

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN.

TITULO:

EFFECTOS DE LA TENSIÓN SUPERFICIAL DEL CALDO DE APLICACIÓN  
SOBRE LAS MAGNITUDES DE VARIABLES PROPORCIONADAS POR  
LOS PROGRAMAS CIR 1.5 Y SYLCOMP AG.

Estudiantes: \_Armellini, Fernando Martín.

\_Sosa, José Enrique.

\_ (E. A.).

Director: Ing. Agr. Fernando D. García.

Co-Director: Ing. Agr. Marta I. Brusco.

Tribunal de evaluación: Ing. Agr. Fernando D. García, Ing. Agr. Marta Brusco, Ing.  
Agr. Miguel Angel Fernández.

Cátedra: Terapéutica Vegetal. Carrera Ingeniería Agronómica, Facultad de  
Agronomía. Universidad Nacional de La Pampa. Año 2011.

RESUMEN .....	3
INTRODUCCIÓN.....	5
MATERIALES Y MÉTODOS .....	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
A)Tensión Superficial.....	15
B)Datos de variables de análisis de poblaciones de gotas con los programas Cir 1.5 y Sylcomp AG.....	17
Experimento 1:.....	17
Discusión.....	20
Conclusiones del Experimento 1 .....	21
Experimento 2. ....	23
Discusión.....	26
Conclusiones del Experimento 2:.....	27
Experimento 3. ....	28
Discusión.....	32
Conclusiones del Experimento 3:.....	33
CONCLUSIONES.....	34
BIBLIOGRAFÍA.....	35

## **RESUMEN**

Se analizaron los efectos de la disminución de la tensión superficial del caldo de aplicación sobre las variables que caracterizan la población de gotas (cobertura, DVM, DNM relación DVM/DNM y eficiencia de aplicación) sobre papel hidrosensible CF 1, que proporcionan los programas CIR 1.5 y Sylcomp AG. Se utilizaron dos tensioactivos comerciales (Novadox y Silwet), a las concentraciones recomendadas habitualmente. Se realizaron 3 experimentos distintos en los que se mantuvo constante la punta de pulverización (TT 110 02), la presión de trabajo (1,5 bares), la distancia entre picos (0,7 m) y la altura de aplicación (0,7 m), pero se varió la velocidad de avance, lo que produjo distintas tasas de aplicación (62,14 l/ha; 89,19 l/ha y 102 l/ha). Los tensioactivos tuvieron un comportamiento diferencial en cuanto a la disminución de la tensión superficial. Fueron necesarias mayores concentraciones de Novadox que de Silwet para lograr los mismos niveles de esa característica del caldo. El Novadox produjo un descenso proporcional a la concentración y el Silwet aún a la mínima concentración de uso, redujo la tensión superficial a un valor tal que no se modificó por el agregado de producto. Los programas en cuestión proporcionaron valores diferentes de las magnitudes que caracterizan a las poblaciones de gotas. Siempre CIR 1.5 sobe estimó el DVM (hasta 3 veces) con respecto al Sylcomp AG, mientras que este efectuó estimaciones de mayor valor del DNM (hasta 0,5 veces). La cobertura determinada fue mayor en el CIR 1.5 que en el Sylcomp AG y no se obtuvieron diferencias en las coberturas con las modificaciones de la tensión superficial (de 72 din/cm a 20 din/cm), independientemente de las tasas de aplicación y de los tensioactivos usados. La eficiencia de aplicación sólo fue modificada cuando se utilizó el Silwet y a la mayor tasa de aplicación, y ello se correspondió con las modificaciones de las variables de dimensiones de las gotas (DVM y DNM). No se obtuvieron evidencias que los programas puedan detectar

superposiciones de gotas en la mancha sobre el papel y al desconocerse los coeficientes de expansión que utilizan los mismos (Relación diámetro de la mancha/diámetro esférico). Se concluyó que los programas efectúan distintas estimaciones de las variables en cuestión, por lo que las bases de datos deberán construirse usando siempre el mismo programa.

