

Uso de softwares para la determinación de la calidad de aplicación de plaguicidas. (1)

Gorordo, Juan José (2)

Roncati, Pablo Sebastián (2)

RESUMEN

Se analizó la posibilidad que los programas de conteo y tipificación de gotas CIR 1.5 y Sylcomp AG 1.0.4 pueda determinar superposiciones de gotas en los impactos que se producen sobre el papel hidrosensible CF 1. Se realizaron aplicaciones con pastillas modelos XR y TT, ambas de caudal 02 (color amarillo), a una presión de 1,5 bar, en las que sólo se modificó la tasa de aplicación por efecto de modificaciones en las velocidades de avance del equipo aplicador. Con ambos modelos de pastillas las coberturas conseguidas (impactos/cm²) se incrementaron en forma significativa con el aumento de las tasas de aplicación, pero no en forma proporcional. Ese incremento de las coberturas fue de tan sólo la mitad de los incrementos de las tasas de aplicación. Por otro lado ante las aplicaciones realizadas a distintas tasas (l/ha) con un mismo tamaño de gota, los dos programas incrementaron la magnitud de las variables de esos tamaños de gota (DVM y DNM), por lo que no se encontraron evidencias que los programas puedan determinar superposiciones de gotas en las manchas producidas sobre el papel CF1. Las diferencias obtenidas con los distintos modelos de pastillas respondieron a los soportes teóricos de cada uno de ellas y las diferencias entre programas de conteo y tipificación de gotas se ajustaron a lo informado en otros trabajos sobre el tema.

Palabras claves: superposición de gotas, CIR 1.5; Sylcomp AG 1.4; aplicación de plaguicidas.

(1) Trabajo Final de Graduación. Dirigido por el Ing. Agr. Fernando D. García y co dirigido por el Ing. Agr. José E. Sosa. Cátedra Terapéutica Vegetal. Facultad de Agronomía. UNLPam.

(2) Estudiantes de la Facultad de Agronomía. UNLPam

INTRODUCCIÓN

Cuando se usa un pesticida, el propósito es distribuir la dosis correcta del mismo sobre un objetivo definido, con un mínimo de pérdidas debido a las derivas (exoderiva, endoderiva y termoderiva). En el futuro será necesario incorporar los nuevos desarrollos de la “agricultura de precisión” que permitirán ajustar la aplicación de agroquímicos según la necesidad de cada parcela en particular, integrar los sistemas de posicionamiento global, sistemas de información geográfica y de soporte de decisión mediante el desarrollo de softwares específicos. El éxito o fracaso de un tratamiento fitosanitario depende de tres factores básicos: la correcta elección de producto y dosis, el momento oportuno de control y la calidad de la aplicación (FAO, 2002)

En este marco general, el presente proyecto se enfoca en la calidad de aplicación de fitosanitarios.

La calidad de aplicación de un plaguicida resulta de la interacción de tecnologías de procesos, en las que se involucran costos económicos y procesos intelectuales (habilidades para el cómo hacer) y de tecnologías de insumos (material e instrumental disponible). Se entiende por calidad de aplicación a la cantidad de principio activo depositado sobre el blanco con una determinada cobertura (área cubierta o impactos/cm²), y minimizar las pérdidas por fuera del blanco. En este aspecto, hay afirmaciones que ningún plaguicida es mejor que la técnica de aplicación del mismo (Etiennot, 1993)

Una forma sencilla y económica de cuantificar estos datos es por medio de la utilización de tarjetas óleo o hidrosensibles, según el caldo aplicado. Dado que lo que se observa sobre la tarjeta sensible no son gotas sino manchas (impactos), hay que realizar la transformación correspondiente considerando el factor o coeficiente de expansión que sufre la gota al impactar con la superficie de la tarjeta. Con lupas apropiadas puede realizarse el recuento de las manchas (impactos) pero no los parámetros referidos a diámetros medianos (volumétrico y numérico), relaciones entre ellos (DVM/DNM o amplitud relativa ([DV.9 – DV.1/DV.5]) y consecuente el volumen recolectado (García *et al.*, 2003)

