Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.3 Núm.3 1 de mayo - 30 de junio, 2012 p. 595-600

Control químico de las enfermedades: una alternativa para la producción de trigo de temporal en Tlaxcala*

Chemical control of diseases: an alternative for rainfall wheat production in Tlaxcala

Héctor Eduardo Villaseñor Mir[1], René Hortelano Santa Rosa[1§], Eliel Martínez Cruz[1], Luis Antonio Mariscal Amaro[2], Santos Gerardo Leyva Mir[3] y Julio Huerta Espino[1]

[1]Programa de Mejoramiento de Trigo. Campo Experimental Valle de México, INIFAP. Carretera Los Reyes-Téxcoco km 13.5, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. C. P. 56250 Tel. 01 595 9212715. Ext. 161 y 152. (villasenor.hector@inifap.gob.mx), (martinez.eliel@inifap.gob.mx), (huerta.julio@inifap.gob.mx). [2]Campo Experimental Bajío, INIFAP. Carretera Celaya-San Miguel de Allende km 6.5, Celaya, Guanajuato. C. P. 38000 Tel. 01 461 6115323. (marsical.luis@inifap.gob.mx). [3]Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5. Chapingo, Estado de México C. P. 56230. (lsantos@correo.chapingo.mx). [§]Autor para correspondencia: hortelano.rene@inifap.gob.mx.

Resumen

Con el propósito de valorar la conveniencia de aplicar fungicida para mejorar la productividad del trigo harinero y cristalino cuando incide la roya amarilla y el complejo de enfermedades foliares bajo condiciones de temporal, se establecieron en tres localidades del estado de Tlaxcala las variedades Gema C2004 y Tlaxcala F2000. Las variables analizadas fueron días a floración y a madurez, altura de planta, rendimiento de grano, incidencia de roya amarilla en el follaje y en la espiga e incidencia y severidad de enfermedades foliares. En las tres localidades la variedad de trigo harinero Tlaxcala F2000 superó en rendimiento de grano a la variedad de trigo cristalino Gema C2004 de 9% hasta 46%. Las enfermedades en su conjunto causaron mermas en el rendimiento hasta 26%. Sportak® fue el fungicida que se asoció con el mejor control de las enfermedades, lo cual se reflejó en una mayor productividad de grano con incrementos promedios 26.5 y 29.4%, cuando incidió roya amarilla y enfermedades foliares, respectivamente. Los resultados indican que es conveniente la aplicación de fungicida para reducir mermas en la producción de trigo de temporal.

Abstract

With the aim to evaluate convenience of applying fungicide to improve productivity of flour wheat and white wheat when there is incidence of yellow rust and complex of foliar diseases under rainfall conditions, varieties Gema C2004 and Tlaxcala F2000 were settled in three localities from state of Tlaxcala. Analyzed variables were days to flowering and to maturity, plant height, grain yield, incidence of yellow rust in foliage and in ear and incidence and severity of foliar diseases. In the three localities the flour wheat Tlaxcala F2000 variety overcame from 9% to 40% in grain yield to white wheat Gema C2004 variety. The diseases together caused decrease in yield up to 26%. Sportak® was the fungicide associated with better disease control, which was seen in greater grain yield with average increases of 26.5 and 29.4% when yellow rust and foliar diseases affected, respectively. The results denote fungicide application to reduce decreases in rainfall wheat production is convenient.

Key words: *Triticum aestivum*, *Triticum durum*, *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, foliar diseases, fungicides.

* Recibido: mayo de 2011
Aceptado: enero de 2012

Palabras clave: *Triticum aestivum*, *Triticum durum*, *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, enfermedades foliares, fungicidas.

En México se consumieron en 2009 cerca de 6.7 millones de toneladas de trigo harinero y cristalino, de las cuales 4.1 millones de toneladas corresponden a la producción nacional (SIAP, 2010), por lo que se tuvieron que importar 2.1 millones de toneladas de los Estados Unidos de América y Canadá. La producción nacional se realiza principalmente bajo riego, donde Sonora, Baja California y Guanajuato participan con 75% del total. Por otro lado, 33% de la molienda del trigo de nuestro país se realiza en el Estado de México y Distrito Federal, lo que representa un gasto por concepto de flete al mover el grano de la zona de producción a los centros de molienda, lo cual es un factor determinante en la competitividad de la cadena agroindustrial del trigo nacional (Fuente, 2008). Por lo que una solución para mejorar su rentabilidad y el desabasto de trigo nacional, es la producción de este cereal en zonas cercanas a los centro de molienda. Lo anterior requiere que el productor de la región de los Valles Altos de México, ofrezca trigo en cantidad y con la calidad que demanda la industria.

