

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**TAMAÑO DE GOTA, VOLUMEN DE APLICACIÓN Y USO DE
ADYUVANTES EN LA DEPOSICIÓN DEL PULVERIZADO Y EL CONTROL
DE MANCHA AMARILLA CAUSADA POR *Pyrenophora tritici-repentis* EN
TRIGO**

por

Ivanna Valeria STOLETNIY BERGALLI

**TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Magister en Ciencias Agrarias opción
Ciencias Vegetales**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
Abril 2013**

Tesis aprobada con mención por el tribunal integrado por Ing. Agr. (PhD.) Silvia Pereyra, Ing. Agr. (PhD.) Carlos Pérez, Ing. Agr. (Dr.) Juan Olivet el 10 de abril del 2013. Autor: Ivanna Valeria Stoletniy Bergalli, Directora Ing. Agr. Dra. Juana Villalba.

AGRADECIMIENTOS

A mi orientadora Juana Villalba, por el apoyo, las enseñanzas, su constante estímulo y paciencia.

A la empresa Charles Chalkling por cederme el área experimental.

Al laboratorio de bioquímica de Facultad de Agronomía en Montevideo por prestarme el espectrofluorómetro.

Al “Coco” Oscar Bentancur por la ayuda en el análisis estadístico.

A los funcionarios de la Facultad de Agronomía Julio, Noel y Darío por su ayuda en el trabajo de campo.

A mi familia que siempre me apoyó, y me dio fuerza para seguir adelante.

A mi hijo José Pablo quien llegó en pleno trabajo de campo pero a pesar de sus demandas permitió el cumplimiento de los requisitos exigidos.

¡Gracias!

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN.....	VI
SUMMARY.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	5
2.1 <u>CARACTERIZACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS</u>	5
2.2 <u>DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS</u>	5
2.3 <u>APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS</u>	7
2.4 <u>DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES</u>	8
2.4.1 <u>Cuantificación de depósitos del pulverizado</u>	9
2.4.2 <u>Densidad de impactos</u>	10
2.4.3 <u>Monitoreo de mancha amarilla</u>	11
2.4.4 <u>Determinación del rendimiento en grano</u>	11
2.5 <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	12
2.5.1 <u>Cuantificación de depósitos</u>	12
2.5.2 <u>Densidad de impactos</u>	12
2.5.3 <u>Monitoreo de mancha amarilla</u>	13
2.5.4 <u>Rendimiento en grano</u>	13
3. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	14
3.1 <u>EXPERIMENTO KLEIN CHAJÁ</u>	14
3.1.1 <u>Cuantificación de deposiciones del trazador</u>	14
3.1.2 <u>Densidad de impactos de trazador sobre las hojas de cultivo</u>	20

3.1.3	<u>Evolución de la mancha amarilla</u>	25
3.1.3.1	Desarrollo de mancha amarilla previo a la aplicación de los tratamientos.....	25
3.1.3.2	Desarrollo de mancha amarilla posterior a la aplicación de los tratamientos.....	27
3.1.4	<u>Efectos sobre el rendimiento de grano del cultivo</u>	30
3.2	EXPERIMENTO BIOINTA 1001.....	32
3.2.1	<u>Cuantificación de deposición del trazador</u>	33
3.2.2	<u>Densidad de impactos de trazador sobre las hojas de cultivo</u>	36
3.2.3	<u>Evolución de la mancha amarilla</u>	38
3.2.3.1	Desarrollo de mancha amarilla previa a la aplicación de los tratamientos.....	38
3.2.3.2	Desarrollo de mancha amarilla posterior a la aplicación de los tratamientos.....	40
3.2.4	<u>Efectos sobre el rendimiento de grano del cultivo</u>	43
4.	<u>CONCLUSIONES</u>	46
5.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	47

RESUMEN

Se evaluó el efecto del tamaño de gota, volumen de aplicación y uso de adyuvante en la deposición y eficiencia de un fungicida mezcla de triazol con estrobilurina, para el control de mancha amarilla en dos cultivares de trigo, Klein Chajá y Bointa 1001. 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 - Paysandú – URUGUAY. El diseño fue de bloques completos al azar con arreglo factorial de tratamientos $2 \times 2 \times 2 + 1$, siendo los factores de variación, tamaño de gota, volumen de aplicación y ausencia o presencia 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 y densidad de impactos sobre hojas de trigo, eficiencia de control de la enfermedad y rendimiento en grano. En el cultivar Klein Chajá, los factores no tuvieron efecto significativo sobre el control de la enfermedad y el rendimiento. La única interacción que dio positivo fue volumen de aplicación y uso de adyuvante que generó mayor retención de trazador cuando se utilizó el mayor volumen de aplicación. Para el cultivar Bointa 1001, el uso del mayor volumen con el uso adyuvante generó mayor deposición de trazador con gotas extremadamente gruesas. A pesar de ello, las diferencias logradas no tuvieron efecto sobre el control de mancha amarilla y el rendimiento en grano.

Palabras claves: volumen de aplicación, tamaño de gota, mancha amarilla.

ABSTRACT

EFFECT OF DROPLET SIZE, APPLICATION VOLUME AND USE OF ADJUVANTS IN SPRAY DEPOSITION AND YELLOW SPOT CONTROL CAUSED BY THE *Pyrenophora tritici-repentis* IN WHEAT.

There is the belief that as spraying with droplets of smaller diameter, higher application VOLUMENS and the use of adjuvants, produce biological better results for higher penetration in growing and most densely impacts. In this work, it was evaluated the effect of droplets size (DMV 559) and drops half (DMV 209), the effect of the application with 158 volumes and 88 l.ha⁻¹ and the effect of the use of an adjuvant of a triazole - strobilurin fungicide mixture for controlling wheat yellow stain caused by *Pyrenophora tritici-repentis* in two differet wheat cultivars: Klein Chaja and Biointa 1001. The experiment was performed on a commercial farm in the influence zone of the experimental Station: "Dr. Mario A. Cassinoni" - Agronomy Faculty - "universidad de la republica" - URUGUAY. The experimental design in both cases was randomized blocks with 2x2x2+1 factorial arrangement of treatments, being the variation factors: droplet size, volume of application and use of adjuvant or not, and a control without fungicide. The amount and distribution in different plant strata was evaluated by fluorometry techniques using fluorescent tracer Blankophor® 267% BA. The variables evaluated were deposition and density impacts on wheat leaves, control efficiency of yellow spot and grain yield. In cultivar Chajá Klein, factors (droplet size, volume of application and use of adjuvant) and their possible interactions had no significant effect on deposition of powder, disease control and performance. The exception was the positive interaction between the volume of application and use of adjuvant, generating greater retention of tracer when used l.ha⁻¹ 158-1. For the cultivar Biointa 1001, the use of 158 l.ha⁻¹ interacted significantly ($p < 0.05$) positively with adjuvant generating greater tracer deposition with extremely thicker drops. However, the differences achieved had no effect on the control of yellow spot and grain yield.

Keywords: application volume, droplet size, yellow spot.

1. 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. La eficacia en el control químico no depende exclusivamente de la dosis del fitosanitario utilizado, sino también de la colocación y distribución de la aspersion en relación con el modo de acción del producto y el comportamiento de las plagas (Morgan, 1972). Para Matuo (1998) el producto fitosanitario debe ejercer su acción en un determinado organismo, por lo que es necesario que este sea alcanzado y el producto que no llega al organismo no tendrá ninguna eficacia, representando una pérdida. Por su parte Oliveira (2002) indica que la absorción por parte del blanco del fitosanitario 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 plantas de soja con gotas de menor diámetro mediano volumétrico, cuando comparó las boquillas XR110015, XR11002 y XR11005 las cuales produjeron gotas finas, medias y gruesas respectivamente. Tales resultados fueron atribuidos a la mayor densidad de gotas y en consecuencia la mayor área de contacto planta /producto. Por otra parte Junco (1978) indica que la buena cobertura es fundamental para la penetración en los tejidos de las hojas y además, es necesaria para facilitar la acción de los fitosanitarios de contacto y muchos de los compuestos sistémicos. El porcentaje de área cubierta sobre el blanco, está sujeta al diámetro de las gotas, Spillman (1982) destaca que la elección del tamaño de las gotas debe estar basada, en el tipo de producto y en la efectividad biológica. Se ha indicado que los diámetros de gota fina 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, temperatura y la humedad del aire, provocando deriva, y pérdidas por evaporación (Christofolletti, 1999). La deriva, es una de las principales causas de pérdidas de los fitosanitarios al ambiente, provocando contaminación, pérdidas económicas para los productores, daños a los cultivos linderos y a la salud humana. Algunos autores establecen que la deriva de las pulverizaciones en general oscila entre el 0,1 y el 10% de la cantidad aplicada (Combellack 1982, Grover *et al.* 1985, Kempehaar *et al.* 1998). Al respecto, Junco (1978) señala que las pérdidas por deriva pueden llegar hasta el 50% del principio activo y que el control en el tamaño de las gotas es de suma importancia para la reducción de la deriva, provocada por viento y corrientes convectivas ascendentes o térmicas. La utilización de gotas gruesas es reconocida como positiva desde el punto de vista del control de la deriva pero se la suele considerar de dudosa eficacia biológica. Villalba (2009) determinó que los tratamientos con tamaños de gotas gruesas (250-375 μm) proporcionaron mayor deposición de caldo pulverizado que las gotas finas y muy finas, en soja tanto en la parte superior como inferior de las plantas, pero con mayor variabilidad en la distribución. Olivet *et al.* (2009) reportaron que la eficacia del control de *Epinotia aporema* W., *Nezara viridula* L. y *Piezodorus guildinii* W. fue alta y similar para todos los tamaños de gota muy gruesas medias y finas. Por otro lado, Holloway (1970) afirma que la deposición y la uniformidad de las aplicaciones de productos fitosanitarios están directamente relacionadas con las características de las plantas, tanto de las hojas como de la forma de las plantas. En relación a ello, Leiva (2011) sostiene que las gotas finas (<175 μm), tienen la oportunidad de quedar por cierto tiempo suspendidas en el aire y ser transportadas por el viento dentro del follaje impactando no sólo en la cara superior de las hojas, sino en la inferior, sobre tallos y otras estructuras. Contrariamente, Charbonnier *et al.* (2011) no detectaron deposiciones diferenciales en los estratos del cultivo de trigo por efecto del tamaño de gota cuando probaron gotas muy gruesas (375-450 μm) y finas (100-175 μm). En evaluaciones de control del oídio de la cebada, fue ventajoso el uso de boquillas que generaron gotas finas y medias, comparadas a las que generaron gotas gruesas. La respuesta biológica en control del oídio presentó correlación con el coeficiente de variación de la cobertura,

