



AVANCES EN EL MANEJO DE LA FUSARIOSIS DE LA ESPIGA EN TRIGO

Silvia Pereyra¹, Marina Castro¹, Silvia Germán¹,
Martín Quincke¹, Paula Silva¹, Daniel Vazquez¹, Adrián Cal²

¹Programa Nacional de Cultivos de Secano
²GRAS

La fusariosis de la espiga (FE) de trigo (Figura 1) es una enfermedad destructiva 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.

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 de 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). Sin embargo, el aspecto más relevante de la FE es su efecto en la inocuidad del producto final como consecuencia de la producción de micotoxinas, entre las que se destacan deoxinivalenol (comúnmente conocida como DON) y zearalenona (ZEA).

En los últimos 15 años, los productores han tenido pérdidas económicas importantes por la FE, así como la industria tratando de cumplir con el decreto 533/001 sobre el contenido de DON en harina y subproductos de trigo, y los exportadores tratando de atender a las restricciones crecientes en los niveles de DON en grano impuestos por algunos países compradores. A su vez, en estos últimos años se han logrado importantes avances en el conocimiento de la biología y epidemiología de la FE en nuestros sistemas de producción y en las herramientas que disponemos para minimizar su riesgo.

DIVERSIDAD DE LA POBLACIÓN DE FUSARIUM Y SU IMPLICANCIA EN LA INOCUIDAD

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), si bien se han detectado además, otras especies como *F. avenaceum* y *F. poae*.



Figura 1 - Espigas de trigo afectadas por la Fusariosis de la espiga (a) y granos de trigo sanos y afectados con *Fusarium* (b).

Debido a que la composición de la población de este patógeno no es constante y a que en algunas regiones del mundo se han detectado cambios con la aparición o predominancia de cepas más toxicogénicas, en nuestro país se ha relevado a la población de *Fusarium*, y de *F. graminearum* en particular, en las epidemias 2001, 2002, 2009 y 2012. Sin embargo, en las áreas nuevas de producción en el país (noreste y este) y a partir de 2009 se detecta una mayor diversidad de especies, incluyendo *F. cortaderiae*, *F. asiaticum*, *F. brasilicum* del quimiotipo NIV (potenciales productores de toxina nivalenol) no reportados previamente en Uruguay. Se registró una variabilidad importante en quimiotipos, agresividad en plantas inoculadas a floración (invernáculo) y en sensibilidad al tebuconazol (Umpiérrez *et al.*, 2013).

El conocimiento de las especies y quimiotipos presentes en una muestra no asegura la contaminación con micotoxinas. Aún en el caso en que el aislamiento sea potencial productor de ciertas toxinas, las condiciones ambientales son las que en último caso determinan la aparición de las mismas en la muestra. Por lo tanto, el análisis de micotoxinas en el producto final es irremplazable. Sin embargo, el conocimiento de la población de patógenos permite determinar qué micotoxinas buscar y qué métodos utilizar para evitar interferencias (Umpiérrez *et al.*, 2011).

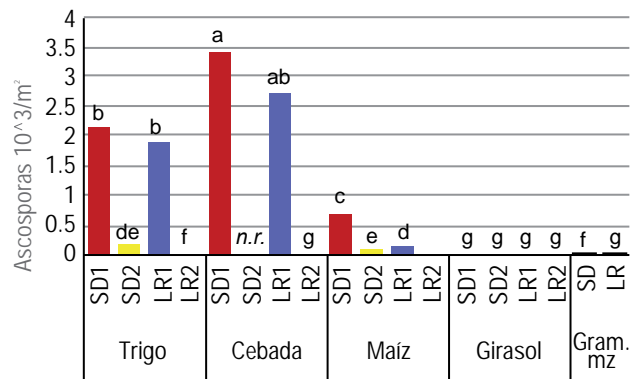
EPIDEMIOLOGÍA Y RELACIÓN CON PRÁCTICAS CULTURALES DE MANEJO

Infección y desarrollo de la enfermedad

Si bien el estado fenológico más vulnerable a la infección en trigo es floración (antes), también es probable que se produzca la infección en etapas posteriores, durante el llenado de grano. Las infecciones tempranas generalmente matan las florecillas y no hay desarrollo de grano. Las 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, como durante la infección tardía que ocurrió en 2013. 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.

