

AÑO NIÑO: PREOCUPACIÓN Y ALERTA POR LA FUSARIOSIS EN TRIGO Y CEBADA: Qué tomar en cuenta ? Cómo decidir la aplicación ? Que aplicar ?

Carmona, M.A.¹. Formento, A.N.² Luque, A.³ y Scandiani, M.M.⁴

1. Fitopatología, Facultad de Agronomía, UBA. 2. Fitopatología, INTA EEA Paraná.3 Centro de Referencia de Micología (CEREMIC) Fac. de Cs. Bioquímicas y Farmacéuticas UNR (Rosario, Santa Fe, Argentina) 4. Laboratorio Agrícola Río Paraná. Ruíz Moreno 225. San Pedro, Buenos Aires.

La fusariosis de la espiga del trigo (FET), causada principalmente por *Fusarium graminearum* (forma sexual *Gibberella zeae*) ocurre en todas las regiones cerealeras del mundo. Durante muchos años fue considerada una enfermedad de importancia secundaria en Argentina, pero en China hay epifitias anuales, en Canadá cada 2 años y en EE.UU aproximadamente cada 5 años. Sin embargo debido al aumento de su frecuencia de aparición, y severidad en todo el Cono Sur, se ha convertido en unas de las principales enfermedades del trigo. Las epifitias en Entre Ríos pueden ocurrir en 1 de cada 8 años.

Su presencia 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), es considerada una enfermedad de infección floral. En la práctica, se puede observar que la enfermedad ocurre en campos de cereales de invierno, después del inicio de la antesis, coincidiendo con períodos prolongados de lluvia y con temperatura media superior a 20 °C.

Los síntomas son fácilmente diagnosticados mediante la observación del blanqueamiento de las espigas y espiguillas y por la formación de una masa rosada salmón (macroconidios) sobre las estructuras florales. Los daños causados por la enfermedad se manifiestan a través de la reducción del rendimiento de granos, disminución de la calidad comercial del grano (por el aumento del rubro 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 de invierno, la fusariosis de la espiga es la que presenta las mayores dificultades para su control y por lo tanto es un permanente desafío para fitomejoradores y fitopatólogos. El aumento de la frecuencia y de los daños directos causados, está ligado posiblemente al cambio climático regional, al aumento del área de monocultivo y de especies susceptibles y al sistema de siembra directa sin 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 fusariosis por factores meteorológicos

El desarrollo del 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 fusariosis, conocer el ambiente es de fundamental importancia ya que es el que es el protagonista directo mas 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 cuenta productores y asesores es la consulta de los mapas de riesgo de la Fusariosis en la región pampeana elaborada por el Instituto de Clima y Agua del INTA Castelar. Allí, con los datos de predicción de los modelos elaborados por Moschini y colaboradores, se diagraman mapas de riesgo de esta enfermedad. Para cada subregión triguera y por fecha de espigazón, los días lunes, miércoles y viernes (después de las 17 horas) 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 y puede consultarse en la siguiente página web:

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

Control químico

Características del control químico para la Fusariosis: 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 estos dan zona de riesgo de infección rojo y eventualmente amarillo analizados en:

(http://climayagua.inta.gob.ar/06_presentaci%C3%B3n_de_resultados), se cuenta ahora 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 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 cerca de 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. 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 solo 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 aplicó carbendazim 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).

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 INIA Córdor, en presencia de *Fusarium graminearum* y *Fusarium* spp.

Tratamiento	Dosis p.c. (cc/ha)	Aplicac. (n°)	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.

También es posible pensar que si se realizaran dos pulverizaciones, la eficacia del control sería superior debido a la duración de la anthesis (tejido susceptible). La anthesis puede durar aproximadamente 4 días en una espiga, 12 en una planta y 25 días en un campo. En este marco se debe prestar especial atención a las anteras presas que deberían también constituir un 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.

Por eso la técnica de aplicación y el éxito de la deposición 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 fusariosis, 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.



Síntomas de la Fusariosis (Fotos Silvana Di Núbila, E. M. Reis y Norma Formento)



**Anteras extrusas (sueltas) y antera presa (última a la derecha)
(Fotos: Dirceu Gassen y E. M Reis)**

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.

Carmona, M., Moschini, R.C., Cazenave, G., Sautua, F. 2010. Relación entre la precipitación registrada en estados reproductivos de la soja y la severidad de *Septoria glycines* y *Cercospora kikuchii*. Tropical Plant Pathology 35:071-078.

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.

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