

Fungicidas foliares en trigo aplicados en distintos momentos para controlar mancha amarilla y roya anaranjada.

Alberione Enrique; Donaire Guillermo; Bainotti Carlos; Arburúa Mario
EEA INTA Marcos Juárez
ealberione@mjuarez.inta.gov.ar

Introducción

Las enfermedades foliares en el cultivo de trigo pueden afectar el rendimiento de manera significativa. Las más importantes son mancha amarilla (*Drechslera tritici repentis*) y roya anaranjada (*Puccinia triticina*) por estar presentes en todas las subregiones trigueras del país. Su importancia varía según años y zonas, siendo esto dependiente de las condiciones climáticas y ambientales. Los daños ocasionados a los cultivos difieren según su intensidad y está directamente relacionada con las condiciones predisponentes en cada año.

El control y manejo de estas dos enfermedades es posible a través de la elección de cultivares que presenten algún grado de protección genética o mejor comportamiento sanitario. La otra herramienta con que se cuenta, es el control químico mediante uso de fungicidas, aunque la eficacia de los mismos dependerá de factores como son la oportunidad y calidad de aplicación, nivel de enfermedad, susceptibilidad del cultivar y compuesto fúngico utilizado. Sobre este último punto, la presencia en el mercado de distintos principios activos y nuevas formulaciones plantea el interrogante sobre que producto emplear en un momento de aplicación definido. En busca de dar respuestas a este interrogante, se condujo un ensayo de control químico de enfermedades foliares bajo un criterio de uso racional de fungicidas. El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento de dos fungicidas frente a mancha amarilla y roya de la hoja en distintos momentos del ciclo del cultivo.

Materiales y Métodos

En el año 2010 se condujo en la EEA INTA Marcos Juárez un ensayo de control químico en trigo, aplicando dos fungicidas foliares en momentos y a dosis distintas, con el objetivo de evaluar la eficacia de control sobre mancha amarilla (*Drechslera tritici repentis*) y roya anaranjada (*Puccinia triticina*).

En un lote cuyo cultivo anterior provenía de trigo, se emplazó el ensayo empleándose el cultivar BioINTA 3000 de ciclo largo, con conocida susceptibilidad a mancha amarilla y moderada susceptibilidad a roya anaranjada. El diseño estadístico empleado fue bloques completos aleatorios con 5 repeticiones.

La siembra se realizó a una densidad de 250 plantas/m² con una máquina sembradora experimental Agrometal de siembra directa, de 7 hileras separadas a 0,20 m. La fecha de siembra fue 08/06/2010 y se registró como fecha de emergencia del cultivo el día 19/06/2010. Se realizó sólo una fertilización base a la siembra con fosfato diamónico (18-20-00) de 80 kg/ha y se decidió no aplicar fertilizante nitrogenado en todo el ciclo del cultivo debido a la necesidad de generar condiciones favorables al establecimiento de mancha amarilla, siendo que esta afecta en mayor grado cuando el estado general de la planta revista algún déficit nutricional (Carmona, 2005).

Se emplearon en este ensayo los fungicidas comerciales Folicur 25 EW (tebuconazole 25%) en dosis de 500 y 750 cm³ y Sphere EC (trifloxistrobina 18,75% + cyproconazole 8%) en dosis de 600 y 800 cm³ (Cuadro 1).

Cuadro1. Características de los productos fungicidas utilizados.

Principio activo	Nombre comercial	Formulación	Empresa	g i a /l
Tebuconazole (25%)	Folicur 25 EW	EW	Bayer CropScience	250
Trifloxystrobina (18,75%) + Cyproconazole (8%)	Sphere	EC	Bayer CropScience	187,5 + 80

EW: emulsión aceite en agua. EC: concentrado emulsionable. g i a/l: gramos de ingrediente activo por litro de producto.

Tebuconazole pertenece al grupo de los fungicidas derivados de los triazoles, es sistémico siendo absorbido y redistribuido vía xilemática (movimiento acropétalo). Tiene propiedades preventivas, curativas y erradicantes cuando es aplicado sobre el follaje de las plantas.