Es importante indicar que parte del buen potencial de rendimiento del trigo (harinero o cristalino), en las zonas temporaleras, se debe a la tolerancia a la roya amarilla (*Pucccinia striiformis* f. sp. tritici), roya de la hoja (P. *triticina*) y al complejo de enfermedades foliares causado por *Septoria* sp., *Cochleobolus sativum* y *Phyrenophora tritici-repentis*, por lo que el objetivo de esta investigación fue analizar el efecto de cuatro fungicidas sobre variables agronómicas y fitopatológicas en dos variedades comerciales de trigo bajo condiciones de temporal.

El material genético empleado fueron las variedades Tlaxcala F2000 (trigo harinero) y Gema C2004 (trigo cristalino). Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones en un arreglo de tratamientos de parcelas divididas, en donde la parcela grande fueron los tratamientos con fungicida (dos aplicaciones de Tilt®, Folicur®, Sportak® y Opus®) y sin fungicida, y las parcelas chicas fueron las variedades; el ensayo se analizó como una serie sencilla de experimentos. Las localidades de prueba fueron Nanacamilpa, Zotoluca y Soltepec, en el estado de Tlaxcala durante el ciclo primavera-verano 2007. La parcela experimental fue de 4 surcos de 3 m de longitud con una separación entre surcos de 0.3 m. Las variables evaluadas fueron: días a floración (DF) y madurez (DM), altura de planta (AP), porcentaje de roya

During 2009 in México near of 6.7 millions of tons of flour and white wheat were consumed, from which 4.1 millions tons corresponds to national production (SIAP, 2010), therefore 2.1 millions of tons from United States and Canada had to be imported. National production is mainly obtained under rainfall conditions, where Sonora, Baja California and Guanajuato hold 75% of total. On the other hand, 33% of wheat milling process is made in state of Mexico and Distrito Federal, which means an expense by freight when moving grain from production zone to milling center, which is an important factor for competitiveness of national wheat supply chain (Fuente, 2008). Therefore a solution to improve profitability and lack of supply at national level is to produce this grain in regions near to milling center. This requires that producer from High Valleys of Mexico offer wheat in quantity and quality required by the industry.

It is important to mention that part of wheat (flour or white) yield in rainfall regions, is due its tolerance to yellow rust (*Pucccinia striiformis* f. sp. tritici), leaf rust (P. *triticina*) and complex of foliar diseases caused by *Septoria* sp., *Cochleobolus sativum* and *Phyrenophora tritici-repentis*, therefore the aim of this research was to analyze the effect of four fungicides on agronomical and phytopathological variables in two wheat commercial varieties under rainfall conditions.

The genetic material used were varieties Tlaxcala F2000 (flour wheat) and Gema C2004 (white wheat). A randomized block experimental design with three repetitions in a treatment arrangement of split plots was used, where large plot were treatments with fungicide (two applications of Tilt®, Folicur®, Sportak® and Opus®) and without fungicide, and small plots were the varieties; the essay was analyzed as simple series of experiments. Test localities were Nanacamilpa, Zotoluca and Soltepec, in the state of Tlaxcala during 2007 spring-summer cycle. Experimental plot was from 4 furrows of 3 m length with separation between furrows of 0.3 m. The assessed variables were: days to flowering (DF) and to maturity (DM), plant height (AP), percentage of yellow rust in foliage (RAF) and in ear (RAE), incidence and severity of complex of foliar diseases (variables measured only in Nanacamilpa and Zotoluca), and grain yield (REND). For the case of reading of foliar diseases a two-digits scale was used (Saari and Prescott, 1975) that was transformed into percentage (%) of damaged foliar area (AFD) by the formula: (%) AFD= ((D1/9) x (D2/9) x 100) proposed by

amarilla en el follaje (RAF) y en la espiga (RAE), incidencia y severidad del complejo de enfermedades foliares (variables medidas sólo en Nanacamilpa y Zotoluca) y rendimiento de grano (REND). Para el caso de la lectura de las enfermedades foliares se utilizó la escala de dos dígitos (Saari and Prescott, 1975) que se transformó a porcentaje (%) del área foliar dañada (AFD) mediante la fórmula: (%) AFD= ((D1/9) x (D2/9) x 100) propuesta por Duveiller *et al.* (2005), en donde la incidencia D1 (primer digito) indica el progreso de la enfermedad en la altura de la planta y la severidad D2 (segundo digito) es el área foliar enferma.