En la actualidad la tecnología disponible en análisis de imágenes y cálculo computarizado, permite el uso de programas diseñados especialmente para contar y caracterizar una aspersion. Entre ellos CIR 1.5 y el Sylcomp AG (Sylcomp, 2004; Casal, 2005) están ampliamente difundidos en la República Argentina. Otros programas, basados en los mismos supuestos se utilizan en otros países (Wolf *et al.*, 1999; Soriano y Porras Piedra, 2001; Wolf *et al.*, 2003; Ramos *et al.*, 2004; Hoffman and Hewit, 2005; Cordeiro de Araújo y Maturama

de Araújo, 2007). Estos programas proporcionan información de cantidad de impactos, área cubierta y variables de dimensiones de gotas sobre tarjetas de papel hidrosensible CF 1 (Cyba Geigy, 1985)

El fundamento de estos programas consiste en el escaneo de las tarjetas impactadas y sobre archivos jpg o bmp se despliegan distintas cantidades de rectángulos en los cuales los programas efectúan los recuentos de imágenes: número de impactos/cm², DNM, DVM, relaciones de amplitud relativa, factores span, y factores de eficiencia (tasas de aplicación recolectadas/tasas de aplicación realizadas). Para estos últimos casos es necesario el conocimiento de los coeficientes de expansión (Onorato y Tesouro, 2006). Coeficientes de expansión obtenidos en condiciones controladas (temperatura, humedad relativa y velocidad de caída de las gotas han sido proporcionados en el manual de uso del papel hidrosensible CF 1 (Ciba Geigy, 1985). Sin embargo no resulta posible conocer los coeficientes de expansión que usan los programas de conteo y tipificación de gotas, en virtud que las aplicaciones siempre se realizan en condiciones diferentes a las aportadas por el manual del papel CF 1.

Estos programas han sido ampliamente utilizados en situaciones de investigación (Enfalt *et al.*, 1997a, Enfalt *et al.*, 1997b; Wolf *et al.*, 1999, Wolf *et al.*, 2003; Sugisawa *et al.*, 2004; Carmona, 2005; Herrera *et al.*, 2005; Olea *et al.*, 2005; Cordeiro de Araujo y Maturana de Araujo, 2007, Venturelli *et al.*, 2008) como en estrategias de determinación de medición de variables de la población de gotas.

Cuando se produce una disminución de la tensión superficial del caldo el tamaño de las gotas disminuye, pero aumenta el tamaño de las manchas (impactos), por modificación del coeficiente de expansión (Armellini y Sosa 2011, García *et al.*, 2012a). En este caso los programas proporcionan magnitudes de tamaños de gotas mayores a los que se producen con agua pura, en contradicción con el soporte teórico del efecto de la tensión superficial sobre esos tamaños. Inclusive se han detectado diferencias significativas por efecto del formato (jpg vs. bmp) del archivo de imagen (García *et al.*, 2012b). Por otro lado comparaciones efectuadas entre los programas CIR 1.5 y Sylcomp AG 1.0.4, han demostrado que proporcionan distintos valores de las variables que miden (Coscolluela, 2009; García *et al.*, 2009). De la misma forma Leiva & Cordeiro Araujo (2007) han encontrado diferencias en la información proporcionada por diferentes programas de conteo y tipificación tanto en la variable cobertura como en las variables de dimensiones de gotas. El CIR 1.5 fue el programa que proporcionó los mayores valores de impactos/cm² con respecto a los otros programas y esos autores lo atribuyen a la capacidad de ese software de poder determinar superposiciones de impactos, pero no dan un fundamento de su afirmación. En los trabajos de

Armellini y Sosa (2011) y García *et al.*, (2012a), con uso de tensioactivos y manteniendo la tasa de aplicación constante, se ha encontrado que el CIR 1.5 proporciona información de mayor cantidad de impactos cm^2 que el programa Sylcomp AG; sin embargo no queda clara la causa de esa diferencia. Si bien la disminución de la tensión superficial ha producido más cantidad de gotas por el menor tamaño de las mismas, se encontraron variables dimensionales de mayor tamaño sobre el papel, de forma tal que no es posible determinar si esas manchas más grandes se deben a superposiciones que detectaría el CIR 1.5, o a que la disminución de la tensión superficial produce coeficientes de expansión de mayor tamaño. Esta confusión se genera porque el CIR sobrestima 3 veces el DVM, pero subestima el DNM con respecto al Sylcomp AG.

