

## Fusariosis de la espiga del trigo: la elección del cultivar es más determinante que la fertilización nitrogenada

Velazquez P.D. y Formento A.N.  
Grupo Factores Bióticos y Protección Vegetal  
INTA EEA Paraná

### Introducción

La fusariosis de la espiga (FET) se encuentra entre las enfermedades del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) con fuerte dependencia climática y por lo tanto de aparición esporádica. Esta enfermedad, causada por los hongos *Fusarium graminearum* Schwabe [teleomorfo *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch] y *Fusarium* spp. (Figura 1), provoca epifitias severas en 1 de cada 8 años aproximadamente (Formento y Schutt, 2012). Además de las reducciones del rendimiento, por disminución en el número y/o peso de granos (Velazquez y Formento, 2013), esta enfermedad puede afectar la calidad. La acumulación de toxinas generadas por el hongo (micotoxinas) es perjudicial para la alimentación humana y animal (McMullen *et al.*, 1997). En la provincia de Entre Ríos, en los años 1993, 2000, 2001 y 2002, las pérdidas en la producción debida a FET fueron superiores al 60 % (Formento y Ramos, 1993; Formento *et al.*, 2003).



Figura 1. Espigas de trigo con síntomas de fusariosis. © Patología Vegetal INTA EEA Paraná.

El desarrollo de la enfermedad en cada ciclo agrícola estará condicionado por la interacción entre los factores climáticos y diversos factores como el genotipo, la fecha de siembra, la labranza, el cultivo antecesor y la fertilización nitrogenada (Champeil *et al.*, 2004; Subedi *et al.*, 2007; Lori *et al.*, 2009; Velazquez *et al.*, 2013). Si bien en Argentina existe variabilidad en el comportamiento del cultivo de trigo frente a FET, no existen cultivares con resistencia absoluta a la enfermedad (Carmona, 2005). La secuencia trigo-maíz en la rotación incrementa los niveles de FET (Dill-Macky y Jones, 2000) y entre las especies del género *Fusarium* patógenas a cereales, *F. graminearum* es una de las más frecuentemente aislada en maíz, principalmente en regiones templadas y cálidas (Doohan *et al.*, 2003; Xu, 2003). Por otra parte, la fertilización nitrogenada puede afectar la incidencia y la severidad de la enfermedad al alterar la tasa de descomposición de los residuos, o bien al crear un estrés fisiológico sobre la planta hospedante o al modificar la estructura del canopeo del cultivo (Edwards, 2004; Lemmens *et al.*, 2004).

Si bien existen numerosos trabajos a nivel mundial, no hay aún consenso acerca de la importancia que puede tener la fertilización nitrogenada sobre la FET. Mientras algunos sostienen que el N promueve una mayor expresión de la enfermedad (Lemmens *et al.*, 2004), otros consideran que la incorporación del mismo no la modifica (Yoshida *et al.*, 2008) y en algunos casos hasta la disminuye (Subedi *et al.*, 2007).

En la provincia de Entre Ríos, la campaña triguera 2012 se caracterizó por lluvias de magnitudes superiores a los valores históricos durante septiembre y octubre, etapa de definición del rendimiento del cultivo (SIBER, 2013).

El objetivo del trabajo fue determinar los niveles de infección de FET en tres cultivares comerciales de trigo fertilizados con tres dosis de urea.

## Materiales y Métodos

Los ensayos se realizaron durante los años 2011 y 2012 en la Estación Experimental Agropecuaria Paraná del INTA, provincia de Entre Ríos. Para ambos años los ensayos se realizaron sobre antecesor maíz de modo de aumentar la probabilidad de infección, sobre un suelo Argiudol ácuico serie Tezanos Pinto. Los cultivares evaluados fueron BioINTA 1006, Klein Zorro y Klein Tauro, todos de ciclo corto. En la Tabla 1 se indican las fechas de siembra y los valores de los análisis de suelo para cada año de evaluación. Se utilizó un diseño experimental en parcelas divididas con cuatro repeticiones. Los cultivares se asignaron a las parcelas principales y los niveles de nitrógeno (46%) (0, 150 y 300 kg ha<sup>-1</sup> de urea), aplicada el 09/08/11 y el 13/07/12, a las subparcelas.

