

# **EVALUACIÓN DEL CONTROL QUÍMICO DE ENFERMEDADES FOLIARES EN TRIGO Y TECNOLOGÍA DE APLICACION.**

Ings. Agrs. Fernanda Gamba<sup>1</sup> y Hugo Ferrazzini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UDELAR, FAGRO-Depto de Protección Vegetal <sup>2</sup>MGAP, DGSSAA, Unidad de Tecnologías de Aplicación

## **1) INTRODUCCIÓN**

La aplicación de fungicidas para el control de enfermedades de cultivos extensivos es una práctica de creciente adopción. Sin embargo, existen escasos antecedentes en investigación sobre diferentes formulaciones así como de la calidad de la aplicación de diferentes tecnologías. Se realizó un ensayo con el objetivo de evaluar la efectividad de la aplicación del fungicida Tebucale 43 (Tebuconazole 430 g/l S. C.) a diferentes dosis en el control de enfermedades foliares de trigo y el impacto del tipo (aérea o terrestre) y calidad de la aplicación sobre el nivel de control de enfermedades foliares.

## **2) MATERIALES Y MÉTODOS**

Los ensayos se instalaron en un cultivo comercial (cvar.Torcazza), en la localidad de Palo Solo. Los tratamientos fueron los siguientes: T<sub>1</sub>: Silvacur 250 C. E. 500 ml, T<sub>2</sub>: Tebucale 43 S. C. 350 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister (S.C.S.) y T<sub>3</sub>: Tebucale 43 S. C. 450 ml + 40 ml C.S.C. El cultivo se encontraba en estado fenológico Zadoks 34 (cuarto nudo palpable). La aplicación aérea se realizó con 25 L y la terrestre con 120 L. (Se adjuntan las características de cada equipo aplicador)

### **Evaluaciones Sanitarias**

Con el objetivo de conocer el estado sanitario general del cultivo se realizó una primera evaluación sanitaria en el cultivo. con una lectura “in situ” en 100 sitios elegidos al azar dentro del área donde se instalaría cada ensayo. Se determinó incidencia y se estimó severidad de las enfermedades predominantes. En la segunda y tercera evaluación se muestrearon 200 tallos (20 tallos en 10 estaciones de muestreo al azar) por parcela para determinar incidencia y estimar severidad. Se evaluó desde la hoja bandera hasta la quinta hoja en sentido descendente. Para medir **Incidencia** se determinó el cociente: Hojas con enfermedad / total de hojas evaluadas mientras que la **Severidad** se estimó como el porcentaje (%) del área foliar enferma. Estas evaluaciones se realizaron el 28/10 y el 10/11.

### **Método de evaluación de la calidad de pulverización**

Cada estación de captura se conformó de un soporte con una platina y una tarjeta hidrosensible (TSA). Se colocaron 30 estaciones, una por metro lineal en dirección perpendicular a la pasada del equipo aplicador. Las TSA fueron analizadas con el programa e-sprinkle (EMPRAPA). La aplicación terrestre se evaluó sólo a 30 cm del suelo, dado que este tipo de aplicación produce el llamado “punto de goteo” haciendo imposible el análisis de las TSA. La aplicación aérea se evaluó a dos alturas: a 30 cm y 60 cm (nivel del cultivo).

### **Otras determinaciones**

Se registraron las siguientes variables meteorológicas durante la aplicación: temperatura, humedad relativa y velocidad del viento.

A la cosecha se estimó rendimiento (k/ha) y luego se determinó peso de mil granos.

### APLICACIÓN AEREA

MATRICULA		CX-BPS-R	
MARCA		Piper/Pawnee	
BOQUILLAS			
TIPO		CP HIDRAULICAS	ANGULO 20°
CANTIDAD		40	
CARACT.		CP	
DISCO		22x0.062 + 18x0.078	
NUCLEO			
ALTURA DE VUELO	2 mts.		
PRESION DE TRABAJO	32 psi.		
LTS/MIN			108.58
VELOCIDAD DE AVANCE	145 kmts./hr.		
CAUDAL	LTS/HA	25	

FITOSANITARIO			
NOMBRE COMERCIAL	ING.ACT		%
DOSIS			
COADJUVANTE			
DOSIS			
NOMBRE COMERCIAL			
ANCHO DE FAJA		18 mts	

### APLICACIÓN TERRESTRE

MARCA	Case	MODELO	Patriot 3150
BOQUILLAS			
TIPO	Cono hueco		
CANTIDAD	54		
DISTANCIA	50cm.		