OBJETIVO E HIPOTESIS DE TRABAJO:

El objetivo del trabajo fue evaluar la capacidad del programa CIR 1.5 para detectar superposición de gotas (debido a aumentos en la cantidad de impactos por unidad de superficie al variar la tasa de aplicación por cambios de la velocidad de avance, y a la misma presión de trabajo). Además se evaluará la diferencia que proporcionan los softwares en la lectura de las DVM, DNM, relación DVM/DNM,

La hipótesis del trabajo es que los software CIR 1.5 puede detectar superposición de gotas al comparar la variable cobertura (impactos/ cm^2).

De ser cierta esta hipótesis la cantidad de impactos/ cm^2 , y ante aplicaciones con el mismo caldo, la misma pastilla y presión de trabajo, y en lo que sólo se varía la velocidad de avance, la cantidad de impactos leídos por el programa CIR 1.5 debiera guardar una asociación estrecha y significativa con las distintas tasas de aplicación que se usen, y se mantendrían independientes de la tasa de aplicación las magnitudes de las variables de tamaño de las gotas (DVM y DNM).

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un experimento en donde se mantuvieron constantes las pastillas utilizadas, la presión de trabajo y la altura de trabajo de las mismas, de forma tal que se produjo siempre el mismo caudal/pico, el mismo tamaño de gota y la misma distancia del pico a los colectores porta tarjetas de forma tal que las gotas recorrieron siempre la misma trayectoria. Se varió la velocidad de avance las aplicaciones y de esta manera se obtuvieron las distintas tasas de aplicación.

Las pastillas que se utilizaron fueron XR 110 02 y TT 110 02, las que por información del fabricante (Spraying SCo, 2005) producen distintos tamaños de

gota y distintas coberturas sobre el papel hidrosensible (Fontana *et al.*, 2005). El modelo XR produce gotas de menor tamaño y mayor cobertura que el modelo TT.

En todos los casos las aplicaciones se realizaron con 2 pastillas montadas sobre una barra a 0,7 m de distancia entre sí (ancho de trabajo = 1,4 m), una presión de 1,5 bar y a una altura de trabajo de la pastilla a los colectores de 0,7 m, de forma tal que se mantuvo la relación $h/d = 1$ proporcionada por el fabricante.

Las aplicaciones se realizaron con un equipo de precisión operado por una persona suficientemente entrenada en aplicaciones de ese tipo, provisto de una bomba accionada manualmente, con un manómetro en barra de 0-5 bar de escala, con una mínima división de 0,2 bar.

Las velocidades de avance que se ensayaron, y consecuentemente las distintas tasas de aplicación, se determinaron luego de efectuadas las mismas, por medio de un cronómetro con aproximación a 1/100 seg. Los datos obtenidos para la calibración del equipo, se indican en los Cuadros 1, 2 y 3.

En cada pasada se colocaran 5 tarjetas (repeticiones), en forma equidistante y en un ancho de 1,4 m, de forma tal que cada pasada se efectuó sobre la tarjeta central; además se efectuaron dos pasadas laterales, para garantizar las superposiciones a cada lado de la primera y última tarjeta, y por último 2 pasadas más a cada uno de los lados, como borduras. La disposición de las tarjetas fue perpendicular a las direcciones de avance del equipo.

Todas las aplicaciones se realizaron en un ambiente completamente cerrado y en el menor tiempo posible, para eliminar los efectos del viento y minimizar las modificaciones de temperatura y humedad relativa. Estas variables se determinarán por medio de termómetro y psicrómetro digital; las condiciones ambientales durante todo el trabajo fueron de 18 °C y 50 % de humedad relativa. Todas las aplicaciones se realizaron con agua corriente, de una densidad de 1,001 g/cm³ y de 72 din/cm de tensión superficial.

Las tarjetas impactadas fueron escaneadas con una resolución de 1200 dpi y color real de 24 bits, bajo formatos bmp, de acuerdo a las prescripciones de los fabricantes de los programas CIR 1.5 y Sylcomp AG.

