

EVALUACIÓN DEL CONTROL QUÍMICO DE ENFERMEDADES FOLIARES Y DE TECNOLOGÍA DE APLICACION

F. Gamba¹ y H. Ferrazzini²

¹Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay ²Unidad de Tecnología de Aplicación, DGSSAA-MGAP

RESUMEN

Los objetivos del trabajo fueron evaluar la efectividad de la aplicación de dos formulaciones y dosis diferentes y el impacto del tipo y calidad de la aplicación en el control de las enfermedades. El ensayo se instaló en un cultivo comercial de cebada (cv Daymán) en estadio fenológico Z 45-47. Los cuatro tratamientos con aplicación terrestre (caudal 140 l/ha) fueron: testigo sin aplicación, Tebucale 43 S.C. 350 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister, Tebucale 43 S.C. 450 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister y Silvacur 250 E.W. 500 ml El tratamiento aéreo (caudal 30 l/ha) se realizó sólo con Tebucale 43 S.C. 350 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister. Se utilizó un diseño de bloques completos con parcelas al azar. Se tomaron notas sanitarias antes de la aplicación y diez días después en diez sitios de muestreo. La enfermedad predominante fue roya de la hoja (*Puccinia hordei*) y se observó oídio (*Blumeria graminis* f.sp *hordei*) pero en niveles inferiores. Los valores de severidad promedio más bajos se alcanzaron con la dosis más alta de Tebucale 43 y con Silvacur. Para rendimiento, estos mismos tratamientos difirieron respecto del testigo en 568.3 k/ha y 627.5 k/ha respectivamente. El testigo sin tratar fue el tratamiento que mostró menor peso de mil granos y clasificación. En relación al tipo de aplicación, no existieron diferencias significativas en rendimiento entre la aplicación aérea y terrestre, mientras que el peso de mil granos fue superior en el caso de la aplicación aérea.

Este trabajo se realizó en el marco del Convenio UDELAR-FAGRO-CALISTER, Consultoría Técnica

INTRODUCCION

La optimización del manejo sanitario se alcanza solamente cuando se combinan eficientemente todas las medidas disponibles. El uso creciente de fungicidas implica un aumento directo de los costos de producción. Esta práctica puede tener diferentes niveles de eficiencia dependiendo de la oportunidad del tratamiento, el rendimiento potencial, el nivel de resistencia genética del cultivar, el ingrediente activo (dosis y formulación) y el tipo de aplicación, entre otros factores. Con el objetivo de evaluar la efectividad de la aplicación de dos formulaciones y dosis diferentes y el impacto del tipo y calidad de la aplicación en el control de las enfermedades se condujo este ensayo.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se instaló en un cultivo de cebada (cv Daymán), sembrado el 30/07/05. Los cuatro tratamientos fueron: Testigo no tratado (T₁); Tebucale 43 S. C. 350 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister (S.C.S.), (T₂); Tebucale 43 S. C. 450 ml + 40 ml C.S.C. (T₃); y Silvacur 250 E.W. 500 ml (T₄). Estos tratamientos se realizaron con aplicación terrestre (caudal 140 l/ha de agua) mientras que el T₂ se realizó también con aplicación aérea (caudal 30 l/ha de agua). El cultivo se encontraba en estadio fenológico Z 45-47. Se realizó la primera evaluación sanitaria antes de los tratamientos. en 100 sitios elegidos al azar. Se determinó incidencia y se estimó severidad de las enfermedades predominantes. La segunda evaluación se realizó diez días post

aplicación en 200 tallos (20 tallos en 10 estaciones de muestreo al azar) por parcela; de cada tallo se evaluaron las cinco primeras hojas.

Método de evaluación de la calidad de la pulverización

Se colocaron 30 estaciones de captura, una por metro lineal en dirección perpendicular a la pasada del equipo aplicador. Cada estación se conformó de un soporte con una platina y una tarjeta hidrosensible (TSA), que fueron analizadas con el programa e-Sprinkle (EMPRAPA). Para la evaluación de la aplicación aérea las estaciones se colocaron a 30 cm del nivel del suelo y a nivel del cultivo. La aplicación terrestre se evaluó a 30 cm del suelo, dado que este tipo de aplicación produce el llamado “punto de goteo” haciendo imposible el análisis de las TSA a la altura del cultivo. Se registraron las siguientes variables meteorológicas durante la aplicación: temperatura, humedad relativa y velocidad del viento. Se estimó rendimiento y se determinó peso de mil granos y el porcentaje de 1ª y 2ª.