**Palabras claves:** aplicación de plaguicidas, tensioactivos, tensión superficial, software, CIR 1.5; Sylcomp AG.

## **INTRODUCCIÓN**

Es sabido que al aumentar la eficiencia de aplicación de un plaguicida en el ámbito rural se disminuyen las pérdidas de producto obteniéndose un mejor control del objetivo a tratar. Esto incide sobre el aspecto económico, por el real aprovechamiento de las dosis aplicadas y también sobre el marco ambiental, disminuyendo la presencia de fitoterápicos en suelo y agua (Mahler, *et. al.* 2000). La creciente preocupación por mejorar la eficacia de las aplicaciones de plaguicidas, ha llevado a la utilización de ciertos productos, como los coadyuvantes, y a su vez en necesidad de entender los procesos por los cuales estos afectan mencionada eficiencia.

Se denomina coadyuvante a aquella sustancia que al ser agregada a un caldo de pesticida, mejora su comportamiento. Desde el punto de vista físico, los efectos que producen, entre otros, son los siguientes:

- Puede modificar el rendimiento (caudal, tamaño de gota y ángulo de proyección) de las pastillas pulverizadoras (Miller, *et. al.* 1997)
- El agregado de ellos al caldo de pulverización puede incrementar el grado de cobertura obtenido, a causa de un aumento en el número de impactos que alcanzan el objetivo, como consecuencia de un menor tamaño de la gota. (Tesouro, *et. al.* 2003).
- El agregado de productos que afectan la tensión superficial disminuyen el ángulo de contacto de la gota con el objetivo del tratamiento, lo que implica mayor superficie cubierta por unidad de volumen, ello depende principalmente del tipo de agente utilizado (Green y Green, 1991) y la concentración empleada (García, 2005; Murphy, *et. al.* 1992).

Hay diferentes tipos de coadyuvantes. Entre ellos podemos mencionar a los tensioactivos (surfactantes), cuyo objetivo es disminuir la tensión superficial del caldo de pulverización a fin de lograr un mejor mojado en la superficie foliar. Los surfactantes influyen sobre el

tamaño de las gotas, disminuyendo el porcentaje de aquellas inferiores a los 100 micrones (Yates, *et. al.* 1976). Reeves and Womac (1992) han demostrado que los surfactantes disminuyen el tamaño de gota en términos de DVM (Diámetro volumétrico mediano), DV0.1 (diámetro volumétrico 0.1) y DV0.9 (diámetro volumétrico 0.9), DV0.5 (Diámetro volumétrico 0.5). Igualmente proporciona el manual Teejet (Spraying S.Co., 1995)

Otro tipo de coadyuvantes, los antiderivantes incrementan el diámetro volumétrico mediano (DVM) de las gotas con el fin de que las mismas sean menos arrastradas por el viento (Hock and Lorenz, 2004).

El caudal de campo o tasa de aplicación (litros por hectárea) ha sido por muchos años, un indicador satisfactorio de la calidad de aplicación. En base a este criterio los marbetes de los plaguicidas recomendaban que los mismos sean aplicados con determinada cantidad de litros de caldo por hectárea. Sin embargo este método no es útil para estudiar la recuperación de gotas, ni los efectos producidos por el agregado de un coadyuvante en el caldo de aplicación, por ende no puede ser indicador de la calidad de la aplicación.

La posibilidad de determinar la cantidad de impactos (“gotas”)/unidad<sup>1</sup> de superficie sobre papeles hidrosensibles (Ciba Geigy, 1985) varió el concepto anterior; hoy una técnica de aplicación es mejor caracterizada por el número de impactos (“gotas”)/cm<sup>2</sup> que se consiguen sobre el objetivo, que por los “litros por hectárea” con los que se está realizando la aplicación.

Este método de medición de calidad de aplicación permite una mejor caracterización de los efectos que producen los tensioactivos. Usando los criterios “tamaño de gota” y “número de impactos/cm<sup>2</sup>” puede evaluarse mejor esa calidad de aplicación y la asociación de ésta, con

---

<sup>1</sup> Se entiende por impacto (“gota”) a la mancha que queda sobre el papel hidrosensible. El mismo puede ser producido por una gota o varias gotas superpuestas.

variables ambientales (meteorológicas) que con la mención de los litros por hectárea (Barreiro, 1983).