ALTURA DE APLICACIÓN	1.00 mts.
PRESION DE TRABAJO	5 kpa.
ANCHO DE TRABAJO	27 mts.
VELOCIDAD DE AVANCE	14 kmts./hr.

### Diseño estadístico

El diseño fue de bloques aleatorizados con cuatro repeticiones con un tamaño de parcela:

- aplicación terrestre: 30 m de ancho X 20 de largo, 5 m entre parcelas y 15 m entre bloques.
- aplicación aérea: 60 m de ancho X 150 m de largo

### Método de análisis estadístico

Los datos colectados se analizaron con modelos lineales generalizados para variables subjetivas como severidad. Las variables objetivas como incidencia, rendimiento, peso de mil granos y clasificación fueron analizadas con análisis de varianza.

## 3) RESULTADOS

### 3.1) INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ROYA DE LA HOJA EN DOS MOMENTOS

En la primera evaluación sanitaria general del cultivo, las únicas dos enfermedades detectadas fueron: roya de la hoja (inducida por *Puccinia triticina*) y mancha amarilla (inducida por *Pyrenophora tritici-repentis*). La severidad promedio de roya de la hoja fue de 20 % y la de mancha amarilla de 10%, ambas enfermedades con una incidencia del 100%.

A continuación se analizan los resultados del muestreo realizado 10 días post-aplicación. Sólo se detectó roya de la hoja ya que la mancha amarilla no evolucionó hacia estratos más altos de la canopia. Al momento de la evaluación las hojas del estrato inferior estaban senescentes.

En el cuadro 1 se muestra la incidencia y severidad de roya de la hoja.

Si bien se detectaron diferencias estadísticas en cuanto a incidencia, se puede afirmar que desde el punto de vista biológico estos valores pueden tener el mismo significado biológico porque son muy cercanos. Sin embargo, los valores de incidencia en hoja bandera (0,382) alcanzados con T<sub>3</sub> (Tebucalc 43 S. C. 450 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister) pueden ser de impacto biológico, principalmente si se compara con los valores de T<sub>2</sub> (Tebucalc 43 S. C. a 350 ml + 40 ml de Coadyuvante Siliconado Calister) (0,5124).

Cuadro 1. Incidencia y severidad de roya de la hoja en la primera lectura.

INCIDENCIA		SEVERIDAD		INCIDENCIA		SEVERIDAD	
Hoja Bandera				Hoja Bandera -1			
T <sub>2</sub>	0,5124 A	T <sub>1</sub>	2,95 A	T <sub>2</sub>	0,999 A	T <sub>1</sub>	18,62 A
T <sub>1</sub>	0,436 B	T <sub>2</sub>	2,93 A	T <sub>3</sub>	0,995 B	T <sub>3</sub>	16,67 B
T <sub>3</sub>	0,3832 B	T <sub>3</sub>	2,48 B	T <sub>1</sub>	0,9811 C	T <sub>2</sub>	13,03 C
INCIDENCIA		SEVERIDAD		INCIDENCIA		SEVERIDAD	
Hoja Bandera -2				Hoja Bandera -3			

T <sub>3</sub>	1	A	T <sub>1</sub>	20,42	A	T <sub>1</sub>	1	T <sub>1</sub>	24	A
T <sub>2</sub>	0,998	AB	T <sub>3</sub>	17,69	B	T <sub>2</sub>	1	T <sub>2</sub>	16,18	B
T <sub>1</sub>	0,999	B	T <sub>2</sub>	15,23	C	T <sub>3</sub>	1	T <sub>3</sub>	12,23	B

T<sub>1</sub>: Silvapur 250 E.W. 500 ml

T<sub>2</sub>: Tebucale 43 S.C. 350 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister

T<sub>3</sub>: Tebucale 43 S. C. 450 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister

Los valores que resultan más llamativos por el significado biológico que los mismos poseen son los observados con el T<sub>2</sub> (Tebucale 43 S. C. 350 ml + 40 ml de Coadyuvante Siliconado Calister) en la severidad de la segunda, tercera y cuarta hoja donde los valores se ubican significativamente por debajo de los demás tratamientos, excepto en la cuarta hoja donde este tratamiento (T<sub>2</sub>) conjuntamente con T<sub>3</sub> (Tebucale 43 S. C. 450 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister) muestran las severidades más bajas en la cuarta hoja.