El otro compuesto aplicado fue la mezcla de trifloxystrobin (estrobirulina) + cyproconazole (triazol). Se trata de un fungicida foliar que aporta acción sistémica y mesostémica, especialmente recomendado para el control prolongado de las enfermedades de los cereales. Posee efecto residual de protección del cultivo teniendo una acción preventiva y fuertemente curativa.

Los momentos de aplicación y tratamientos se detallan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos.

Nº	Productos	Dosis (cc.)	Momentos de aplicación s/EC (Zadoks) y nivel de severidad de la enfermedad
1	testigo sin aplicación	-	-
2	tebuconazole	500	4.2 (espiga embuchada)
3	tebuconazole	750	4.2 (espiga embuchada)
4	trifloxistrobina + cyproconazole	600	4.2 (espiga embuchada)
5	trifloxistrobina + cyproconazole	800	4.2 (espiga embuchada)
6	trifloxistrobina + cyproconazole	800	7.1 (% Sev MA 10% RH 1,5%)
7	trifloxistrobina + cyproconazole	800	7.9 (% Sev MA 15% RH 6,5%)
8	tebuconazole	750	5.7 (3/4 espiga emergida)
9	tebuconazole	750	7.1 (inicio formación de grano)
10	tebuconazole	750	7.9 (llenado de grano)

EC: estado de crecimiento. Sev: severidad. MA: mancha amarilla. RH: roya de la hoja.

La aplicación se realizó con mochila de gas CO₂ a presión constante de 30 psi (pulgada de presión) con volumen de aplicación de 180 lts/ha empleándose picos de cono hueco Teejet™ 8001. Las fechas y condiciones ambientales coincidentes con las aplicaciones fueron: 8/10 (T° 24°C, HR 40%, viento 3,2 km/h dir E), 18/10 (T° 27°C, HR 30%, viento 9 km/h dir N), 25/10 (T° 25,7°C, HR 33%, viento 6 km/h dir S) y 04/11 (T° 20°C, HR 62%, viento 3 km/h dir E-NE).

Se evaluaron las dos enfermedades presentes mediante observación visual de igual número de muestras de tallos por parcelas. Sobre el testigo se observaron y registraron los niveles de severidad de mancha amarilla y roya anaranjada en 4 momentos distintos según fechas 08/10, 18/10, 28/10 y 06/11. Se utilizó en cada caso escalas de evaluación; para roya de la hoja la escala de Cobb modificada por Peterson (Stubbs *et al.*, 1986) y para mancha amarilla la escala de doble dígito propuesta por Saari y Prescott (Stubbs *et al.*, 1986). La cosecha del ensayo se realizó el día 09/12/2010 con máquina cosechadora experimental Hege de ancho de corte de 1m. El tamaño final a cosecha de las parcelas fue de 5 mts de largo y 1 m de ancho (5 m²). Se pesó lo cosechado en cada una de las parcelas y se calculó el rendimiento expresado en kg/ha. Se registró el peso hectolítrico (PH) mediante empleo de hectolímetro de Chopin y el peso de 1000 granos (PMG) empleando contador de granos electrónico The Oil mill Company y balanza de precisión Mettler K5 (AACC 2001; IRAM 2004).

Se analizaron estadísticamente las variables a través de análisis de variancia de medias con test de comparaciones múltiples LSD Fisher empleando el programa estadístico Infostat versión profesional. Con los valores de severidad registrados en el testigo se elaboró el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) empleándose el programa estadístico R 2.7.2.

Resultados y discusiones

Condiciones meteorológicas y epidemiología

El ciclo del cultivo se caracterizó por presentar un muy buen contenido de agua útil en el suelo al momento de la siembra y una escasa ocurrencia de precipitaciones en los meses de junio, julio y agosto (4,7 mm). Posteriormente en septiembre ocurrieron lluvias por encima del promedio histórico (cuadro 3) lo que permitió la recarga de agua en el perfil del suelo y posibilitó al cultivo afrontar el período crítico para la formación y desarrollo de granos sin estrés hídrico. Se registraron 61 días con heladas observadas a la intemperie a 5 cm del nivel del suelo durante el ciclo del cultivo, siendo los meses de julio y agosto los de mayor ocurrencia. En los meses de septiembre y octubre, en la cuál el cultivo se encontraba en el período de mayor sensibilidad a las bajas temperaturas, no ocurrieron heladas de importancia. Durante el ciclo del cultivo prevalecieron temperaturas inferiores a los valores históricos tanto

en sus máximas como en sus mínimas (no reflejadas en la temperatura media). Las menores temperaturas registradas hacia fin del invierno y durante la estación primaveral es una de las causas que explica el retraso observado en el inicio epidémico de las enfermedades. Otra fue el menor registro de humedad relativa ambiente durante el periodo julio-noviembre (excepto septiembre). Las dos condiciones mencionadas afectaron el inicio temprano de las infecciones principalmente de roya de la hoja.