Supervivencia e inóculo de *F. graminearum* en los rastrojos

Luego de la cosecha, *F. graminearum* 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 (Baird *et al.*, 1997; Pereyra y Dill-Macky, 2008). La mayor colonización y producción de inóculo se ha observado en los rastrojos de trigo, cebada y luego maíz (Figura 2).



Los valores presentados son los porcentajes medios de todo el rastrojo muestreado. Valores seguidos de letras distintas difieren entre sí; SD: siembra directa; LR: laboreo reducido. El rastrojo se categorizó por edad (1: 365 días de edad o menos; 2: mayor a 365 días). Gram.mz., malezas gramíneas - *Digitaria sanguinalis* L., *Cynodon dactylon* L., *Lolium multiflorum* L., and *Setaria* spp., n.r., no se recuperó rastrojo

Figura 2 - Producción de inóculo primario (ascosporas) de *Gibberella zeae* (*Fusarium graminearum*) a partir de seis rastrojos (trigo, cebada, maíz, girasol y malezas gramíneas) recuperados desde febrero 2001 a marzo 2003 en dos sistemas de laboreo. Adaptado de Pereyra y Dill-Macky (2008).

La rotación con cultivos no susceptibles es una herramienta **medianamente eficaz** para el control de la FE, ya que el hongo causal de esta es capaz de sobrevivir sobre un rango de huéspedes muy amplio, lo que asegura alta probabilidad de inóculo presente. 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).

EFFECTO DE FE EN LA CALIDAD

La FE tiene efectos negativos en las dos fases industriales del trigo. Por un lado, los granos dañados por FE, como sucede con cualquier otro daño del trigo, van a tener peor calidad molinera (Vázquez, D., 2009). Por otro lado, el hongo produce exoenzimas, en particular proteasas y amilasas, que están activas al momento de la panificación, generando varios efectos negativos (Vázquez *et al.*, 2004; Bogliaccini *et al.*, 2014).

RELACIÓN ENTRE NIVEL DE FUSARIUM EN GRANO COSECHADO Y EL CONTENIDO DE TOXINA DON

Si bien la relación entre el porcentaje de granos con Fusarium y el contenido de toxina DON es directa, es muy difícil predecir exactamente el contenido de DON debido a que esta relación varía en función del cultivar de trigo y su comportamiento frente a FE, las condiciones climáticas desde floración y durante el llenado de grano hasta la cosecha, la aplicación de fungicidas desde floración, etc.

En ensayos de campo donde se obtuvieron gradientes de infección de FE en grano y contenidos de DON en grano, se estudió la relación entre ambas variables eliminando el efecto cultivar (se utilizó un cultivar susceptible a FE, INIA Don Alberto) y en dos fechas de floración (17/10/13 y 04/11/13). Los resultados se observan en las Figuras 3A y 3B, mostrando una relación fuerte y significativa entre el porcentaje de granos con Fusarium a cosecha y su contenido de DON para un mismo cultivar y en condiciones similares desde floración y llenado de grano.

Sin embargo, no es posible predecir exactamente el contenido de DON final en el grano a partir de muestras que sean obtenidas al momento del recibo. Aún así, es posible utilizar esta variable como un dato rápido para la segregación de los lotes.

MEDIDAS DE MANEJO

Como en otros lugares en el mundo donde la FE es endémica, ninguna herramienta de manejo por sí sola es una solución que provea protección total contra esta enfermedad. Las condiciones climáticas durante floración y primeras etapas de llenado de grano son el principal factor para la ocurrencia de FE. Sin embargo, han exis-

tido avances en la última década en varias de las prácticas de manejo.

Por un lado, se han incorporado niveles moderados de resistencia en cultivares comerciales en nuestro país. Por otro, existen nuevos fungicidas suficientemente efectivos en reducir la FE y los niveles de DON, que unido a una tecnología de aplicación adecuada contribuyen a un mejor manejo de la FE. Además, se ha constatado que la combinación del uso de cultivares moderadamente resistentes a FE y el control químico de acuerdo a las recomendaciones, significa un avance en el control de la enfermedad y determina menor acumulación de DON.

