



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez

Control químico de roya del tallo evaluando distintos momentos de aplicación

Alberione, Enrique; Donaire, Guillermo; Salines, Nicolas; Conde, Belén; Mir, Leticia
INTA EEA Marcos Juárez
alberione.enrique@inta.gob.ar

Palabra clave: trigo – enfermedades – control químico

Introducción

La roya del tallo (*Puccinia graminis*) desde hace algunos años ha reaparecido sobre el cultivo de trigo, con ataques en algunos casos severos. Se cuenta actualmente con variedades que preresentan resistencia genética efectiva aportada por genes conocidos. Ejemplos de ellos son los genes *Sr 31* y *Sr 24* presentes en algunos cultivares locales. Contrario a esto, muchos cultivares se comportan como altamente susceptibles. Frente a esto la recomendación para el manejo de la enfermedad pasa por la correcta elección de las variedades a sembrar como primera medida. Aunque esto es lo que primero se debería atender, la realidad indica que en muchos casos se siguen sembrando variedades susceptibles. En estos casos el control químico se transforma en principal herramienta de manejo de la enfermedad, aunque vale aclarar que por sus características epidemiológicas la roya del tallo no es una enfermedad de fácil control. La infección se da fundamentalmente en tallos como así también en hojas y vainas y su desarrollo epidémico es de rápido progreso debido a su gran capacidad de esporulación y mayor agresividad debido a la formación de pústulas de mayor tamaño y con capacidad de esporular en ambas caras de la hoja. De este modo se ven afectados todos los órganos de la planta, siendo muy importante el daño causado en tallo, con obstrucción parcial o total de la conducción de savia por haces vasculares. Ante esta realidad el control químico debe ser planteado considerando varios aspectos a tener en cuenta, desde el fungicida a utilizar pasando por una alta calidad de aplicación y el o los momentos oportunos para ejercer con el control químico la acción más eficaz sobre el patógeno. Con este objetivo se planteó un ensayo de control químico evaluando distintos momentos de aplicación de fungicida en simples y dobles intervenciones.

Materiales y métodos

El ensayo se condujo durante el año 2016 habiéndose implantado en un lote de producción de la EEA INTA Marcos Juárez con rotación trigo/trigo desde el año 2009 hasta la actualidad. La siembra se realizó el día 14/07 con máquina sembradora experimental Agrometal de 7 hileras de siembra distanciadas a 0,20 mts. el cultivar sembrado fue Virgile de ciclo de crecimiento corto. Previo a la siembra se hizo control general de malezas aplicando una mezcla de glifosato (2 l/ha), metsulfurón metil (7 gr/ha) y dicamba 150 (cc/ha). La fertilización consistió de 220 kg/ha de urea aplicada al voleo antes de la siembra, 90kg de MPA incorporado con la sembradora y 170 kg/ha de urea al voleo durante el encañado. El ensayo respondió a un diseño de bloques completos aleatorios con tres repeticiones disponiendo de micropacelas (unidad experimental) con tamaño final a cosecha de 5m². Las aplicaciones de fungicida se hicieron con mochila de gas CO₂ de presión constante (25 psi) y barra de picos de cono hueco. El volumen de aplicación fue de 120 l/ha. El producto empleado fue RUBRIC MAX (Azoxistrobina 20% + epoxiconazole 10%) en dosis comercial recomendada de 500 cc/ha. Los tratamientos consistieron de la aplicación del mismo producto a igual dosis, en

distintos momentos del ciclo del cultivo con frecuencia semanal entre cada una de ellas. Dos tratamientos evaluaron la doble aplicación de fungicidas y el resto fueron aplicaciones simples.

En la el cuadro 1 se detallan los tratamientos determinados por el estado del ciclo del cultivo y la fecha de aplicación.

