

Tamaño de gota, volumen de aplicación y uso de adyuvante en la deposición y control de mancha amarilla (*Pyrenophora tritici-repentis*) en trigo

Stoletniy Ivanna¹, Olivet Juan², Villalba Juana³

¹Estación Experimental Mario A. Cassinoni, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Ruta 3 km 363, 60000 Paysandú, Uruguay.

²Departamento de Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Garzón 780, 12900 Montevideo, Uruguay.

³Departamento de Protección Vegetal, Estación Experimental Mario A. Cassinoni, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Ruta 3 km 363, 60000 Paysandú, Uruguay. Correo electrónico: villalba@fagro.edu.uy

Recibido: 27/8/13 Aceptado: 8/5/14

Resumen

Se evaluó el efecto del tamaño de gota, volumen de aplicación y uso de adyuvante en la eficiencia de un fungicida mezcla de triazol con estrobilurina, para el control de mancha amarilla en trigo, causada por *Pyrenophora tritici-repentis*. El experimento se realizó en una chacra comercial en zona de influencia de la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (Facultad de Agronomía, Universidad de la República), en Paysandú, Uruguay. El diseño fue de bloques al azar con arreglo factorial de tratamientos 2x2x2, siendo los factores de variación, tamaño de gota, volumen de aplicación y presencia o ausencia de adyuvante, más un testigo sin fungicida. La cantidad y distribución en diferentes estratos vegetales se evaluó mediante técnicas de fluorimetría usando el trazador fluorescente Blankophor BA 267 %®. Las variables evaluadas fueron la deposición sobre hojas de trigo a través de estimación de deposición del trazador, la densidad de impactos, la eficiencia de control de la enfermedad y el rendimiento en grano. Los resultados indicaron que el uso de 158 L.ha⁻¹ y presencia de adyuvante determinaron mayor deposición de trazador con gotas extremadamente gruesas, seguido por el uso de gotas medias. A pesar de ello las diferencias logradas no tuvieron efecto sobre las variables que estimaron los efectos sobre el control de la enfermedad y el rendimiento en grano. Solo se determinó una tendencia a un mejor control de la enfermedad con el uso de gotas medias, quizás en respuesta a la mayor cobertura.

Palabras clave: volumen de aplicación, tamaño gota, adyuvante, mancha amarilla

Summary

Drop Size, Volume of Application and Use of Adjuvant in Deposition and Control of Yellow Spot (*Pyrenophora tritici-repentis*) in Wheat

We evaluated the effect of droplet size, volume of application and use of adjuvant in the efficiency of a triazole fungicide strobilurin mixture, to control yellow spot on wheat, caused by *Pyrenophora tritici-repentis*. The experiment was conducted in a commercial farm hinterland Experimental Station Mario A. Cassinoni (School of Agriculture, University of the Republic), in Paysandú, Uruguay. The design was a randomized block with 2x2x2 factorial arrangement of treatments, with the factors of variation droplet size, spray volume, and adjuvant use, plus a control without fungicide. The distribution in different plant strata was evaluated by fluorometry techniques using fluorescent tracer Blankophor® 267 % BA. The variables evaluated were the deposition on wheat leaves through the estimation of tracer deposition, impacts density, efficiency of disease control, and grain yield. The results indicated that the use of 158 l.ha⁻¹ and the presence of adjuvant, determined higher deposition of the tracer with

extremely large drops, followed by the use of midsize drops. However these differences had no effect on the variables that estimated the effects on disease control and grain yield. Only a tendency was determined to a better control of the disease with the use of midsize drops, perhaps in response to the increased coverage.