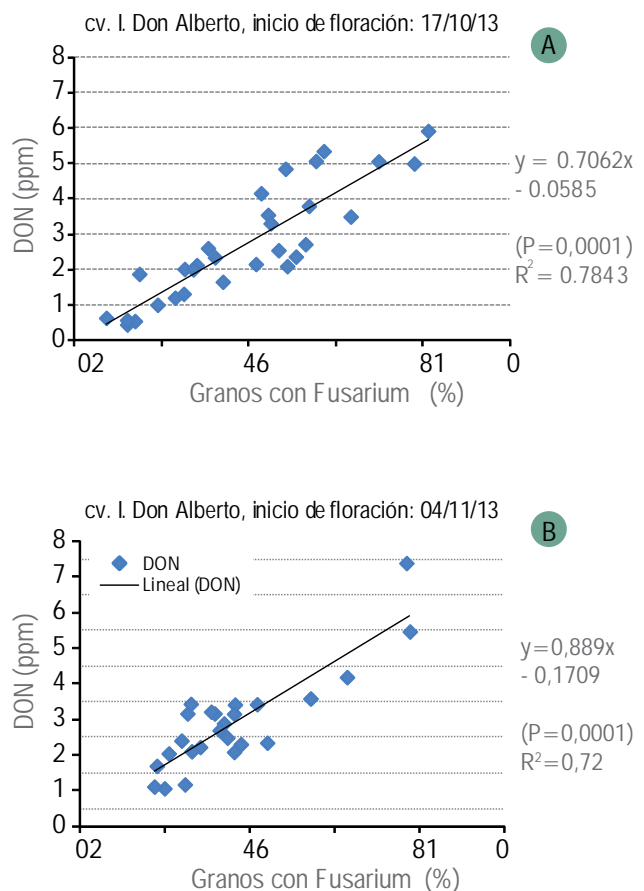


Figura 3 - Relación entre el porcentaje de granos con Fusarium a cosecha expresado por peso según protocolo de Canadian Grain Commission (Canadá) y el contenido de toxina deoxinivalenol (DON) según método AgraQuant-DON (RomerLabs®) para un mismo cultivar (INIA Don Alberto) en dos fechas de floración (INIA La Estanzuela, 2013).

Cuadro 1 - Caracterización frente a fusariosis de la espiga (FUS) de los cultivares de trigo con tres o más años en evaluación a abril 2014 (modificado de Castro *et al.*, 2014).

CULTIVARES CICLO LARGO	FUS	CULTIVAR CICLO INTERMEDIO-CORTO	FUS
AVELINO	AI	ACA 320	BI
BAGUETTE 801 PREMIUM	I	AGP FAST	I
BIOINTA 3006	AI	ALGARROBO	IB
KLEIN CAPRICORNIO	B	AREX	AI
KLEIN GLADIADOR	I	BAGUETTE 17	IA
KLEIN GUERRERO	IB	BAGUETTE 19	BI
KLEIN YARARA	I	BAGUETTE 501	I
INIA GORRION	BI	BAGUETTE 601	I
GENESIS 2346	IA	BAGUETTE 701 PREMIUM	I
GENESIS 2358	BI	BAGUETTE 9	A
GENESIS 2359	IA-A	BAGUETTE PREMIUM 11	I
GENESIS 2366	IB-I	BIOINTA 1006	IA
GENESIS 8.77	I	FUNDACEP BRAVO	I
LYON	A	FUNDACEP CRISTALINO	BI
		FUSTE	IB
		KLEIN LEON	I
		KLEIN NUTRIA	IB
		KLEIN TAURO	I
		INIA DON ALBERTO	A
		INIA MADRUGADOR	I
		INIA CARPINTERO	I
		GENESIS 2354	IA
		GENESIS 2375	BI
		GENESIS 6.81	I
		GENESIS 6.87	BI
		NOGAL	A
		NT 102	IA
		SY 110	IA
		SY 200	IA
		SY 300	I
		VIRGILE	A