Para las determinaciones se desplegaron los 5 rectángulos que ofrecen los programas como áreas de muestreo, en forma predeterminada. Sobre esas áreas se efectuaron las determinaciones de: Cobertura (impactos/cm²), DVM; DNM, Factor de Dispersión (relación DVM/DNM) y área cubierta (esta última solo en el caso del CIR 1.5, ya que el Sylcomp AG 1.0.4 no proporciona esa variable). En el caso del programa Sylcomp AG, que no proporciona

directamente el factor de dispersión, el mismo se calculó con los datos de DVM y DNM efectuando la operación de división correspondiente.

Asumiendo que los soportes teóricos indican que hay diferencias en las coberturas y tamaños de gotas producidas por los dos modelos de pastillas en cuestión, y que los programas proporcionan datos diferentes de las variables de la población de gotas, cada variable medida se sometió a un análisis de la varianza en un esquema de un experimento enteramente al azar de 4 tratamientos (tasas de aplicación) con 5 repeticiones (tarjetas). Se efectuó un análisis para cada combinación de programa x pico.

En los casos de significancias, las medias se contrastaron por el uso del test de Tukey al 5 % de probabilidad.

Cuadro 1.- Datos obtenidos en la determinación del Caudal/pico, a una presión de 1,5 bar.

<p>Pastilla TT 110 02.</p> <p>Caudal $X = 0,56$ l/min. Dato promedio de 5 repeticiones para cada pastilla utilizada.</p> <p>Contraste de las medias de caudal (l/min) entre pastillas:</p> <p>X Pastilla A= 0,57 a</p> <p>X Pastilla B= 0,55 a</p> <p>Pastillas que no difieren significativamente entre sí. Test F. $0,2 > p > 0,25$. C.V. 1,6 %</p>
<p>Pastilla XR 110 02</p> <p>Caudal $X = 0,56$ l/min. Dato promedio de 5 repeticiones para cada pastilla utilizada.</p> <p>Contraste de las medias de Caudal (l/min) entre pastillas:</p> <p>X Pastilla A= 0,57 a</p> <p>X Pastilla B= 0,55 a</p> <p>Pastillas que no difieren significativamente entre sí. Test F . $0,25 > p > 0,5$. C.V. 1,3 %</p>
<p>Contraste entre las medias de caudal (l/min) en ambos modelos de pastillas</p> <p>X TT 110 02 = 0,56 a</p> <p>X XR 110 02 = 0,56 a</p> <p>Pastillas que no difieren significativamente entre sí. Test F.</p>
<p>La comparación de los valores obtenidos en cada pastilla con el valor de Tabla proporcionado por el fabricante (Spraying S. Co., 2005) indicó que todos los valores individuales obtenidos estuvieron dentro del límite: Valor de tabla +/- 5 %.</p>

Cuadro 2. Datos obtenidos en la determinación de la Velocidad de Avance (km/h). (Continúa en la pág. siguiente)

<p>Pastilla TT 110 02</p> <p>X Velocidad de avance 1 = 3,82 d</p> <p>X Velocidad de avance 2 = 4,23 c</p> <p>X Velocidad de avance 3 = 4,75 b</p> <p>X Velocidad de avance 4 = 5,26 a</p> <p>Promedios con distinta letra difieren significativamente entre sí. Test Tukey, $p \leq 0,05$. C.V. 1,41 %</p>
<p>Pastilla XR 110 01</p> <p>X Velocidad de avance 1 = 3,71 c</p> <p>X Velocidad de avance 2 = 4,30 b</p> <p>X Velocidad de avance 3 = 5,13 a</p> <p>X Velocidad de avance 4 = 5,19 a</p> <p>Promedios con distinta letra difieren significativamente entre sí. Test Tukey, $p \leq 0,05$. C.V. 1,27 %</p>
<p>Comparación entre las velocidades de aplicación (km/h) para los dos modelos de pastillas</p> <p>X Velocidad de avance 1 TT 110 02 = 3,82 a</p> <p>X Velocidad de avance 1 XR 110 02 = 3,71 a</p> <p>Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test F. C.V. 1,38 %</p> <p>X Velocidad de avance 2 TT 110 02 = 4,23 a</p> <p>X Velocidad de avance 2 XR 110 02 = 4,30 a</p> <p>Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test F. C.V. 1,41 %</p> <p>X Velocidad de avance 3 TT 110 02 = 4,75 a</p> <p>X Velocidad de avance 3 XR 110 02 = 5,13 a</p>

Cuadro 2.- (cont.)

Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test F. 0,10 >
 $p > 0,05$ C.V. 1,93 %

X Velocidad de avance 4 TT 110 02 = 5,26 a

X Velocidad de avance 4 XR 110 02 = 5,19 a

Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test F. C.V.
1,47 %

Cuadro 3.- Tasas de aplicación (l/ha) efectuadas con cada modelo de pastilla

Modelo de Pastilla	Tasas de aplicación (l/ha)
TT 110 02	122,06
	110,23
	98,16
	88,14
XR 110 02	125,68
	108,44
	90,89
	89,84

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se muestran en los Cuadros 4, 5, 6 y 7. En los correspondientes al programa Sylcomp AG 1.0.4 no presentan los datos de área cubierta ya que ese software no estima esa variable.

Los datos proporcionados por cada uno de los programas considerados, produjeron las mismas variaciones que han sido indicadas en los trabajos de Leiva y Araujo (2007); Cosculluela, (2009); Armellini y Sosa 2011, García *et al.*, (2012 a). El programa CIR 1.5 produjo sobre estimaciones de la cantidad de impactos/cm² y del DVM y sub estimaciones del DNM con respecto al programa Sylcomp AG 1.0.4. De esa forma, independientemente de las pastillas consideradas, las relaciones DVM/DNM (factor de dispersión), fueron mayores con el CIR 1.5.

De la misma forma las diferencias en las magnitudes de las variables impactos/cm², DVM; DNM y factor de dispersión entre las pastillas TT y XR, se correspondieron con el soporte teórico otorgado por el fabricante (Spraying S. Co, 2005) y a datos experimentales (Fontana *et al*, 2005). El modelo XR produjo mayor cobertura que el TT y menores dimensiones de tamaños de gota (DVM y DNM) y mayor uniformidad del tamaño de las mismas (menor relación DVM/DNM).

El análisis de los datos tendiente a demostrar la posibilidad de detección de superposición de gotas, demostró que ello no ocurre. El programa CIR 1.5, con el modelo TT el incremento de la tasa de aplicación en un 38,6 % (de 88,14 l/ha a 122,06 l/ha), sólo produjo un incremento del 17,0 % en la cantidad de impactos/cm² (94,7 a 81,2), por lo que no existió asociación lineal entre la tasa de aplicación y los impactos/cm². Lo mismo ocurrió con las tasas de aplicación intermedias: los incrementos porcentuales de ellas no se correspondieron con los incrementos de la cobertura. Los tamaños medianos volumétricos (DVM) de gotas se incrementaron en una relación 1,54; 1,33 y 1,20 respecto de las tasas de aplicación efectuadas y los tamaños numéricos medianos se incrementaron en 1,80, 1,40 y 1,24 respecto de las tasas de aplicación. En consecuencia la no correspondencia lineal entre tasas de aplicación e incremento en las variables de tamaños de gota, demuestra que esos mayores tamaños leídos por el programa se corresponden a superposiciones de gotas, que no son determinadas por el mismo.

Con la pastilla XR ocurrió lo mismo que en el caso anterior, aunque las diferencias relativas fueron menores (sólo un 25 % más de impactos/cm² ante un incremento del 40 % de la tasa de aplicación), y un incremento de alrededor del 20 % en las variables de tamaños de gotas. En ambos casos las áreas

cubiertas permanecieron con muy pocas modificaciones por efectos de las tasas de aplicación y de los diferentes tamaños de gotas producidas por los dos modelos de pastillas.

Cuando las mismas imágenes digitales fueron procesadas por el programa Sylcomp AG 1.0.4 se obtuvieron las mismas tendencias con los aumentos de las coberturas (mayores valores de coberturas a mayores tasas de aplicación, pero si respetar las proporcionalidades) y medidas dimensionales de tamaños de gotas de mayor magnitud, ante las distintas tasas de aplicación, lo que se corresponde con superposiciones no detectadas, producto de la mayor cantidad absoluta de gotas producidas.