indicando la dependencia de la uniformidad de la cobertura en el control la enfermedad (Barber *et al.*, 2003). Según Olivet y Zerbino (2007) las gotas gruesas (320 μm) por su relación diámetro-volumen permiten una mayor recuperación de producto aún con bajas densidades de impacto, lo que fue corroborado cuando determinaron mayor deposición en la parte inferior del follaje de soja con gotas gruesas (320 μm) generadas por boquillas de aire inducido en relación a gotas finas (160 μm) generadas por boquillas de cono hueco, con igual efecto en la eficiencia de control control de *Epinotia aporema* W. A nivel internacional, surgen resultados coincidentes en cuanto al beneficio del uso de gotas gruesas (> a 250 μm) cuando se evalúa el control de plagas y enfermedades, además de su principal beneficio en el control de la deriva. Vinculado directamente con la elección del tamaño de gota, el volumen de aplicación es un parámetro que está relacionado al blanco a ser tratado, a la cobertura necesaria y a las características del fitosanitario, entre otros. Este parámetro afecta la eficiencia operacional de la aplicación, debido a que el tiempo de recarga del equipo aplicador altera significativamente la capacidad operacional de los pulverizados (Santos, 2007). En relación a la eficiencia biológica de la aplicación, Cunha *et al.* (2006) mencionan que en general un aumento en la tasa de aplicación, genera mayor retención del pulverizado. Esto sería posible hasta el punto en que la superficie de las hojas ya no es capaz de retener más el pulverizado y se da escurrimiento, generando pérdidas no deseadas al suelo. Así, Cunha *et al.* (2005) encontraron mayores deposiciones tanto en el estrato superior como en el inferior del cultivo de soja, cuando utilizaron 250 en comparación a 125 L.ha⁻¹. Similares resultados encontraron Cunha *et al.* (2006), con volúmenes de 115 y 160L.ha⁻¹ en soja, donde los mayores volúmenes favorecieron una mayor cobertura y homogeneidad. Fourie *et al.* citado por Van Zyl *et al.* (2010a) comenta que los bajos volúmenes de aplicación pueden influir en el tamaño de gota, y puede aumentar la cantidad de impactos más pequeños. Estos impactos de menor tamaño generarían una menor cantidad de depósitos. No obstante, Charbonnier *et al.* (2011) compararon la deposición del pulverizado en los estratos superior y medio en trigo con volúmenes de aplicación de 32, 60 y 102 L.ha⁻¹ y no encontraron diferencias significativas. Otra medida implementada con el fin de mejorar características específicas del caldo de

aplicación o con el objetivo de optimizar y potenciar la acción fitosanitaria es la adición de adyuvantes al caldo de aplicación. Estos son sustancias químicas que pueden actuar en la tensión superficial, la velocidad de degradación del fitosanitario, disminuir la volatilización y reducir la deriva. Estos objetivos no siempre se logran e incluso pueden ocurrir reacciones de incompatibilidad o antagonismo con el fitosanitario usado y pueden disminuir la eficiencia del control de enfermedades, insectos y malezas. Van Zyl *et al.* (2010b) estudiando los efectos de seis adyuvantes en la deposición foliar en cultivos de vid, concluyeron que el incremento o mantenimiento de la deposición en relación al testigo, dependían del tipo de adyuvante utilizado. Cunha *et al.* (2010) trabajando con ocho tipos de adyuvantes dentro de los cuales se incluyó el nonilfenol etoxilado, no obtuvieron resultados diferenciales entre los tipos de adyuvantes, tanto para los valores de deposiciones totales como para su distribución en los estratos de un cultivo de soja. Pero si obtuvieron interacciones entre los adyuvantes y los tamaños de gotas utilizados en la aplicación, sobre el área debajo de la curva de la roya de la soja. En todos los casos se observó que la adición de adyuvantes redujo la severidad de la roya en comparación con el fungicida solo.

Dado que aún existe el convencimiento de que las aplicaciones con gotas de menor diámetro y los mayores volúmenes logran mejores resultados biológicos por mayor penetración y cobertura en el cultivo y que el uso de adyuvante además de mejorar la cobertura potencia la acción fitosanitaria de los fungicidas. Considerando, además que tanto la deposición como la uniformidad de la aplicación dependen del tipo y forma de planta se planteó como objetivos de esta investigación evaluar el efecto del tamaño de gota, volumen de aplicación y la presencia o ausencia de adyuvante, en la deposición, densidad de impactos y en la eficiencia de fungicida para el control de mancha amarilla en dos cultivares de trigo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 CARACTERIZACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

Se realizaron dos experimentos, cada uno de ellos fue instalado en un cultivar de trigo susceptible a mancha amarilla causada por *Pyrenophora tritici-repentis*. La siembra de ambos cultivares, se realizó el 17 de julio del 2009 en el mismo establecimiento, sobre un rastrojo de trigo del año anterior. El rastrojo provenía de un cultivo que había presentado una alta infección de mancha amarilla y fue elegido con el objetivo de asegurar la presencia de inóculo de *P. tritici-repentis*.

Los cultivares utilizados fueron Klein Chajá y Biointa 1001 que presentan susceptibilidad alta frente a la mancha amarilla causada por *Pyrenophora tritici-repentis* (Castro *et al.*, 2008). Ambos son de ciclo intermedio lo cual permitió realizar de manera conjunta la siembra e, instalar los tratamientos en el mismo momento del cultivo con el fin de evitar efectos del momento de aplicación y de las evaluaciones. Los dos cultivares se seleccionaron por su porte contrastante y su posible efecto en la deposición del pulverizado, Klein Chajá es un cultivar que se puede comportar como semi-rastrero o semi-erecto, mientras que Biointa 1001 es de porte semi-rastrero (Castro *et al.*, 2008).

Las densidades de siembra utilizadas fueron 50 y 40 semillas.m⁻¹ lineal para Klein Chajá y Biointa 1001 respectivamente, con una distancia entre hileras de 0,19 m. La fertilización al momento de la siembra fue de 80 kg.ha⁻¹ de fosfato diamónico. El posterior manejo de la fertilización, control de malezas e insectos plaga para ambos cultivares estuvo a cargo del productor durante todo el ciclo del cultivo.

2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

En ambos experimentos el diseño fue de bloques completos totalmente al azar con arreglo factorial de los tratamientos con 3 repeticiones. Los factores estudiados

fueron: tamaño de gota, volumen de aplicación y uso de adyuvante. Los mismos fueron combinados en arreglo factorial de 2 x 2 x 2 +1 lo cual derivó en la realización de ocho tratamientos más un testigo sin tratar por experimento. En el cuadro 1 se presenta la descripción de los tratamientos y las boquillas que fueron utilizadas para la formación de gotas extremadamente gruesas y medias en función de la volumen de aplicación utilizada para cada tratamiento, todas ellas de marca comercial TeeJet.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos en cada experimento

Boquilla utilizada	Tamaño de gota ¹	DMV ² (μm)	Tasa (L.ha ⁻¹)	Adyuvante
AI 110015	Extremadamente gruesa	527	88	Con
AI 110015	Extremadamente gruesa	527	88	Sin
AI 11002	Extremadamente gruesa	590	158	Con
AI 11002	Extremadamente gruesa	590	158	Sin
XR 110015	Media	198	88	Con
XR 110015	Media	198	88	Sin
XR 11002	Media	219	158	Con
XR 11002	Media	219	158	Sin
Testigo	-	-	-	-

¹ Según Norma ASAE S-572

² DMV: diámetro mediano volumétrico, según el fabricante (Teejet)

Las unidades experimentales comprendieron un área de 25 metros de largo por 10 metros de ancho y las aplicaciones fueron realizadas con un pulverizador hidráulico suspendido. 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 tasa de aplicación de 88 L.ha⁻¹ y la presión utilizada en todos los tratamientos fue de 300 kPa.

2.3 APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron realizados con aplicaciones del fungicida 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 (marca comercial SpeedWet NG Siliconado), a una dosis de 30 cm³/100 L.

Las aplicaciones se realizaron al momento que el desarrollo de mancha amarilla sobre los cultivares presentaba una severidad en planta del 7 % y los cultivares se encontraban en el estadio Z51 de la escala de Zadoks (Zadoks *et al*; 1974) el cual corresponde con la aparición de las primeras espiguillas visibles. Previo a la aplicación se determinó el índice de área foliar (IAF) utilizando el analizador de canopia en planta Li-Cor (Lincoln, NE) LAI 2000, para describir la capacidad de interceptación de cada cultivar. Todas las aplicaciones no pudieron ser realizadas en el mismo día por razones operativas. Las fechas de aplicación y las condiciones meteorológicas al momento de realizarlas, no fueron limitantes y se resumen en el Cuadro 2. Es necesario destacar que el momento de aplicación de los tratamientos es referente a los dos experimentos. De esta manera las condiciones de aplicación se mantienen para determinado tratamiento en ambos experimentos.

Cuadro 2. Condiciones meteorológicas al momento de la aplicación de los tratamientos

Tamaño de gota ¹	Volumen de aplicación (L.ha ⁻¹)	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	-	-	-	-	-	-

¹ Según Norma ASAE S-572
EG= extremadamente gruesa

2.4 DETERMINACION DE LAS VARIABLES

Las variables relevadas con el fin de estimar los efectos de los factores sobre la deposición del caldo aplicado sobre el cultivo y su distribución a nivel de estrato fueron: los depósitos de trazador sobre las hojas del estrato superior e inferior 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 y se estimó el rendimiento en grano.

2.4.1 Cuantificación de depósitos del pulverizado

La cuantificación de depósitos del pulverizado en los estratos superior e inferior del cultivo se realizó por medio del trazador fluorescente Blankophor BA 267%® (LANXESS Energizing Chemistry; Holland). El mismo fue utilizado al 1% y posterior titulación mediante técnicas de fluorimetría. La solubilidad en agua del trazador y la posibilidad de medir su fluorescencia en el espectrofluorómetro, con baja interferencia de otras partículas permite la estimación cuantitativa del trazador en el extracto obtenido a partir del lavado de las hojas. Luego de la aplicación se colectaron 30 hojas por unidad experimental (15 en estrato superior y 15 en estrato inferior del cultivo). Para la colecta se utilizaron pinzas y tijeras con el fin de minimizar la contaminación de la muestra. Cada hoja fue guardada de modo individual en bolsas plásticas previamente identificadas y acondicionadas. En conservadoras plásticas para protegerlas del sol y el calor hasta que fueron llevadas a heladera. Cada hoja fue lavada 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 y 430 nm de emisión, 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 mediciones de fluorescencia se ajustaron a la curva de calibración para obtener las concentraciones y a partir de ellas y usando la ecuación siguiente, se estimó el volumen del 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 de la muestra (mg.L^{-1}); $V2$ = cantidad de agua destilada en mL usada

en el lavado. Los resultados en la tesis 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 previamente evaluada, largo por ancho de las hojas, corregido por el factor 0,75 (Sebastián Mazzilli, comunicación personal, 23 de julio 2009).

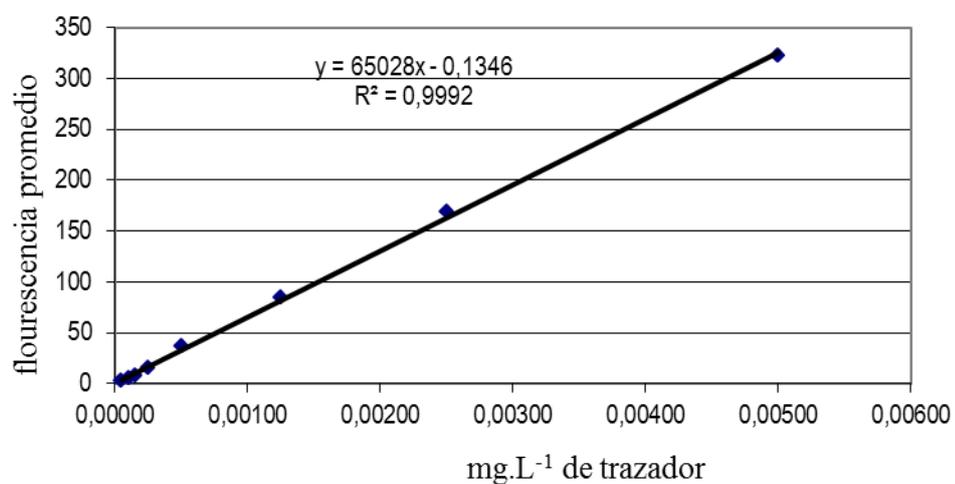


Figura 1. Curva de calibración para el trazador Blankophor BA 267%® obtenida en el espectrofluorómetro Shimadzu RF-150.1X.

2.4.2 Densidad de impactos

Para la evaluación de densidad de impactos se colectaron 20 hojas por unidad experimental, 10 del estrato superior y 10 del estrato inferior del cultivo, se guardaron en bolsas nylon previamente identificadas en heladera hasta la lectura. La estimación de gotas.cm^{-2} se realizó promediando la cantidad de gotas medidas en 1 cm^{-2} , 3 veces por hoja en el haz y el envés de las hojas mediante conteo bajo lupa con iluminación de luz negra (UVA).

