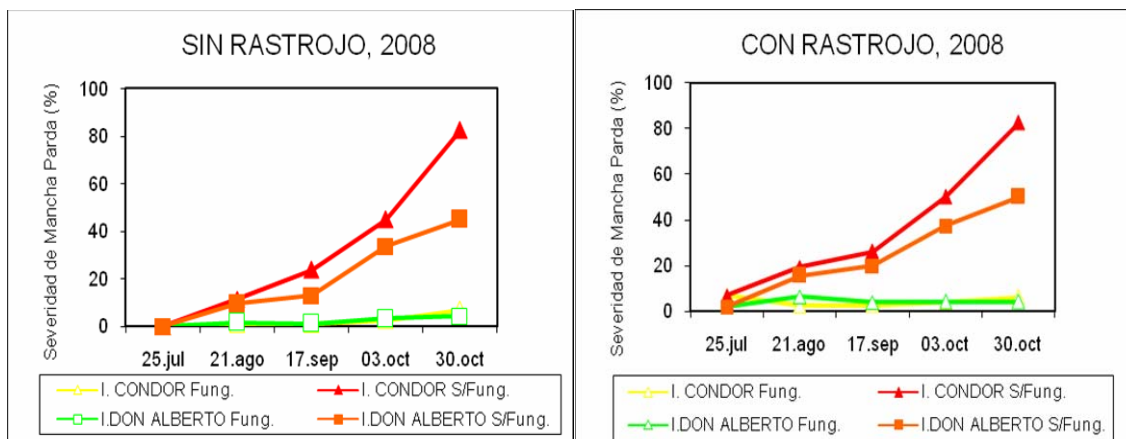
**A:** susceptibilidad alta; **I:** susceptibilidad intermedia; **B:** susceptibilidad baja; **MB:** susceptibilidad muy baja

<sup>1</sup>: Alta severidad de infección previo al año 2000; <sup>2</sup>: Alta severidad de infección previo al año 2007. <sup>3</sup>: Datos de 1 año

## Manejo cultural

### Rotación de cultivos y manejo del rastrojo

El rastrojo en superficie representa la mayor fuente de inóculo para los hongos causales de las manchas foliares y fusariosis de la espiga. La presencia de rastrojo infectado asegura que, de darse condiciones ambientales favorables para el desarrollo de las manchas foliares por ejemplo, la infección ocurre más tempranamente en comparación con la ausencia del mismo (Figura 1). Debido a que más del 80% del área sembrada de trigo es bajo la modalidad de siembra directa, la medida por excelencia a considerar es la rotación con cultivos no susceptibles.



**Figura 1.** Evolución de la mancha parda en los cultivares de trigo INIA Don Alberto (susceptibilidad baja a intermedia) e INIA Condor (altamente susceptible), en dos situaciones de rastrojo (con y sin rastrojo infectado) y con y sin fungicida. 2008.

La rotación con cultivos no susceptibles a las enfermedades de trigo 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 (necrotróficos) como los causales de las manchas foliares y la fusariosis de la espiga. 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 fusariosis de la espiga 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 fusariosis de la espiga son significativamente mayores sobre rastrojo de maíz, trigo y cebada respecto a rastrojos como girasol y pasturas convencionales (trébol blanco, lotus y festuca) (Pereyra et al., 2004; Pereyra y Dill-Macky, 2008).

Un aspecto muy importante es evitar la siembra de trigo sobre rastrojo de trigo, especialmente bajo siembra directa. La peor situación sanitaria ocurre cuando se siembra un cultivar sobre rastrojo del mismo cultivar. Ello potencia, no sólo la aparición temprana de las enfermedades a las que ese cultivar es susceptible, sino además la aparición de nuevas formas de los hongos (patotipos) con mejor adaptación a infectar ese cultivar.