Desde hace más de una década, los papeles hidrosensibles y oleosensibles (Ciba Geigy, 1985), se usan en trabajos experimentales aun en los que la calidad de la técnica de aplicación es el objeto de estudio. La lectura de las tarjetas de papel hidrosensible, hoy ampliamente utilizado en situaciones productivas y de investigación, puede realizarse por diversos métodos. Históricamente se ha efectuado por medio de lupas de diversos modelos (García, *et. al.* 2003), de forma tal que si se conoce el campo de la misma, se pueden expresar los resultados en términos de impactos/cm<sup>2</sup>.

La utilización de programas informáticos que leen la cantidad (cobertura) y los tamaños de impactos de gotas obtenidos en papeles hidrosensibles genera una información valiosa para evaluar una aplicación.

Diversos programas se encuentran disponibles en el mercado (Wolf, *et. al.* 1999; Soriano y Porras Piedra, 2001; TyC, SRL, 2002; Wolf, *et. al.* 2003; Ramos, *et. al.* 2004; Casal, 2005; Hoffmann and Hewitt, 2005; Cordeiro de Araújo y Araújo, 2007; Sylcomp SA, 2007, García et al 2010 a 2010 b). El fundamento de esos programas consiste en el escaneo de las tarjetas hidrosensibles y sobre imágenes, en formatos de archivos jpg o bmp, se despliegan distintas cantidades de rectángulos (zonas de muestreo) en los cuales los programas efectúan los recuentos de impactos (“gotas”) por unidad de superficie y además estimaciones de DNM (Diámetro numérico mediano), DVM (diámetro volumétrico mediano), factor de dispersión (DVM/DNM) y factor “span” ó amplitud relativa  $[(DVM\ 0.9 - DVM\ 0.1) / DVM\ 0.5]$ , y eficiencia (tasa de aplicación recolectada/tasa de aplicación realizada). Para todas estas variables es necesario el conocimiento de los coeficientes de expansión (Diámetro de la

mancha del impacto/Diámetro esférico de la gota) asumiendo que un impacto se corresponde a una gota y no a varias en superposición (Onorato y Tesouro, 2006).

El principio de los programas se basa en el contraste de colores a través del cual se detectan las “zonas húmedas” (impactadas), de color azul y las amarillas (“secas”) del papel hidrosensible CF1.

Estos programas han sido ampliamente utilizados en situaciones de investigación (Enfalt, *et. al.* 1997 a, Enfalt, *et. al.* 1997 b, Wolf, *et. al.* 1999, 2003, Sugisawa, *et. al.* 2004; Carmona, 2005; Herrera, *et. al.* 2005; Olea, *et. al.* 2005 Cordeiro de Araujo y de Araujo, 2007; Venturelli, *et. al.* 2008, García et al 2010 a y b).

Leiva y Cordeiro Araujo (2007) han efectuado una comparación de los datos proporcionados por los distintos programas, y han encontrado que hubo diferencias en la información proporcionada por cada uno de ellos, tanto en cobertura como en parámetros de la población de gotas. De la misma forma se ha determinado que existen diferencias entre las lecturas efectuadas con lupas y programas (García et. al 2010 a) y que los programas proporcionan distinta información según el escáner empleado en la digitalización de imágenes (García et al 2010 b).

CIR 1.5 (TyC, SRL, 2002; Casal, 2005) y Sylcomp AG (Sylcomp S.A. 2007) existen en el mercado Argentino desde hace varios años. Cusculluela (2009) determinó que existen diferencias en las lecturas de las variables (cobertura y DVM) analizadas por los softwares CIR 1.5, que sobreestima magnitudes con referencia al Sylcomp AG. Datos similares han sido proporcionados por García et al (b).