Se observaron diferencias significativas entre localidades para la mayoría de las variables evaluadas con excepción de RAE. Entre fungicidas se observaron diferencias para DM, RAF, RAE, AFD y rendimiento de grano. Entre variedades se observaron diferencias para DF, DM, AP y rendimiento (Cuadro 1). Lo anterior indica el contraste de las condiciones ambientales de las localidades de prueba, que los fungicidas tienen diferente efecto sobre el control de las enfermedades que incidieron y que las variedades fueron diferentes en su comportamiento agronómico.

Duveiller *et al.* (2005), where incidence D1 (first digit) indicates progress of disease in plant height and the severity D2 (second digit) is foliar area with disease.

There were significant differences between localities for most of assessed variables, except RAE. Between fungicides there were differences for DM, RAF, RAE, AFD and grain yield. Between varieties there were differences for DF, DM, AP and yield (Table 1). This is a consequence of contrasting ambient conditions in test localities, since fungicides have different effect on control diseases and that varieties were different in their agronomical behavior.

In Figure 1 is shown grain yield in genotypes, where is seen that in Nanacamilpa it is achieved greatest productivity due rain precipitation during crop cycle was higher (640 mm) than in Soltepec (460 mm) and Zotoluca (396 mm). Variety Tlaxcala F2000 also overcame to Gema C2004 in the three localities from 9 to 42%, due the first one was made for rainfall crops in High Valleys of Mexico, while the second one was released for rainfall crops in Bajío. The reason to assess Gema C2004 in this study is because in the results of

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza de variables agronómicas y fitopatológicas de genotipos de trigo harinero y cristalino evaluadas bajo condiciones de temporal. Primavera-verano 2007.

Table 1. Square means of analysis of variance for agronomical and phytopathological variables of genotypes of flour and white wheat assessed under rainfall conditions. Spring-summer 2007.

FV	GL	DF	DM	AP	RAF	RAE	AFD[§]	REND
Localidad	2	478.6**	3072.2**	1914.8**	301.1**	0.27ns	5121.1**	31967151.3**
Repetición (L)	6	10.0	0.53	1.2	9.4	3.6	14.6	93714.2
Fungicida (F)	4	0.23ns	60.2**	1.3ns	1436.1**	1067.7**	1617.4**	1477529.2**
L*F	8	0.28ns	6.9**	2.5ns	21.9ns	0.27ns	320.3**	445563.7**
R*F(L)	24	1.4	1.3	3.1	4.5	3.6	14.6	50926.9
Variedad	1	513.6**	864.9**	1596.0**	2.5ns	4.4ns	15.8ns	7935840.2**
L*V	2	43.4**	11.4**	60.0**	13.3ns	1.9ns	56.1ns	699538.8**
V*F	4	0.6ns	1.7ns	0.76ns	9.4ns	4.4ns	8.7ns	42611.3ns
L*V*F	8	1.2ns	0.82ns	0.82ns	16.1ns	1.9ns	9.8ns	58186.1ns
Error	30	1.5	1.3	2.9	8.6	4.4	5.1	50442
Media		67.4	130.5	83.2	13.6	24.9	26.3	2720.1
CV		1.8	0.9	2	21.5	8.4	8.6	8.2

CV= coeficiente de variación; GL= grados de libertad; DF= días a floración; DM= días a madurez; AP = altura de planta; RAF= roya amarilla en el follaje; RAE= roya amarilla en la espiga; [§]AFD= área foliar dañada (variable medida en Nanacamilpa y Zotoluca); REND= rendimiento de grano; ns= no significativo; ** y * = significativo con $p \leq 0.01$ y $p \leq 0.05$, respectivamente.

En la Figura 1 se presenta el rendimiento de grano en los genotipos, en donde se percibe que en Nanacamilpa se logró la mayor productividad debido a que la precipitación durante

researches made during 2006 rainfall cycle in High Valleys showed that Durum variety had greatest yield and had good tolerance to diseases.

el ciclo de cultivo fue mayor (640 mm) que en Soltepec (460 mm) y Zotoluca (396 mm). También se analizó que la variedad Tlaxcala F2000 en las tres localidades superó a la variedad Gema C2004 desde 9% hasta 42%, lo anterior debido a que la primera se generó para siembras de temporal en los Valles Altos de México, mientras que Gema C2004 se liberó para siembras de riego en El Bajío. La causa de la evaluación de Gema C2004 en el presente ensayo, se debe a que resultados de investigaciones realizadas durante el temporal de 2006 en Valles Altos indicaron que fue la variedad de trigo macarronero con mayor rendimiento y mostró buena tolerancia a las enfermedades.