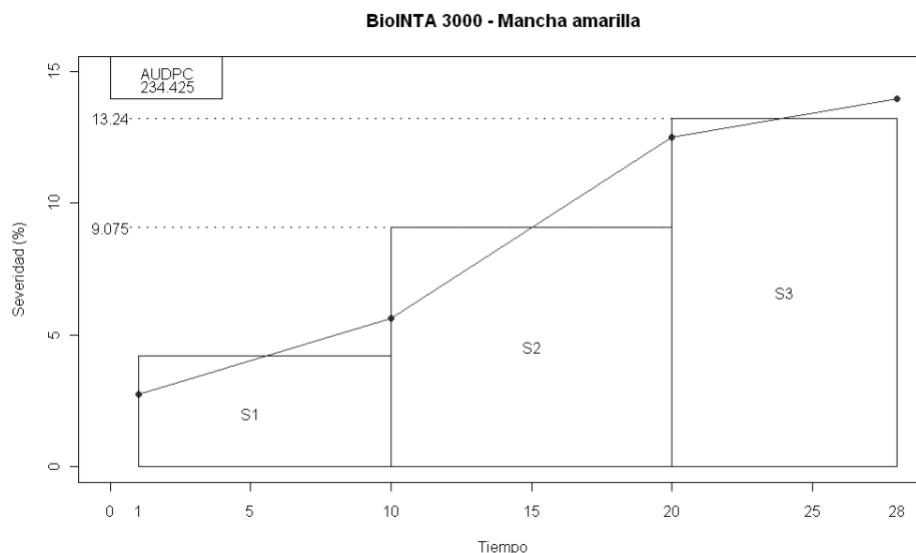
Cuadro 3. Variables climáticas registradas en la EEA Marcos Juárez

Variable\Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nº de heladas a 5 cm nivel del suelo (Año 2010)	0	0	0	0	8	9	21	18	2	3	0	0
Nº de heladas a 5 cm nivel del suelo (Histórico: 1987-2010)	0	0	0	1	4.5	8.1	10.5	7.9	4.7	0.6	0	0
Temperatura media (°C) (Año 2010)	24.6	24.1	23.6	17.4	10.6	11.3	9.5	10.8	14.9	16.5	21.3	23.9
Temperatura media (°C) (Histórico: 1967-2010)	24.1	22.9	21.4	17.6	14.3	10.7	10.3	12	14.5	17.9	20.8	23.2
Precipitaciones (mm) (Año 2010)	240	186.5	49	92	46.6	3	1.2	0.5	83.3	46.5	48.5	118
Precipitaciones (mm) (Histórico: 1960-2010)	112	98	117	79	39	22	25	21	48	89	99	112
Humedad relativa media (°C) (Año 2010)	70	79	68	69	74	76	65	63	70	62	56	60
Humedad relativa media (°C) (Histórico: 1970-2010)	68	72	74	75	76	78	75	71	68	67	65	66

Fuente: estación meteorológica EEA Marcos Juárez.

El gráfico 1 muestra el progreso en el tiempo de mancha amarilla sobre el cultivo. La infección se inició hacia fines del mes de septiembre, observándose un incremento progresivo de la enfermedad hasta alcanzar un nivel final de severidad promedio próximo a 15%.