Con el objetivo de tener un panorama más general de cada uno de los tratamientos se evaluó la severidad promedio (cuadro 2).

Cuadro 2. Severidad de roya de la hoja promedio de todas las hojas y niveles de significancia.

Roya de hoja	
T <sub>1</sub>	13,7125 A
T <sub>3</sub>	12,0120 B
T <sub>2</sub>	10,3631 C

T<sub>1</sub>: Silvapur 250 E. W. 500 ml

T<sub>2</sub>: Tebucale 43 S. C. 350 ml + 40 ml C.S.C.

T<sub>3</sub>: Tebucale 43 S. C. 450 ml + 40 ml C:S.C.

Al igual que lo observado en el análisis por hoja (Cuadro 1) los tratamientos que mostraron menores severidades fueron T<sub>2</sub> (Tebucale 43 S.C. 350 ml + 40 ml de C.S.C.) y T<sub>3</sub> (Tebucale 43 S.C. 450 ml + 40 ml C.S.C.)

En la segunda lectura realizada el 10/11, dado el estado avanzado del cultivo, ni la incidencia ni la severidad deben tomarse en cuenta ya que la mayoría de las hojas estaban senescentes lo cual dificultó la estimación de severidad. Quizás hubiera sido de mayor significado biológico una segunda lectura más tempranamente (una semana antes) a los efectos de poder estimar la residualidad de los diferentes tratamientos ensayados. (Cuadro 3)

Cuadro 3. Incidencia y severidad de roya de la hoja en la segunda lectura.

INCIDENCIA		SEVERIDAD	
Hoja Bandera			
T <sub>3</sub>	0,045 A	T <sub>3</sub>	0,28 A
T <sub>1</sub>	0,03 B	T <sub>1</sub>	0,26 A
T <sub>2</sub>	0,025 B	T <sub>2</sub>	0,18 A

T<sub>1</sub>: Silvapur 250 E. W. 500 ml .

T<sub>2</sub>: Tebucale 43 S.C. 350 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister

T<sub>3</sub>: Tebucale 43 S. C. 450 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister

### 3.2) CALIDAD DE LA APLICACIÓN

En el cuadro 4 se observan los parámetros que describen las características de la aplicación. Todos los valores se encuentran dentro de lo que se define como una buena

calidad de aplicación. Es de destacar que a pesar de la menor cobertura lograda por la aplicación aérea a 30 cm del nivel del suelo ("abajo") y a nivel del cultivo ("arriba") la misma no constituyó una limitante cuando se comparan los rendimientos obtenidos por los dos tipos de aplicación.

Cuadro 4. Características de la aplicación aérea y terrestre.

	AÉREO ABAJO	AÉREO ARRIBA	TERRESTRE ABAJO
DMV	138	178	195
AMP. REL	0,4	0,9	0,6
C.V.	18,10	27	22,4
Cobertura	24	67	135

DMV: Diámetro Medio Volumétrico ( $\mu$ )

AMP. REL.: Amplitud Relativa

C. V. : Coeficiente de Variación de los diámetros de las gotas (%)

Cobertura: Número de gotas/cm<sup>2</sup>

Las condiciones meteorológicas al momento de la aplicación fueron: temperatura: 24 °C, humedad relativa: 58% y velocidad del viento: 12 kph.

### 3.3) RANKING DE MEDIAS DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS PARA RENDIMIENTO, PESO DE MIL GRANOS PARA LOS DOS TIPOS DE APLICACIÓN.

El rendimiento obtenido con los T<sub>2</sub> (Tebucalc 43 S. C. 350 ml + 40 ml de Coadyuvante Siliconado Calister) y T<sub>3</sub> (Tebucalc 43 S. C. 450 ml + 40 ml de Coadyuvante Siliconado Calister) fue significativamente más alto que el obtenido con el T<sub>1</sub> (Silvacur 250 E.W. 500 ml). Estos resultados se repiten para los dos tipos de aplicación.