Diseño y método de análisis estadísticos

El diseño fue de bloques aleatorizados con cuatro repeticiones. El análisis se realizó con modelos lineales generalizados para variables subjetivas como severidad mientras que las variables objetivas como incidencia, rendimiento, peso de mil granos y clasificación fueron analizadas con análisis de varianza.

RESULTADOS

INCIDENCIA DE ROYA DE LA HOJA Y OIDIO

La única enfermedad detectada en la primera evaluación fue roya de la hoja (*Puccinia hordei*) cuya severidad promedio se estimó en 10 % con un 80% de incidencia.

A continuación se analizan los resultados del muestreo realizado 10 días post-aplicación. Los valores de incidencia de oídio fueron mucho menores que los de roya de hoja. No se observó oídio en hoja bandera. De los valores que aparecen en la tabla 1, más allá de las diferencias estadísticamente determinadas, los que pueden tener algún significado en términos biológicos son los siguientes: T₃ (Tebucalc 43 S. C. 450 ml + 40 ml C.S.C.) en la segunda hoja (HB-1) mostró la menor incidencia de roya de hoja. En la quinta hoja (HB-4) el mismo tratamiento y el T₂ (Tebucalc 43 S. C. 350 ml + 40 ml C.S.C) fueron los que mostraron menores valores de oídio. Es necesario remarcar que la incidencia sólo permite tener una visión muy general del estado sanitario del cultivo. Es útil cuando tiene una alta y positiva correlación con la severidad la cual es afectada por la interacción entre el clima, el cultivar y el aislamiento del patógeno.

Tabla 1. Incidencia de roya de la hoja y oídio por hoja y niveles de significancia.

RH	Oídio	RH	Oídio	RH	Oídio	RH	Oídio								
HB		HB-1		HB-2		HB-3		HB-4							
T4	0,012 A	T4	0,047 A	T2	0,345 A	T4	0,132 A	T2	0,943 A	T4	0,126 A	T2	1 A	T4	0,173 A
T2	0,011 AB	T3	0,025 B	T4	0,310 A	T2	0,082 B	T1	0,898 B	T2	0,056 B	T4	1 A	T1	0,019 B
T1	0,008 B	T2	0,016 C	T1	0,308 A	T1	0,061 C	T3	0,834 C	T3	0,055 B	T3	0,999 B	T2	0,007 C
T3	0,004 C	T1	0,015 C	T3	0,228 B	T3	0,061 C	T4	0,833 C	T1	0,043 B	T1	0,999 B	T3	0,006 C

T1: Testigo no tratado

T2: Tebucalc 43 S. C. 350 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister

T3: Tebucalc 43 S. C. 450 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister

T4: Silvacur 250 E.W. 500 ml

RH: Roya de la hoja

SEVERIDAD DE ROYA DE LA HOJA Y OIDIO

La severidad es una variable que describe mejor el estado sanitario del cultivo y por lo tanto puede ser más útil para la comparación entre los diferentes tratamientos. Los valores de oídio son extremadamente bajos y por tanto de escaso significado biológico. De todas las diferencias observadas (Tabla 2), las siguientes se señalan como de significado biológico para el control de roya de hoja: T₃ (Tebucalc 43 S. C. 450 ml + 40 ml C.S.C.) y T₄ (Silvacur 250 EW 500 ml) alcanzaron valores de severidad estadística y biológicamente muy similares en la tercera hoja (HB-2). En la siguiente hoja (HB-3), estos dos tratamientos también mostraron los menores valores de severidad pero difirieron en 1 % de severidad, lo cual podría tener algún efecto biológico. Nuevamente el T₃ (Tebucalc 43 S.C. 450 ml + 40 ml C.S.C.) aparece con valores estadísticamente no diferentes pero con 4 puntos por debajo del testigo sin tratar. En la quinta hoja (HB-4), T₃ y T₄ mostraron los valores más bajos de severidad. Los tratamientos que mostraron una diferencia menor entre ellos fueron T₂ (Tebucalc 43 S. C. 350 ml + 40 ml C.S.C.) y T₃ (Tebucalc 43 S.C. 450 ml + 40 ml C.S.C.) (0,79) a pesar de ser estadísticamente diferentes, esta diferencia desde el punto de vista biológico no tiene significado. El testigo sin aplicar mostró una severidad 3,5% mayor que el T₂ (Tebucalc 43 S.C. 350 ml + 40 ml. C.S.C.) pero estadísticamente no diferente. Sin embargo, esta diferencia puede tener significado biológico. El tratamiento que mostró la menor severidad en esta hoja fue T₄(Silvacur 250 E.W. 500 ml)