Keywords: application volume, drop size, adjuvant, yellow spot

Introducción

La enfermedad foliar mancha amarilla causada por *Pyrenophora tritici-repentis* suele causar importantes pérdidas en el rendimiento de trigo en Uruguay. En los últimos años la incidencia y severidad de esta enfermedad ha aumentado. Esto se explica en términos generales por cambios en las prácticas culturales de conservación del suelo como el cero laboreo y rastrojos en superficie (Díaz, 2011). Para reducir las pérdidas se recomienda realizar un manejo integrado para la enfermedad. No obstante, en años con condiciones climáticas favorables para su desarrollo se hace indispensable el complemento del control químico. Oliveira (2002) indica que la absorción del fitosanitario por parte del blanco es una de las variables determinantes de su efectividad. En relación a ello, Lenz *et al.* (2011) encontraron mayor velocidad de absorción del producto por parte de las hojas con el uso de gotas de menor diámetro mediano volumétrico. Tales resultados fueron atribuidos a la mayor densidad de gotas y en consecuencia, a la mayor área de contacto planta/producto. Se tiene el convencimiento de que las gotas de menores diámetros proporcionan una mayor penetración entre las hojas de los cultivos (Christofolletti, 1992; Santos, 1992; Ozeki y Kunz 1998). Sin embargo, cuanto menor es el diámetro de gotas, mayor es la interferencia del viento, la temperatura y la humedad del aire, provocando deriva y pérdidas por evaporación (Christofolletti, 1999). La utilización de gotas gruesas suele ser considerada de dudosa eficacia biológica por la menor cobertura que generan, pero es reconocida como positiva desde el punto de vista del control de la deriva y por las consecuentes mejoras en el cuidado del ambiente. En evaluaciones de control de enfermedad en cebada fue ventajoso el uso de boquillas que generaron gotas finas y medias, comparadas a las que generaron gotas gruesas. Y la respuesta biológica en control de la enfermedad presentó correlación con el coeficiente de variación de la cobertura, indicando la dependencia de la uniformidad en el control de patógenos (Barber *et al.*, 2003).

Vinculado directamente con la elección del tamaño de gota, el volumen de aplicación es un parámetro que está relacionado con el blanco a ser tratado, con la cobertura necesaria y con las características del fitosanitario, entre otros. Cunha *et al.* (2006) mencionan que en general un

aumento en el volumen de aplicación genera mayor retención del pulverizado. Lo cual sería posible hasta el punto en que la superficie de las hojas ya no son capaces de retener más el pulverizado y se da el escurrimiento generando pérdidas no deseadas. Algunos agroquímicos son exigentes en cuanto a la cobertura necesaria para su efectividad y por tanto necesitan un mayor volumen de caldo de aplicación, lo que aumenta el número de impactos determinando una mayor deposición de producto (Boller y Schlosser, 2010). No obstante, Charbonnier *et al.* (2011) trabajando con trigo compararon la deposición en estrato superior y medio con volúmenes de aplicación de 32, 60 y 102 l ha⁻¹ y no encontraron diferencias en la deposición.

Con el fin de mejorar características específicas del caldo de aplicación o con el objetivo de optimizar y potenciar la acción fitosanitaria se suelen adicionar adyuvantes al caldo de aplicación. El efecto del adyuvante en la deposición depende del tipo de adyuvante y puede afectar el tamaño de gota (Van Zyl *et al.*, 2010; Cunha *et al.*, 2010). Los objetivos de este trabajo fueron sumar evidencia del efecto del tamaño de gota, volumen de aplicación y agregado de adyuvante (Nonilfenol etoxilado con óxido de etileno) en la deposición y efectividad del fungicida de nombre Opera (pyraclostrobin al 13,3 % y epoxiconazole al 5 %) en el control de mancha amarilla en trigo. El conocimiento de cuáles son las tecnologías que mejoran la deposición y aseguran la efectividad aportará a la realización de aplicaciones de agroquímicos sustentables con el ambiente.

Materiales y métodos

El cultivar Bointa 1001, fue seleccionado por su alta susceptibilidad a *Pyrenophora tritici-repentis* (Castro *et al.*, 2007). El mismo fue sembrado el 17 de julio de 2009 sobre un rastrojo de trigo del año anterior, que debido a la alta infección que había presentado aseguraba la presencia de inóculo.

El diseño fue de bloques completos totalmente al azar con arreglo factorial de los tratamientos con tres repeticiones. Los factores estudiados fueron: tamaño de gota, volumen de aplicación y uso de adyuvante. Los mismos fueron combinados en arreglo factorial de 2x2x2, lo cual derivó en la realización de ocho tratamientos: 1) gota extremadamen-

te gruesa (DMV 559), 88 l ha⁻¹, con uso de adyuvante; 2) gota extremadamente gruesa, 88 l ha⁻¹, sin uso de adyuvante; 3) gota extremadamente gruesa, 158 l ha⁻¹, con uso de adyuvante; 4) gota extremadamente gruesa, 158 l ha⁻¹, sin uso de adyuvante; 5) gota media (DMV 208), 88 l ha⁻¹, con uso de adyuvante; 6) gota media, 88 l ha⁻¹, sin uso de adyuvante; 7) gota media, 158 l ha⁻¹, con uso de adyuvante; 8) gota media, 158 l ha⁻¹, sin uso de adyuvante; más un testigo sin aplicación.