En el Cuadro 2 se presenta la comparación de medias entre funguicidas, en donde se observa que su aplicación disminuyó significativamente la incidencia de la roya amarilla en el follaje y espiga, lo que se reflejó en incrementos en el rendimiento desde 430 hasta 790 kg ha^{-1}. La mayor incidencia de roya amarilla se asoció con pérdidas en rendimiento de hasta 26%, información que confirma lo reportado por Rodríguez *et al.* (2004). El fungicida Sportak® superó estadísticamente a los otros tres productos evaluados, además de que mostró mejor control sobre el complejo de enfermedades foliares (Figura 2).

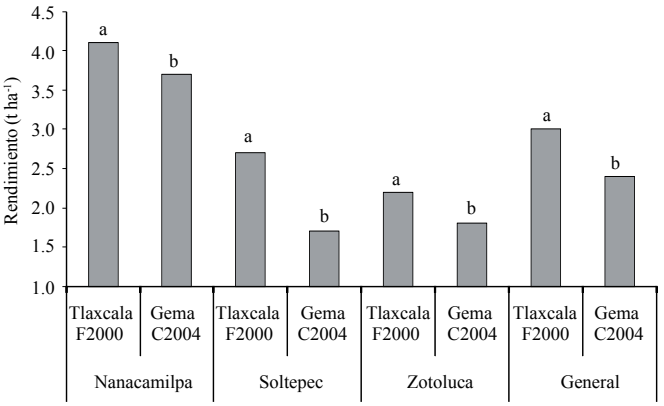

Figura 1. Comportamiento del rendimiento de las variedades evaluadas por localidad y por los tres ambientes (en general) de temporal. Primavera-verano, 2007.

Figure 1. Yield behavior of assessed variables per locality and the three environments (in general) of rainfall. Spring-summer, 2007.

In Table 2 is shown comparison of means between fungicides, where is seen that their application significantly decreased incidence of yellow rust in foils and ears, resulting in increased yields from 430 up to 790 kg ha^{-1}. The greatest yellow rust incidence was associated with losses in yield of up to 26%, information that coincides with

Cuadro 2. Comparación de medias de las variables agronómicas y fitopatológicas de los fungicidas evaluados. Primavera-verano, 2007.

Table 2. Comparison of means for agronomical and phytopathological variables of assessed fungicides. Spring-summer, 2007.

Fungicida	DF	DM	AP	RAF	RAE	REND
Sportak®	67.3a	132.3a	83.4a	9.7b	5b	3069a
Folicur®	67.6a	131.4a	83.2a	7.8c	5b	2814b
Tilt®	67.5a	130.9b	83.7a	11.1b	5b	2736b
Opus®	67.3a	130.6b	83.2a	10.0b	5b	2706b
SF	67.4a	127.5c	82.9a	29.4a	22.2a	2276c
DMS	1.2	1.1	1.6	2.7	2	212

DF= días a floración; DM= días a madurez; AP= altura de planta (cm); RAF= roya amarilla en el follaje (%); RAE= roya amarilla en la espiga (%); REND= rendimiento (kg ha^{-1}); SF= sin fungicida; DMS= diferencia mínima significativa.

El fungicida que presentó el mejor control sobre el complejo de enfermedades foliares fue Sportak®, lo cual se asoció con los valores más altos de rendimiento; mientras que Tilt®, Folicur® y Opus® controlaron diferencialmente las enfermedades foliares; sin embargo, no se reflejó en el rendimiento, ya que estos últimos tres productos presentaron efectos estadísticamente semejantes (Figura 2). En el caso del tratamiento sin fungicida se presentaron los valores mayores para porcentaje del área foliar dañada

reported by Rodríguez *et al.* (2004). Sportak® fungicide statistically overcame to other three assessed products, also showed better control on complex of foliar diseases (Figure 2).

The fungicide that showed better control on complex of foliar diseases was Sportak®, which was associated with highest yield values; while Tilt®, Folicur® and Opus® controlled differentially foliar diseases; however, it did

y consecuentemente hubo reducciones en rendimiento de grano hasta 29.4%, comparado con el tratamiento con Sportak®. Dicho porcentaje concuerda con lo señalado por Rodríguez-Contreras *et al*. (2008) quienes reportaron pérdidas por incidencia de *Septoria tritici* de 16% a 36% dependiendo del genotipo evaluado.

La variedad de trigo harinero Tlaxcala F2000 superó en rendimiento de grano, en las tres localidades, a la variedad de trigo cristalino Gema C2004, debido a que dicha variedad de trigo harinero fue liberada y recomendada para su cultivo bajo condiciones de temporal, donde expresa su potencial productivo, superando a los mejores testigos bajo condiciones favorables, intermedios y críticos (Villaseñor *et al*., 2000).

