

AÑO NIÑO: PREOCUPARSE Y OCUPARSE POR LA FUSARIOSIS EN TRIGO Y CEBADA

CÓMO PREPARARSE? QUÉ TOMAR EN CUENTA? CÓMO DECIDIR LA APLICACIÓN?

Carmona M.A.¹. Formento, A.N.²; y Scandiani, M.M.³

1. Fitopatología, Facultad de Agronomía, UBA. 2. Fitopatología INTA EEA Paraná. 3. CEREMIC, Fac. Cs Bioquímicas y Farmacéuticas UNR.

La fusariosis de la espiga del trigo (FET), causada por especies del género *Fusarium*, principalmente *Fusarium graminearum*, ocurre en todas las regiones cerealeras del mundo. Durante muchos años se consideró como una enfermedad secundaria en Argentina, pero en China suceden epifitias anuales, en Canadá, una cada 2 años y en EE.UU aproximadamente una cada 5 años. Las epifitias en Entre Ríos pueden ocurrir en 1 de cada 8 años. Sin embargo el aumento de su frecuencia de aparición, y severidad en todo el Cono Sur, la convirtió en unas de las principales enfermedades del trigo. Esta campaña es caracterizada por casi todos los Institutos que estudian la variabilidad climática (CIIFEN, 2015; NOAA, 2015; SMN, 2015), como año niño y es por ello que en algunas regiones cereales, la probabilidad de ataque puede ser alta.

Se destaca principalmente en las regiones de clima húmedo y de altas temperaturas, coincidiendo con los estadios de floración. Las epidemias generalmente están asociadas a períodos de mojado de la espiga prolongados (>48 horas) durante la antesis, extendiéndose hasta la formación de grano lechoso - pastoso. Las esporas, principalmente ascosporas, llegadas a través del aire, se depositan sobre las anteras, allí germinan, colonizan y penetran en la flor alcanzando el ovario. Por infectar las plantas a través de las anteras (sueltas y presas), se considera una enfermedad de infección floral. En cereales de invierno, la enfermedad ocurre desde inicio de la antesis con períodos prolongados de lluvia y con una temperatura media superior a 20°C.

Los síntomas son fácilmente diagnosticados mediante la observación del blanqueado de las espigas y espiguillas y por la formación de los signos del patógeno en forma de una masa rosada salmón (macroconidios) sobre las estructuras florales. Esta grave enfermedad, que reduce el rendimiento y la germinación de la semilla, es además peligrosa, ya que afecta la calidad alimentaria del grano y de sus subproductos debido a la contaminación con micotoxinas. La toxina más importante producida por la fusariosis es la vomitoxina, llamada deoxinivalenol (DON), constituye un riesgo para la salud humana y animal.

Los daños causados por la enfermedad son una marcada reducción del rendimiento de granos, disminución de la calidad comercial del grano (grano fusarioso = grano dañado), reducción de poder germinativo y del vigor de la semillas, y por la presencia de micotoxinas que son nocivas para el hombre y los animales.

De las enfermedades de los cereales invernales, la FET es la que presenta las mayores dificultades de control y por lo tanto es un permanente desafío para fitomejoradores y fitopatólogos. El aumento de la frecuencia y de los daños directos causados estaría asociado al cambio climático regional, monocultivo, mayor área sembrada con especies susceptibles, sistema de siembra directa y escasa rotación.

Por lo tanto, el calentamiento global, las mayores precipitaciones, la difusión de la siembra directa con monocultivo, sumado a la inexistencia de cultivares tolerantes o resistentes y a la baja eficiencia de control químico, exigen una búsqueda inmediata de una solución para este problema.

La predicción como herramienta estratégica para el control químico

a. Predicción de la incidencia de la FET por factores meteorológicos

El proceso infeccioso de las enfermedades fúngicas de las plantas y su epidemiología depende entre otros factores, de las condiciones climáticas favorables (Carmona et al., 2012). Para la FET, conocer el ambiente es de fundamental importancia ya que es el protagonista directo más relacionado con la severidad de la enfermedad. Para estimar los valores de la enfermedad existen modelos que han sido desarrollados en Argentina por Moschini y Fortugno (1996), Moschini et al. (2002), Moschini et al. (2008).