2.4.3 Monitoreo de mancha amarilla

Cuando el cultivar alcanzó el estadio de elongación del tallo (Z 30), según escala de Zadoks *et al.* (1974), el 27 de agosto de 2009, se comenzó con el monitoreo de la enfermedad, el cual se realizó hasta 30 días después de la aplicación, de forma de obtener la evolución de la misma. El mismo fue realizado en principio cada diez días 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 del tallo principal de cada planta. Se utilizó una escala visual, ordinal, subjetiva, que permitió la lectura de porcentaje de severidad en cada una de las hojas del tallo principal de cada planta (Carlos Pérez, comunicación personal, 16 de julio 2009). Luego de la aplicación de los tratamientos el monitoreo se realizó a los 15 y 30 días post aplicación.

Se tomaron muestras de hojas con síntomas, las cuales fueron llevadas al laboratorio para confirmar la entidad del agente causal. En el laboratorio trozos de hojas con síntomas fueron colocados en cámara húmeda para estimular la esporulación y poder identificar correctamente el patógeno, confirmando de esta manera la predominancia de *Pyrenophora tritici-repentis* en el experimento.

2.4.4 Rendimiento en grano

Para determinar los rendimientos de cada tratamiento, se realizó el corte con una segadora experimental de 1,4 m de ancho operativo. Se cosecharon 5,6 m² en el centro de la parcela de cada unidad experimental. El material debidamente identificado fue trillado, pesado y corregido por humedad para determinar el rendimiento.

2. 5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados por separado para cada experimento, referenciándose siempre uno al otro, debido a complicaciones en la implementación de los experimentos que ocasionaron la pérdida de un tratamiento en Biointa 1001 y no permitieron el análisis de homogenización de varianzas.

2.5.1 Cuantificación de depósitos

Se ajustó un modelo lineal general donde se estudió el arreglo factorial tamaño de gota x volumen de aplicación x presencia o ausencia de adyuvante. En el modelo se incluyó el efecto bloque, estrato del cultivo y las interacciones del estrato con los factores tamaño de gota x volumen de aplicación x presencia o ausencia de adyuvante.

2.5.2 Densidad de impactos

Se ajustó un modelo lineal general donde se estudió el arreglo factorial volumen de aplicación x tamaño de gota x presencia o ausencia de adyuvante, y además en el modelo se incluyó el efecto bloque, estrato de la planta y las interacciones del estrato con los factores de interés. El análisis se hizo para el total de gotas en el haz y en el envés de las hojas. Los datos 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%. En todos los casos se usó el procedimiento Mixed del paquete estadístico SAS versión 9.1.3 (SAS Institute, Cary, NC, 2006).

2.5.3 Monitoreo de la severidad de mancha amarilla

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 general de medidas repetidas en el tiempo, de las lecturas realizadas luego de aplicados los tratamientos. En el mismo se incluyó el efecto bloque, y se probó el efecto testigo (si o no aplicación de fungicida), y el arreglo factorial volumen de aplicación x tamaño de gota x presencia o ausencia del adyuvante, anidado en testigo y todas las interacciones con los días de monitoreo. Para normalizar la variable analizada, se usó la transformación angular.

2.5.4 Rendimiento en grano

Para estudiar el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento en grano, se ajustó un modelo lineal general donde se incluyó el efecto bloque, y se evaluó el efecto testigo (si o no aplicación de fungicida), y el arreglo factorial tasa x tamaño de gota x presencia o ausencia del adyuvante, anidado en testigo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 EXPERIMENTO KLEIN CHAJÁ

3.1.1 Cuantificación de deposición del trazador

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) (cuadro 3) para la interacción de los factores volumen de aplicación y uso de adyuvante para la deposición de trazador. La cuantificación de deposición para los demás factores, de modo individual y sus demás interacciones dobles y triples no se diferenciaron significativamente en sus resultados.

Cuadro 3. Resumen del análisis de varianza de los efectos principales y sus interacciones para la deposición del trazador Blankophor® medido como ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^2$) en el cultivar Klein Chajá

Fuente de variación	Valor de F	p > F
Bloque	2,83	0,07
Tamaño de gota (TG)	0,15	0,69
Volumen de aplicación(VA)	2,49	0,12
Adyuvante (ADY)	0,20	0,66
TG x VA	1,84	0,18
TG x ADY	2,30	0,14
VA x ADY	4,44	0,04
TG x VA x ADY	0,01	0,94
Estrato	1,73	0,19
TG x Estrato	1,45	0,24
VA x Estrato	0,01	0,93
TG x VA x Estrato	0,59	0,45
ADY x Estrato	0,25	0,62
TG x ADY x Estrato	0,10	0,75
VA x ADY x Estrato	0,43	0,52

Considerando los efectos de los factores principales; la cantidad de caldo depositado y su distribución en los estratos de trigo, no fueron significativamente diferentes para los tamaños de gotas evaluados (Figura 2). Lo cual concuerda con lo afirmado por Cross *et al.*, (2001) quienes no encontraron diferencias significativas cuando estudiaron la deposición de tamaños de gotas en un rango de DMV de 156 a 237 μm . Contrariamente, Villalba *et al.* (2009) obtuvo mayor deposición de caldo pulverizado con los tratamientos de mayores tamaños de gotas en soja.

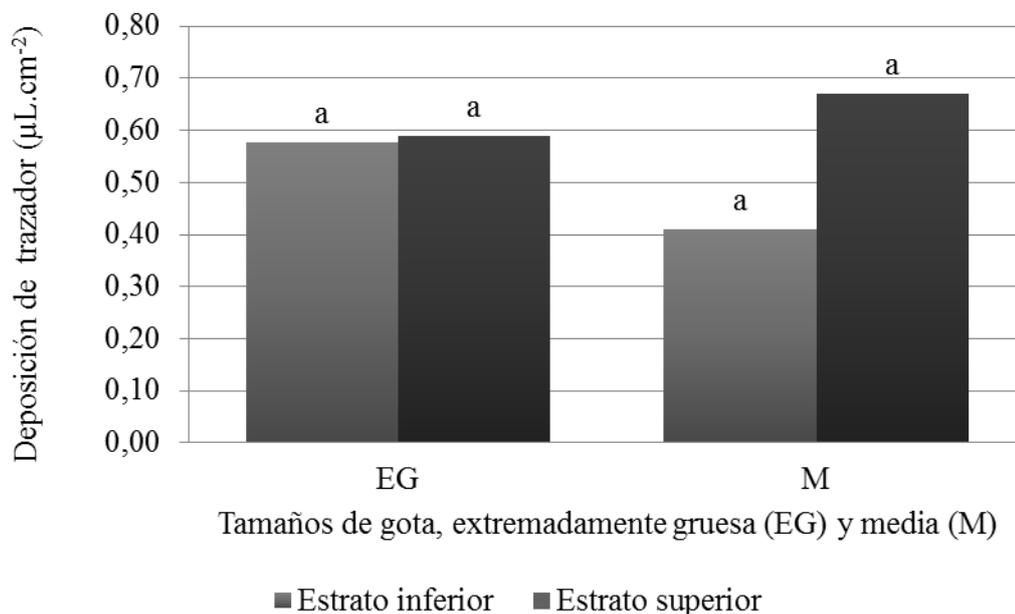


Figura 2. Deposición del trazador Blankophor® colectado ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$) en el cultivar Klein Chajá en función de los tamaños de gotas utilizadas y los estratos del cultivo. Diferentes letras significan diferencia estadística según test de Tukey- Kramer ($p < 0,05$).

Los tamaños de gotas evaluados no determinaron diferencias en las deposiciones de ambos estratos del cultivo. Charbonnier *et al.* (2011) tampoco detectaron deposiciones diferenciales por estrato de trigo por efecto del tamaño de gota cuando usaron gotas muy gruesas (375-450 micras) y finas (100-175 micras). Esto tal vez podría explicarse por la propia arquitectura de la planta, la disposición de las hojas y su forma, hojas angostas, casi erectas que permitiría la distribución en estratos inferiores. Además cuando se produce la espigazón, ocurre un elongamiento de los entrenudos del tallo que separa a las hojas entre sí y eleva todo el follaje generando abundantes espacios. Esta estructura final del cultivo facilita el acceso a las gotas de una pulverización tradicional desde arriba hacia abajo, particularmente

desde el estado de hoja bandera (HB) en adelante (Massaro, 2008). Para cultivos de arquitecturas diferentes, como soja, Olivet y Zerbino (2007) encontraron mayor deposición en la parte inferior del follaje de soja con boquillas de gotas gruesas de aire inducido en comparación a la utilización de boquillas de cono hueco.

En relación al volumen de aplicación, este no determinó diferencias significativas en la cantidad de trazador colectado sobre las hojas de trigo (Figura 3). Iguales resultados para trigo y utilizando similar metodología obtuvieron Charbonnier *et al.* (2011) cuando compararon la deposición en estrato superior y medio con volúmenes de 32, 60 y 102 L.ha⁻¹. En otros cultivos, como soja, sin embargo, es frecuente encontrar mayores deposiciones tanto en el estrato superior como en el inferior, así lo determinaron Cunha *et al.* (2005) comparando volumen de aplicación de 250 L.ha⁻¹ y 125 L.ha⁻¹. También Cunha *et al.* (2006) obtuvieron mayor cobertura en soja con volúmenes de 160L.ha⁻¹ al compararlo con volúmenes de 115 L.ha⁻¹ y en donde los mayores volúmenes favorecieron la mayor cobertura y homogeneidad de la deposición. Estas diferencias en las deposiciones de los diferentes estratos están explicadas por las arquitecturas diferentes de los distintos cultivos.

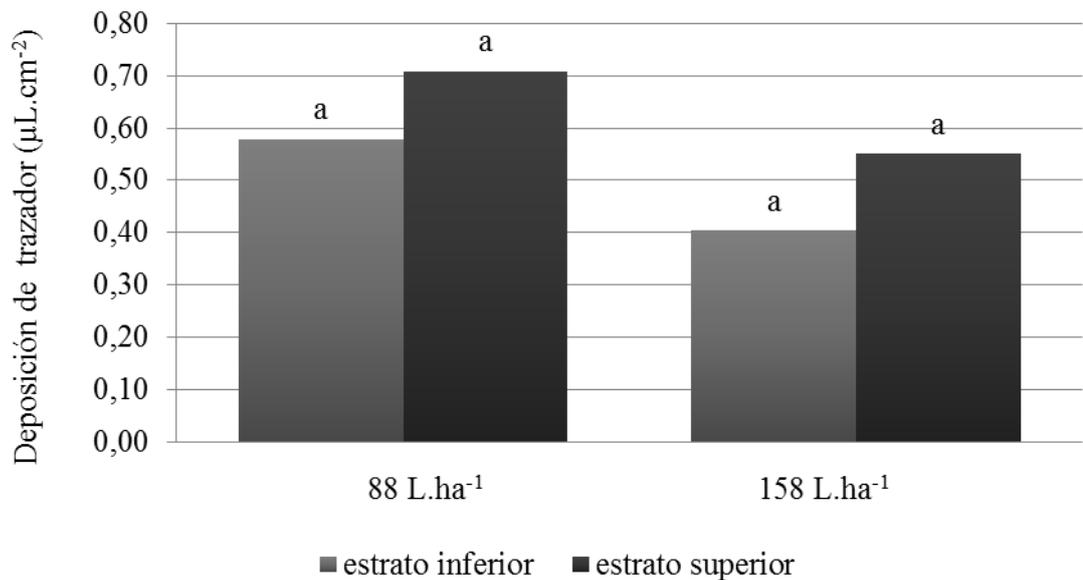


Figura 3. Deposición del trazador Blankophor® colectado ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$) según el volumen de aplicación utilizado y su distribución a nivel de los estratos del cultivo. Diferentes letras significan diferencia estadística según test de Tukey- Kramer ($p < 0,05$).