Cuadro 1. Tratamientos

Tratamientos		Día	EC (s/Zadoks)
Nº	Semana/mes		
1	.	.	.
2	1º sem./septiembre	8-sep	2.4
3	2º sem./septiembre	15-sep	3.0
4	3º sem./septiembre	21-sep	3.2
5*	4º sem./septiembre+ 9º sem./noviembre	28/9 + 04/11	3.7 / 8.3
6	5º sem./octubre	6-oct	4.5
7	6º sem./octubre	14-oct	5.3-5.5
8	7º sem./octubre	20-oct	7.3-7.5
9	8º sem./octubre	29-oct	7.9
10	9º sem./noviembre	4-nov	8.3
11	sin aplicar	analizado como testigo	
12*	2º sem./septiembre + 7º sem./octubre	15/09 + 20/10	3.0 + 7.3-7.5

Referencias: * tratamientos con doble aplicación de fungicida (dosis 500 + 500 cc/ha)

El estado de crecimiento del cultivo se determinó mediante la escala propuesta por Zadoks (Zadoks, et al., 1974). La enfermedad se evaluó en cada uno de los tratamientos a través de valores de incidencia y severidad. Para ello se trabajo en laboratorio con muestras de tallos y hojas observando y registrando los niveles de infección mediante empleo de escalas diagramaticas - Cobb modificada por Peterson (1948) (Stubbs et al. (1986) y Rust Scoring Guide (CIMMYT, 1986).

La cosecha se realizó con cosechadora de parcelas chicas (Hege). Las muestras de cosecha fueron pesadas con balanza de precisión y los pesos parcelarios fueron llevados a kg/ha obteniéndose así los valores de rendimiento de grano. Se obtuvo por conteo y pesado de los granos, el peso de mil granos (PMG) y se determinó a través de refractancia en el infrarrojo cercano NIRT (Near InfraRed Transimisión) el peso hectolítrico (PH) y el contenido de proteína en grano en el Laboratorio de Calidad Industrial de Cereales y Oleaginosas de la EEA Marcos Juárez. Los análisis estadísticos consistieron de análisis de variancia (ANAVA) y test de comparación de medias LSD de Fisher ($p < 0,05$) para las variables productivas (rendimiento y PMG) y de calidad comercial (PH y contenido de proteínas). Las variables patométricas (incidencia y severidad) se analizaron por estimación de características poblacionales muestreo aleatorio simple (MAS). El software estadístico empleado fue Infostat (Di Rienzo et al., 2015).

Resultados y discusión

La variedad de trigo elegida para este ensayo y las condiciones ambientales que se presentaron durante el ciclo de crecimiento del cultivo, resultaron sumamente favorables para un desarrollo de roya del tallo con una infección final severa registrada en el tratamiento testigo sin aplicación.

El ambiente se caracterizó por moderadas condiciones de humedad durante los meses de agosto y septiembre, donde no se registró precipitaciones en el primero y sólo 8,5 mm en el segundo (registro significativamente más bajo para este bimestre comparado con la serie histórica). A partir del mes de octubre el incremento de temperaturas, en correspondencia con la estación primaveral, sumado a la ocurrencia de precipitaciones hicieron que se incrementara la humedad relativa ambiente (valor superior a la serie histórica) dando así lugar a la aparición de la enfermedad hacia el fin de la primera quincena de octubre. Desde ese momento el incremento de la enfermedad fue de rápido progreso, habiendo sido posible evaluar en todos los tratamientos niveles de severidad en tres momentos distintos, coincidentes con las fechas y los estados de crecimiento (EC) en el cultivo 24/10 (EC 5.5), 04/11 (EC 8.3) y 24/11(EC 9.0). Los gráficos 1 y 2 muestran las curvas de progresos de Roya del tallo en cada uno de los tratamientos evaluado en hojas y tallos.