Una de las herramientas más prácticas, fáciles y útiles con que cuentan los productores y asesores es la consulta de los mapas de riesgo de la FET en la región pampeana elaborada por el Instituto de Clima y Agua del INTA Castelar. Allí, con los datos de predicción de los modelos, se diagraman los mapas de riesgo.

Para cada subregión triguera y por fecha de espigazón, los días lunes, miércoles y viernes (después de las 17 h) se confeccionan mapas presentando la distribución espacial del grado de riesgo estimado (rojo, amarillo y verde). Para varios sitios y fechas de espigazón se grafica la evolución del Índice de Fusarium (enfoque fundamental-empírico) de la campaña actual y de ciclos de cultivo caracterizados por ataques severos de la enfermedad.

Consultar: http://climayagua.inta.gob.ar/mapas_del_grado_de_riesgo_de_la_fet

En Entre Ríos, por la alta probabilidad de su ocurrencia se realizan alertas semanales en base a modelos de INTA Castelar y para esta semana el riesgo es bajo (color verde). El 22 de septiembre de 2015, en un trigo espigado (son aún escasos) se determinó trazas de FET (**Figura 1**)

Consultar: www.bolsacer.org.ar/Fuentes/siber.php y

<http://inta.gob.ar/documentos/intadocument.2015-09-21.2519109928>

Control químico

Características del control químico para la FET: tipo y características del fungicida, tipo y momento de aplicación, oportunidad ambiental para la pulverización.

De acuerdo a las probabilidades de infección analizadas con los modelos ambientales y si éstos dan zona de riesgo de infección rojo y eventualmente amarillo en http://climayagua.inta.gob.ar/06_presentacion_de_resultados, se cuenta con mayor certidumbre para decidir el control químico.

La protección química contra esta enfermedad se basa en el uso de fungicidas protectores que eviten principalmente la entrada del patógeno, anulando la infección

cuando las esporas del hongo se depositan sobre las anteras expuestas. El período sensible abarca todo el lapso con disponibilidad de anteras presentes (alrededor de 30 días en un lote comercial).

Los órganos a proteger deben ser las anteras expuestas y las presas, pues son los órganos susceptibles a la infección. Consecuentemente el período de predisposición del trigo se extiende desde la aparición de las primeras anteras hasta próximo a la madurez. Si se aplicara un fungicida, debería ser hecho en plena floración, cuando el cultivo presente la mayor proporción de espigas con anteras (aproximadamente al 7mo u 8vo día desde el comienzo de la espigazón) de modo de proteger al mayor número de anteras y evitar las pérdidas más elevadas que ocurrirían si la infección comienza en el inicio de la floración (Reis y Carmona 2013)

Pulverizaciones después de la floración sólo se justificarían económicamente si el nivel de anteras presas es considerable (el número de las anteras presas puede ser elevado dependiendo del ambiente y genotipo). Muchas veces las anteras presas pueden ser más importantes que las sueltas

Debido a las características inherentes de este patógeno no es posible el control después de la aparición de los síntomas. Por eso, el control de esta enfermedad debe ser preventivo, aún cuando se utilicen fungicidas de acción sistémica, como el tebuconazole, metconazole o bencimidazoles (carbendazim, metiltiofanato). Por otro lado, para los órganos de las plantas con baja translocación, como son las flores y sus órganos (ej. anteras, etc.), los fungicidas sistémicos no son translocados, y por lo tanto la acción principal de los mismos queda limitada solamente a la protección superficial, actuando principalmente, en la germinación y penetración del patógeno.

En ensayos realizados en Entre Ríos (Formento y de Souza, 2008), la incidencia, severidad e índice de infección de la FET fueron afectados significativamente por la utilización de fungicidas, ya sea en dosis completa en un solo momento o en dosis dividida, en dos momentos. La mayor eficacia por la reducción de los parámetros de la enfermedad se alcanzó con el principio activo tebuconazole ya sea sólo a comienzos de antesis o combinado con procloraz o bien en dosis dividida aplicado a comienzos de antesis y 7 días después, al estado de grano con madurez acuosa. El carbendazim disminuyó la enfermedad de igual manera ya sea en una o dos aplicaciones, sin embargo la severidad de la FET no se diferenció del testigo cuando se lo aplicó en dosis completa a comienzo de antesis (Tabla 1).