No se encontraron diferencias significativas en el uso de adyuvante, tanto para los valores de deposición total como para la distribución en los estratos de hojas del cultivo. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Cunha *et al.* (2010). Van Zyl *et al.* (2010b) estudiando los efectos de 15 adyuvantes en la deposición foliar en cultivos de vid, concluyeron que el incremento o mantenimiento de la deposición en relación al testigo sin adyuvante, dependían del tipo de adyuvante utilizado. En otro estudio Van Zyl *et al.* (2010a) reportaron resultados variables por tipo de adyuvantes y dosis de uso. Algunos resultados indicarían mayor deposición con altas tasas de aplicación, otros con bajos volúmenes y otros no variaron la cantidad de producto depositado pero sí la distribución en el follaje, lo cual sugiere que la falta de efecto

por el uso de adyuvante puede deberse a una falta de ajuste de dosis del adyuvante y su posible interacción con otros factores relacionados.

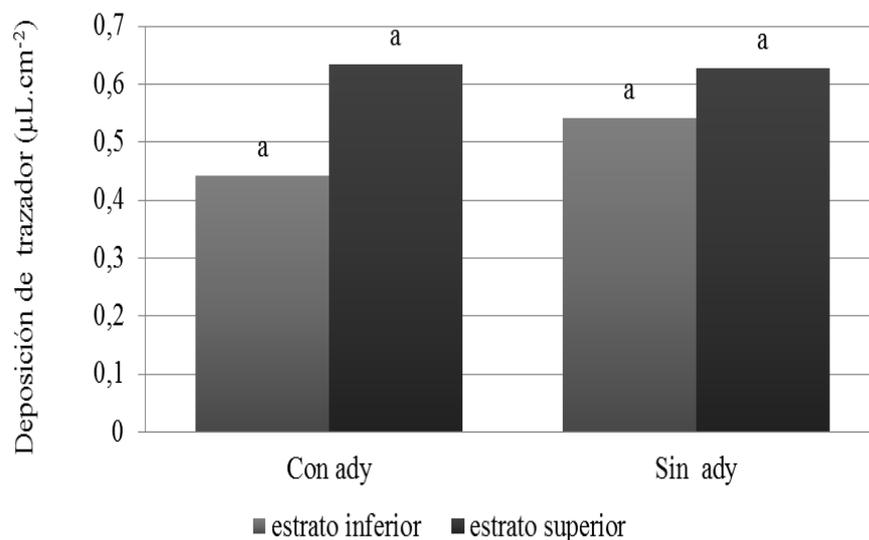


Figura 4. Deposición del trazador Blankophor ® colectado ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$) según uso o no de adyuvante y su distribución a nivel de los estratos del cultivo. Diferentes letras significan diferencia estadística según test de Tukey- Kramer ($p < 0,05$).

En las interacciones entre los factores principales el uso de adyuvante determino un incremento de la deposición cuando se utilizaron $158 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$. La menor deposición en esa tasa sin el uso del adyuvante, podría indicar la ocurrencia de escurrimiento (Cunha *et al.*, 2006). Ya que en los volúmenes menores no se reflejó el efecto del adyuvante en la retención y por tanto en los depósitos de trazador colectado (Figura 5). En ninguno de los casos se dieron deposiciones significativamente diferentes entre estratos del cultivo.

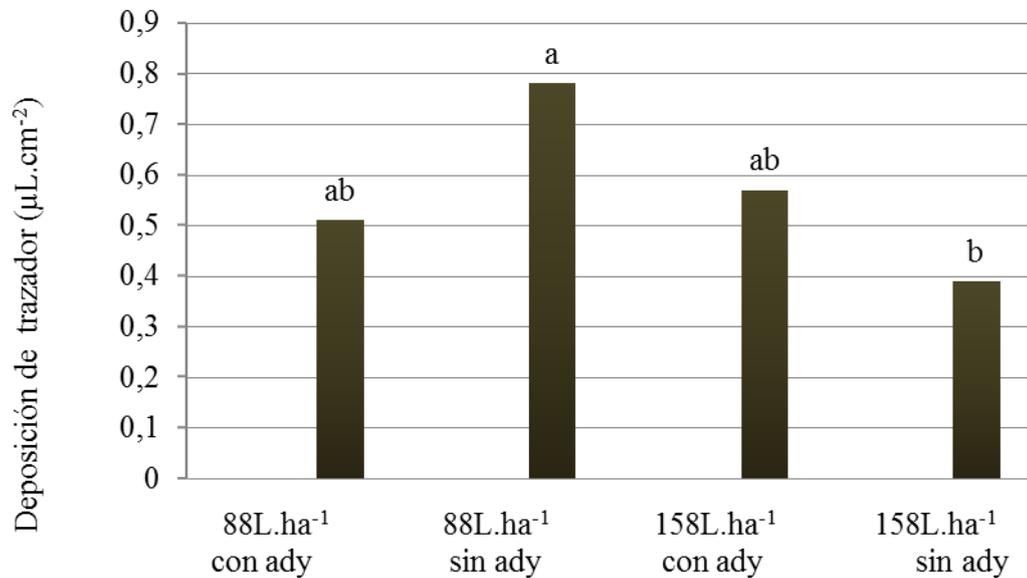


Figura 5. Deposición del trazador Blankophor® colectado ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$) según volumen de aplicación y adyuvante. Diferentes letras significan diferencia estadística según test de Tukey- Kramer ($p < 0,05$).

3.1.2 Densidad de impactos de trazador sobre las hojas de cultivo

La principal fuente de inóculo para mancha amarilla es el rastrojo de trigo infectado por *Pyrenophora tritici-repentis*. Al ocurrir condiciones climáticas apropiadas para su diseminación y frente a un cultivar susceptible infectan y desarrollan la enfermedad, comenzando por los estratos inferiores del cultivo. La existencia de fungicidas sistémicos del grupo químico de los triazoles, y los principios activos mesostémicos derivados de las estrobilurinas, fungitóxicos a los agentes causales de las manchas foliares, ofrecen una medida posible de control en los cultivares susceptibles, siempre que estos logren llegar al patógeno dado que la

translocación en planta es principalmente vía xilema (Carmona, 2008). Por esto. La llegada del fungicida a los estratos inferiores del cultivo, es importante y una de las principales limitante de la tecnología de aplicación es la llegada a los estratos bajos. El mayor poder de penetración de las gotas finas a los estratos inferiores constituye el principal argumento para su uso (Christofolletti, 1992; Santos, 1992; Ozeki y Kunz, 1998).

En el cuadro 4, se presenta el efecto estrato y la interacción de los estratos con los tratamientos como las principales causas de variación en el número de impactos contabilizados sobre las hojas del cultivo. La pérdida de las muestras del tratamiento gota media, 88L.ha⁻¹ con uso de adyuvante, hizo que fuera imposible el análisis por factores y sus interacciones por lo cual el análisis se realizó por medio de contrastes. En el cuadro 5, se resumen los contrastes con efecto en la variación en el número de impactos contabilizados sobre las hojas del cultivo (Tabla completa en el Anexo 1).

Cuadro 4. Resumen del análisis de varianza para los factores y sus interacciones en la densidad de impactos en los dos estratos considerados del cultivo.

Fuentes de variación	Valor de F	p > F
Bloque	0,06	0,9428
Tratamiento	2,46	0,1328
Estrato	72,17	0,0011
Estrato x tratamiento	7,47	0,0369

Cuadro 5. Resumen de las diferencias significativas entre los contrastes de los factores y sus interacciones para los dos estratos del cultivo.

Contraste de los efecto de los factores	p > t	Factor	Densidad de impactos/cm ²	Factor	Impactos/cm ²
Volumen de aplicación(VA)	0,0489	158 L.ha ⁻¹	21,66	88 L.ha ⁻¹	9,09
Tamaño de gota (TG)	0,0491	M	22,22	EG	11,82
88 L.ha ⁻¹ en ES y EI*	0,0478	ES	10,05	EI	7,38
158 L.ha ⁻¹ en ES y EI	0,0478	ES	16,92	EI	24,75
ES en contraste con EI del cultivo	<,0001	ES	12,49	EI	16,81
TG en ES	0,0366	M	21,50	EG	8,30
VA en EI	0,0506	158 L.ha ⁻¹	24,74	88 L.ha ⁻¹	7,37
TG en EI	0,0666	M	21,69	EG	14,00
ADY en 88 L.ha ⁻¹ EI	0,0679	Con ady	19,65	Sin ADY	15,54
TG en 88 L.ha ⁻¹ sin ADY en ES	0,0731	M	21,75	EG	4,36

* ES: estrato superior; EI: estrato inferior; M: media; EG: extremadamente gruesa

Dentro de los factores que provocaron variaciones en el número de impactos se encuentra el volumen de aplicación y el tamaño de gotas, que como era de esperarse la mayor tasa y las gotas de tamaño medio generaron mayor densidad de impactos. El mayor número de impactos, en este caso, no presentó relación con la cantidad de trazador depositado sobre las hojas, en donde no se observaron diferencias

significativas en la colecta del trazador por el uso de 88 o 158 L.ha⁻¹ y gotas medias o extremadamente gruesas. Estos resultados coinciden con los reportados por Charbonnier *et al.*, (2011) quienes contabilizaron mayor número de impactos con el uso de gotas finas (100-175 micras) en comparación al uso de gotas muy gruesas (375-450micras) y al aumentar los volúmenes de aplicación sin que esto se traslade a la cantidad de trazador depositado sobre las hojas. Esto puede deberse a que el menor número de impactos generado por las gotas gruesas es compensado por su relación diámetro- volumen (de una gota) que permiten una mayor recuperación de producto aún con bajas densidades de impacto, lo que fue demostrado por Olivet y Zerbino (2007).

Igual comportamiento se dio cuando se utilizaron 158 L.ha⁻¹ el número de impactos fue mayor y significativo en el estrato inferior. Similares resultados, aunque no significativos, fueron los obtenidos por Charbonnier *et al.* (2011) quienes trabajando con volúmenes de 102 L. ha⁻¹ detectaron mayor número de impactos en el estrato medio del cultivo con relación al estrato alto. Los autores atribuyeron los resultados a la dificultad de detección de los impactos debido al escurrimiento, especialmente en el estrato superior. No siendo así lo ocurrido cuando se utilizaron 88 L. ha⁻¹ en donde se contó mayor número de impactos en el estrato superior. Posiblemente debido al menor número de gotas formadas dado por el menor volumen disponible, lo cual disminuiría la ocurrencia de escurrimiento.

El contraste entre el estrato superior e inferior determinó resultados contradictorios a lo esperado, siendo significativamente mayor el número de impactos en los estratos inferiores. Posiblemente debido a que en el momento de aplicación de los tratamientos el cultivo se encontraba en plena floración, por lo cual la cantidad y disposición de las hojas no estarían obstruyendo la llegada de las gotas a los estratos inferiores del cultivo. Siendo la misma cantidad de trazador colectado en ambos estratos y teniendo en cuenta la relación diámetro volumen de las gotas, ya mencionadas, es probable que el mayor número de impactos en el estrato inferior sean gotas de menor diámetro. Lo cual concordaría con lo reportado por la

bibliografía, en donde se indica que los diámetros menores proporcionan una mayor penetración entre las hojas de los cultivos (Christofoletti, 1992; Santos, 1992; Ozeki y Kunz, 1998). Esto también estaría avalado por los resultados obtenidos en el análisis dentro del estrato inferior en donde se dieron mayor número de impactos con el uso de gotas medias, siendo más significativo el uso de 158 L.ha⁻¹ posiblemente por la mayor producción de gotas. En el estrato superior, solo el factor tamaño de gotas marcó diferencias significativas, siendo mayor el número de impactos con el uso de gotas medias. Cabe destacar que ninguna de estas diferencias se vio reflejada de modo significativo en la cantidad de trazador colectado en los estratos del cultivo.