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

Se especifica en mayor detalle los logros en cada área de manejo:

COMPORTAMIENTO DE CULTIVARES EN PRODUCCIÓN FRENTE A FE

Luego de las condiciones climáticas favorables, el segundo factor en importancia para el desarrollo de la FE es la susceptibilidad de los cultivares. Contamos con una caracterización sanitaria completa de los cultivares de trigo aptos para ser comercializados en el país, producto de las evaluaciones de los materiales en ensayos

de la Evaluación Nacional de Cultivares, convenio INASE-INIA, y en viveros inoculados con *F. graminearum* bajo sistemas de aspersión de agua que brindan condiciones favorables para el desarrollo de la FE. 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 estas se encuentran hoy en producción o serán próximos lanzamientos.

Cuadro 2 - Cultivares de buen comportamiento liberados por el PMGT, año de liberación, comportamiento frente a la fusariosis de la espiga y fuente(s) de resistencia utilizada(s) en la cruz (en **negrita**).

Cultivar	Año	Susc. FE*	Cruza y Fuente(s) de resistencia
INIA Caburé	1998	I	E.FED/Buck6//MR74507
INIA Gorrión	2000	I	E.FED/ECOL
INIA Churrinche	2000	I	E.FED/LE2154
INIA Torcaza	2002	I	E.FED/4/T800/3/KIMP/AGATHA//KIMP/PAT24
INIA Tero	2005	BI	LI107/C-CH-91-1642
INIA Carpintero	2007	I	ECAR/ CATBIRD'S'
INIA Madrugador	2007	I	E.FED//CHUANMAI/BAU
Génesis 2358	2011	BI	PI/FUNO*2/5/VLD/4/CO723595/3/TAM200*2//TAM107/TA2460/6/ LE2220
Génesis 2366	2012	IB-I	U1294-9-2-2-1/U1275-1-4-2//ITIJ
Génesis 2375	2012	BI	LE2302/3/ PF9099/OR1//GRANITO
Génesis 6-87	2013	BI	PF9099/OR1//GRANITO/3/BAG10

*: Susceptibilidad a Fusariosis de la espiga. B: bajo, I: intermedio

MEJORAMIENTO PARA RESISTENCIA A FE EN INIA Y SUS LOGROS

Los trabajos de mejoramiento por resistencia a FE fueron iniciados después de la primer gran epidemia registrada en el país (1977), que permitió caracterizar el comportamiento del germoplasma utilizado en el Programa de Mejoramiento Genético de Trigo (PMGT) y eliminar el material más susceptible. El paso siguiente fue realizar una prospección de germoplasma resistente, recibiendo colecciones internacionales y regionales de fuentes de resistencia.

El avance genético por resistencia a FE ha sido lento debido a que es una característica de herencia compleja y su expresión es altamente influenciada por el ambiente, además de las reducidas oportunidades para selección en etapas tempranas ya que la enfermedad no se presenta todos los años. La frecuencia de líneas desarrolladas por el PMGT con buen comportamiento frente a FE ha incrementado, así como su utilización en cruzamientos como fuentes de resistencia. Como resultado de este trabajo se han liberado cultivares con niveles crecientes de resistencia a FE (Cuadro 2), hasta alcanzar niveles muy satisfactorios en los más recientes.

Actualmente se están introduciendo técnicas moleculares, por un lado para validar marcadores para los genes de resistencia ya caracterizados, y por otro lado, para identificar posibles nuevos marcadores presentes en el germoplasma del PMGT. La selección asistida por marcadores permitirá acelerar el progreso genético para resistencia a fusariosis de la espiga.

MANEJO CON FUNGICIDAS

El control de FE con fungicidas es preventivo basándose en pronósticos climáticos o sistemas de predicción.

Dos factores limitan el éxito de control químico: las oportunidades de realizar tratamientos son menores cuando el momento óptimo para la aplicación de fungicidas coincide con condiciones de precipitaciones que no permiten realizar las aplicaciones y la eficiencia de control es menor cuanto mayor es la variabilidad en los estados fenológicos en cada chacra.