Gráfico 1. Severidad de roya del tallo en hojas

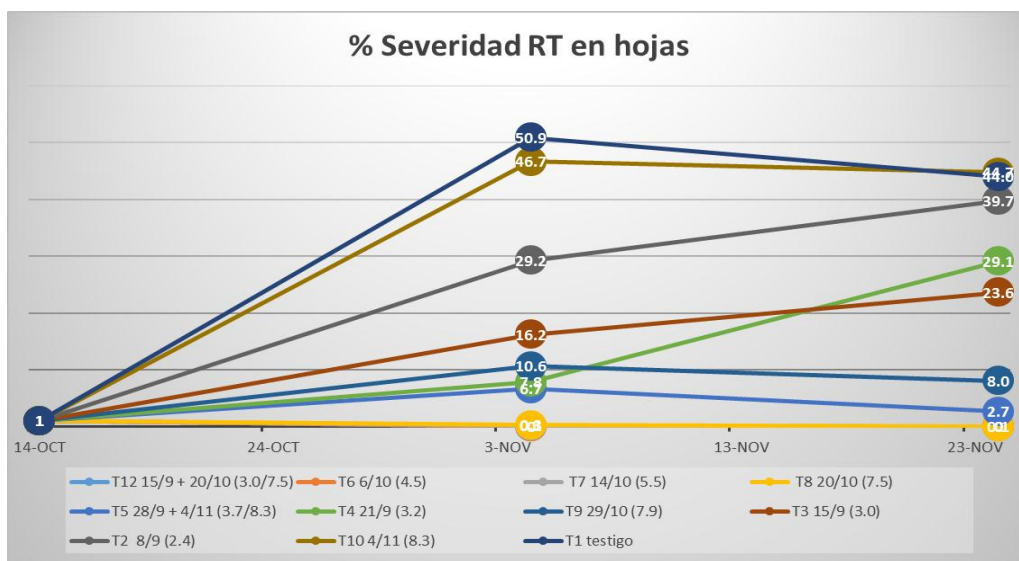
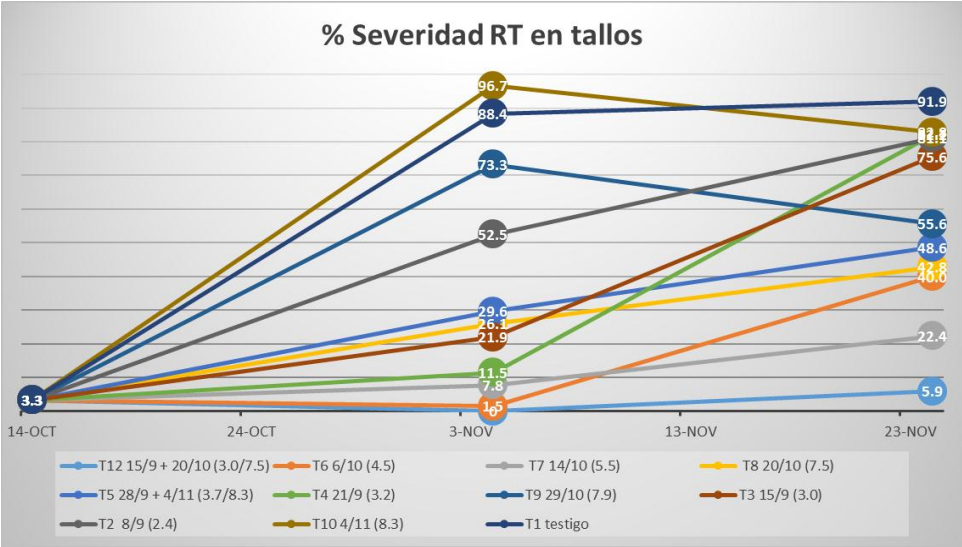


Gráfico 2. Severidad de Roya del tallo en tallos



Los tratamientos químicos aplicados a partir del 15/09 - 2,3,4, y 10 y el Testigo - mostraron niveles de severidad en hojas, superiores a 20% registrado en la evaluación final. En el resto de los tratamientos los niveles se vieron muy reducidos. Además de los tratamientos de doble aplicación (curvas azules) se destacaron los tratamientos 8, 7 y 6 (curvas ocultas debajo de la amarilla) (gráfico 1). A nivel del tallos los niveles de severidad observados fueron mayores, llegando a registrarse en el tratamiento Testigo severidad superior a 90%. Los tratamientos más destacados en cuanto a control de la enfermedad fueron 12 (curva celeste), 7 (curva gris), 6 (curva naranja), 8 (curva amarilla y 5 (curva azul claro), ya que lograron reducirla expresando valores de severidad por debajo del 50%. Las respuestas de los tratamientos sobre las variables productivas y de calidad comercial se muestran en el cuadro 2. Se observó en las 4 variables analizadas diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$).