El período de tiempo durante el cual no se puede volver a sembrar trigo está dado por la supervivencia de cada hongo en el rastrojo. En base a estudios epidemiológicos realizados en el país para mancha parda y fusariosis de la espiga, un periodo de *un invierno, preferentemente dos* sin cultivos susceptibles sería suficiente para el control de estas enfermedades (Stewart et al., 2001; Pereyra, 2003).

El análisis sanitario del rastrojo del cereal de invierno de la zafra anterior puede ser una herramienta orientativa para decidir la siembra. Es un análisis rápido que cuantifica a los hongos patógenos presentes en el rastrojo dando una idea del potencial patogénico del mismo.

### Eliminación de plantas voluntarias (“quachas”)

Este es el principal mecanismo de sobrevivencia para los hongos causales de las royas y oídios durante el verano. La eliminación de este “puente verde” reduce directamente el inóculo primario, disminuyendo el riesgo del inicio temprano de epidemias locales (en la chacra).

### Fecha de siembra

Esta medida de manejo se basa en los diferentes requerimientos de temperaturas de los diferentes patógenos, o su epidemiología en general. Es importante evitar las siembras tempranas de cultivares susceptibles a hongos que se desarrollan con bajas temperaturas (los causales de septoriosis, mancha parda) y siembras tardías de cultivares susceptibles a patógenos que se

desarrollan con altas temperaturas (los causales de mancha marrón y roya del tallo). Para patógenos que presentan muchos ciclos de infección durante el ciclo del cultivo es preferible concentrar la fecha de siembra de cultivares susceptibles. Si estos se siembran durante el otoño se presentan infecciones tempranas que multiplican inóculo para futuras re-infecciones en la primavera.

Por el contrario, para la fusariosis de la espiga, la fecha de siembra (y en función de los ciclos de los distintos cultivares) debe planificarse para diversificar la fecha de floración (en trigo), período de mayor susceptibilidad a la enfermedad. (Díaz de Ackermann, 1989; Hoffman et al., 2003)

### Sanidad de semilla

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

En el Cuadro 3 se presenta la información generada en relación a la eficiencia de distintos curasemillas para los principales patógenos de trigo.

**Cuadro 3.** Eficiencia promedio de fungicidas curasemillas para patógenos de trigo.

Ingrediente activo (Nombre comercial)	<i>D. tritici-repentis</i> <sup>1</sup>	<i>Bipolaris sorokiniana</i> <sup>2</sup>	<i>Fusarium</i> spp. <sup>3</sup>	<i>Ustilago</i> spp. <sup>4</sup>
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 (Real)	-	-	*	-
Triticonazol+Iprodione (Real+Rovral)	-	***	-	-

Modificado de Díaz de Ackermann *et al.* (2008) y González (2010)

<sup>1</sup> Agente causal de mancha parda; <sup>2</sup> Agente causal de mancha marrón de trigo; <sup>3</sup> Especies de *Fusarium*, agentes causales de marchitamiento de plántulas; <sup>4</sup> Especies de *Ustilago* causales de carbonos.  
Eficiencia de control: \*\*\* >90%, \*\* 80-90%, \* <80%

### **Manejo con fungicidas**

La identificación correcta de la enfermedad presente en la chacra es muy importante. Si el cultivo presenta manchas foliares, en una primera instancia hay que diferenciar si son causadas por hongos, bacterias o si son de carácter abiótico. En estos dos últimos casos, por bacterias, los fungicidas no controlan el problema. Si las manchas son causadas por hongos (septoriosis, mancha parda o amarilla y mancha marrón), pueden ser controladas por fungicidas, aunque los ingredientes activos y dosis a usar pueden llegar a ser diferentes en cada caso. Si los síntomas son de roya de la hoja u oídio, también estamos en condiciones de un buen control por parte de los fungicidas.

En años donde las condiciones ambientales son favorables a la infección y al desarrollo de enfermedades foliares y de espiga y/o cuando contamos con cultivares susceptibles (A) o moderadamente susceptibles (I), las medidas antes detalladas pueden resultar insuficientes. En tal caso se debería considerar la implementación del control químico, máxime si se tienen cultivos con buen desarrollo y expectativas de rendimiento que justifican la inversión.