La utilización de distintos coadyuvantes (tensioactivos, antiderivantes, surfactantes, humectantes, muchos de los cuales reúnen más de una propiedad a la vez), cambian las propiedades físicas de los caldos de aplicación tales como tensión superficial y viscosidad

(García, 2005). Estas variaciones de las propiedades de los caldos, deberían proporcionar modificaciones de las variables de caracterización de población de gotas (Cobertura, DVM, DNM, relación  $DVM/DNM =$  factor de dispersión y eficiencia de aplicación) proporcionados por la lectura de los programas sobre el papel hidrosensible.

Se planteó como hipótesis de trabajo que: si una disminución de la tensión superficial del caldo hace que disminuya el ángulo de contacto de la gota, y a su vez disminuye el tamaño de las mismas, ello debiera implicar que las lecturas de la cantidad de impactos que detectan los programas pueden aumentarse por el efecto de la cantidad de gotas o disminuirse si ocurre superposición de manchas. De esta forma los valores de las variables de tamaños de gotas (DVM, DNM, factor de dispersión) y tasas de aplicación estarían sobreestimados por el incremento de la superficie cubierta por los impactos. La asociación de estas variables permitirá determinar la capacidad de detectar superposiciones de gotas sobre papel hidrosensibles.

El objetivo del presente trabajo fue determinar cómo afectan los cambios en la tensión superficial del caldo a las magnitudes de las variables: cobertura (impactos/cm<sup>2</sup>), DVM ( $\mu$ ), DNM ( $\mu$ ), eficiencia de aplicación (tasa de aplicación recolectada/tasa de aplicación aplicada) y el factor de dispersión (DVM/DNM), cuando las mismas son medidas por medio de los programas CIR 1.5 y Sylcomp AG.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se efectuaron tres experimentos con distintas aplicaciones de caldos en base agua de distinta tensión superficial, cuando ésta se modificó se mantuvo constante la técnica de aplicación (tasa de aplicación, pastillas, presión, distancias entre picos y velocidad de avance). Las tarjetas que se obtuvieron con las aplicaciones se digitalizaron de acuerdo a las prescripciones de los softwares (1200 dpi y color real de 32 bit) y transformaron en archivos formato bmp, las que luego fueron analizadas por medio de los programas CIR 1.5 y Sylcomp AG.

### A) Determinación de la tensión superficial:

Las determinaciones de tensión superficial a las distintas concentraciones de tensioactivos se efectuaron por medio de un estalagmómetro de Traube y las correspondientes determinaciones de densidad por medio de una Balanza de Möhr (Grigera, 1980; García, 2005) No se efectuaron determinaciones de viscosidad en función de que esa propiedad del líquido no es afectada significativamente a las concentraciones de uso de los tensioactivos (García, 2005).

El tensioactivo para los experimentos 1 y 2 utilizado fue Novadox (es un orgánico siliconado con acciones tensioactivas, adherentes y humectantes) el que se ensayó a 9 concentraciones, desde 0 l/100 l de agua hasta 0,1 l/100 l de agua. Para el experimento 3 se utilizó el tensioactivo Silwet (cuya clasificación química corresponde a orgánico siliconado con acción humectante y dispersante) a concentraciones desde 0 l/100 l de agua hasta 0,15 l/100 l de agua.

B) Técnicas de de aplicación y concentraciones de tensioactivo.

Se realizaron 3 experimentos que variaron en su técnica de aplicación. Para el experimento 1, se utilizó un equipo pulverizador experimental montado en el enganche de 3 puntos de un tractor (marca Kuwota de 25 HP, provisto de cuentavuelas y velocímetro), con 100 lts. de capacidad de tanque y un botalón provisto de 7 picos distanciados 0,7 m. entre sí. Se usaron pastillas de proyección en abanico plano, modelo TT 110 02 (Spraying System Co, 1999), a una presión de trabajo de 1,5 bares. La velocidad de avance del equipo fue de 8 km/h. con una tasa de aplicación fue de 62,14 lts./ha. Se colocaron 5 tarjetas (repeticiones) en forma horizontal, 70 cm debajo de cada pastilla sin considerar los picos 1 y 7 que se utilizaron como bordura.