No hubo diferencia en peso de mil semillas entre los tres tratamientos ensayados ni entre los dos tipos de aplicación.

Cuadro 5. Rendimiento y peso de mil granos para los tres tratamientos y los dos tipos de aplicación.

TERRESTRE		AÉREO		TERRESTRE		AÉREO	
Rendimiento (k/ha)				Peso de mil granos (g)			
T <sub>1</sub>	2140,3 B	2542 B	T <sub>1</sub>	24,17 A	T <sub>1</sub>	22,49 A	
T <sub>2</sub>	4621,3 A	3929,25 A	T <sub>2</sub>	24,43 A	T <sub>2</sub>	31,01 A	
T <sub>3</sub>	3898,5 A	4170 A	T <sub>3</sub>	24,00 A	T <sub>3</sub>	29,71 A	
MSD	1393,6		2,66				

T<sub>1</sub>: Silvacur 250 E. W. 500 ml

T<sub>2</sub>: Tebucalc 43 S.C. 350 ml + 40 ml C.S.C.

T<sub>3</sub>: Tebucalc 43 S. C. 450 ml + 40 ml C.S.C.

Es de destacar que estos dos tratamientos también mostraron las severidades más bajas. El alto valor de la relación MDS / Rendimiento promedio (39%) indica la presencia de una alta variabilidad dentro del ensayo. Si bien esta es una característica bastante común de los ensayos a campo existen algunos aspectos metodológicos que permitirían bajar esta relación.

#### **4) CONSIDERACIONES FINALES**

En el ensayo en Palo Solo, las condiciones más conducivas para el desarrollo de roya de la hoja así como el cultivar Torcazza (muy susceptible a esta enfermedad) pueden ser los factores principales que permitieron una mejor discriminación entre tratamientos, desde el punto de vista sanitario, de rendimiento y calidad. Puede concluirse que los dos mejores tratamientos fueron T<sub>2</sub> (Tebucalc 43 S. C. 350 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister) y T<sub>3</sub> (Tebucalc 43 S. C. 450 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister) porque alcanzaron concomitantemente los menores niveles de enfermedad y los mejores rendimientos .

Como se mencionó anteriormente, es necesario considerar que hay tres tipos de diferencia MDS: estadística, biológica y económica. En todos los ensayos realizados bajo condiciones naturales ocurren interacciones entre variables meteorológicas, aislamiento del patógeno, la variedad y el ingrediente activo. Estas características intrínsecas hacen difícil que los tres tipos de MDS coincidan.

Por otro lado, el período de tiempo fenológico que ocurrió desde que las variables sanitarias fueron determinadas y la cosecha (rendimiento y calidad finales) es considerable. Durante el mismo ocurren múltiples factores que pueden contribuir a aumentar la variabilidad intrínseca de esta clase de ensayos y que por tanto pueden interferir en la determinación del efecto del ingrediente activo por separado.

Este tiempo fenológico también puede explicar la falta de correlación entre lo observado desde el punto de vista sanitario y el rendimiento y calidad obtenidos en este ensayo.

Por último, todas las tecnologías de aplicación ensayadas alcanzaron los estándares de calidad aceptados. Se remarca el resultado obtenido con la aplicación aérea por las múltiples implicancias que el mismo tiene. Por un lado, esta clase de aplicaciones se realizan con caudales de agua notoriamente inferiores que las terrestres. En segundo lugar, las aplicaciones aéreas mismas son independientes de algunas condiciones (“piso”) imprescindibles para la aplicación terrestre lo cual optimiza la oportunidad del tratamiento cuando el mismo se considera necesario. Por último, a estas ventajas comparativas se debe agregar la inexistencia del efecto por “pisoteo”, característica inherente de las aplicaciones terrestres, estimado entre un 5 y 8%.

Este trabajo se realizó en el marco del Convenio **UDELAR-FAGRO-Calister**.

Los autores expresan su especial agradecimiento al Ing. Agr. Gastón Chá-Badano (Cosechas del Uruguay) y a los Sres. Luis Martínez y Duilio de León y al Bach. Daniel Rocha (AERODOL).