Normalmente, los materiales categorizados como resistentes (B) o moderadamente resistentes (BI) no requieren aplicación de fungicidas para esa enfermedad en particular. Es importante enfatizar el seguimiento de las enfermedades en cultivares con comportamientos sanitarios comprometidos (moderadamente susceptibles y susceptibles) desde etapas tempranas del cultivo para identificar el mejor plan de control químico.

Tradicionalmente se ha recomendado la utilización de niveles críticos (nivel de severidad 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 enfermedades foliares de trigo y cebada (Díaz de Ackermann, 1996; Pereyra, 2005). Sin embargo, los valores de severidad y/o incidencia críticos resultantes en la situación actual de precios, se encuentran muy cercanos a inicios de infección. Por otra parte, el control de la fusariosis de la espiga debe ser preventivo si los pronósticos prevén condiciones predisponentes o mediante consultas a DONcast.

La eficiencia de control de los diferentes productos disponibles (en las dosis recomendadas) en el mercado dependerán de la enfermedad a controlar. La elección del producto va a depender de la enfermedad que se quiere controlar. En el Cuadro 4 se presenta la eficiencia de control de distintos fungicidas evaluados desde hace varios años para las distintas enfermedades de trigo.

**Cuadro 4.** Eficiencia de control de distintos fungicidas evaluados para el control de enfermedades en trigo en INIA La Estanzuela (1984-2010).

Ingrediente activo ( <i>nombre comercial evaluado</i> )	Dosis	MH <sup>1</sup>	MP/MA <sup>1</sup>	RH <sup>1</sup>	FUS <sup>1</sup>	OIDIO <sup>1,6</sup>
	cc/ha					
Carbendazim + epoxiconazol ( <i>Swing</i> )	750-1000	A/I <sup>2,3</sup>	I	I	I	A
Difenoconazol + propiconazol ( <i>Taspa</i> )	200-250	I	I <sup>3</sup>	I	-	I
Metconazol ( <i>Caramba</i> )	1000	-	I	IB	A	A
Propiconazol ( <i>Tilt</i> )	500-1000	A/I <sup>3</sup>	-	A	-	A
Tebuconazol ( <i>Folicur</i> )	450	I	I	I	A	A
Tebuconazol ( <i>Orius 250 EW</i> )	750	-	-	I	-	-
Tebuconazol ( <i>Silvacur 25 EW</i> )	700	-	IA <sup>4</sup>	-	-	-
Flusilazol + carbendazim ( <i>Fusión</i> )	800-1000	A <sup>4</sup>	A <sup>4</sup>	I	-	-
Propiconazol + ciproconazol ( <i>Artea</i> )	400	I	IA	IA	-	-
Azoxistrobin ( <i>Amistar</i> )	400-500	I <sup>4</sup>	A <sup>4</sup>	-	-	B
Azoxistrobin + A.M. ( <i>Amistar + Nimbus</i> )	300	I	I	A	-	-
Azoxistrobin+ ciproconazol +A.M. ( <i>AmistarXtra+Nimbus</i> )	350	I	I	A	-	-
Trifloxistrobin + ciproconazol ( <i>Sphere</i> )	600-750	I	I	I	-	A
Piraclostrobin + epoxiconazol ( <i>Opera</i> )	1000	A	A	A	A	A
Trifloxistrobin + propiconazol ( <i>Stratego</i> )	500-750	I	B/I <sup>3</sup>	A <sup>4</sup>	-	I
Kresoxim-metil + epoxiconazol ( <i>Allegro</i> )	1000	A	A	A	-	A
Trifloxistrobin + tebuconazol ( <i>Nativo</i> )	800	A	IA	AI	I	-
Tebuconazol + Prothioconazol ( <i>Prosaro</i> )	750	A	I/A <sup>5</sup>	I/A <sup>5</sup>	A	-
Azoxistrobin + tebuconazol ( <i>Ventum Plus</i> )	400-500	-	IA	A	-	-
Kresoxim-metil + tebuconazol ( <i>Conzerto</i> )	1000	-	-	IA	-	-