Los datos de este experimento no avalan la postura de Leiva y Cordeiro Araujo (2007) en el sentido que el programa CIR 1.5 puede detectar superposiciones de gotas, ya que los incrementos en la cantidad de impactos/cm² no se correspondieron con los aumentos de las tasas de aplicación, y sí se obtuvieron dimensiones mayores de los tamaños de las gotas, cuando las distintas tasas de aplicación se mantuvieron a la misma presión de trabajo de los dos modelos de pastillas considerados, por lo que ellas produjeron los mismos caudales (l/min) y tamaños de gotas (DVM y DNM). Las diferencias entre los programas se correspondieron con otros trabajos y se atribuyen a que los mismos trabajan con distintas posibilidades de visualización de las imágenes digitalizadas del papel CF 1 (no especificadas en los respectivos manuales de uso) y al empleo de distintos coeficientes de expansión de las gotas sobre el papel.

CONCLUSIONES

Los programas CIR 1.5 y Sylcomp AG 1.0.4 no detectaron superposiciones de gotas con los dos modelos de pastillas utilizados en virtud que no hubo asociación entre las tasas de aplicación y las coberturas obtenidas, y a que ante la igualdad de tamaños de gotas producidas en las distintas tasas de aplicación, produjeron mayor dimensión de las variables volumétricas y numéricas e esas gotas.

Ello transforma a los softwares de conteo y tipificación de gotas en instrumentos útiles para la determinación de la calidad de aplicación de plaguicidas, pero que no pueden determinar las recuperaciones o eficiencias de esas aplicaciones. Las diferencias entre los programas indican que las comparaciones entre distintas aplicaciones, en tanto son estimadores probabilísticos de las poblaciones de gotas sólo son válidas cuando se utiliza el mismo programa.

Cuadro 4.- Datos proporcionados por el programa CIR 1.5 con las distintas tasas de aplicación. Pastilla TT 110 02

Tasa de aplicación (l/ha)	Impactos/ cm ²	D.V.M. (μ)	DNM (μ)	Area cubierta (%)	Factor de dispersión DVM/DNM
122,06	94,7 a	747,6 a	170,3 a	18,9 a	4,85 a
110,23	88,5 a	644,1 ab	131,5 ab	18,9 a	5,04 a
98,16	93,2a	581,3 b	117,8 b	18,4 a	5,01 a
88,14	81,2 b	485,6 c	94,6 b	14,5 b	4,71 a
C.V. (%)	17,7	19,6	16,7	6,5	16,5
Promedios de cada variable seguidos de la misma letra no difieren significativamente entre sí. Test Tukey, p = 0,05.					

Cuadro 5.- Datos proporcionados por el programa CIR 1.5 con las distintas tasas de aplicación. Pastilla XR 110 02

Tasa de aplicación (l/ha)	Impactos/ cm ²	D.V.M. (μ)	DNM (μ)	Area cubierta (%)	Factor de dispersión DVM/DNM
125,68	207,2 a	351,2 a	98,7 a	16,7 a	3,18 a
108,44	208,0 a	349,0 a	100,3 a	17,3 a	3,20 a
90,89	172,1 b	278,7 b	89,5 b	16,1 a	3,08 a
89,84	166,0 b	285,7 b	83,4 b	15,8 a	2,96 a
C.V. (%)	20,4	15,6	17,3	7,1	14,8
Promedios de cada variable seguidos de la misma letra no difieren significativamente entre sí. Test Tukey, p = 0,05.					

Cuadro 6.- Datos proporcionados por el programa Sylcomp AG 1.0.4 con las distintas tasas de aplicación. Pastilla TT 110 02.

Tasa de aplicación (l/ha)	Impactos/ cm ²	D.V.M. (μ)	DNM (μ)	Factor de dispersión DVM/DNM
122,06	75,1 a	373,0 a	153,1 a	1,81 a
110,23	71,8 a	380,4 a	156,3 a	1,78 a
98,16	81,0 a	271,4 b	149,4 a	1,82 a
88,14	66,7 b	240,3 b	128,1 b	1,84 a
C.V. (%)	15,8	13,4	17,6	15,8
Promedios de cada variable seguidos de la misma letra no difieren significativamente entre sí. Test Tukey, p = 0,05.				