Las unidades experimentales constituyeron un área de 25 metros de largo por 10 metros de ancho y las aplicaciones fueron realizadas con un pulverizador hidráulico. Las velocidades de avance utilizadas fueron de 6 km h⁻¹ para los tratamientos de volumen de aplicación de 158 l ha⁻¹ y 8 km h⁻¹ para los tratamientos de 88 l ha⁻¹ y la presión de trabajo en todos los tratamientos fue de 300 kPa.

Los tratamientos fueron realizados con aplicaciones del fungicida compuesto de pyraclostrobin al 13,3 % y epoxiconazole al 5 %, (marca comercial Opera®,) a dosis recomendada, de 1 l ha⁻¹ del producto comercial. El adyuvante utilizado fue nonilfenol etoxilado con óxido de etileno de nombre comercial SpeedWet NG Siliconado, a una dosis de 30 cm³/100 litros volumen.

Las aplicaciones se realizaron al momento que el desarrollo de la enfermedad presentaba una severidad del 7 % en planta y el cultivar se encontraban en el estadio Z5.1 de la escala de Zadoks *et al.* (1974).

Al momento de la aplicación de cada tratamiento se evaluaron las condiciones de temperatura, humedad relativa y viento (Cuadro 1).

Las variables evaluadas fueron los depósitos de trazador y la densidad de impactos sobre las hojas del estrato

superior e inferior. Con el fin de estimar los efectos biológicos de los factores, se monitoreó la evolución de la enfermedad posterior a la aplicación de los tratamientos y se estimó el rendimiento en grano.

Para la cuantificación de los depósitos del pulverizado se adicionó al caldo el trazador fluorescente Blankophor BA 267 %® (LANXESS Energizing Chemistry; Holland) el cual fue utilizado en la concentración de 1 %, preparándose cada caldo de forma independiente y corrigiéndose los resultados de deposición por el volumen aplicado.

Luego de la aplicación se colectaron 30 hojas por unidad experimental (15 en estrato superior y 15 en estrato inferior del cultivo), que se acondicionaron en conservadoras plásticas para protegerlas del sol y el calor hasta que fueron llevadas a heladera. Las hojas fueron lavadas cada una con 25 ml de agua destilada con el fin de extraer el trazador. Al extracto obtenido se le realizaron las mediciones de fluorescencia a una longitud de 330 nm de excitación máxima y 430 nm de emisión máxima, utilizando un espectrofluorómetro marca Shimadzu RF-150.1X previamente calibrado, con concentraciones de trazador conocidas con las que se realizaron las curvas de calibración (Figura 1). Las lecturas de fluorometría obtenidas se ajustaron a la curva de calibración para obtener las concentraciones que permitieron inferir la cantidad de trazador recuperado. Las concentraciones y el uso de la ecuación siguiente permitieron la estimación del volumen de caldo depositado:

$$C1 \times V1 = C2 \times V2$$

Donde: C1=concentración del trazador en caldo (mg l⁻¹) al momento de la aplicación; V1= cantidad en mL que se depositó en las hojas; C2= lectura de concentración

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos y condiciones meteorológicas promedio en el momento de la aplicación.

Tamaño de gota	Tasa de aplicación (l ha ⁻¹)	Uso de adyuvante	Fecha de aplicación	T (C°)	HR (%)	Viento (km h ⁻¹)
EG	88	Con	26 de setiembre	20,9	70	5
EG	88	Sin	24 de setiembre	16,7	53	10
EG	158	Con	24 de setiembre	16,3	58	9
EG	158	Sin	24 de setiembre	14,2	67	6
Media	88	Con	26 de setiembre	20,9	70	5
Media	88	Sin	24 de setiembre	17,1	55	11
Media	158	Con	24 de setiembre	16,3	54	8
Media	158	Sin	24 de setiembre	15,3	65	6
Testigo sin fungicida	-	-	-	-	-	-

EG: extremadamente gruesa.

de la muestra (mg l^{-1}); V_2 = cantidad de agua destilada en mL usada en el lavado. Los resultados serán expresados en μL de trazador refiriéndose a la solución trazadora recuperada.