<sup>1</sup> MH: Mancha de la hoja o septoriosis, causada por *Septoria tritici*; MA/MP: Mancha amarilla o parda causada por *Drechslera tritici - repentis*; FUS: Fusariosis de la espiga, causada por *Fusarium* spp.; RH: Roya de la hoja causada por *Puccinia triticina*; OIDIO: Oídio causado por *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*

<sup>2</sup> Eficiencias de control: A: ALTA; I: INTERMEDIA; B: BAJA

<sup>3</sup> Depende de la dosis; <sup>4</sup> Información de un año; <sup>5</sup> Depende de la formulación; <sup>6</sup> Información extranjera

Las mayores eficiencias de control se obtienen si la aplicación se realiza cuando la infección en el cultivo es cercana a niveles críticos y si se logra una cobertura máxima y uniforme del cultivo. Esto último implicará un ajuste adecuado de la tecnología de aplicación del fungicida, dependiendo de las condiciones ambientales al momento de la aplicación.

### **Una herramienta que puede asistir para el manejo de la fusariosis de la espiga: Sistema de Predicción DONcast**

La naturaleza esporádica de la fusariosis de la espiga, su fuerte asociación a los factores climáticos, la relativa estrecha ventana de vulnerabilidad para la infección, el tipo de dispersión del inóculo e infección la hacen una buena candidata a ser modelada para predecir su riesgo (De Wolf *et al.*, 2003). A nivel mundial, se han propuesto varios modelos de cuantificación de la fusariosis de la espiga y/o de la contaminación con DON en función de factores climáticos.

El modelo DONcast desarrollado por Schaafsma, Hooker y colaboradores (Hooker *et al.*, 2002) para trigo en Ontario (Canadá) ha sido utilizado exitosamente desde el año 2000 en ese país con el objetivo de predecir el riesgo de ocurrencia de DON en el grano a cosecha. Los autores dividen el período crítico del cultivo en tres etapas: 4 a 7 días antes de espigazón (50% de espigas emergidas), 3 a 6 días luego de la espigazón y 7 a 10 luego de la espigazón; donde las variables consideradas tienen distinto peso en la determinación del contenido de DON. Dichas variables incluyen como condición favorable para la producción de DON al número de días con precipitaciones mayores a 5mm y a 3mm y como un efecto negativo los días en los cuales la temperatura máxima diaria supera los 32°C y la mínima no alcanza a 10°C (Hooker *et al.*, 2002).

El modelo estuvo originalmente disponible en Ontario en formato de mapas de riesgo de DON en función de la fecha de espigazón (75% espigas emergidas). Esta versión considera inóculo disponible (rastreo infectado presente) y cultivar susceptible. Posteriormente se desarrolló una versión chacra-específica que es la que se maneja actualmente (Schaafsma y Hooker, 2007).

El modelo DONcast fue adaptado para Uruguay en INIA en el marco del proyecto financiado por FAO "Apoyo en la prevención y control de *Fusarium* y micotoxinas en granos" (TCP/URU/2801). Al modelo DONcast originalmente utilizado en Canadá se agregaron otras tres variables: humedad relativa a las 11hs, precipitaciones 20 a 36 días luego de la espigazón, y temperatura máxima 10 a 18 días luego de la espigazón que en Uruguay tuvieron efecto significativo sobre contenido de DON, llegando a un modelo versión 2003 estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ) con  $R^2 = 0.76$  (Schaafsma *et al.*, 2006).

Para los pronósticos, se utilizan datos provistos por la Dirección Nacional de Meteorología y las estaciones Agroclimáticas de INIA. Este modelo está disponible cada zafra para el cultivo de trigo desde setiembre hasta mediados de noviembre desde el año 2004 en la página web de INIA (<http://www.inia.org.uy/online/site/15785211.php>). La salida del modelo son mapas diarios de niveles de DON a cosecha para cada fecha de espigazón (Figura 2). En general para tener un dato más ajustado se recomienda manejar los mapas de riesgo del día anterior y posterior a la espigazón del cultivo de interés.