Las evaluaciones de fungicidas disponibles en el país hasta 2011 habían determinado que los fungicidas más eficientes y con mayor retorno económico para el con-



Peritecios de *Gibberella zaea* (*F. gramineum*) en rastrojo de trigo.

Cuadro 3 - Fusariosis de la espiga (FE), granos con *Fusarium* a cosecha, contenido de deoxinivalenol (DON) en grano cosechado, septoriosis, rendimiento de grano y peso hectolítico para distintos tratamientos de fungicidas en el cultivar susceptible INIA Don Alberto. INIA La Estanzuela, 2012.

Tratamiento	Dosis (L/ha)	Momento de aplicación ¹	Índice de FE ² (%)	Granos c/ FUS (% p/p)	DON (ppm)	Septoriosis AUDPC ⁴	Rendimiento (kg/ha)	Peso hect.
TESTIGO s/ fungicida	-	-	50.0 a ⁵	10.00 a	6.56	6529.2 a	2748.3 b ²	71.92 b
Caramba ³	1.0	Z61	27.3 b	4.90 bcd	3.55	3186.7 bc	4530.6 ab	80.52 ab
Swing Plus ⁴	1.5	Z61	22.0 bc	5.80 abcd	5.02	1327.7 de	4133.1 ab	79.17 ab
Swing Plus	1.7	Z61	16.7 bc	5.33 abcd	5.77	1710.8 cde	4806.5 ab	80.73 ab
Orius ⁵	0.75	Z61	30.7 ab	9.16 ab	5.71	2482.2 cde	2934.1 ab	77.77 ab
Caramba	1.0	Z61+Z65	24.7 bc	7.42 abcd	(7.99)	4730.0 ab	3738.5 ab	79.55 ab
Swing Plus	1.5	Z61+Z65	5.0 c	3.97 cd	3.64	1442.5 cde	5783.0 a	81.85 ab
Swing Plus	1.7	Z61+Z65	6.0 c	3.98 cd	2.57	1310 de	4783.7 ab	82.58 a
Orius	0.75	Z61+Z65	12.3 bc	5.17 bcd	3.93	2218.3 cde	4215.5 ab	80.82 ab
<i>P>F</i>			<i>0.0001</i>	<i>0.0009</i>	<i>0.0904</i>	<i>0.0001</i>	<i>0.0296</i>	<i>0.0369</i>

¹ Zadoks 61: inicio de floración; Z65: floración; ² Valores seguidos por letras diferentes difieren significativamente según Tukey al $P=0.05$; ³ metconazol; ⁴ metconazol + epoxiconazol; ⁵ tebuconazol

tol de FE eran metconazol (Caramba) y tebuconazol (Folicur, Silvaur, Orius) aplicados a inicio de floración (Z61), con aspersores tipo TwinJet60® (Diaz de Ackermann y Pereyra, 2011).

La información generada en 2012 y 2013 en una serie de experimentos, evaluando la performance de nuevos fungicidas en aplicaciones únicas a inicio de floración

(Zadoks 61), y dobles en Z61 y floración (Z65), utilizando picos TwinJet60® doble abanico, establece que nuevos fungicidas triazoles son capaces de realizar un control adecuado de la FE además de contribuir a disminuir el contenido de DON, lográndose mayores rendimientos y un efecto más notorio en el peso hectolítico, además de presentar eficiencias altas de control de enfermedades foliares (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 4 - Fusariosis de la espiga (FE), granos con *Fusarium* a cosecha, contenido de deoxinivalenol (DON) en grano cosechado y peso hectolítico para distintos tratamientos de fungicidas en el cultivar susceptible INIA Don Alberto. INIA La Estanzuela 2013.