El área foliar de cada hoja fue estimada a partir de la relación matemática previamente evaluada, siguiendo la metodología de Sastre-Vázquez (2009).

Para la evaluación de densidad de impactos se realizó la colecta de 20 hojas por unidad experimental (10 del estrato superior y 10 del estrato inferior del cultivo), que se guardaron en bolsas previamente identificadas y fueron acondicionadas en heladera hasta la lectura. La estimación de gotas por centímetro cuadrado se realizó promediando la cantidad de gotas medidas en 1 cm^2 , tres veces por hoja en el haz y el envés de las hojas mediante conteo bajo lupa con iluminación de luz negra (UVA).

Previo a la aplicación se realizó el monitoreo de la enfermedad. El mismo fue realizado en tres estaciones de muestreo aleatorias por unidad experimental. En cada estación se eligieron cuatro plantas al azar, sobre las cuales se cuantificó severidad en todas las hojas vivas y completamente expandidas. Se utilizó una escala visual, ordinal, subjetiva, que permitió la lectura de porcentaje de severidad en cada una de las hojas del tallo principal. Luego de la aplicación de los tratamientos el monitoreo se realizó a los 15 y 30 días post aplicación.

Para la estimación de rendimiento se cosechó en un área de $5,6 \text{ m}^2$ en el centro de cada unidad experimental.

Para los análisis de cuantificación de deposición y densidad de impactos se ajustó un modelo lineal general donde se estudió el arreglo factorial «tasa de aplicación x tamaño de gota x adyuvante». Los datos de densidad e impactos fueron transformados usando el logaritmo natural para normalizar la variable. Para todas las variables analizadas, las

medias de los efectos significativos se compararon usando la prueba de Tukey al 5 %. Para estudiar el efecto de los diferentes tratamientos sobre la severidad, medida como porcentaje de área foliar cubierta por la enfermedad, se ajustó un modelo lineal generalizado de medidas repetidas en el tiempo de las lecturas realizadas luego de aplicados los tratamientos. En el mismo se probó el efecto testigo (con o sin aplicación de fungicida), y del arreglo factorial «tasa de aplicación x tamaño de gota x adyuvante», sin el testigo y todas las interacciones con los días de lecturas. Para normalizar la variable analizada, se usó la transformación angular.

Para estudiar el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento en grano, se ajustó un modelo lineal generalizado, se probó el efecto testigo (con o sin aplicación de fungicida), y el arreglo factorial «tasa de aplicación x tamaño de gota x adyuvante», sin el testigo. Para todos los casos se usó el procedimiento Mixed del paquete estadístico SAS versión 9.1.3 (SAS Institute, Cary, NC, 2006).

Resultados y discusión

Las diferencias en deposición entre los tratamientos indican que la mayor deposición se logró con el uso de 158 l ha^{-1} aplicados con gotas extremadamente gruesas y usando adyuvante. Posiblemente debido al mayor número de gotas generadas dado por la mayor tasa de aplicación, a la retención sobre la superficie de las hojas por el adyuvante y a la mayor deposición por gotas dada por su relación diámetro-volumen (Olivet y Zerbino, 2007).

En este experimento los tratamientos que usaron mayor tasa de aplicación, aunque en algunos casos de manera no significativa, se asociaron con mayor recuperación de trazador (Cuadro 2). Estos resultados no son los esperados

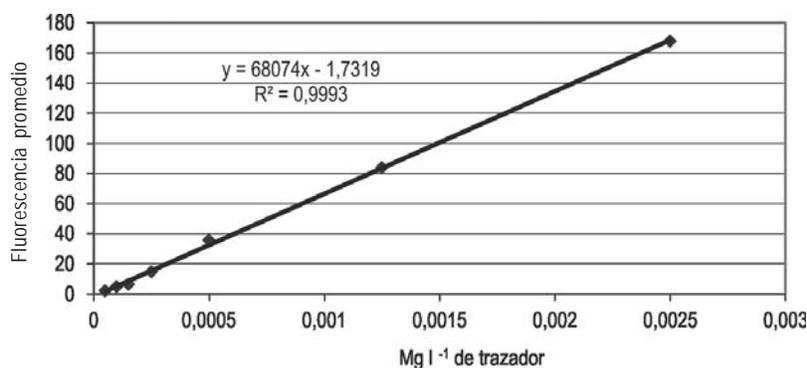


Figura 1. Curva de calibración para el trazador Blankophor BA 267%® obtenida en el espectrofluorómetro Shimadzu RF-150.1X