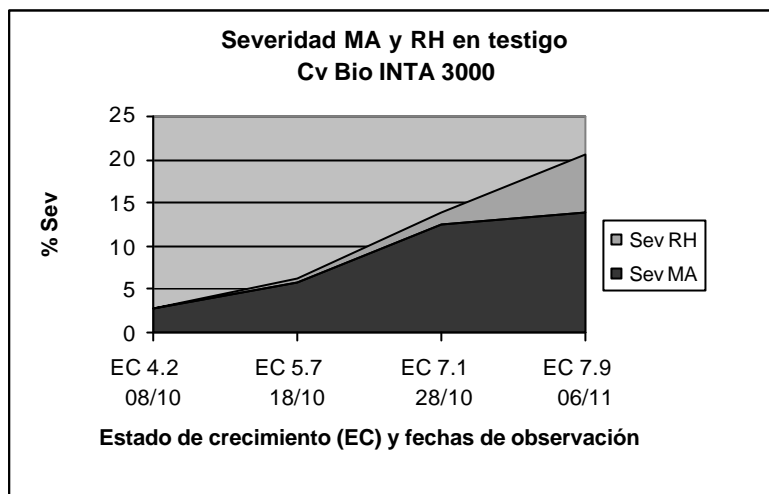
Gráfico 1. Progreso en el tiempo de mancha amarilla.



El inicio epidémico de roya de la hoja se registró en este ensayo hacia mediados del mes de octubre. A diferencia de mancha amarilla, progresó de manera más lenta hasta alcanzar un nivel de severidad final de 6,6 %, aunque es muy posible que este valor se haya incrementado algo más hasta la pérdida definitiva de hojas verdes. Los valores de AUDPC de ambas enfermedades mostraron valores muy distintos. El progreso de mancha amarilla llegó a alcanzar un valor de AUDPC de 254,425 en tanto que el de roya de la hoja sólo fue de 45,3115. La comparación de ambos valores demuestra que la presencia de mancha amarilla fue más importante que roya de la hoja sobre este cultivar, lo que era de esperar teniendo en cuenta su comportamiento sanitario.

En el gráfico 2 se observa el AUDPC de ambas enfermedades en conjunto, pudiéndose apreciar la magnitud del área foliar afectada que terminó siendo de aproximadamente un 20 % (13,9 % más 6,6% de severidad de mancha amarilla y roya de la hoja, respectivamente).

Grafico 2. Áreas bajo la curva de las dos enfermedades.



Evaluaciones del control químico

En el cuadro 4 se observa el resultado del análisis de varianza sobre el rendimiento en grano (kg/ha) de los distintos tratamientos. A pesar de que se realizó sólo una fertilización base a la siembra y se decidió no aplicar fertilizante nitrogenado en todo el ciclo del cultivo para favorecer el desarrollo de mancha amarilla, se observaron muy buenos rendimientos en grano en todos los tratamientos. Esto puede ser debido a las condiciones climáticas que determinaron un ambiente muy favorable para expresar el potencial genético del cultivar. La etapa de llenado de grano coincidió con temperaturas moderadas a bajas lo que permitió alargar éste período fenológico favoreciendo el peso y la calidad del grano. Otro aspecto a considerar, es el buen estado nutricional del lote.

Cuadro 4. Rendimiento en grano (kg/ha) de los distintos tratamientos

Tratamientos	Rendimiento (Kg/ha)	
	medias	DMS: 576,65)
4	6338	A
5	6014	AB
9	5948	AB
2	5888	AB
6	5804	AB
7	5708	B
10	5706	B
3	5692	B
8	5572	B
1	4866	C
promedio	5754	
CV		7,81 %
p<= 0,05		0,0030

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

CV: coeficiente de variación. DMS: diferencia media significativa

Se detectaron diferencias significativas entre tratamientos y con el testigo. El control químico de las enfermedades aseguró disponer de mayor área verde sana que se tradujo en mayor respuesta sobre el rendimiento en grano. Los tratamientos 4 (trifloxistrobina + cyproconazole 600 cc. en EC 4.2), 5 (trifloxistrobina + cyproconazole 800 cc. en EC 4.2), 9 (tebuconazole 750 cc. en EC 7.1), 2 (tebuconazole 500 cc. en EC 4.2) y 6 (trifloxistrobina + cyproconazole 800 cc. en EC 7.1) no difirieron entre sí y fueron los que dieron mayor respuesta sobre el rendimiento. En este grupo se destacó el efecto de la mezcla (trifloxistrobina + cyproconazole) -sin diferencias entre dosis- y tebuconazole (dosis mínima de 500 cc.)

aplicados en la fecha más temprana correspondiente a espiga embuchada. El tratamiento 9 aplicado en inicio de formación de grano (EC 7.1) fue igualmente efectivo y comparable a los tratamientos tempranos. Posiblemente este comportamiento en esta aplicación tardía se debió al efecto curativo de este producto aplicado a dosis recomendada para el control de manchas foliares (750 cc.). En síntesis se observó un muy buen comportamiento del fungicida mezcla en dosis de 600 cc. aplicado temprano.