Tratamiento	Dosis (l/ha)	Momento de aplicación	Índice de FE (%)	Granos c/FUS (% p/p)	DON (ppm)	PESO HECT.
TESTIGO S/F	-	-	36 a	6.6 a	5.6	81.6 c
Metconazol (CARAMBA®)	1	Z61	16 bcd	4.6 abcd	2.4	84.1 a
Metconazol/epoxic (SWING PLUS®)	1.5	Z61	8 def	3.0 cdef	2.6	83.1 abc
estrob/triazol/.....	1.25	Z61	15 bcd	4.9 abc	4.3	83.7 ab
estrob/triazol/.....	0.5	Z61	21 b	5.4 ab	5.1	84.0 a
Metconazol (CARAMBA®)	1	Z61+Z65	5 ef	1.5 ef	1.2	84.4 a
Metconazol/epoxic (SWING PLUS®)	1.5	Z61+Z65	1 f	1.2 f	0.8	84.2 a
estrob/triazol/.....	1.25	Z61+Z65	5 ef	2.4 def	1.6	83.2 abc
estrob/triazol/.....	0.5	Z61+Z65	9 def	3.6 bcde	2.8	82.4 ab
<i>P>F</i>			<i>0.0001</i>	<i>0.0001</i>	<i>0.0001</i>	<i>0.0001</i>

Z61: inicio de floración; Z65: fin de floración

VCC: 2.08 ppm

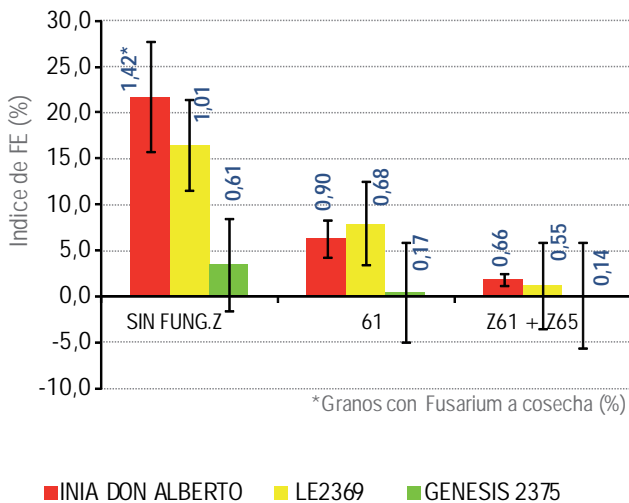


Figura 4 - Índice de Fusariosis de la espiga (FE - porcentaje producto de la incidencia y severidad) y porcentaje de granos con Fusarium a cosecha en tres cultivares con comportamiento diferencial frente a FE sin aplicación, aplicación a principio de floración (Zadoks 61) y doble aplicación a Z61 y floración (Z65). INIA La Estanzuela 2012.

Para el control de la FE **no** se recomiendan mezclas de triazoles 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.

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, en la mayoría de los casos, no asegura una eficiencia aceptable o bajos contenidos de DON en el grano cosechado.

En la Figura 4 se presenta información del primer año de una serie de experimentos planificados para cuantificar la eficacia de integrar la resistencia genética a FE y el manejo del fungicida. Se utilizaron tres cultivares con ciclos similares: INIA Don Alberto (altamente susceptible), la línea avanzada del PMGT LE 2369 (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) en principio de floración (Z61) y en doble aplicación Z61 y Z65.

Aunque el potencial de rendimiento del ensayo fue bajo 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 de grano y peso hectolítrico y de grano aceptables.

SISTEMAS DE PREDICCIÓN

La naturaleza esporádica de la FE, su fuerte asociación a los factores climáticos, la relativa estrecha ventana de vulnerabilidad para la infección, dispersión del inóculo e infección la hacen una buena candidata a ser modelada para predecir su riesgo. Desde el año 2004, la Unidad GRAS de INIA publica desde principios de setiembre a fines de noviembre, los mapas diarios de predicción de niveles de micotoxina DON en grano de trigo a cosecha (Figura 5) en función de la fecha de espigazón.

El modelo utilizado (DONcast) usa como datos de entrada observaciones de lluvia, humedad relativa, y temperatura del aire (mínima y máxima) de los 7 días previos a la fecha de espigazón, y pronósticos de lluvia, temperatura del aire (mínima y máxima) y humedad relativa para los 10 días posteriores a la espigazón, mediante datos climáticos observados en estaciones meteorológicas.