Tabla 2. Severidad de roya de la hoja y oídio por hoja y niveles de significancia.

RH		Oídio		RH		Oídio		RH		Oídio		RH		Oídio			
HB		HB-1				HB-2				HB-3				HB-4			
T4	0,1 A	T4	0,2 A	T2	2,2 A	T4	0,289 A	T1	8,6 A	T4	0,132 A	T1	14 A	T1	0,05 A	T1	17,7 A
T2	0,075 AB	T3	0,1 B	T4	2 AB	T2	0,123 B	T2	7,9 A	T2	0,130 B	T2	12 A	T2	0,04 A	T2	14,14 A
T1	0,0562AB	T2	0,1 B	T1	1,8 B	T1	0,115 B	T4	6,4 B	T1	0,070 B	T4	11 B	T4	0,03 B	T3	13,35 B
T3	0,033B	T1	0,1 B	T3	1,4 C	T3	0,074 B	T3	5,6 B	T3	0,069 B	T3	10 B	T3	0 C	T4	11,87 C

T1: Testigo no tratado

T2: Tebucalc 43 S. C. 350 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister

T3: Tebucalc 43 S. C. 450 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister

T4: Silvacur 250 E.W. 500 ml

RH: Roya de la hoja

Con el objetivo de tener un panorama más general de cada uno de los tratamientos se evaluó la severidad promedio (Tabla 3). La severidad promedio de roya de la hoja fue estadísticamente más alta en el tratamiento con T₂ (Tebucalc 43 S.C. 350 ml + 40 ml de C.S.C.). Sin embargo, desde el punto de vista biológico, la diferencia de severidad promedio y la del testigo sin tratar no se consideraron de impacto alguno (0,6203). Mientras que los otros dos tratamientos T₃ (Tebucalc 43 S.C. 450 ml + 40 ml C.S.C.) y T₄ (Silvacur 250 E.W. 500 ml) mostraron los valores de severidad promedio significativamente más bajos que los dos tratamientos anteriores. La diferencia entre estos dos tratamientos respecto de T₁ (Testigo no tratado) y de T₂ (Tebucalc 43 SC 350 ml + 40 ml de C.S.C.) podría tener algún significado desde el punto de vista biológico por ser más de 1%. Los niveles de severidad de oídio desde el punto de vista biológico se consideraron no relevantes.

Tabla 3. Severidad de roya de la hoja y oídio promedio de todas las hojas y niveles de significancia.

RHY		OIDIO	
T2	5,9554 A	T4	0,1271 A
T1	5,3351 B	T2	0,0702 A
T4	4,1990 C	T1	0,0511 B
T3	4,0657 C	T3	0,0468 B

T1: Testigo no tratado

T2: Tebucalc 43 S. C. 350 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister

T3: Tebucalc 43 S. C. 450 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister

T4: Silvacur 250 E.W. 500 ml

RH: Roya de la hoja

CALIDAD DE LA APLICACIÓN

La amplitud relativa es un indicador de la homogeneidad de los diámetros volumétricos en el total del espectro de gotas que se forman durante una aplicación. Valores menores a 1 indican que la pulverización fue más eficiente. Es mundialmente reconocido (FAO 1978) que el valor del diámetro medio volumétrico aceptado para un fungicida debe estar en el entorno de las 200 micras. En cuanto a la cobertura, el valor medio aceptado se encuentra en el entorno de 50 gotas/cm². En la tabla 4 aparece el resultado del análisis de las TSA. Para este ensayo, con las características del equipo aplicador y en las condiciones meteorológicas predominantes, todos los valores se encuentran dentro de lo que se define una buena calidad de aplicación. Las condiciones meteorológicas al momento de la aplicación fueron: temperatura = 27 °C, humedad relativa = 52% y velocidad del viento = 10 kph.