En el experimento 2, se utilizó una mochila de pulverizar dotada de una pastilla de proyección en abanico plano, modelo TT 110 02 (Spraying System Co, 1999), a una presión de trabajo de 1,5 bares de trabajo y una velocidad de 5,5 km/h, con una tasa de aplicación 89,19 lts./ha.

En los experimentos 1 y 2 se ensayaron las siguientes concentraciones de Novadox: 0 (testigo), 0,03; 0,05 y 0,08 litros de producto comercial cada 100 l de agua, que se correspondieron con tensiones superficiales de 72 din/cm; 61,2 din/cm; 46,8 din/cm y 36 din/cm respectivamente.

En cuanto al experimento 3, las tarjetas se obtuvieron con una aplicación con la misma pastilla que en el caso del experimento 2, con una presión de trabajo de 1,5 bares. La velocidad de avance que fue de 3,6 km/h con una tasa de aplicación de 102 lts/ha. En este caso se disminuyó la velocidad de avance, con el consecuente aumento de la tasa de aplicación a los efectos de conseguir superposición de impactos.

En este experimento las concentraciones de Silwet fueron: 0 (testigo); 0,025; 0,05; 0,1; 0,25; 0,5 litros cada 100 litros de agua, que produjeron tensiones superficiales de 72 din/cm; 23,46 din/cm; 19,98 din/cm; 19,40 din/cm; 19,52 din/cm y 20,07 din/cm respectivamente.

En los experimentos 2 y 3 se colocaron 5 tarjetas distanciadas 0,7 m. entre sí, sobre las cuales se efectuaron las aplicaciones y se realizaron pasadas en ambos extremos como borduras.

Las discrepancias de los valores de tasas de aplicación al contrastar con las tablas se debieron a las lecturas proporcionadas por los manómetros disponibles.

En todos los experimentos el lugar de las aplicaciones fue un galpón totalmente cerrado, para minimizar efectos de vientos y en el que se pudo mantener y determinar condiciones atmosféricas.

Las aplicaciones con las distintas concentraciones de los tensioactivos se realizaron desde la menor (testigos) a la mayor, para minimizar la contaminación. Luego de cada aplicación el equipo fue lavado con agua. Sobre esta agua de lavado se efectuaron determinaciones de tensión superficial, hasta conseguir el valor de 72 din/cm, lo que se logró al segundo lavado.

Todas las aplicaciones se realizaron el mismo día, en el menor tiempo posible, para reducir la incidencia de las variaciones de las condiciones ambientales.

En los tres experimentos se utilizaron tarjetas de papel hidrosensible de 2,5 x 7,5 cm, las que se colocaron sobre colectores rectangulares de aluminio, para facilitar el manipuleo de las mismas.

C) Procesamiento de las imágenes digitalizadas:

Se utilizaron los programas CIR 1.5 y Sylcomp AG, de los que se desplegaron los 5 rectángulos que ofrecen como áreas de muestreo, en forma al azar, a voluntad del operador. Sobre esas áreas se efectuaron las determinaciones de: Cobertura, DVM; DNM, Relación DVM/DNM y eficiencia de aplicación. En el caso que el programa no proporcionaba directamente los datos de alguna variable (caso Sylcomp AG con el factor de dispersión, DVM/DNM) el mismo fue estimado con los datos de DVM y DNM que ofrece el programa efectuando la operación de división correspondiente.

D) Análisis estadístico:

Para el análisis estadístico de la variable tensión superficial a distintas concentraciones se consideraron 9 tratamientos (concentraciones) con 5 bloques (repeticiones). Cada bloque constituyó una combinación de estalagmómetro y operario; se utilizaron 2 estalagmómetros y las determinaciones las efectuaron dos operarios.

Los datos obtenidos se sometieron a análisis de la varianza y los promedios de cada concentración se contrastaron por el uso de test de Tukey ( $p = 0.05$ ).