El modelo DONcast permite la racionalización de las aplicaciones de fungicidas para el control de la fusariosis de la espiga así como asistir en el manejo de lotes de grano provenientes de zonas de alto riesgo de fusariosis de la espiga y DON tanto para destino doméstico como para exportación.

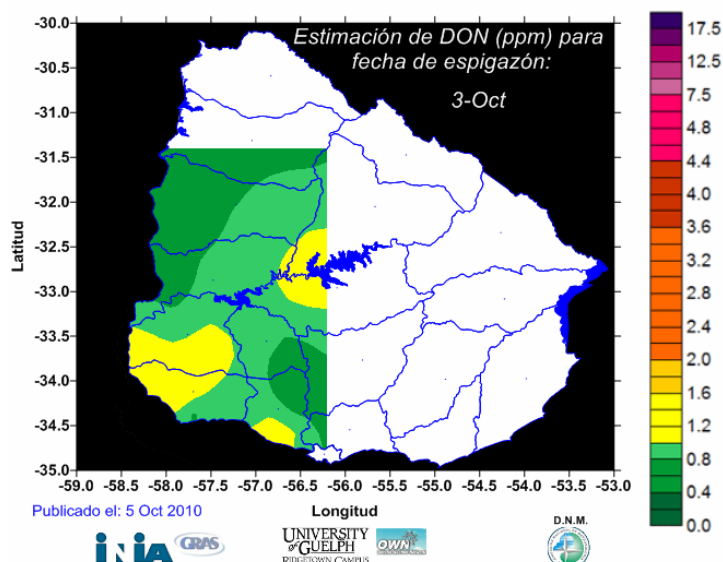


Figura 2. Mapa de riesgo de DON para un trigo espigando el 3 de octubre de 2010.

## Consideraciones Finales

Para lograr un cultivo que pueda expresar su máximo potencial se debe implementar siempre un manejo integrado de todas las medidas disponibles, realizadas en forma oportuna y eficiente. Específicamente, la decisión de aplicar fungicidas en trigo es un proceso en el que se deben tener en cuenta el mayor número posible de los factores antes considerados. En muchas ocasiones, la simplificación por la falta de tiempo lleva a realizar aplicaciones muy tempranas o demasiado tardías como para obtener una respuesta conforme a la inversión que se realizó. Actualmente, contamos con algunas herramientas que permiten realizar la aplicación de fungicidas en forma más objetiva.

## Bibliografía consultada

- Castro, M.; Díaz, M.; Germán, S.; Vázquez, D. 2011 II. Resultados experimentales de evaluación de cultivares de trigo período 2008-2009-2010. *IN: Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de trigos, cebadas y colza de los 3 últimos años período 2008-2009-2010. Resultados Experimentales N°11. INASE INIA Uruguay, abril de 2011.*
- De Wolf, E.; Madden, L.; Lipps, P. 2003. Risk assessment models for wheat Fusarium head blight epidemics based on within-season weather data. *Phytopathology* 93: 428-435.
- Díaz de Ackermann, M. 1989. Relaciones de fecha de siembra vs. fecha de espigazón como alternativa para disminuir riesgos frente a la fusariosis de la espiga. *Jornada de Cultivos de Invierno 1989. Resultados Experimentales N°22.*
- Díaz de Ackermann, M. 1996. Control químico de enfermedades en trigo. *Boletín de divulgación N° 62. INIA, La Estanzuela. 24 p.*
- Díaz de Ackermann, M. 2004. Manejo de enfermedades en trigo. *Jornada de Cultivos de Invierno 2004. Serie Actividades de Difusión N°357. pp. 12-18.*
- Díaz de Ackermann, M. 2010. Mancha de la hoja o septoriosis del trigo. *IN: Manejo de enfermedades en trigo y cebada. Actividades de Difusión INIA N°618. Seminario de Actualización, INIA La Estanzuela, setiembre 2010. Pp.63-80.*
- Díaz de Ackermann, M. 2010. Mancha parda o amarilla del trigo. *IN: Manejo de enfermedades en trigo y cebada. Actividades de Difusión INIA N°618. Seminario de Actualización, INIA La Estanzuela, setiembre 2010. Pp.81-94.*
- Díaz de Ackermann, M.; Pereyra, S. y Germán, S. 2008. Manejo sanitario de trigo y cebada. Pp.9-16. *IN: Jornada Técnica de Cultivos de invierno. Serie Actividades de Difusión N°531. INIA. Uruguay*
- Díaz de Ackermann, M.; Pereyra, S. 2010. Fusariosis de la espiga de trigo y cebada. *IN: Manejo de enfermedades en trigo y cebada. Actividades de Difusión INIA N°618. Seminario de Actualización, INIA LA Estanzuela, setiembre 2010. Pp.95-109.*