**Tabla 1:** Fecha de siembra, análisis de suelo y fertilización para cada campaña.

	Año	
	2011	2012
Fecha de siembra	08/07	06/07
Análisis de suelo*	N-NO <sub>3</sub> - (ppm)	30,8
	P Bray (ppm)	10,7
	pH	6,4
Fertilizante fosfatado aplicado (kg ha <sup>-1</sup> )**	90	120

\*Muestras a 0-20 cm de profundidad; \*\*dosis de fosfato diamónico aplicado a la siembra.

En el estado fenológico EC83 (comienzo de madurez pastosa de granos), según la escala de Zadoks modificada (Tottman y Makepeace, 1979), se seleccionaron al azar cinco estaciones de muestreo de 1 m cada una. En las mismas se registró el número de espigas y se determinaron tanto la incidencia (% , número de espigas afectadas sobre número de espigas observadas, por 100) como la severidad (% , área de la espiga afectada empleando la escala de Stack y McMullen, 1995) de FET. Con ambas estimaciones se calculó el índice de *Fusarium* [IF (%)] como el producto entre incidencia y severidad, sobre 100. Los datos fueron analizados mediante un ANOVA y cuando fue necesario, los valores patométricos registrados se transformaron al arcoseno de raíz cuadrada, mientras que las medias fueron comparadas con la prueba LSD de Fisher (5%) empleando el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2014).

Los registros agroclimáticos (temperaturas, lluvias, humedad relativa, radiación solar y mojado foliar) fueron obtenidos del Observatorio Agrometeorológico de la EEA Paraná del INTA.

## Resultados y Discusión

En ambos años, las fechas promedio de floración plena (EC65, 06/10/11 y 04/10/12) coincidieron con condiciones climáticas favorables para los procesos de infección. La primera década de octubre de 2012 se caracterizó por días con intensas lluvias, baja radiación solar, alta humedad relativa y prolongado período de mojado foliar, además de temperaturas más elevadas, respecto a las condiciones registradas en el mismo período de 2011. La magnitud de las lluvias de octubre de 2011 y 2012 (Tabla 2) superó el promedio histórico 1934-2011 (105,4 mm). Durante 2011 se registraron 12 días con lluvias que acumularon 161,3 mm, condiciones que promovieron además 200 h de mojado foliar. Por otra parte, en 2012 las lluvias ocurrieron en 12 días y acumularon 235,5 mm y 161,3 h de mojado foliar, mientras que los valores promedios mensuales de temperatura mínima (14,3°C), máxima (24°C) y media (18,7°C), así

como de humedad relativa (82,4%), superaron a los registros de 2011. Según los mapas de riesgo elaborados en el Instituto de Clima y Agua del INTA Castelar (<http://climayagua.inta.gov.ar>), el grado de riesgo a FET para la región pampeana-subregión norte fue más elevado en 2012 que en 2011.

**Tabla 2.** Temperatura (T), lluvias (LL), humedad relativa (HR), radiación solar (RS) y mojado foliar (MF) durante octubre de 2011 y 2012. Fuente: Observatorio Agrometeorológico de la EEA Paraná.

Año	Década	T °C			LL		HR %	RS mJ m <sup>-2</sup>	MF h
		Min	Max	Med	mm	Nº días			
2011	1	11,1	20,3	15,3	71,6	4	87,1	18,4	92,5
	2	13,2	24,1	18,0	16,1	3	78,8	25,0	40,5
	3	12,5	22,0	17,1	73,6	5	77,4	21,0	67,0
2012	1	14,3	22,1	17,6	117,5	6	91,2	13,5	116,8
	2	13,0	23,6	17,7	68,3	3	80,1	21,8	21,5
	3	15,6	26,4	20,7	49,7	3	75,8	26,3	23,0