Cuadro 7.- Datos proporcionados por el programa Sylcomp AG 1.0.4 con las distintas tasas de aplicación. Pastilla XR 110 02.

Tasa de aplicación (l/ha)	Impactos/ cm ²	D.V.M. (μ)	DNM (μ)	Factor de dispersión DVM/DNM
125,68	168,5 a	185,0 a	140,1 a	1,36 a
108,44	174,5 a	175,3 ab	137,3 a	1,18 a
90,89	150,3 b	141,1 c	122,5 b	1,32 a
89,84	147,1 b	117,3 c	118,1 b	1,18 b
C.V. (%)	16,5	16,8	14,9 %	13,4
Promedios de cada variable seguidos de la misma letra no difieren significativamente entre sí. Test Tukey, p = 0,05.				

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Armellini, F.M. y J.E. Sosa. 2011. "Efectos de la tensión superficial del caldo de aplicación sobre las magnitudes de variables proporcionadas por los programas CIR 1.5 y Sylcomp AG". 40 pág. En Expte. 404/10. F.A. UNLPam.
- Carmona, M. 2005. Roya asiática de la soja. Monitoreo, fungicidas y su relación con la calidad de aplicación y éxito del control. Una visión desde la fitopatología. En: aplicAR eficientemente los agroquímicos. Ed. INTA, pág. 31-42.
- Casal, G. 2005. Programa CIR 1.5.: Conteo y Tipificación de impactos de pulverización. En: Congreso aplicAR eficientemente los agroquímicos. Ed. INTA. Pág. 343-348.
- Ciba Geigy. 1985. CF1. Water-sensitive paper for monitoring spray distribution. Ed. Ciba-Geigy, Basilea, Suiza.16 pág.
- Cosculluela, 2009. Comparación de programas informáticos para el Análisis de la calidad de aplicaciones de plaguicidas. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Biblioteca Facultad de Agronomía UNLPam
- Cordeiro de Araújo, E. y Maturama de Araujo, R. 2007. Análise de gotas em pulverizações agrícolas utilizando digitalização de imagens (AGROSCAN®). Agrotec Ltda. Tecnologia Agrícola e Industrial. Pelotas, R.S. Brasil. En: www.agrotec.etc.br. 17 pag.
- Etiennot, A.E. 1993. Pulverizaciones terrestres. En Jornadas de Aplicación terrestre. 12-13/8/1993. Ed Secetria de Extensión Universitaia. Fa. Cs. Agrarias. UNR. Rosario Santa Fé. Argentina.
- Enfált, P.; Engquist, A. and Alness, K. 1997(a). Assessment of de dynamic spray distribution on a flat surface using image analysis. Aspects of applied Biology. 48: 17-23.
- Enfált, P.; Engquist, A. and Alness, K. 1997 (b). The influence of spray distribution and drop size on the dose response of herbicides. Brighton Crop Protection Conference of weeds. 17-20/11/1997. Pág. 381-389.
- FAO, 2002. Guía sobre buenas prácticas para la aplicación terrestre de plaguicidas. Ed. FAO. Roma.
- Fontana, F.C. M. Paturlanne, A. A. Gili, V.Belmonte y F.D. García (e.a.). 2005. "Plan de muestreo de cobertura en pulverizaciones terrestres mediante el uso del programa cir 1.5". En XVII Congreso ALAM. Varadero, Matanzas, Cuba. 8-11/11/05. Capítulo: Técnicas de aplicación de herbicidas. Pág. 538-543

- García, F.D.; G.D. Demarchi y M.A. Vázquez. 2003. Plan de muestreo de la cobertura en equipos pulverizadores terrestres”. Trabajo presentado al XVI Congreso Latinoamericano de Malezas – XXIV Congreso Nacional de la Ciencia de la Malezas de ASOMECEMA. Manzanillo, Colima, México, 10-12/11/03. En Actas CD Congreso, pág. 525-529.

.- García, F.D.; Gili, A.; Belmonte, V. y Brusco, M.I. 2009. “Comparación de instrumentos para la digitalización de imágenes y programas para el conteo y tipificación de gotas como variables de la calidad de aplicación de plaguicidas”. En Actas XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. 30/09, 1 y 2/10/09. 3 pág.