- Germán S. 2006. Profundizando sobre las royas de la hoja de trigo y cebada: disminución de riesgos en el cultivo mediante una diversificación efectiva de las variedades disponibles. Revista INIA N° 7, junio 2006. pp.15-16
- Germán S. 2007. Roya de la hoja en cultivos de Invierno: epidemiología de la enfermedad y comportamiento varietal. Jornada de Cultivos de Invierno 2007. Serie Actividades de Difusión INIA N°484, abril 2007. pp. 1-13.
- Germán, S. y Verges, R. 2007. Roya del tallo: Situación en la región y amenazas a nivel global. Revista INIA N°12. Setiembre 2007. pp. 14-16.
- Germán, S.; Díaz de Ackermann, M.; Pereyra, S. 2010. Royas y oidio de trigo y cebada. IN: Manejo de enfermedades en trigo y cebada. Actividades de Difusión INIA N°618. Seminario de Actualización, INIA LA Estanzuela, setiembre 2010. Pp.139-163.
- Gonzalez, S. 2010. Patología de semilla en trigo y cebada. IN: Manejo de enfermedades en trigo y cebada. Actividades de Difusión INIA N°618. Seminario de Actualización, INIA LA Estanzuela, setiembre 2010. Pp.53-62
- Hoffman, E.; Ernst, O.; Benitez, A.; Borghi, E. 2003. Fecha de floración: efecto de la elección de variedades y su época de siembra. E.E.M.A.C. Cangüé N°. Especial 24. pp. 20-22
- Hooker, D. C.; Schaafsma, A. W.; Tamburic-Ilincic, L. 2002. Using weather variables pre- and post-heading to predict deoxynivalenol in winter wheat. Plant Dis. 86: 611-619.
- Pereyra, S. 2003. Prácticas culturales para el manejo de la fusariosis de la espiga. Jornada de Cultivos de Invierno 2003. Serie Actividades de Difusión N°312. pp. 1-9.
- Pereyra, S., Díaz de Ackermann, M. y Germán, S. 2007. Trigo y Cebada: Planifique el manejo sanitario antes de la siembra. INIA Uruguay. Revista INIA N°10. pp.19-23.
- Pereyra, S.A. y Dill-Macky, R. 2008. Colonization of the Residues of Diverse Plant Species by *Gibberella zeae* and their Contribution to Fusarium Head Blight Inoculum. Plant Disease 92(5):800-807.
- Schaafsma, A. W.; Hooker, D.C. 2007. Climatic models to predict occurrence of Fusarium toxins in wheat and maize. Int. J. Food Microbiol. 119: 116-125.
- Stewart, S., Pereyra, S. y Díaz, M. 2001. Manchas foliares de trigo y cebada en siembra directa. INIA Uruguay. Serie Técnica IN: Documento on-line N°36. Página web de INIA: [www.inia.org.uy](http://www.inia.org.uy)