En los contrastes de las interacciones dobles, se encontraron diferencias el uso de adyuvante con 88 L.ha⁻¹ en el estrato inferior, en donde el uso de adyuvante determinó un mayor número de impactos. Si bien con 88 L.ha⁻¹ no se dieron diferencias en la colecta de trazador se dio una tendencia contraria de mayor trazador colectado sin el uso de adyuvante y sin diferencias entre estratos. Posiblemente las diferencias entre impactos en el estrato inferior con el uso de 88 L.ha⁻¹ no se trasladaron a la cantidad de trazador debido a que el número de impactos en el estrato superior para esa tasa tiene mayor efecto significativo que las gotas en el estrato inferior. El efecto del adyuvante sobre la tensión superficial de las gotas y su efecto de aumentar el mojado en la superficie de las hojas estaría explicando las diferencias en la cantidad de trazador colectado cuando se utilizó 158 l.ha⁻¹ con y sin adyuvante, ya que los resultados en número de impactos no dieron diferencias significativas.

En el estrato superior y cuando se aplicaron 88L.ha⁻¹ sin adyuvante, las gotas medias provocaron mayor número de impactos frente al uso de gotas extremadamente gruesas. Seguramente debido a que un mismo volumen de aplicación usando gotas de mayor tamaño generaron menor número de gotas y la ausencia de adyuvante favoreció la ocurrencia de rebotes y escurrimiento (Cunha *et al.*, 2010).

3.1.3 Evolución de mancha amarilla

3.1.3.1 Desarrollo de mancha amarilla previa a la aplicación de los tratamientos

En las primeras etapas del cultivo, hasta macollaje, no hubo un desarrollo apreciable de la enfermedad, posiblemente debido a que no se lograron los requerimientos de temperatura y horas de mojado. Cuando la temperatura promedio comenzó a mantenerse por sobre los 10 °C y ocurrieron lluvias, 13 y 23 mm los días 14 y 17 de agosto, se comenzaron a detectar síntomas de mancha amarilla. La lectura realizada, 10 días después de estas lluvias, permitieron registrar una severidad de 6% cuando el trigo estaba en Z30 (Figura 6). En los siguientes 10 y 20 días las condiciones ambientales siguieron siendo muy favorables para el desarrollo de la enfermedad. Sin embargo, el porcentaje de severidad solo se incrementó en 1% a los 10 días posteriores e incluso disminuyó a 5% en la tercera lectura sanitaria (Z41). Posiblemente esto se debió a que el cultivo se encontraba en un estadio de elongación del tallo y por lo tanto estaba ocurriendo la muerte de las hojas inferiores (con mayor porcentaje de severidad) y producción de nuevas hojas (sanas), a la vez que estas se separaban entre si y se alejaban del rastrojo, el cual es la fuente principal de inóculo. En los siguientes 10 días, las temperaturas siguieron siendo favorables y las precipitaciones disminuyeron. Pero en el la cuarta lectura, momento en el cual se decidió la aplicación de los tratamientos, el desarrollo de la enfermedad estaba en 7% de severidad. En la figura 7, se grafica la evolución del porcentaje de severidad de mancha amarilla por estratos de hojas, entre el tercer (16/09/2009) y cuarto lectura (26/09/2009). Si bien el porcentaje de severidad puede considerarse elevado, para la hoja bandera, era del 1% de severidad en Z 41.

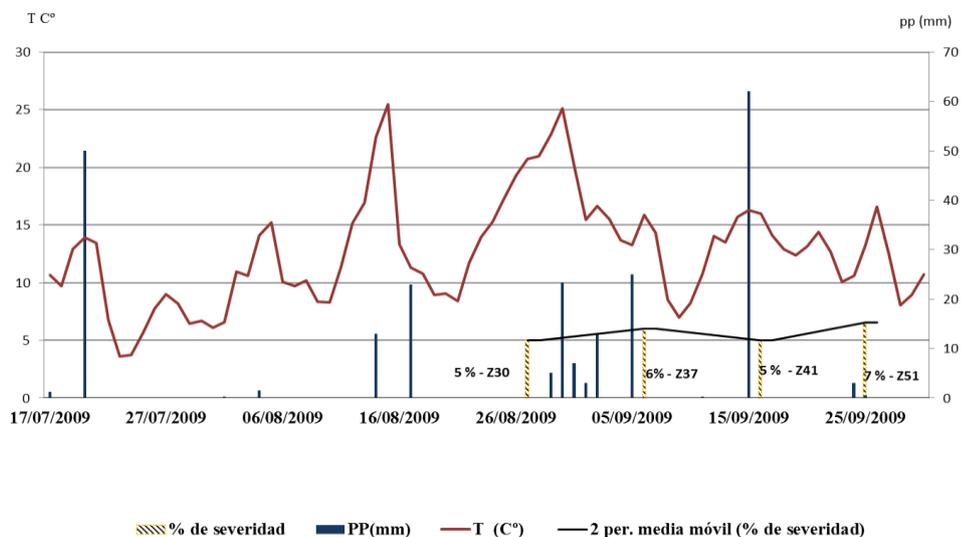


Figura 6. Temperatura media, lluvias, estado fenológico y severidad de mancha amarilla media de todos los tratamientos y el testigo previo a la aplicación, en el cultivar Klein Chajá. Nota: 2per.media móvil (% de severidad), corresponde a una línea de tendencia entre dos periodos de las lecturas de severidad.

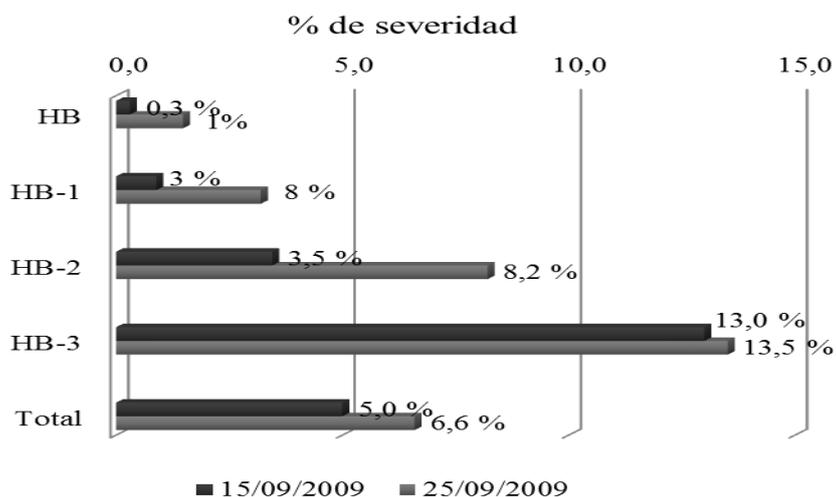


Figura 7. Severidad de mancha amarilla (%) en hoja bandera (HB), hoja bandera -1 (HB-1), hoja bandera -2 (HB-2), hoja bandera -3 (HB-3), al momento de aplicación de los tratamientos (25/09/09) y en los 10 días previos.

3.1.3.2 Desarrollo de mancha amarilla posterior a la aplicación de los tratamientos

Para el estudio de la evolución de mancha amarilla luego de aplicados los tratamientos, se analizó el efecto testigo (teniendo al testigo como un nivel de combinación de los factores) y el factorial (volumen de aplicación x tamaño de gota x adyuvante) anidado en el testigo, este análisis permite estudiar los efectos de los factores de aplicación comparado al testigo sin aplicación. También se analizó la interacción con los días de monitoreo post aplicación (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resumen del análisis de varianza de los factores, sus interacciones y el día de lectura sanitaria sobre la severidad

Fuentes de variación	Valor de F	p > F
Bloque	0,79	0,4696
Testigo sin aplicación	282,55	0,0001
Volumen de aplicación(VA) (Testigo)	0,58	0,4583
Tamaño de gota (TG) (Testigo)	0,41	0,5324
Adyuvante (ADY) (Testigo)	0,09	0,7710
VA X TG (Testigo)	1,60	0,2236
VA x ADY (Testigo)	4,49	0,5020
TG x ADY (Testigo)	5,12	0,3790
VA x TG x ADY (Testigo)	2,36	0,1439
Lectura	20,82	0,0002
Testigo x Lectura	63,38	<,0001
VA x Lectura (Testigo)	0,04	0,8513
TG x Lectura (Testigo)	0,72	0,4068
ADY x Lectura (Testigo)	0,19	0,6663
VA x TG x Lectura (Testigo)	0,37	0,5509
VA x ADY x Lectura (Testigo)	0,12	0,7348
TG x ADY x Lectura (Testigo)	0,72	0,4089
VA x TG x ADY x Lectura (Testigo)	0,03	0,8715

Quince días posteriores a la aplicación, para en todos los factores la mancha amarilla continuo aumentando principalmente en el testigo. A los 30 días de la aplicación la severidad de mancha amarilla disminuyo para todos los factores, diferenciándose de manera significativa del testigo ($p < 0.05$) (Figura 8). Si bien el número de impactos fue significativamente superior para los factores tamaño de gotas medias y 158 L. ha^{-1} no fueron suficientes para provocar diferencias en los niveles de control de mancha amarilla al comparar los factores entre sí,

posiblemente debido a que la cantidad de caldo depositado sobre el cultivo fue similar para todos los factores. Lo cual no concuerda con Barber *et al.* (2003) quienes trabajando en cebada obtuvieron resultados de correlación positiva y significativa entre la uniformidad de cobertura y el control de la enfermedad, atribuyendo al factor tamaño de gota como el principal factor determinante de la uniformidad de cobertura. Por otro lado, Holloway (1970) afirma que la deposición y la uniformidad de las aplicaciones de productos fitosanitarios están más relacionadas con las características de las plantas, tanto de las hojas como de la forma de las plantas que con el tamaño de gota.

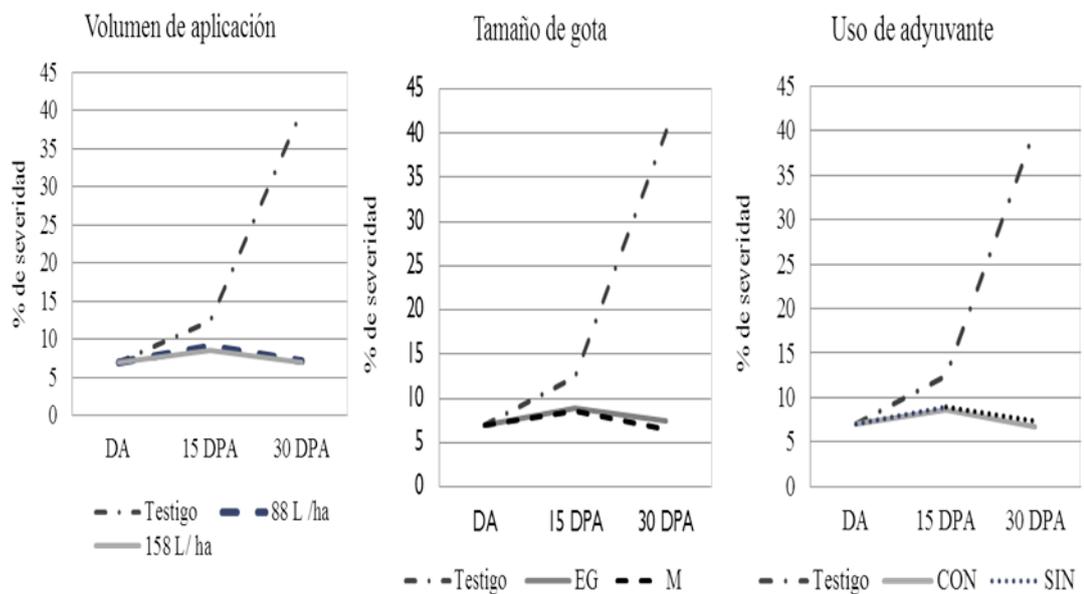


Figura 8. Efectos de los factores tasa de aplicación, uso de adyuvante y tamaño de gota, en el desarrollo de mancha amarilla expresada en severidad (%). T= Testigo sin fungicida; EG= Gota extremadamente gruesa; M= Gota media; Con /Sin= Uso de adyuvante; DA= día de aplicación; DPA= Días posteriores a la aplicación.