Tabla 4. Características de la aplicación terrestre.

D.M.V.	174
A.R.	0,8
C. V. diámetros	14,7
Cobertura	163

D.M.V.: Diámetro Medio Volumétrico (μ)

A. R.: Amplitud Relativa

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

Cobertura: Número de gotas/cm²

No fue posible evaluar la calidad de la aplicación aérea debido a un súbito aumento de la humedad relativa que prácticamente inutilizó todas las tarjetas hidrosensibles. Esto reafirma la necesidad de complementar con otros métodos analíticos más sofisticados, exactos y de alto costo.

RANKING DE MEDIAS DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS PARA RENDIMIENTO, PESO DE MIL GRANOS Y CLASIFICACIÓN PARA LA APLICACIÓN TERRESTRE

En la tabla 5 se muestran los resultados de rendimiento, peso de mil granos y clasificación.

Tabla 5. Ranking de medias de los diferentes tratamientos para rendimiento, peso de mil granos y clasificación para la aplicación terrestre.

TRAT	RENDIMIENTO	TRAT	P. M.	TRAT	1a + 2a
T4	2876,5 A	T4	49,39 A	T4	98,00 A
T3	2817,3 A	T3	49,382 A	T3	97,25 A
T2	2533,3 A	T2	47,849 A	T2	96,00 A
T1	2249 A	T1	44,871 B	T1	92,5 B
MDS	642,24		2,31871		3,27

T1: Testigo no tratado

T2: Tebucale 43 S. C. 350 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister

T3: Tebucale 43 S. C. 450 ml + 40 ml Coadyuvante Siliconado Calister

T4: Silvapur 250 E.W. 500 ml

PM: Peso de mil granos

MDS: Mínima Diferencia Significativa

Si bien no se detectaron diferencias estadísticas en rendimiento, el valor de la MDS tiene significado biológico y económico. La mayor diferencia en rendimiento se observó entre T₄ (Silvacur 250 E.W. 500 ml) y el testigo sin tratar (627,5 k/ha) seguida por la diferencia entre T₃ (Tebucale 43 S. C. 450 ml + 40 ml C.S.C.) y T₁ (568,3 k/ha). Los tratamientos T₃ (Tebucale 43 S. C. 450 ml + 40 ml C.S.C.) y T₄ (Silvacur 250 E. W. 500 ml) que mostraron menores niveles de la enfermedad también fueron los que alcanzaron mayores rendimientos difiriendo solamente en 59,2 k/ha. La mayor diferencia en rendimiento (sin incluir al testigo sin aplicación) se observó entre T₂ (Tebucale 43 S. C. 350 ml + 40 ml de C. S. C.) y T₄ (Silvacur 250 E.W. 500 ml) (343,2 k/ha). En peso de mil granos y clasificación el testigo sin aplicación mostró valores estadísticamente inferiores. El único tratamiento que se aplicó con avión fue el T₂ (Tebucale 350 ml + 40 ml de C. S. C.) siendo el rendimiento medio de 3045,5 k/ha, el peso de mil granos fue de 51,7 y $1^a + 2^a = 98,6 \%$. Con el objetivo de comparar este tratamiento con la aplicación terrestre se realizó el análisis de intervalos de confianza. El intervalo de confianza (95 %) para rendimiento de la aplicación aérea fue de 2424,11 k/ha (Límite Inferior) y 3666,89 k/ha (Límite Superior). Como la media de rendimiento de este tratamiento aplicado con equipo terrestre (2533,3 k/ha) se encuentra dentro de los límites del intervalo de confianza no se puede decir que ambos tipos de aplicación sean diferentes. Para peso de mil granos, el intervalo de confianza (95 %) de la aplicación aérea fue de 50,64 g (Límite Inferior) y 52,77 g (Límite Superior). Como la media de esta variable para el tratamiento terrestre (47,84 g) no se encuentra dentro de los límites del intervalo de confianza se puede decir que el peso de mil granos es superior con la aplicación aérea. Condiciones más predisponentes para el desarrollo de la enfermedad probablemente hubieran permitido encontrar resultados desde el punto de vista del control de la enfermedad biológicamente más significativos y por tanto hubieran permitido una mejor discriminación entre los diferentes tratamientos.