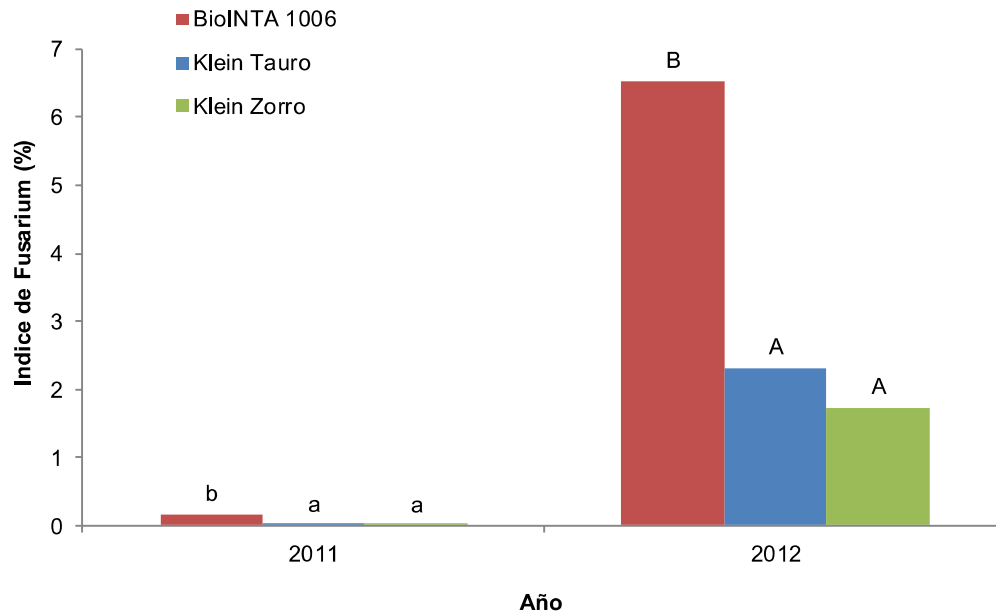
El trigo es principalmente susceptible al patógeno desde el momento de floración o antesis hasta el estado de grano en madurez pastosa suave, y una de las causas de la infección es la permanencia de anteras senescentes que quedan expuestas luego de la polinización (McMullen *et al.*, 1997; Bushnell *et al.*, 2003). Los eventos climáticos caracterizados por 2 o más días con lluvias consecutivas superiores a 0,22 mm y humedad relativa mayor al 81 % durante el primer día y superior o igual a 78 % el segundo día, resultan conductivos para la enfermedad (Moschini *et al.*, 2003). Por lo tanto, es probable que en 2012 haya ocurrido un mayor número de eventos infectivos, por lo que se observaron mayores niveles de incidencia y severidad y como consecuencia de IF en 2012 respecto a 2011 (Tabla 3).

**Tabla 3.** Variables patométricas para los tres cultivares de trigo y niveles de fertilización para 2011 y 2012.

Tratamiento	Incidencia %		Severidad %		Índice de Fusarium %	
<b>Año</b>						
2011	3,1	a	1,2	a	0,1	
2012	45,3	b	6,9	b	3,5	
<b>Cultivar</b>						
BioINTA 1006	28,8	b	7,3	c	3,3	
Klein Zorro	20,5	a	2,1	a	0,9	
Klein Tauro	23,2	a	2,7	b	1,2	
<b>Fertilización (kg urea ha<sup>-1</sup>)</b>						
0	22,5	a	4,2	a	1,9	a
150	24,1	a	3,8	a	1,6	a
300	26,0	a	4,0	a	2,0	a
<b>Media</b>	<b>24,2</b>		<b>4,0</b>		<b>1,8</b>	
<b>Fuente de variación</b>						
Año (A)	<0,0001	***	<0,0001	***	<0,0001	***
Cultivar (C)	0,0001	***	<0,0001	***	<0,0001	***
Fertilización (F)	0,2477	ns	0,9023	ns	0,7611	ns
A x C	0,9329	ns	0,1725	ns	0,0001	***
A x F	0,6856	ns	0,8686	ns	0,7144	ns
C x F	0,7716	ns	0,2864	ns	0,6179	ns
A x C x F	0,4695	ns	0,0867	ns	0,2844	ns
<b>CV %</b>	21,2		19,7		37,8	
<b>R<sup>2</sup></b>	0,93		0,93		0,90	

Los valores dentro de una columna seguidos de la misma letra no difieren entre sí, según la prueba LSD (5%).

Los cultivares BioINTA 1006, Klein Zorro y Klein Tauro presentaron diferencias en cuanto a las variables patométricas, siendo BioINTA 1006 el más susceptible a la infección de FET en ambos años, mientras que Klein Zorro y Klein Tauro se comportaron como moderadamente susceptibles, coincidiendo con Alberione *et al.* (2012). Todos los cultivares presentaron un mayor IF en 2012, siendo esta diferencia más notable en BioINTA 1006 (Figura 2).