Igual efecto sobre la severidad de la enfermedad presentaron las interacciones dobles y triples de los factores, en donde no se diferenciaron en su

efecto con el testigo a los 15 DPA. A los 30 DPA los tratamientos siguieron sin diferenciarse entre ellos, pero todos se diferenciaron del testigo (Figura 9).

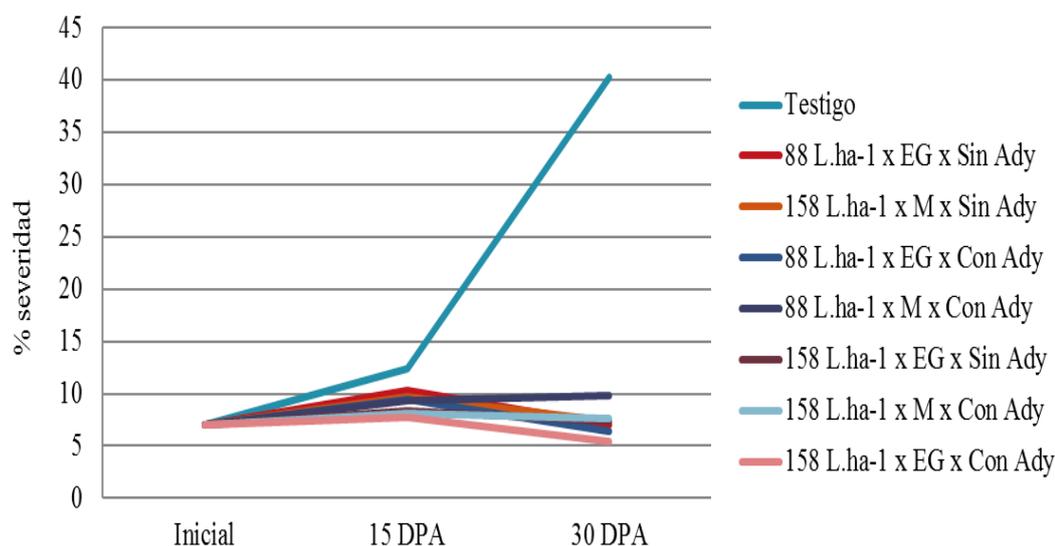


Figura 9. Evolución de mancha amarilla medida como severidad (%) para los distintas interacciones triples entre los factores tamaño de gota, volumen de aplicación y uso de adyuvante y para el testigo sin aplicación. T= Testigo sin fungicida; EG= Gota extremadamente gruesa; M= Gota media; Con /Sin= Uso de adyuvante; DA= día de aplicación; DPA= Días posteriores a la aplicación.

3.1.4 Efectos sobre el rendimiento en grano del cultivo

El rendimiento promedio general del experimento fue de 1304 kg.ha⁻¹ con un desvío estándar de 221 kg.ha⁻¹. Si bien todos los tratamientos controlaron la mancha amarilla y se diferenciaron significativamente del testigo, ninguno de los factores y sus interacciones, determinaron efectos significativos en el rendimiento en grano del cultivo (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza sobre el rendimiento en grano en el cultivar Klein Chajá.

Fuentes de variación	Valor de F	p > F
Bloque	1,26	0,3092
Testigo	0,33	0,5754
Volumen de aplicación(VA) (Testigo)	0,54	0,4741
Tamaño de gota (TG) (Testigo)	0,16	0,6910
Adyuvante (ADY) (Testigo)	0,13	0,7276
VA X TG (Testigo)	0,01	0,9416
VA x ADY (Testigo)	1,04	0,3220
TG x ADY (Testigo)	0,21	0,6536
VA x TG x ADY (Testigo)	0,02	0,8972

En el cuadro 8 se resumen las determinaciones realizadas con el fin de estimar los efectos de los factores tasa de aplicación, tamaño de gota y uso de adyuvante, sobre el control de mancha amarilla y sus posibles efectos sobre el rendimiento en grano. Los resultados indican que estadísticamente no se dieron diferencias tanto en la estimación de la cantidad de producto aplicado y depositado sobre las hojas del cultivo (μ de trazador / cm^2) y su distribución sobre las hojas (N° de impactos. cm^2). Lo cual no afectó el control de mancha amarilla entre tratamientos los cuales se diferenciaron del testigo. A pesar de ello el rendimiento del testigo no difirió de ninguno de los tratamientos. Teniendo en cuenta que el rendimiento es una variable compuesta por varios factores y la sanidad de las hojas presenta un efecto sobre el rendimiento (Annone, 2011) una posible explicación sería que el rendimiento del cultivo estuviera comprometido por algún otro factor.

Cuadro 8. Resumen de las determinaciones realizadas para estimar el efecto de los tratamientos.

Tratamiento	Trazador ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)	Densidad de impactos	% de severidad (DPA)		Rend. ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
			15	30	
Testigo	.	.	12,38 a	40,22 a	1225 a
EG x 88 L.ha ⁻¹ x Con ady	0,52 a	4,19 a	9,31 a	7,32 b	1272 a
EG x 88 L.ha ⁻¹ x Sin ady	0,95 a	5,09 a	10,32 a	9,88 b	1278 a
EG x 158 L.ha ⁻¹ x Con ady	0,44 a	23,79 a	8,12 a	6,44 b	1401 a
EG x 158 L.ha ⁻¹ x Sin ady	0,42 a	14,19	7,79 a	5,53 b	1271 a
M x 88 L.ha ⁻¹ x Con ady	0,50 a	.	8,36 a	7,03 b	1202 a
M x 88 L.ha ⁻¹ x Sin ady	0,60 a	18,00 a	9,44 a	7,35 b	1297 a
M x 158 L.ha ⁻¹ x Con ady	0,69 a	21,52 a	9,66 a	7,66 b	1340 a
M x 158 L.ha ⁻¹ x Sin ady	0,37 a	27,15	7,26 a	5,45 b	1260 a

EG: extremadamente gruesa; M: media

Diferentes letras significan diferencia estadística según test de Tukey- Kramer ($p < 0,05$).

3.2 EXPERIMENTO BIOINTA 1001

Debido a la pérdida en el campo de uno de los tratamientos aplicados sobre el cultivar Biointa 1001, el enfoque para los análisis estadísticos de los resultados se hizo por medio de contrastes, difiriendo del análisis utilizado en el experimento de Klein Chajá.

3.2.1 Cuantificación de deposición del trazador en Biointa 1001

Cuando se analizaron los datos de la deposición de trazador sobre las hojas, se observó que los tratamientos eran responsables de las diferencias encontradas en las deposiciones y su distribución en los 2 estratos evaluados, sin ser el estrato por sí mismo una fuente de variación en la cantidad de trazador colectado (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de varianza de los tratamientos por estrato y sus interacciones sobre la deposición.

Fuentes de variación	Valor de F	p > F
Bloque	7,83	0,0077
Tratamiento	15,81	<,0001
Estrato	0,29	0,6499
Estrato por tratamiento	4,09	0,0158

Al igual que en el ensayo con el cultivar Klein Chajá el estrato no determinó deposiciones diferentes de la cantidad de trazador, pudiendo estar explicado por el estado fenológico del cultivo (floración) más la propia arquitectura de la planta, lo cual facilita la llegada de las gotas a los estratos inferiores (Massaro, 2008). Iguales resultados fueron obtenidos en el cultivar Klein Chajá y por Charbonnier *et al.* (2011) usando igual metodología.

La mayor deposición se logró con el uso de 158 L.ha⁻¹ aplicados con gotas extremadamente gruesas y usando adyuvante. Pudiendo estar explicado por el mayor número de gotas generadas dado por la mayor Volumen de aplicación utilizada, a la retención sobre la superficie de las hojas de estas por el adyuvante y a la mayor deposición por gotas dada por su relación diámetro- volumen (Olivet y Zerbino, 2007). Esta diferencia no fue lograda con igual tratamiento en el experimento sobre Klein Chajá, inclusive a pesar de no existir diferencias estadísticas entre tratamientos fue uno de los tratamientos donde menos depósitos se lograron.

En este experimento los tratamientos con mayor tasa de aplicación, se asociaron con mayor recuperación de trazador aunque en algunos casos no significativamente (Cuadro 10). Estos resultados no son los esperados si se tiene en cuenta que para el factor volumen de aplicación no se dieron diferencias significativas, cuando Charbonnier *et al.* (2011) trabajaron con trigo, con igual metodología y utilizando volúmenes de 32, 60 y 100 L.ha⁻¹, incluso observaron una tendencia de menor deposición a mayor volumen de aplicación utilizada. La misma tendencia se observó para el experimento con el cultivar Klein Chajá y en ambos casos podrían atribuirse a un mayor escurrimiento. El experimento con Klein Chajá fue avalado con el estudio de la interacción del volumen de aplicación con el uso de adyuvante en donde el uso de adyuvante logró disminuir las pérdidas por escurrimiento, posiblemente por permitir mayor adherencia a la superficie de las hojas. Pero si concuerdan, con los resultados esperados y reportados por Cunha *et al.*, (2005) quienes encontraron mayores deposiciones en el cultivo de soja, cuando utilizaron 250 L.ha⁻¹ en comparación a 125 L.ha⁻¹ y de 115 y 160L.ha⁻¹ (Cunha *et al.*, 2006) en donde los resultados favorecieron la mayor cobertura y homogeneidad con la utilización de mayores volúmenes. Prat *et al.* (2008) trabajando con malezas y volúmenes de aplicación de 125, 250 y 400 L.ha⁻¹ obtuvieron mayores deposiciones con la Volumen de aplicación intermedia y mencionan que las plantas tienen capacidad de retener cierta cantidad de caldo aplicado y luego se da el escurrimiento. Según Leiva (2011) una vez que las gotas alcanzan la superficie foliar deben depositarse y permanecer sobre la misma. Este proceso depende básicamente de dos aspectos, el tamaño de la gota y el estado de la superficie de contacto de la hoja. La superficie vegetal presenta como dificultad para la adherencia, una capa de cera más o menos gruesa, y a veces pelos más o menos largos y densos, posiblemente las diferencias entre cultivares en las superficies de las hojas sea una de las posibles explicaciones de los resultados obtenidos (Etiennot, 1993). Al igual que fuera comentado para el cultivar Klein Chajá los adyuvantes con tensoactivos disminuyen la tensión superficial e incrementan la adherencia por una mayor superficie de contacto. Situación que se observó dentro de los tratamientos correspondientes a 158 L.ha⁻¹ más adyuvante, el cual sumó positivamente aumentando la deposición y

concuerta con la interacción significativa y positiva de los factores tasa da aplicación y uso de adyuvante encontrados en el experimento realizado en Klein Chajá.

Cuadro 10. Resumen de la deposición de los tratamientos sobre la deposición 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	0,31 BC
EG	158	Con ady	0,707 a	0,490 b	1,197 A
EG	158	Sin ady	0,285 bc	0,311bc	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	0,17 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 ($p < 0,05$), según prueba de Tukey cuando se comparan los estratos todos contra todos.

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 el menor volumen aplicado. La cual 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 media 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. En donde se colectó más del 59 % del depósito en el estrato superior, lo cual diferencia a este estrato del resto. La cantidad de trazador colectado en el estrato bajo es similar al

colectado en ambos estratos para los tratamientos de 158 L.ha⁻¹ con gotas media y extremadamente gruesa, con y sin uso de adyuvante, respectivamente. Los cuales a su vez no difirieron para ambos estratos con el resto de los tratamientos.