si se tiene en cuenta que para el factor tasa de aplicación no se dieron diferencias significativas, cuando en este sentido Charbonnier *et al.* (2011) observaron una tendencia de menor deposición a mayor tasa utilizada 32, 60 y 100 l ha⁻¹. Pero sí concuerdan con los resultados esperados y reportados por Cunha *et al.* (2005) y Cunha *et al.* (2006), donde los mayores volúmenes de aplicación favorecieron la mayor cobertura y homogeneidad de la pulverización. Prat *et al.* (2008), trabajando con malezas y tasas de aplicación de 125, 250 y 400 l ha⁻¹, obtuvieron mayores deposiciones con la tasa intermedia, y hacen referencia a la capacidad de las plantas de retener solo cierta cantidad de caldo aplicado, porque luego se da el escurrimiento. Cuando se utiliza agua como dispersante, se producen efectos de alta tensión superficial que hacen que las gotas adopten la forma esférica, con poca superficie de contacto, y tiendan al escurrimiento.

Los datos de la deposición de trazador sobre las hojas indicaron que el estrato no determinó deposiciones diferentes de la cantidad de trazador, lo cual puede explicarse por el estado de desarrollo del cultivo (floración) más la propia arquitectura de la planta, que facilitaron la llegada de las gotas a los estratos bajos (Massaro, 2008). Charbonnier *et al.* (2011) trabajando con igual metodología en trigo, tampoco obtuvieron depósitos diferentes del caldo pulverizado, a pesar de que el cultivar se encontraba en un estado menos avanzado (ligula de hoja bandera visible) en donde si bien ya había ocurrido la elongación de los tallos, la cantidad de hojas posiblemente era mayor.

Contrariamente, en el cultivo de soja es frecuente encontrar mayores deposiciones en los estratos superiores (Villalba *et al.*, 2009). Estos resultados, diferentes según los cultivos, concuerdan con lo afirmado por Holloway (1970),

quien atribuye los resultados obtenidos en deposición a las características botánicas de las plantas como formas de las hojas y la disposición espacial del follaje en sentido horizontal o vertical.

Los adyuvantes con tensioactivos se usan con la finalidad de disminuir la tensión superficial e incrementar la adherencia por una mayor superficie de contacto. Esta situación se observó dentro de los tratamientos correspondientes a 158 l ha⁻¹ más adyuvante, el cual sumó positivamente aumentando la deposición.

Diferentes fueron los resultados cuando se utilizaron 88 l ha⁻¹, en donde el tamaño de gota y el uso de adyuvante no fueron capaces de compensar la disminución dada por la menor tasa aplicada, que es significativamente menor cuando los 88 l ha⁻¹ son aplicados con gotas medias. Una excepción es el tratamiento de 158 l ha⁻¹ con gotas medias y sin adyuvante, el cual no se diferenció de los tratamientos de menor volumen.

La interacción de los tratamientos con el estrato fue más notoria para el tratamiento que generó mayor deposición, donde se colectó más del 59 % del depósito en el estrato superior, lo cual diferencia este tratamiento del resto. La cantidad de trazador colectado en el estrato inferior es similar al colectado en ambos estratos en los tratamientos de 158 l ha⁻¹ con gota media con adyuvante y el de 158 l ha⁻¹ con gota extremadamente gruesa y sin adyuvante.

La densidad de impactos fue claramente afectada por los tratamientos, como era de esperarse por el volumen de aplicación como principal factor y el tamaño de gota utilizada (Cuadro 3) siendo el tratamiento de 158 l ha⁻¹ aplicado con gotas medias y con uso de adyuvante el que se diferenció de los tratamientos que utilizaron 88 l ha⁻¹, tanto para gotas

Cuadro 2. Resumen de la deposición de los tratamientos en los estratos superior e inferior del cultivo.