**Figura 2.** Índice de *Fusarium* para cada cultivar de trigo y año de evaluación. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ) según la prueba LSD.

El efecto de la fertilización nitrogenada sobre la FET no fue significativo. La similitud en la incidencia, severidad e IF, tanto en los testigos como en los tratamientos fertilizados, confirmó que la adición de N no tuvo ningún efecto en la predisposición de la planta a la infección. Por otra parte, no se hallaron interacciones estadísticas significativas en año x fertilización, cultivar x fertilización y año x cultivar x fertilización. Estos resultados confirman lo encontrado por Lori *et al.* (2009) en la provincia de Buenos Aires en un año con infección severa de FET.

En coincidencia con autores de referencia internacional (Lemmens *et al.*, 2004), los resultados de este estudio sugieren que la adopción de la fertilización nitrogenada tiene escasa relevancia en el manejo de la FET, mientras que la elección del cultivar puede ser crucial para lograr menores niveles de infección. Esto denota la importancia de considerar la siembra de cultivares con alguna resistencia. La variación ambiental inducida por diferentes fechas de siembra o por diferentes estaciones de crecimiento y sitios, tendría un mayor efecto sobre la enfermedad que la aplicación misma de N (Subedi *et al.*, 2007).

El manejo integrado de la enfermedad, además de considerar la siembra de cultivares con alguna resistencia y la diversificación de las fechas de siembra, debería basarse en aplicaciones preventivas con determinados fungicidas de la familia de los triazoles fundamentadas en predicciones climáticas (Carmona, 2005). En este sentido, las predicciones climáticas emitidas por el Instituto de Clima y Agua del INTA Castelar (<http://climayagua.inta.gob.ar>) son herramientas prácticas y accesibles.

## Conclusiones

La elección del cultivar es una variable importante a la hora de utilizar herramientas preventivas para la FET y las diferencias son más evidentes en los años en que se dan mayores condiciones predisponentes para la infección.

La fertilización nitrogenada con dosis hasta 300 kg ha<sup>-1</sup> de urea no afectó los niveles de incidencia, severidad e índice de *Fusarium*.

## Agradecimiento

Al Ing. Agr. (MSc) Ricardo J. Melchiori del Grupo Recursos Naturales y Factores Abióticos por facilitar las evaluaciones.