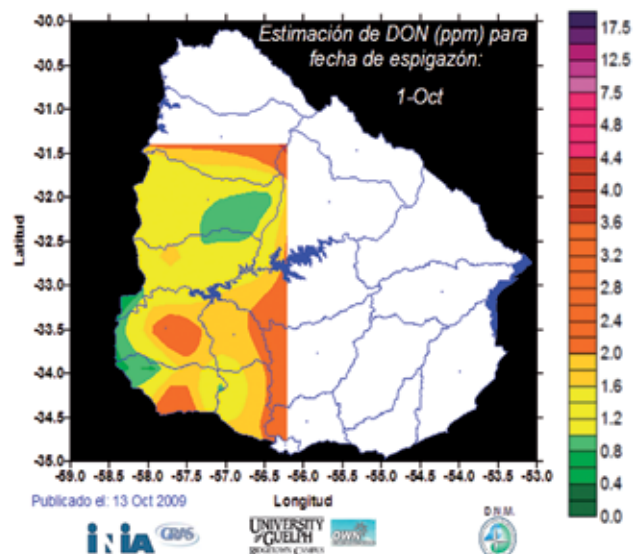


Figura 5 - Mapa de riesgo de DON en grano según DONcast.

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

Actualmente se está ajustando además el modelo GIB-SIM desarrollado por EMBRAPA para predicción de riesgo de presencia de FE.

RESUMIENDO

Como en otros lugares en el mundo donde la FE es endémica ninguna herramienta de manejo por sí sola provee protección total contra la enfermedad. Las condiciones climáticas durante floración y primeras etapas de llenado de grano son el principal factor para la ocurrencia de esta enfermedad. Sin embargo, a diferencia de las epidemias en 2001 y 2002, hoy contamos con cultivares moderadamente resistentes, un espectro amplio de fungicidas triazoles con niveles aceptables de control y menor DON en grano si son aplicados en el momento recomendado y con tecnología adecuada, y otras prácticas a cosecha y post-cosecha que pueden minimizar pérdidas. Una herramienta auxiliar es el sistema de pronóstico de DON ajustado por INIA junto a la Universidad de Guelph, para nuestras condiciones y disponible desde 2004.



Aspersores TwinJet60(R) recomendados para la aplicación de fungicidas para el control de fusariosis de la espiga.

La investigación en la fusariosis de la espiga continuará siendo una prioridad en INIA, con el objetivo de encontrar soluciones a este problema que afecta toda la cadena de producción de trigo. Los avances que se logren permitirán reducir los riesgos en la incidencia de esta enfermedad, así como su efecto en los resultados económicos y de inocuidad de la producción, comercialización, industrialización y exportación del cereal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baird *et al.*, 1997; Diversity and longevity of the soybean debris mycobiota in a no-tillage system. *Plant Dis.* 81:530-534.

Bogliaccini, A.; Aguiar, L.; Franchi, S.; Rovetta, N.; Otonelli, H.; Vázquez, D.; Tlhistá, H.; Suburú, G.; Cadenazzi, M.; Cea, J.; Moriyma, C.; Godiño, M. (2014). Informe de calidad e inocuidad de trigo uruguayo. Zafra 2013-2014. Disponible online en: <http://mesadetrigo.uypublicidad.com/> (consultado el 17/06/2014)

Castro *et al.* 2014. Resultados experimentales de la Evaluación Nacional de cultivares de trigo, cebada, colza; triticale y trigo doble propósito de los tres últimos años. Período 2011-2012-2013. Resultados Experimentales N° 14. Convenio INASE-INIA.

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.

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.

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.

Umpierrez-Falaiche, M.; Garmendia, G., Pereyra, S., Rodríguez-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.

Vázquez, D. (2009). Aptitud Industrial del Trigo. 2009. INIA: 45pp (Serie Técnica 177).

Vázquez, D.; Gonnet, S.; Nin, M.; Bentancour, O. (2004) Effect of Fusarium proteases on breadmaking properties. Pág. 429 – 432 en: *The gluten proteins*. Lafiandra, D; Masci, S.; D'Ovidio, R., editores. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.