- García, F.D.; Gili, A.A.; Belmonte, V. y Sosa, J. 2012 a. Influencia de la tensión superficial del Caldo de aplicación sobre las magnitudes de las variables proporcionadas por los programas de conteo y tipificación de gotas CIR 1.5 y Sylcomp AG 1.0.4. En: Actas CD XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas. 11 pág.

- García, F.D.; Gili, A.A.; Belmonte, V. y Sosa, J. 2012 b. Efectos del formato del archivo digital sobre las magnitudes de las variables proporcionadas por los programas de conteo y tipificación de gotas CIR 1.5 y Sylcomp AG 1.0.4. En: Actas CD XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas. 9 pág.

-Herrera, M.A.; Pereyra, C. J.; Pozzolo, O.R. y Ramírez, M. 2005. Evaluación de la penetración de la pulverización en el cultivo de soja. En: aplicAR eficientemente los agroquímicos. Ed. INTA, pág. 17- 23.

-Hoffmann, W.C. and Hewitt, A. J. 2005. Comparison of three imaging systems for water sensitive paper. Society of Agricultural Engineers, Applied Engineering in Agriculture. ASAE. 21(6): 961-964.

-Leiva, P.D. y Cordeiro Araujo, E. 2007. Comparación de programas de computación para recuento y tipificación de impactos de aspersión sobre tarjetas sensibles. INTA, EEA Pergamino - Agrotec Tecnología Agrícola e Industrial Ltda (Pelotas, RS, Brasil).

-Olea, I.L.; Ploper, L. D.; Gálvez, M. R.; Vinciguerra, H. F.; Sabaté, S. y Bogliani, M. 2005. Estudio sobre la penetración de gotas en canopeo cerrados del cultivo de soja orientados al manejo de la roya asiática. En: aplicAR eficientemente los agroquímicos. Ed. INTA, pág. 137-152.

- Onorato, A. y Tesouro, O. 2006. Pulverizaciones agrícolas terrestres. Ed. INTA. 168 pag. Buenos Aires.

-Ramos, H.H.; Araujo de, D.; Lima de, J. D. C. V.; Bettini, P. C.; Yanai, K.; Gadanha, C. D. (jr); Minotel, E. 2004. Acurácia de um programa de computador na determinação de parâmetros da pulverização sobre papéis hidrossensíveis.

III Congreso SINTAG. 20-22 oct. – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Botucatu, SP, Brasil. Pág. 1-4. www.e-sprinkle.com.br/index.php

- Spraying Systems Co. (2005): Teejet para la agricultura y horticultura (Catálogos, CAT 44M-E.) Spraying Systems Company, Wheaton, Illinois. USA.

-Soriano, M. L.; Porrás Piedra, A. 2001. La visión artificial aplicada a la eficiencia de la aplicación de productos fitosanitarios. Uso de Herbicidas en el Siglo XXI. Pág. 105-115-

-Suguisawa J. M.; Franco, F. N.; Silva, S. S. S.; Peche, A. (f). 2004. Análise da qualidade de aplicação de herbicida em lavoura de trigo. III Congreso SINTAG. 20-22 oct. Botucatu, SP, Brasil. Pág. 9-12.-

SYLCOMP S.A 2007. Sylcomp AG Versión 1.0.4 Lector de Tarjetas Hidro y Oleosensibles; Manual de usuario. 12 pág.

-Venturelli, L.; Sá Pereira, E.; Duro, S.; Fuica, A.; Masiá, G. 2008. Evaluación de técnicas de aplicación de fungicidas en trigo. VII Congreso Nacional de Trigo. 6 pag.

- Wolf, R.; Gardisser, D.R. and Willams, W. L. 1999. Spray droplet analysis of air induction nozzles using WRK DropletScan™ Technology. American Society of Agricultural Engineers International Meeting. Toronto, CA, Paper N° 991026. 4 pag.

- Wolf, R.E.; Willams, W. L.; Gardisser, D. R. and Whitney, R. W. 2003. Using DropletScan™ to analyze spray quality. ASAE MCOO-105. 6 Pag.