Cuadro 2. Rendimiento de grano, PMG, PH y contenido de proteína en grano

Tratamientos	Rto (kg/ha)	Dif (%)	PMG(gr)	PH (kg/hl)	proteína (%)
	medias		medias	medias	medias
T12 15/9 + 20/10 (3.0/7.5)	2912.2 <i>f</i>	76.5	35.4 <i>g</i>	70.5 <i>e</i>	11.7 <i>c</i>
T5 28/9 + 4/11 (3.7/8.3)	2303.5 <i>ef</i>	70.3	29.8 <i>f</i>	65.2 <i>de</i>	11.7 <i>c</i>
T7 14/10 (5.5)	1956.1 <i>de</i>	65.0	28.8 <i>f</i>	67.5 <i>e</i>	11.2 <i>abc</i>
T4 21/9 (3.2)	1672.5 <i>cde</i>	59.1	24.2 <i>de</i>	61.3 <i>cd</i>	10.5 <i>ab</i>
T8 20/10 (7.5)	1672.5 <i>cde</i>	59.1	27.0 <i>ef</i>	66.2 <i>de</i>	11.2 <i>bc</i>
T6 6/10 (4.5)	1563.3 <i>bcd</i>	56.2	29.8 <i>f</i>	66.5 <i>de</i>	10.8 <i>ab</i>
T3 15/9 (3.0)	1234.3 <i>abc</i>	44.6	21.7 <i>cd</i>	55.7 <i>bc</i>	10.6 <i>ab</i>
T2 8/9 (2.4)	995.5 <i>abc</i>	31.3	18.6 <i>bc</i>	53.2 <i>ab</i>	10.4 <i>a</i>
T9 29/10 (7.9)	967.9 <i>ab</i>	29.3	20.6 <i>cd</i>	57.2 <i>bc</i>	11.1 <i>abc</i>
T10 4/11 (8.3)	705.6 <i>a</i>	3.1	16.1 <i>ab</i>	48.5 <i>a</i>	10.9 <i>ab</i>
T1 testigo	684.0 <i>a</i>	.	14.3 <i>a</i>	48.3 <i>a</i>	10.5 <i>ab</i>
<i>p valor</i>	<0.0001		<0.0001	<0.0001	0.0076
CV	28.1		10.5	5.82	4.04

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). Referencias: Rto=rendimiento de grano, PMG=peso de 1000 granos, PH=peso hectolítrico, proteína(%)= contenido de proteína en grano)

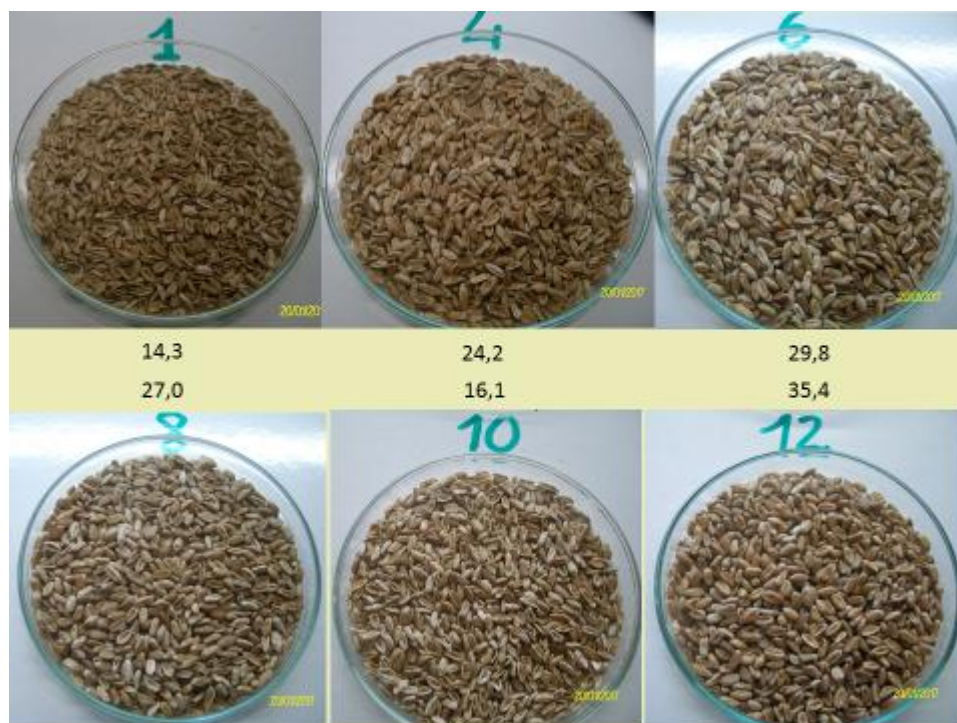
Los tratamientos con doble aplicación de fungicida (12 y 5) finalmente mostraron los valores de rendimiento más altos del ensayo. Las diferencias de rendimiento comparado con el tratamiento Testigo fueron de 76,5 y 70,3% de incremento respectivamente. Los tratamientos 6, 8, 4 y 7 (aplicación simple) se diferenciaron estadísticamente del testigo registrando incrementos de rendimiento superiores a 55%. En tanto que los tratamientos de aplicaciones tempranas (2 y 3) y tardías (9 y 10) no alcanzaron a diferenciarse del Testigo. A pesar de existir diferencias entre los tratamientos, el nivel de rendimiento máximo alcanzado en el ensayo fue moderado. Esto refleja el daño que esta enfermedad es capaz de producir y lo difícil que resulta llegar a lograr controles efectivos.