El incremento del rendimiento de las parcelas tratadas comparada con el testigo sin tratar osciló entre 326 y 750 kg/ha. El peso de mil granos y el peso hectolítrico aumentó significativamente cuando se utilizaron fungicidas, destacándose todos los tratamientos con excepción del carbendazim aplicado a dosis completa a comienzos de antesis (Tabla 2).

También es posible pensar que si se realizaran dos pulverizaciones, la eficacia del control sería superior debido a la duración de la antesis (tejido susceptible). La antesis puede durar aproximadamente 4 días en una espiga, 12 en una planta y 25-30 días en un campo. En este marco se debe prestar especial atención a las anteras presas que deberían también constituir el blanco principal del fungicida. Las otras anteras (expuestas) permanecen por poco días siendo sustituidas por otras que no recibieron fungicida. Las anteras que no recibieron el producto están sujetas a la infección, a pesar que los fungicidas utilizados sean sistémicos, debido a que estos no

son translocados por el floema pero si por el xilema pero este tejido no existiría en el filamento floral.

Tabla 1. Efecto de fungicidas sobre la incidencia, severidad e índice de infección de *Fusarium graminearum* y *Fusarium* spp.

Tratamiento	Dosis p.c. (cc/ha)	Aplicac. (n°)	FET		
			I (%)	S (%)	li
Testigo	-	0	10,88 a	3,59 a	0,6 a
carbendazim 50%	800	1	8,36 b	2,89 ab	0,3 b
tebuconazole 25%	750	1	4,56 cd	1,4 cd	0,2 bc
tebuconazole 13,3% + procloraz 26,7%	1000	1	5,96 c	2,37 b	0,2 bc
carbendazim 50%	400 + 400	2	6,08 c	1,56 c	0,3 b
tebuconazole 25 %	350 + 350	2	3,37 d	0,77 d	0,1 c
CV (%)	-	-	18.8	23.7	26.2
R2	-	-	0.90	0.89	0.90
Pr < F	-	-	<.0001***	<.0001***	0.001***

Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos según el test LSD al 5%. ***: altamente significativo.

Tabla 2. Efecto de fungicidas sobre el rendimiento, peso de mil granos y el peso hectolítrico de Relmó INIA Cónдор, en presencia de *Fusarium graminearum* y *Fusarium* spp.

Tratamiento	Dosis p.c. (cc/ha)	Aplicac. (n°)	Rendimiento y Calidad		
			Rend. (kg/ha)	PMG (g)	PH
Testigo	-	0	4223.3 c	33.43 c	77.5 c
carbendazim 50%	800	1	4549.3 bc	34.27 bc	78.6 c
tebuconazole 25%	750	1	4938.5 a	35.78 a	81.0 ab
tebuconazole 13,3% + procloraz 26,7%	1000	1	4853.3 ab	35.70 a	79.9 b
carbendazim 50%	400 + 400	2	4683.0 ab	34.58 b	80.4 ab
tebuconazole 25 %	350 + 350	2	4973.5 a	36.22 a	81.5 a
CV (%)	-	-	5.46	1.90	1.07
R2	-	-	0.83	0.79	0.91
Pr < F	-	-	<.0007***	<.0002***	<.0001***

Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos según el test LSD al 5%. ***: altamente significativo.

La técnica de aplicación y el éxito de la deposición del fungicida son fundamentales para el control. Lamentablemente, poco se sabe acerca de la calidad de la deposición y cobertura a campo para la protección de las anteras. Sin embargo

es sabido que la aplicación terrestre resulta más eficiente que la aérea por permitir mejor mojado (más caudal) y una mejor cercanía al “blanco” (espigas). Para la aplicación química se deben considerar también, las siguientes probabilidades de **oportunidad ambiental**:

a) Cuando ocurren lluvias prolongadas durante más de dos días consecutivos, durante el período de máxima exposición de anteras, no sería posible proceder a la aplicación, y por lo tanto dependiendo de la temperatura, ocurrirá infección.

b) Cuando la floración ocurre bajo condiciones secas y por lo tanto es posible la aplicación, si no ocurren lluvias posteriores no habrá infección por no cumplir con el mojado requerido para la infección, y por lo tanto resultaría inútil la aplicación.

c) Cuando después de la aplicación ocurren lluvias, las anteras estarán protegidas de la infección, lo que determinaría el control de la enfermedad. En el mejor de los casos el control sería aproximadamente del 60%, pues nuevas anteras aparecerán y muchas otras (presas) no han recibido una buena deposición, lo que asegura nuevos puntos de infección.