Tamaño de Gota	Tasa de aplicación (l ha ⁻¹)	Uso de adyuvante	Deposición (µL de trazador cm ⁻²)		
			Estrato superior	Estrato inferior	Total
EG	88	Con ady	0,075 c	0,099 c	0,174 BC
EG	88	Sin ady	0,143 c	0,167 c	0,310 BC
EG	158	Con ady	0,707 a	0,490 b	1,197 A
EG	158	Sin ady	0,285 bc	0,311 bc	0,596 B
Media	88	Con ady	0,072 c	0,072 c	0,144 C
Media	158	Con ady	0,276 bc	0,325 bc	0,601 B
Media	158	Sin ady	0,170 c	0,215 c	0,385 BC

EG: extremadamente gruesa. Valores con letras mayúsculas iguales no difieren significativamente al p<0,05, según prueba de Tukey para la deposición cuando se comparan tratamientos. Valores con letras minúsculas iguales no difieren significativamente al p<0,05, según prueba de Tukey cuando se comparan los estratos todos contra todos.

Cuadro 3. Densidad de impactos por tratamientos.

Tamaño de gota	Tasa de aplicación (l ha ⁻¹)	Uso de adyuvante	Densidad de impactos (impactos cm ⁻²)
EG	88	Con ady	4,88 c
EG	88	Sin ady	7,69 bc
EG	158	Con ady	14,21 abc
EG	158	Sin ady	14,10 abc
Media	88	Con ady	10,27 bc
Media	88	Sin ady	Sd
Media	158	Con ady	27,28 a
Media	158	Sin ady	20,32 ab

EG: extremadamente gruesa. Letras seguidas por igual letra no se diferencian con $p < 0,05$, según prueba de Tukey.

medias como para las extremadamente gruesas, con o sin adyuvante para el caso de estas últimas. El tratamiento que utilizó 88 l ha⁻¹ con gotas gruesas y uso de adyuvante fue el que generó el menor número de impactos y se diferenció de manera significativa de los tratamientos que utilizaron 158 l ha⁻¹ con gotas medias sin importar el uso o no de adyuvante. En todos los casos el uso de adyuvante generó solamente una tendencia a aumentar la densidad de impactos.

Las diferencias de número de impactos de trazador sobre las hojas del cultivo por estratos no fueron significativas.

Debido a la pérdida de uno de los tratamientos en el campo, para el estudio de la evolución de la enfermedad luego de aplicados los tratamientos se hizo un análisis global. Con este fin se tomaron todas las combinaciones presentes de los factores (tasa de aplicación por tamaño de gota utilizada por uso de adyuvante) más el testigo, de forma de evaluar el efecto de aplicar fungicida. Por otra parte, se estudiaron las posibles diferencias entre las combinaciones de los factores dentro de los tratamientos, lo cual se

repite para cada momento o lectura de mancha amarilla (Cuadro 4).

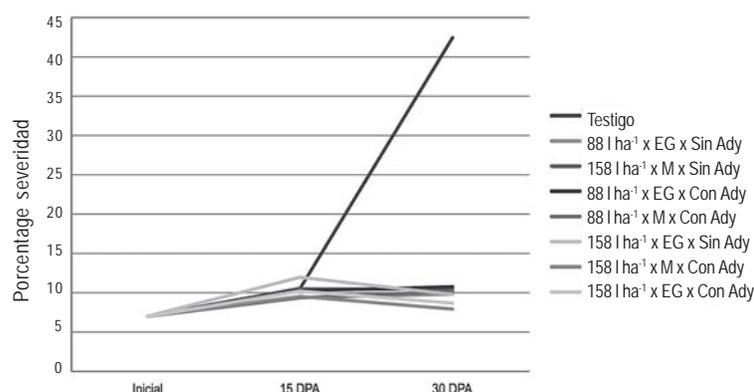
El control de mancha amarilla para los diferentes tratamientos fue diferente estadísticamente del testigo según el día de lectura y no se constataron efectos por las variables estudiadas. Las condiciones ambientales fueron favorables para el desarrollo de la enfermedad, lo cual se puede corroborar al observar la evolución de la enfermedad sobre el testigo sin fungicida, teniendo como referencia la evolución de los tratamientos con fungicida (Figura 2).