En PMG se observó mayores diferencias entre los tratamientos. Los tratamientos Testigo y 10 mostraron los valores más bajos del ensayo.

A excepción del tratamiento 2, el resto se diferenciaron estadísticamente de los tratamientos mencionados. Los mayores PMG se registraron en los tratamientos 12, 5, 6, 7 y 8 en este orden, aunque el tratamiento 12 se diferenció estadísticamente del resto. Comportamientos similares se observaron sobre las variables de calidad comercial. El PH se vio muy afectado por efecto de la enfermedad. Los tratamientos con doble aplicación (12 y 5) y los de simple aplicación (6,7 y 8); estos tres últimos con control de la enfermedad a partir de octubre, mostraron los mayores valores del ensayo sin diferencias estadísticas entre sí. Los valores de proteína se vieron también más afectados en los tratamientos testigo, 10 (tardío) y 2,3 y 4 (tempranos).

La figura 1 ilustra las diferencias encontradas en tamaño de grano y PMG (gr) comparando los tratamientos Testigo (1), 4, 6, 8, 10 y 12.

Figura 1. Tamaño de grano y PMG en un grupo de tratamientos



Conclusiones

- En cultivares susceptibles el control químico de roya del tallo no resulta sencillo y como consecuencia debe atenderse muy bien el aspecto relacionado con la calidad de aplicación.
- El control de la enfermedad a nivel de hojas reviste menos complicación que a nivel de tallos. Tratamientos en aplicaciones simples de septiembre y octubre redujeron los niveles de severidad en hoja. En tallo la reducción marcada de la enfermedad, se observó en el

tratamiento con doble aplicación de fungicida posicionadas a mitad de septiembre y mitad de octubre.

- Sobre el rendimiento de grano y PMG los tratamientos con doble aplicación lograron ventajas comparativas con el resto de los tratamientos. Los tratamientos simples 8 y 7 aplicados en octubre, también mostraron aceptable rendimiento de grano.
- El PH se vio muy afectado en los tratamientos temprano (primera semana de septiembre) y tardío (primera semana de noviembre) presentando iguales comportamientos que el tratamiento Testigo. Los tratamientos de doble aplicación y aquellos de simple aplicación de octubre, dieron los mayores valores. El contenido de proteína en granos fue también mayor en los mismos tratamientos.

Agradecimiento

Se agradece la colaboración de la empresa FMC por poner a disposición de este ensayo su producto fungicida.

Bibliografía

- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- International Maize and Wheat Improvement Centre Londres 40 Apdo. Postal 6-641 Mexico 06600, DF Mexico.
- Stubbs R.W, Prescott J.M., Saari E.E, Dubin H.J. 1986. Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales. CIMMYT. pp. 1-46.
- Zadoks J., Chang T. y Konzak C. 1974. A decimal code for the growth stage of cereals. Weed Res. 14: 415-421.