Para el análisis de las variables sobre las tarjetas se consideró un diseño experimental completamente aleatorizado, con estructura o arreglo en parcelas divididas. Fue un diseño con dos factores fijos: el factor concentraciones de tensioactivo (factor principal) con 4 niveles para los experimentos 1 y 2, y con 6 niveles para el experimento 3 (que produjeron tensiones superficiales de 72,0 din/cm, 61,2 din/cm; 46,8 din/cm y 36 din/cm para los primeros 2 experimentos y 72,0 din/cm; 23,46 din/cm; 19,98 din/cm; 19,40 din/cm; 19,52 din/cm y 20,07 din/cm para el tercero) y el factor programa (factor secundario) con 2 niveles

(programas CIR 1.5 y Sylcomp AG). Bajo ese esquema de parcela dividida, cada tratamiento principal se aplicó a 5 tarjetas.

Los datos se recogieron del promedio de los 5 rectángulos que despliega cada programa en cada lectura, ya que el sistema operativo no permite estimar variabilidad entre rectángulos.

Cada una de las variables se sometieron a análisis de la varianza, previa verificación de cumplimiento de supuestos; en los casos que se encontraron violaciones a los supuestos, se utilizó la transformación  $\log x$ . Los promedios se contrastaron por el uso del test de Tukey ( $p=0.05$ ).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **A) Tensión Superficial.**

Los resultados obtenidos se muestran en Los Cuadros 1 y 2

**Cuadro 1:** Tensión superficial con distintas concentraciones de producto comercial Novadox

Concentración se producto Comercial (l/100 l de agua)	Tensión Superficial (din/cm)
0,00	72,00 a
0,02	55,65 b
0,03	49,28 c
0,04	46,00 d
0,05	42,39 e
0,06	38,00 f
0,07	36,70 f
0,08	35,66 g
0,10	35,12 g
Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). C.V.: 2,03 %	

Cuadro 2: Tensión superficial con distintas concentraciones de producto comercial Silwet.

Concentración de producto comercial (l/100 l de agua)	Tensión Superficial (din/cm)
0,00	72,00 a
0,03	23,46 b
0,05	19,98 b
0,10	19,40 b
0,25	19,52 b
0,50	20,07 b
0,75	20,07 b
1,00	20,33 b
1,25	20,83 b
1,50	19,52 b
Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). C.V.: 5,4 %	

Se obtuvo una disminución significativa de la tensión superficial con el agregado de cualquiera de los dos tensioactivos. En el caso de Novadox, la tensión superficial decreció en forma proporcional al incremento de la concentración del tensioactivo, hasta llegar a la mitad del valor del agua. Las concentraciones más bajas de producto, produjeron menores reducciones de la tensión superficial. Con el Silwet, aún la mínima concentración utilizada redujo la tensión superficial al 28 % del valor del agua, pero no se registró diferencia en esa variable por un incremento en la concentración a partir de 0,03 por ciento.

Con los dos productos utilizados, se llegó a un punto en que incrementos en la concentración de los mismos, no produjeron modificaciones significativas de la variable objeto de estudio. Estos datos coinciden con lo obtenido por García et al (2005) con la utilización de diversos tensioactivos y demuestran que cada producto varía la tensión superficial en función de sus características y de la concentración utilizada.

**B) Datos de variables de análisis de poblaciones de gotas con los programas Cir 1.5 y****Sylcomp AG.****Experimento 1:**

En las Figuras 1, 2, 3 y 4 se muestran una de las 5 tarjetas que se corresponden a cada uno de los tratamientos principales (parcelas).

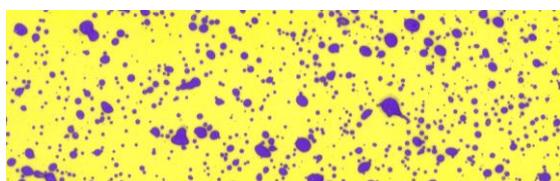


Figura 1. Tratamiento 72 din/cm.

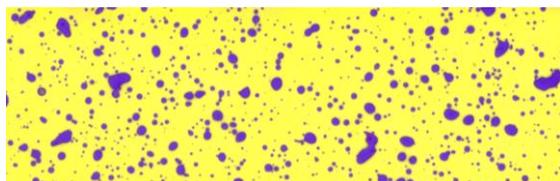


Figura 2. Tratamiento 49,28 din/cm.