Se puede concluir entonces, que la probabilidad de obtener el control de la FET por el uso preventivo de fungicidas, es de apenas 33%, es decir 1/3.

En relación a la arquitectura de la espiga, muchas veces dificulta la deposición del producto en las anteras, por eso sería importante desarrollar equipos o técnicas que mejoraran el mojado de la espiga.



Espigas de Trigo con FET



Anteras extrusas (seltas) y antera presa (derecha)

Bibliografía

Carmona, M. 2005. Manual para el manejo Integrado de enfermedades en el cultivo de trigo 32 pp.

Carmona, M. 2003. Estado del conocimiento epidemiológico de la fusariosis en el cono Sur. Seminario Internacional Manejo Integrado de la Fusariosis de la Espiga de Trigo. CIMMYT e INIA, La Estanzuela, Uruguay, 4 a 5 junio de 2003.

Carmona, M. 2003. Importancia y epidemiología de la fusariosis de la espiga del trigo. Seminario: Problemas asociados a la Fusariosis en trigo y estrategias para su prevención. pp. 46, Bolsa de Cereales de Bs. As., 3 y 4 de julio de 2003.

CIIFEN (2015) www.ciifen.org

Formento AN, de Souza J. 2008. Control químico de la fusariosis de la espiga del trigo (*Fusarium graminearum* y *Fusarium spp.*). Momentos, dosis y eficacia de fungicidas. HM 19. Libro de Resúmenes 1° Congreso Argentino de Fitopatología. 28 al 30 mayo de 2008. Córdoba. Argentina. p. 205.

Moschini, R.C., Bischoff, S., Martínez, M.I. 2008. Caso de estudio: Fusariosis de la espiga de trigo. Revista Horizonte A. Magazine de las Ciencias Agrarias. Investigación. Variabilidad climática y ocurrencia de enfermedades N° 21:10-15.

Moschini, R.C., Galich, M.T.V. de, Annone, J.G., Polidoro, O. 2002. Enfoque Fundamental-Empírico para estimar la evolución del Índice de Fusarium en trigo. Revista RIA 31(3):39-53.

Moschini, R.C., Carranza, M.R., Carmona, M.A. 2004. Meteorological-based predictions of wheat head blight epidemic in the southern argentinean pampas region. Cereal Research Communications, Vol. 32, N° 1:45-52.

Moschini, R., Carmona, M. 1998. Fusariosis en trigo. Nuevo enfoque para su control para el área de Balcarce. Revista ALEA Informa. Año 1 N° 8:16-20.

Moschini, R., Pioli, R., Carmona, M., Sacchi, O. 2001. Empirical predictions of wheat head blight in the Northern Argentinean pampas region. Crop Sci. 41:1541- 1545.

Moschini, R., Fortugno, C. 1996. Predicting wheat head blight incidence using models based on meteorological factors in Pergamino, Argentina. European Journal of Plant Pathology Vol. 102:211-218.

Moschini, R.C., Pioli, R., Carmona, M., Sacchi, O. 1997. Validación de ecuaciones empíricas para estimar la incidencia y severidad de fusariosis en trigo. Resumen. Actas de la XVIII Reunión de la Asociación Argentina de Ecología. Buenos Aires 21 y 23/4/1997.

NOA National Oceanic and Atmospheric Administration (2015) ENSO: Recent Evolution, Current Status and Predictions, www.noaa.gov, acceso 2015.

Reis, E.M., Carmona, M. 2002. Fusariosis del trigo. Biología, epidemiología estrategias para su manejo. BASF Argentina S. A. Buenos Aires. 25 pp.

Reis, E. M & Carmona, M. A 2013 Integrated disease management of Fusarium Head Blight, Reis, E. M & Carmona, M. A. in: "Fusarium Head Blight in Latin America. Teresa Aconada - and Dr Sofía Noemí Chulze, Editores. Chapter 10, 159-173 pp, Editorial: Springer.

SMN (2015) El fenómeno El Niño – Oscilación del sur (ENOS), www.smn.gov.ar, 5 de Agosto de 2015.