## Bibliografía

- ALBERIONE E.J., BAINOTTI C.T., FRASCHINA J.A., SALINES J.H., DONAIRE G.M., FORMICA M.B. y D.T. GÓMEZ 2012. Evaluación sanitaria de cultivares de trigo en la subregión triguera II Norte - Campaña 2011/12. <http://inta.gob.ar/documentos/evaluacion-sanitaria-de-cultivares-de-trigo-en-la-subregion-triguera-ii-norte-2013-campana-2011-12/> [Verificación: junio de 2016].
- BUSHNELL W.R., HAZEN B.E. and C. PRITSCH 2003. Histology and physiology of *Fusarium* head blight. In: *Fusarium head blight of wheat and barley*. APS Press, St. Paul, MN. p. 44-83.
- CARMONA M. 2005. Manual para el manejo integrado de enfermedades en trigo. Ed. Carmona M. 62 p.
- CHAMPEIL A., FOURBET J.F., DORÉ T. and L. ROSSIGNOL 2004. Influence of cropping system on *Fusarium* head blight and mycotoxin levels in winter wheat. *Crop Protection* 23:531-537.
- DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZÁLEZ L., TABLADA M. y C.W. ROBLEDO 2014. InfoStat, versión 2014, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- DILL-MACKY R. and R.K. JONES 2000. The effect of previous crop residues and tillage on *Fusarium* head blight of wheat. *Plant Disease* 84:71-76.
- DOOHAN F.M., BRENNAN J. and B.M. COOKE 2003. Influence of climatic factors on *Fusarium* species pathogenic to cereals. *European Journal of Plant Pathology* 109:755-768.
- EDWARDS S.G. 2004. Influence of agricultural practices on *Fusarium* infection of cereals and subsequent contamination of grain by trichothecene mycotoxins. *Toxicology Letters* 153:29-35.
- FORMENTO A.N. y L. SCHUTT 2012. Monitoreo, perfil sanitario, factores climáticos y toma de decisiones en el manejo de la roya de la hoja y mancha amarilla del trigo. En: *Jornada Regional de Cultivos de Invierno - Campaña 2012*. FCA-UNER. p. 61-67.
- FORMENTO N. y V. RAMOS 1993. La "fusariosis" de la espiga en cultivares de trigo en la campaña 1991-1992. INTA EEA Paraná. Carpeta de Información Técnica. Vol. 1, A2, Nº 13. 4 p.
- FORMENTO N., DE SOUZA J. y J.M. PÉREZ 2003. Estimación de la "Fusariosis de la espiga" (*Fusarium graminearum* y *Fusarium* spp.) del trigo en la provincia de Entre Ríos. Año 2002. En: *Actualización Técnica Trigo*. INTA EEA Paraná. Serie Extensión 24:30-34.
- LEMMENS M., HAIM K., LEW H. and P. RUCKENBAUER 2004. The effect of nitrogen fertilization on *Fusarium* head blight development and deoxynivalenol contamination in wheat. *Journal of Phytopathology* 152:1-8.
- LORI G.A., SISTERNA M.N., SARANDÓN S.J., RIZZO I. and H. CHIDICHIMO 2009. *Fusarium* head blight in wheat: impact of tillage and other agronomic practices under natural infection. *Crop Protection* 28:495-502.
- McMULLEN M., JONES R. and D. GALLENBERG 1997. Scab of wheat and barley: A re-emerging disease of devastating impact. *Plant Disease* 81:1340-1347.
- MOSCHINI R.C., GALICH M.T.V., ANNONE J.G. y O. POLIDORO 2003. Enfoque fundamental-empírico para estimar la evolución del índice de *Fusarium* en trigo. *Revista de Investigación Agropecuaria* 31(3):39-53.
- SIBER 2013. Informe producción trigo - Campaña 2012/13. <http://www.bolsacer.org.ar/Fuentes/siberd.php?Id=516> [Verificación: junio de 2016].
- STACK R.W. and M.P. McMULLEN 1995. A visual scale to estimate severity of *Fusarium* head blight in wheat. N.D. State Univ. Ext. Publ. PP:1095.
- SUBEDI K.D., MA B.L. and A.G. XUE 2007. Planting date and nitrogen effects on *Fusarium* head blight and leaf spotting diseases in spring wheat. *Agronomy Journal* 99:113-121.
- TOTTMAN D.R. and R.J. MAKEPEACE 1979. An explanation of the decimal code for the growth stages of cereals, with illustrations. *Annals of Applied Biology* 93:221-234.
- VELAZQUEZ P.D. y N. FORMENTO 2013. Efecto de la fusariosis de la espiga del trigo (*Fusarium graminearum* y *Fusarium* spp.) en un cultivar susceptible. Campaña 2012. Paraná, Entre Ríos. En: *Jornada de Cultivos de Invierno*. Campaña 2013. FCA-UNER. p. 45-48.

---

<http://inta.gob.ar/documentos/efecto-de-la-fusariosis-de-la-espiga-del-trigo-en-cultivar-susceptible>  
[Verificación: junio de 2016].

- VELAZQUEZ P.D., FORMENTO A.N., SCHUTT L.S. y J.C. VELAZQUEZ 2013. Comportamiento de cultivares de trigo implantados en tres fechas de siembra frente a la fusariosis de la espiga. Revista Agromercado. Cuadernillo Clásico de Trigo N° 174. p. 17-20. <http://inta.gob.ar/documentos/comportamiento-de-cultivares-de-trigo-frente-a-la-fusariosis-de-la-espiga> [Verificación: junio de 2016].
- XU X. 2003. Effects of environmental conditions on the development of *Fusarium* ear blight. European Journal of Plant Pathology 109:683-689.
- YOSHIDA M., NAKAJIMA T. and T. TONOOKA 2008. Effect of nitrogen application at anthesis on *Fusarium* head blight and mycotoxin accumulation in breadmaking wheat in the western part of Japan. Journal of General Plant Pathology 74:355-363.