En el Cuadro 5 se resumen las determinaciones realizadas con el fin de estimar los efectos de los tratamientos sobre el control de la enfermedad y sus posibles consecuencias sobre el rendimiento. Si bien los tratamientos generaron diferencias en el caldo recuperado y el número de impacto sobre las hojas, estas no fueron suficientes para generar diferencias en los resultados biológicos. Posiblemente la aparición y control de la enfermedad en etapas tardías del cultivo en donde no hubo más producción de hojas, no haya permitido una recuperación notoria del mismo y por ello no se generaron diferencias significativas en el control de la enfermedad y el rendimiento entre tratamientos. Por otro lado, el cultivo estuvo expuesto a la enfermedad en su periodo más crítico para la determinación de rendimiento, por lo cual el control de la enfermedad no afectó el rendimiento. Similares fueron los resultados obtenidos por Díaz (2011) quien probó varios fungicidas (entre los cuales se encontraba el usado en este experimento) en los años 2007, 2008 y 2009 sobre cultivares de trigo susceptibles a mancha amarilla; y a pesar de que los porcentajes de severidad lograron valores importantes en el testigo sin control, no encontró diferencias con los rendimientos en

Cuadro 4. Análisis de varianza del testigo, los tratamientos, el día de lectura y sus interacciones sobre la evolución de la enfermedad.

Fuentes de variación	Valor de F	p > F
Bloque	2,40	0,13
Testigo	36,89	<,0001
Tratamiento (Testigo)	0,29	0,93
Lectura	85,75	<,0001
Testigo x Lectura	40,53	<,0001
Tratamiento x Lectura (Testigo)	1,01	0,48

Figura 2. Evolución de mancha amarilla medida como severidad (%) para las distintas interacciones triples entre los factores tamaño de gota, volumen de aplicación y uso de adyuvante y para el testigo sin aplicación. EG= Gota extremadamente gruesa; M= Gota media; Con/Sin= Uso de adyuvante; DPA= Días posteriores a la aplicación.



Cuadro 5. Resumen de las determinaciones realizadas.

Tratamiento	μL de trazador cm^{-2}	Densidad de impactos cm^{-2}	Severidad % (DPA)		Rend kg ha^{-1}
			15	30	
Testigo			10,56 a	42,45 a	1188 a
EG x 88 l ha ⁻¹ x Con ady	0,17 bc	4,88 c	10,23 a	10,75 b	1204 a
EG x 88 l ha ⁻¹ x Sin ady	0,31 bc	7,69 bc	9,38 a	9,81 b	1272 a
EG x 158 l ha ⁻¹ x Con ady	1,19 a	14,21 abc	10,19 a	8,67 b	1204 a
EG x 158 l ha ⁻¹ x Sin ady	0,59 b	14,10 abc	11,97 a	9,78 b	1350 a
M x 88 l ha ⁻¹ x Con ady	0,14 c	10,27 bc	9,38 a	10,14 b	1188 a
M x 88 l ha ⁻¹ x Sin ady	-	-	-	-	-
M x 158 l ha ⁻¹ x Con ady	0,60 b	27,28 a	9,52 a	7,92 b	1434 a
M x 158 l ha ⁻¹ x Sin ady	0,38 bc	20,32 ab	10,49 a	10,44 b	1619 a

M: gota media; EG: gota extremadamente gruesa.

grano de los cultivares tratados en donde fue controlada la enfermedad. Insertar Cuadro 5.

Conclusiones

Según los resultados obtenidos en este trabajo los mayores volúmenes de aplicación determinaron la mayor densidad de impactos, y solo cuando se usó adyuvante se relacionó a una mayor cantidad de depósitos sobre las hojas de trigo.

En la respuesta al control de mancha amarilla todos los tratamientos fueron diferentes al testigo, pero no hubo respuesta a los distintos factores de variación estudiados.

No hubo repuesta en rendimiento en grano del cultivo, posiblemente debido a que el rendimiento estuvo previamente limitado por el tardío control de mancha amarilla u otros factores de producción.