3.2.2 Densidad de impactos de trazador sobre las hojas de cultivo

A pesar de haberse realizado los mismos tratamientos bajo las mismas condiciones los resultados de densidad de impactos en los experimentos con Klein Chajá y con Biointa 1001, fueron diferentes. En Biointa 1001 no fueron significativas las diferencias de número de impactos por estratos (Cuadro 11). Tampoco los tratamientos interaccionaron de forma significativa con el estrato, como ocurrió en Klein Chajá. Si bien la densidad de siembra elegida en Biointa 1001 fue inferior en 10 semillas.m⁻¹ en comparación con Klein Chajá, esto fue compensado por la capacidad de macollaje, ya que el IAF 10 días antes de la aplicación, determinó que no existían diferencias entre cultivares siendo 2,07 y 2,08 para Klein Chajá y Biointa 1001, respectivamente. Posiblemente la distribución individual del área foliar de cada cultivar podría explicar las diferencias en la intercepción de las gotas. Porque a pesar de ser Klein Chajá un cultivar más erecto que Biointa 1001, al momento de aplicación de los tratamientos presentaba un 36% más de plantas evaluadas con 4 hojas desplegadas, frente a Biointa 1001, el cual concentraba la mayor parte de su IAF en HB, HB-1 y HB-2. Estas características de Biointa 1001 al momento de aplicación, cuestionan la existencia del estrato inferior como tal y explicarían la inexistencia de efecto en este experimento.

Cuadro 11. Análisis de varianza de los tratamientos y su interacción con el estrato en la densidad de impactos para el cultivar Biointa 1001.

Fuentes de variación	Valor de F	p > F
Bloque	5,38	0,0125
Tratamiento	6,39	0,0005
Estrato	0,13	0,7182
Estrato x tratamiento	1,15	0,3674

Cuando se consideran los efectos de los tratamientos, la densidad de impactos está afectada, por el volumen de aplicación y por el tamaño de gota utilizado (Cuadro 12). Siendo el tratamiento de 158 L.ha⁻¹ aplicado con gotas medias y con uso de adyuvante que se diferencia significativamente ($p < 0,05$) de los tratamientos que utilizaron 88 L.ha⁻¹ gotas medias con adyuvante e igual volumen de aplicación con gotas extremadamente gruesas y sin adyuvante. El tratamiento que utilizó 88 L.ha⁻¹ con gota gruesa y 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 no provocó diferencias significativas entre tratamientos pero si generó una tendencia a aumentar la densidad de impactos en todos los casos.

En este experimento los tratamientos que utilizaron los mayores volúmenes de aplicación fueron los que lograron mayor número de impactos y recuperaron mayor cantidad de trazador. En la colecta de trazador, las gotas gruesas generaron por compensación de volumen mayor deposición por impacto, cuando estas son retenidas por el adyuvante sobre la superficie de la hoja.

Cuadro 12. Densidad de impactos por tratamientos para el cultivar Biointa 1001.

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= tamaño de gota extremadamente gruesa. Letras seguidas por igual letra no se diferencian con $p < 0.05$, según prueba de Tukey.

3.2.3 Evolución de la mancha amarilla

3.2.3.1 Desarrollo de mancha amarilla previa a la aplicación de los tratamientos

Las condiciones ambientales para el desarrollo de la enfermedad fueron las mismas que se dieron y se describieron en el experimento del cultivar Klein Chajá. En la figura 10 se representa las condiciones climáticas, el estado fenológico en el momento en el cual fueron hechos las lecturas sanitarias y el porcentaje de severidad. Dichas lecturas fueron unidas por una línea de tendencia. La línea de tendencia nos da la idea de que a pesar de darse las condiciones para el desarrollo de la enfermedad y de llegar con 7% de severidad al momento de aplicación de los tratamientos, Biointa 1001 fue capaz de mantener estable el porcentaje de severidad en las tres primeras lecturas realizadas los días 26/08/2009, 05/09/2009 y 15/09/2009. Pero a diferencia del cultivar Klein Chajá, los síntomas de la enfermedad tuvieron

desarrollo a nivel de todo el estrato del cultivo llegando incluso en hoja bandera con severidad de 6 % en la última lectura previa a la aplicación. La mancha amarilla se concentró en un menor número de hojas debido a la senescencia de la mayoría de las hojas inferiores (Figura 11).

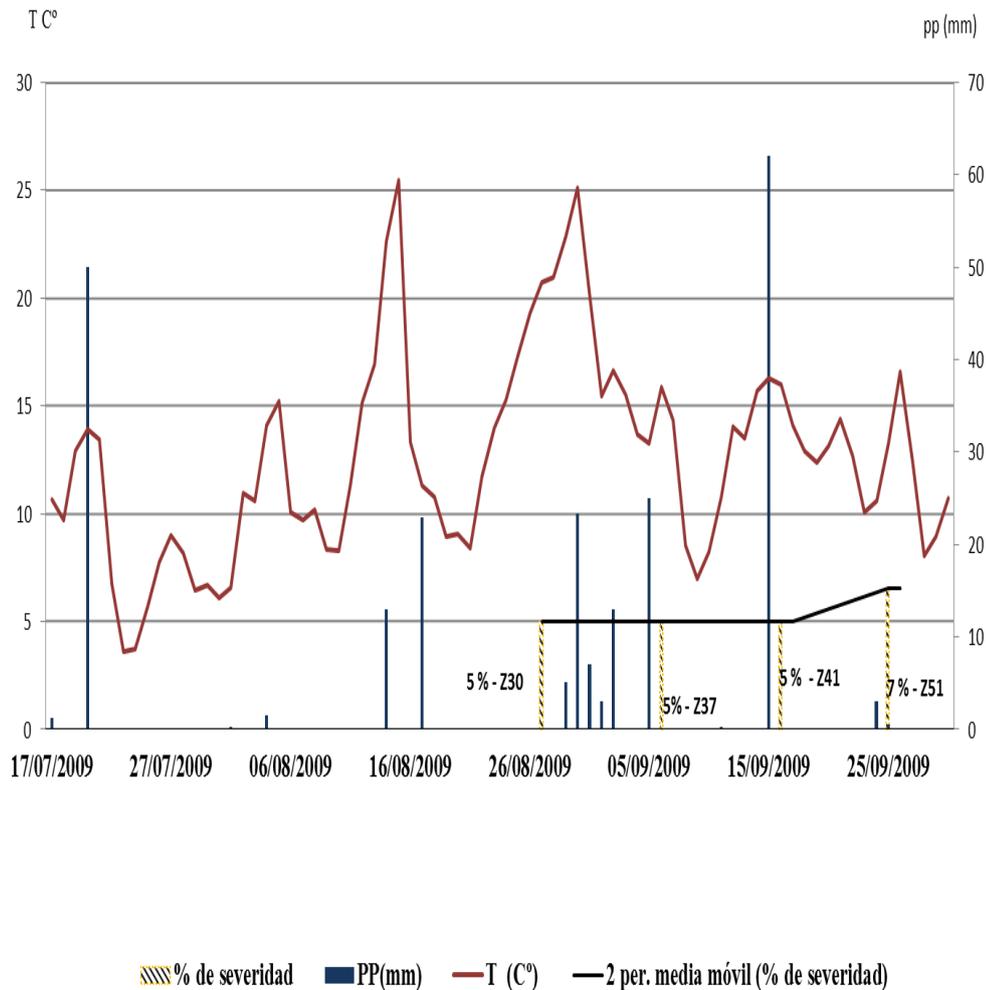


Figura 10. Temperatura media, lluvias, estado fenológico y severidad de mancha amarilla media de los tratamientos y el testigo en el cultivar Biointa 1001previo a la aplicación. Nota: 2per.media móvil (% de severidad), corresponde a una línea de tendencia entre dos periodos de las lecturas de severidad.

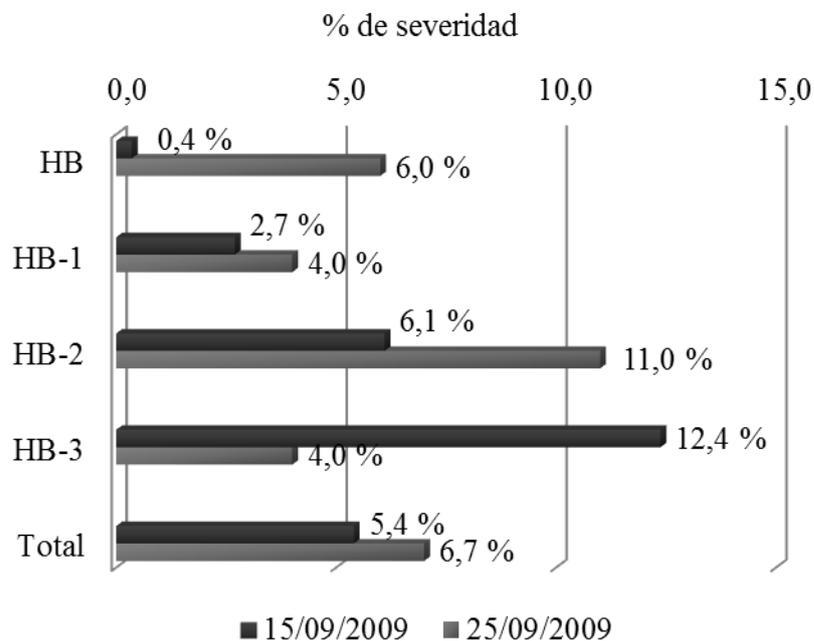


Figura 11. Figura 9. Severidad de mancha amarilla (%) en hoja bandera (HB), hoja bandera -1 (HB-1), hoja bandera -2 (HB-2), hoja bandera -3 (HB-3), al momento de aplicación de los tratamientos (25/9/09) y en los 10 días previos.

3.2.3.2 Desarrollo de mancha amarilla posterior a la aplicación de los tratamientos

Debido a la pérdida de uno de los tratamientos en el campo, para el estudio de la evolución de la mancha amarilla luego de aplicados los tratamientos, se hizo un análisis global, para lo cual se tomaron todas las combinaciones presentes de los factores (volumen de aplicación por tamaño de gota utilizada por uso de adyuvante) anidadas en el testigo, de forma de evaluar el efecto de aplicar fungicida. Además, se estudiaron las posibles diferencias entre las combinaciones de los factores dentro de los tratamientos. Ello se repite para cada lectura y se presenta en el cuadro 13. Los análisis permiten identificar que quienes generaron al menos una diferencia fueron el testigo (sin fungicida), los días de monitoreo y la combinación de ambos. O sea que el control de la enfermedad por los tratamientos se diferenció del testigo según el día de monitoreo y no se dieron diferencias en el nivel de control entre tratamientos. De

igual manera que en el experimento para Klein Chajá las condiciones ambientales fueron favorables para el desarrollo de la mancha amarilla, (Figura 10). Además se puede observar un patrón de comportamiento similar de los tratamientos al presentado por los mismos tratamientos en el experimento Klein Chajá. Similar comportamiento obtuvo Díaz (2011) para el control de mancha amarilla, en el año 2009.