Mediante la aplicación del fungicida Sportak® se logró el mayor rendimiento de grano favoreciéndose en promedio 26.5 y 29.4%, cuando incidió roya amarilla y enfermedades foliares, respectivamente, y se determina que la aplicación de fungicida es una práctica cultural rentable que evita pérdidas en el rendimiento de trigo de temporal.

Literatura citada

Duveiller, E.; Sharma, R. C.; Mercado, D.; Maraite, H.; Bhatta, M. R.; Ortiz-ferrara, G. and Sharma, D. 2005. Controlling foliar blight of wheat in south Asia: a holistic approach. Turk. J. Agric. For. 29: 129-135.

Fuente, P. J. L. 2008. ¿Quiénes somos? La industria molinera de trigo en México *In*: Revista CANIMOLT. Ediciones Canimolt México, D. F. Núm. 0 Año 1. 4-7 pp.

Rodríguez-Contreras, M. E.; Villaseñor-Mir, H. E.; Leyva-Mir, G.; Huerta-Espino, J.; Sandoval-Islas, S. y De los Santos-Posadas, H. M. 2008. Efecto de *Septoria tritici* en el rendimiento de trigo de temporal en ambientes lluviosos de los valles altos centrales de México. Agrociencia 42: 435-442.

Rodríguez, G. Ma. F.; Villaseñor, M. H. E.; Huerta, E. J. y Espitia, R. E. 2004. Pérdidas en el rendimiento en trigo de temporal causadas por roya amarilla. *In:* Mendoza, C. Ma. del C.; Córdova, T. L.: Cruz I. S. y Mendoza, M. C. G. (Comps.). XX Congreso nacional de fitogenética. Primera edición. SOMEFI. México. p. 47.

not affected yield, since these last three products showed statistically similar effects (Figure 2). In the case of treatment without fungicide there were higher values for percentage of damaged foliar area and therefore reductions in grain yield of up to 29.4%, compared to treatment with Sportak®. Such percentage coincides with reported by Rodríguez-Contreras *et al*. (2008) who reported losses by incidence of *Septoria tritici* from 16% to 36% depending of assessed genotype.

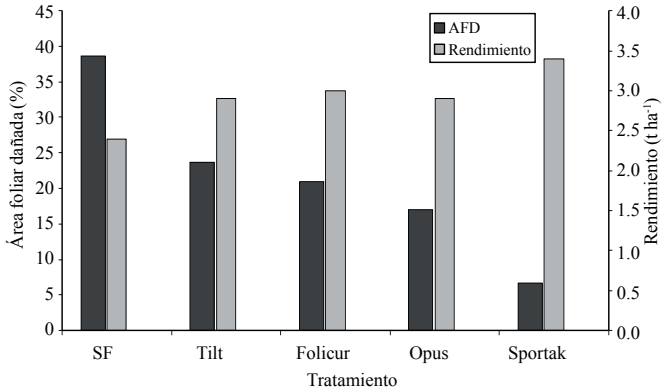

Figura 2. Efecto de fungicidas sobre el complejo de enfermedades foliares y el rendimiento, en dos localidades de temporal primavera- verano, 2007. DMS para rendimiento y (%) AFD= 0.29 y 2.7, respectivamente.

Figure 2. Fungicide effect on complex of foliar diseases and yield, in two rainfall localities spring-summer 2007. DMS for yield and (%) AFD= 0.29 and 2.7, respectively.

The flour wheat variety Tlaxcala F2000 overcame in yield, in the three localities, to white wheat variety Gema C2004, due it was released and recommended for its harvest under rainfall conditions, where has its better productive performance, overcoming better controls under favorable, intermediate and critical conditions (Villaseñor *et al*., 2000).

By the application of fungicide Sportak® it was achieved the greatest grain yield with an average of 26.5 and 29.4%, when there was presence of yellow rust and foliar diseases, respectively, and it is concluded that fungicide application is a profitable practice that avoids losses in rainfall wheat yield.

End of the English version

Saari, E. E. and Prescott, J. M. 1975. A scale for appraising the foliar intensity of wheat disease. Plant Dis. Reptr. 59:377-380.

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2010. www.siap.gob.mx. Enero 2010.

Villaseñor, M. H. E. y Espitia R. E. 2000. Variedades de trigo recomendadas para siembras de temporal en México. *In:* Villaseñor, M. y Espitia, R. E. (eds.). El trigo de temporal en México. Libro técnico Núm. 1. INIFAP-CIRCE-CEVAMEX. 151-175 pp.