Bibliografía

- Barber JA, Chowdhury AB, Parkin CS. 2003. Effect of application method on the control of powdery mildew (*Bulmeria graminis*) on spring barley. *Crop Protection*, 22: 949 - 957.
- Boller W, Schlosser JF. 2010. Consideraciones operativas de las boquillas pulverizadoras. En: Magdalena C, Castillo Herrán B, Di Prinzio A, Homer I, Villalba J. [Eds.]. Tecnología de Aplicación de agroquímicos. Alto Valle : INTA Alto Valle. pp. 89 - 96.
- Castro M, Díaz M, Germán S, Vázquez D, Ibañez V. 2007. Resultados experimentales de evaluación de cultivares de trigo ciclo largo periodo 2006-2007-2008 [En línea], Consultado 26 de marzo 2013. Disponible en: http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/trigoclo8.htm
- Charbonnier G, Nadal N, Lafluf P. 2011. Efecto del tipo de boquilla y tasa en las aplicaciones para el control de enfermedades en trigo [Tesis de grado]. Montevideo: Facultad de Agronomía. 114p.
- Christofolletti J. 1999. Considerações sobre deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle. *TeaJet Soth América*, 1: 1- 15.

- Christofolletti J.** 1992. Manual Shell de máquinas e técnicas de aplicação de defensivos. En: Programa de manutenção segura de productos. São Paulo: Shell Brasil. pp. 1 - 122.
- Cunha J, Coelho L, Corsino R.** 2010. Spray nozzle and adjuvant effects on fungicidal control of soybean asian rust. *Interciencia*, 35(10): 765 - 768.
- Cunha J, Fialho dos Reis E, Oliveira R.** 2006. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. *Ciência Rural*, 36(5): 1360 - 1366.
- Cunha J, Teixeira M, Vieira R, Fernandes H.** 2005. Deposition and drift of fungicide application in a bean crop influenced by spray volumes and nozzles. [En línea]: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Consultado 9 mayo 2014. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662005000100021&lng=en&nrm=iso&tlng=pt.
- Díaz M.** 2011. Mancha parda o amarilla del trigo en Uruguay. En: Pereyra S, Díaz de Ackermann M, Germán S, Cabrera K. [Eds.]. Manejo de enfermedades en trigo y cebada. Montevideo: INIA. (Serie técnica: 189 95 - 110).
- Holloway P.** 1970. Surface factors affecting the wetting of leaves. *Pesticide Science*, 1(1): 56 - 63.
- Lenz G, Silveiro R, Grippa S, Tormen N, Nascimento L.** 2011. Espectro de gotas e idade de trifolios na taxa de absorção e efeito residual de fungicidas em soja. *Ciência Rural*, 41(10): 1702 - 1708.
- Massaro R.** 2008. Aplicación de plaguicidas con pulverización terrestre en trigo: condiciones operativas y aportes del desarrollo de la maquinaria. *INTA EEA Oliveros, Para mejorar la producción*, 37: 70 - 75.
- Oliveira S.** 2002. Efeito da chuva sobre a tenacidade e eficiência de fungicidas cúpricos associados ao óleo vegetal no controle da ferrugem do cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira*, 27(6): 581 - 585.
- Olivet J, Zerbino S.** 2007. Tecnología de aplicación en el control de insectos en soja. En: Jornada de cultivos de verano. Montevideo: INIA. (Serie actividades de difusión: 505, pp. 33 - 43).
- Ozeki, Kunz R.** 1998. Tecnología de aplicación aérea aspectos prácticos. En: Tecnología e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias aplicação aérea - aspectos prácticos. ESanta Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária. UFMS. pp. 65 - 78.
- Prat M, Rodrigues J, Martins M, González SJ, Cuevas H.** 2008. Deposition de herbicida en plantas dañinas en función del tipo de boquilla de pulverización y el volumen de solución. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(4): 1 - 5.
- Santos J.** 1992. Aviação agrícola. Manual de tecnologia de aplicação de agroquímicos. São Paulo: Rhodia Agro. 100p.
- Sastre-Vázquez P, Villacampa Y, Reyes JA, Garcia-Alonso F, Verdu F.** 2009. Mathematical models to estimate leaf area in plants of wheat *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 122: 97 - 101.
- Van Zyl S, Brink J, Calitz F, Coertze S, Fourie P.** 2010. The use of adjuvants to improve spray deposition and *Botrytis cinerea* control on Chardonnay grapevine leaves. *Crop Protection*, 29(1): 58 - 67.
- Villalba J, Martins D, Rodrigues A, Alves-Cardoso L.** 2009. Depósito del caldo de aspersión de distintos tipos de boquillas en dos cultivares de soja en el estadio v3. *Agrociencia*, 43(5): 465 - 473.
- Zadoks JC, Chang T, Konzak C.** 1974. A Decimal Code for the Growth Stages of Cereals. *Weed Research*, 14(6): 415 - 421.