Cuadro 13. 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

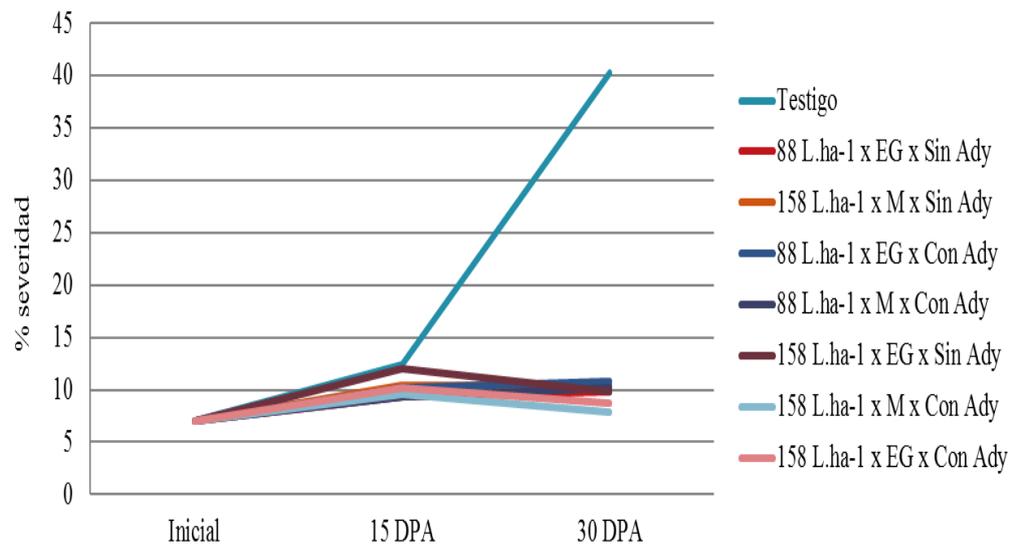


Figura 12. Evolución de mancha amarilla medida como severidad (%) para las distintas interacciones triples entre los factores tamaño de gota, volumen de aplicación y uso de adyuvante y para el testigo sin aplicación. T= Testigo sin fungicida; EG= Gota extremadamente gruesa; M= Gota media; Con /Sin= Uso de adyuvante; DA= día de aplicación; DPA= Días posteriores a la aplicación.

A pesar de que inicialmente presentaban severidades similares (7%), en todos los casos en Biointa 1001, los tratamientos permitieron un mayor desarrollo de la enfermedad. Posiblemente sea consecuencia de la distribución de la enfermedad en las hojas del cultivo. Ya que en Klein Chajá la infección se concentraba en las hojas inferiores las cuales presentaban menor tejido vivo e incluso muchas de esas hojas morían. En Biointa 1001 la infección se encontraba en las hojas más nuevas como HB.

En la comparación de los tratamientos de 158 L.ha⁻¹, con gotas extremadamente gruesas, se observó un beneficio en el uso de adyuvante por un aumento en la retención del caldo sobre las hojas (Cuadro 15). Ello podría explicar las diferencias del 1,78% y 1,11% menos de severidad de mancha amarilla en el tratamiento con uso de adyuvante a los 15 y 30 días posteriores a la aplicación,

respectivamente. Similar comportamiento presentó el tratamiento de 158 L.ha⁻¹ aplicados con gota media, en donde el uso de adyuvante permitió lograr un mayor número de impactos y una mayor recuperación de trazador, lo cual posiblemente fuera la causa del mejor control de la enfermedad con un 2,5 % menos de severidad a los 30 días posteriores a la aplicación con uso de adyuvante.

El menor número de impactos generados y la menor deposición de caldo lograda en los tratamientos que utilizaron 88 L.ha⁻¹, no lograron controlar la enfermedad con una mayor tasa de desarrollo de la mancha amarilla en relación al testigo sin aplicar. Posiblemente en este caso el factor volumen de aplicación sea el factor limitante.

3.2.4 Efectos sobre el rendimiento del cultivo

El rendimiento promedio general del experimento fue de 1307 kg.ha⁻¹ con un desvío estándar de 154 kg.ha⁻¹. Si bien todos los tratamientos controlaron la mancha amarilla y se diferenciaron significativamente del testigo, no se observaron diferencias significativas entre estos tratamientos para rendimiento en grano del cultivo (Cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de varianza de los tratamientos sobre el rendimiento en grano.

Fuentes de variación	Valor de F	p > F
Bloque	1,46	0,2685
Tratamientos	2,00	0,1327

En el cuadro 15 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 número de impacto sobre las hojas y en las cantidades de caldo recuperado, 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 permitió una recuperación notoria de este lo cual no permitió generar diferencias significativas en el control de la enfermedad entre tratamientos y sus posibles efectos en rendimiento. Por otro lado y de igual manera que en el experimento Klein Chajá, 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 probando varios fungicidas, dentro de los cuales se encontraba el usado en los experimentos, 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 se vieron diferencias con los rendimientos en grano de los cultivares tratados en donde fue controlada la enfermedad.

Cuadro 15. Resumen de las determinaciones realizadas para estimar el efecto de los tratamientos.

Tratamiento	μL de trazador $\cdot\text{cm}^{-2}$	Densidad de impactos $\cdot\text{cm}^{-2}$	% Severidad (DPA)		Rend $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$
			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	14,21abc	10,19 a	8,67 b	1204 a
EG x 158 L. ha^{-1} x Sin ady	0,59 b	14,10abc	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	27,28a	9,52 a	7,92 b	1434 a
M x 158 L. ha^{-1} x Sin ady	0,38 bc	20,32ab	10,49 a	10,44 b	1619 a

EG: tamaño de gota extremadamente gruesa; M: media

4. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en este trabajo los factores de variación tamaño de gota, volumen de aplicación y uso de adyuvante no determinaron iguales efectos en la deposición de los dos cultivares evaluados. En el cultivar Klein Chajá el uso de adyuvante determinó un incremento de la deposición cuando se utilizaron 158 L.ha⁻¹. Cuando se evaluó la densidad de impactos la utilización de 158 L.ha⁻¹ y gotas medias determinaron mayor densidad de impactos. La utilización de 158 L.ha⁻¹ además permitió lograr mayor número de impactos en el estrato inferior. En Biointa 1001 el tratamiento que utilizó gota extremadamente gruesa, 158 L.ha⁻¹ y adyuvante fue el que logró la mayor deposición, no así la mayor densidad de impactos, siendo el tratamiento con gota media, 158 L.ha⁻¹ y adyuvante, el que presentó mayor densidad de impactos, aunque sin diferencias entre ellos. El estrato no condicionó la deposición de trazador, ni la densidad de impactos.

En la respuesta al control de mancha amarilla, ambos cultivares se diferenciaron del testigo, pero no presentaron diferencias significativas provocadas por los factores de variación. Mientras que en el rendimiento en grano, donde tampoco hubo respuesta a los factores de variación, estos no se diferenciaron con el testigo sin aplicación de fungicida.

5. BIBLIOGRAFÍA

Annone JG. 2011. Manejo de enfermedades en trigo y cebada. Serie técnica INIA, 189: 13-18.

Effect of application method on the control of powdery mildew (*Bulmeria graminis*) on spring barley

Barber JA, Chowdhury AB, Parkin CS. 2003.. Crop Protection, 22: 949-957.

Carmona M. 2008. Ubicación estratégica de fungicidas para el control de las enfermedades foliares de la cebada [En línea] 21 agosto 2012. <http://www.google.com.uy/search?hl=es&q=carmona+2008+cebada+y+fungicidas+&btnG=Buscar&meta=>.

Castro M, Díaz M, Germán S, Vázquez D. 2008. Resultados experimentales de evaluación de cultivares de trigo ciclo largo período 2006-2007-2008: [En línea], 17 de agosto. Disponible en: http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/trigocl08.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 ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 52 p.

Christofoletti J. 1999. Considerações sobre deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle. TeeJet Soth América 1:1- 15 p.

Christofoletti J. 1992. Manual Shell de máquinas e técnicas de aplicação de defensivos. Em: Programa de manutenção segura de productos. São Paulo. Shell Brasil. 1-122.

Combella JH. 1982. Loss of herbicides from ground sprayers. Leed Res. 22: 193 – 204.

- Cross J, Walklate P, Murray R, Richardson R. 2001. Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer: 2. Effects of spray quality. *Crop Protection* 20(4): 333-343.
- 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 19 agosto. 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. *Serie técnica* 189: 95-110.
- Díaz M. 2003. Manchas foliares y fusariosis de la espiga. In: *Seminario Internacional, Estrategias y metodologías utilizadas en el mejoramiento de trigo: un enfoque multidisciplinario*. Eds. Kohli, M.; Díaz de Ackermann, M.; Castro, M. La Estanzuela, Uruguay. CIMMYT/INIA. p. 371-380.
- Etiennot A. 1993. Pulverizaciones terrestres. En: *Jornada "Aplicación Terrestre"*. (12 y 13 de Agosto de 1993) (Ed: Etiennot,AE) Secretaría de Extensión Univ. Facultad de Cs Agrarias. Univ. Nacional de Rosario, Rosario, Santa Fé, p 20.

- Grover R, Shewchuck A, Cessna A, Smith & Hunter. 1985. Fate of 2,4 D isoo-octyl ester after application to a wheat field. *J. Environ.* Vol.14:203-210.
- Holloway P.1970. Surface factors affecting the wetting of leaves. *Pesticide Science*, 1(1):56-63.
- Junco E. 1978. Técnicas especiales antiderivas. En: Conferencia Internacional de Mecanización Agrícola (10, 1978, España) Feria Internacional Agrícola.15. 177-182.
- Kempehaar C, Tonneijck & L.J. Van Der Eerden. 1998. Exposure of non-target plants to pesticides: a review on atmospheric concentrations and no-effect levels with special attention for herbicide vapors. Research Institute for Agrobiology and soil Fertility Wageningen: AB-DLO. 1- 20.
- Leiva P. 2011. Calidad de aplicación de plaguicidas. [En línea]: Centro Internacional de Capacitación INTA-CIMMYT. I Jornada de Control Químico de Enfermedades del **Trigo**. Consultado 19 agosto. Disponible en: <http://www.argenpapa.com.ar/img/Calidad%20aplicaci%C3%B3n%20agqcos..pdf>.
- Lenz G, Silveiro R, Gripa S, Tormen N, Nascimento L. 2011. Espectro de gotas e idade de trifólios 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.
- Matuo T. 1998. Fundamentos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos. In: *Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias* (2,

1998, Santa Maria). Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria. 2. 95-101.

Morgan N. 1972. Spray application in plantation crops. *International journal of pest management*. 18 (3): 316-326.

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, 2002. [En línea] Disponível em: <http://www.apsnet.org/publications/PlantDisease/BackIssues/Documents/1994Articles/PlantDisease78n09_857.pdf>. Acesso em: 03 set. 2010. doi: 10.1590/S0100-41582002000600004.

Olivet J, Picos C, Zerbino S, Villalba J. 2009. Tecnología de aplicación para el control de insectos en el cultivo de soja. En: Congreso argentino de ingeniería rural y del MERCOSUR (10 y 2, 2009, Rosario, Argentina). Actas del X Congreso Argentino de Ingeniería Rural y II del MERCOSUR. ISBN 9789506737481. 338-346.

Olivet J, Zerbino S. 2007. Tecnología de aplicación en el control de insectos en soja. En: Jornada de cultivos de verano. INIA La Estanzuela. Serie actividades de difusión 505: 33-43.

Ozeki, Kunz R. 1998. Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias aplicação aérea - aspectos práticos. Em: Santa Maria, Departamento de Defesa Fitossanitária/UFMS. 65-78.

Prat M, Rodrigues J, Martins M, González SJ, Cuevas H. 2008. Deposición de herbicida en plantas dañinas en función del tipo de boquilla de pulverización y el tasa 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. 1-100.
- Santos R. 2007. Níveis de deposição de produtos líquidos com aplicação aérea utilizando adjuvantes. Dissertação Mestrado Engenharia Agrícola - Máquinas e Automação Agrícola – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 98p.
- Spillman J. 1982. Atomizers for the aerial application of herbicides—ideal and available. *Crop Protection*. 1(4): 473-482.
- Teixeira M. 2010. Estudio de la población de gotas de pulverización. En: Magdalena JC. Coord. Tecnología de aplicación de agroquímicos. Alto Valle, INTA. 67-75.
- Van Zyl S, Brink J, Calitz F, Fourie P. 2010a. Effects of adjuvants on deposition efficiency of fenhexamid sprays applied to chardonnay grapevine foliage. *Crop Protection*. 29(8): 843-852.
- Van Zyl S, Brink J, Calitz F, Coertze S, Fourie P. 2010b. The use of adjuvants to improve spray deposition and *Botrytis cinerea* control on Chardonnay grapevine leaves. *Crop Protection*. 29(1): 58-67.
- Villalba J. 2009. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estágio R1. *Ciência Rural*, 39(6): 1738-1744.
- 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.