Las aplicaciones tempranas coincidieron con niveles bajos de severidad en mancha amarilla (aproximadamente 4%) y ausencia de roya anaranjada. En esta situación de inicio epidémico los productos fueron más efectivos. Por el contrario los tratamientos aplicados desde espigazón en adelante debieron controlar a las enfermedades en su curva de desarrollo ascendente de ahí la explicación de los controles menos efectivos más allá de haberse evaluado dosis máximas.

También en este ensayo se propuso evaluar un mismo compuesto fúngico a dosis máxima (800 cc. de trifloxistrobina + cyproconazole) cuando en el cultivo se registraron valores de severidad de mancha amarilla de 10% (en inicio de formación de granos) y 15% (llenado de grano). Coincidente con estos momentos se aplicó también tebuconazole a dosis máxima no encontrándose diferencias en rendimiento de grano entre los cuatro tratamientos mencionados.

En el cuadro 5 se observa el resultado del análisis de varianza de la variable peso hectolítrico (PH) para los distintos tratamientos realizados.

Cuadro 5. Peso hectolítrico (kg/hl) para los distintos tratamientos.

Tratamientos	PH (kg/hl)	
	medias	DMS: 0,688
7	80,85	A
9	80,50	AB
6	80,49	AB
4	80,41	AB
5	80,36	AB
3	80,31	AB
2	80,23	AB
10	80,22	AB
8	80,13	B
1	79,42	C
promedio	80,29	
CV		0,67 %
p<= 0,05		0,0348

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

CV: coeficiente de variación. DMS: diferencia media significativa.

Todos los tratamientos difirieron con el testigo presentando mayores valores de peso hectolítrico. Aunque el testigo presentó el menor valor, el mismo está sobre la base de comercialización (79 kg/hl) debido a las muy buenas condiciones ambientales dadas en el llenado de grano, pero no obstante esta variable en este ensayo se vio influenciada positivamente por los tratamientos con compuestos fúngicos.

La variable peso de mil granos (PMG) no mostró diferencias estadísticas y por lo tanto no permitió explicar las diferencias en rendimiento observadas.

Conclusiones

- El efecto de los fungicidas resultó en un control eficaz de las enfermedades lo que se tradujo en un incremento en el rendimiento.
- El control de las enfermedades en fechas tempranas y en dosis menores independientemente del producto utilizado, resultó ser igualmente eficaz que las aplicaciones en fechas tardías empleando dosis mayores.
- Las aplicaciones tempranas coincidieron con niveles bajos de severidad y por tal motivo los tratamientos fueron eficaces por su condición de preventivos y también curativos.

- La elección de cultivares de trigo que presentan protección genética parcial a roya de la hoja y son susceptibles a mancha amarilla, pueden representar una ventaja desde el punto de vista productivo ya que sólo será necesario controlar a esta última, lográndose óptimos resultados con aplicaciones tempranas de carácter preventivo.
- El efecto de los fungicidas influyó positivamente sobre el rendimiento de grano y PH y no así sobre el PMG.

Bibliografía

- AACC Method. 2001. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 11nd edition, St. Paul, MN, USA.
- Carmona M. 2005. Manual para el Manejo Integrado de Enfermedades en Trigo. II Edición.
- InfoStat (2008). *InfoStat versión 2008*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- IRAM 2004. Instituto Nacional de Nacionalización de Materiales. Metodología de análisis de calidad de trigo. Subcomité de Cereales .
- R versión 2.7.2. 2008 The Foundation for Statistical Computing ISBN 3-900051-07-0
- Stubbs R.W, Prescott J.M, Saari E.E, Dubin H.J. 1986. Manual de metodologías sobre las enfermedades de los cereales. CIMMYT en cooperación con el Instituto de investigación para la Protección Vegetal (IPO), Wageningen, Países Bajos pp 1-46.