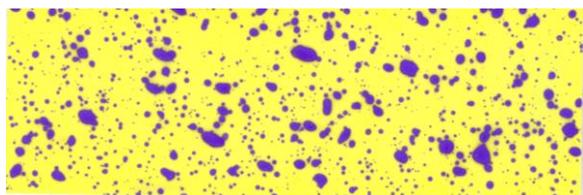


Figura 3: Tratamiento 42,39 din/cm.

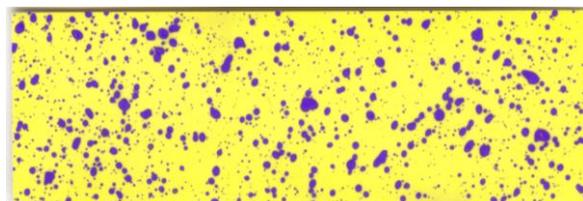


Figura 4: Tratamiento 35,66 din/cm.

Cuadro 3. Cobertura (impactos/cm<sup>2</sup>)

Tensión sup. (din/cm) (Concentración, l/100 l de agua)	Programas		Media Concentración
	Cir 1.5	Sylcomp	
72,00 (0,00)	85.2	76.71	80,96 a
49,28 (0,03)	48.8	50.13	49,47 a
42,39 (0,05)	59.2	55.79	57,50 a
35,66 (0,08)	65.27	59.48	62,38 a
Media Programa	64,62 a	60,53 a	
Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test de Tukey (p < 0,05). Interacción Tensión superficial x programa: n.s. C.V.: 10,56 %			

No se encontraron diferencias significativas en la variable cobertura para las distintas concentraciones de tensioactivo ni entre los dos programas utilizados, sólo tendencias a la sobreestimación del CIR 1.5 sobre el Sylcomp, y disminuciones de la cobertura por la disminución de la tensión superficial.

Cuadro 4. DVM ( $\mu$ )

Tensión sup. (din/cm) (Concentración, l/100 l de agua)	Programas		Media Concentración
	Cir 1.5	Sylcomp	
72,00 (0,00)	435,44	212.55	324,00 a
49,28 (0,03)	439,95	203.05	331,77 a
42,39 (0,05)	450,12	214.93	332,53 a
35,66 (0,08)	460,49	214.93	327,20 a
Media Programa	446.50 a	211,25 b	
Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test de Tukey (p < 0,05). Interacción Tensión superficial x programa: n.s. C.V.: 9,42 %			

No se detectaron diferencias significativas entre las concentraciones para la variable DVM, ni tendencias claras.

Se encontraron diferencias significativas en DVM para los distintos programas; en esa variable el CIR 1.5 estimó valores del doble a los del Sylcomp AG.

Cuadro 5. DNM ( $\mu$ )

Tensión sup. (din/cm) (Concentración, l/100 l de agua)	Programas		Media Concentración
	Cir 1.5	Sylcomp	
72,00 (0,00)	153.41	178.67	166,04 a
49,28 (0,03)	172.62	185.33	178,97 a
42,39 (0,05)	150.19	180.67	165,49 a
35,66 (0,08)	168.60	190.67	179,63 a
Media Programa	161,21 b	183,83 a	
Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test de Tukey (p< 0,05). Interacción tensión superficial x programa n.s. C.V.: 6,11 %			

No existieron diferencias significativas en el DMN para las distintas concentraciones.

Existieron diferencias significativas en el DMN para los distintos programas, donde con el Sylcomp AG se obtuvieron valores mayores.

Cuadro 6. DMV/DMN

Tensión sup. (din/cm) (Concentración, l/100 l de agua)	Programas		Media Concentración
	Cir 1.5	Sylcomp	
72,00 (0,00)	3,05	1,21	2,13 a
49,28 (0,03)	2,72	1,11	1,92 a
42,39 (0,05)	3,57	1,21	2,39 a
35,66 (0,08)	2,49	1,15	1,82 a
Media Programa	2,96 a	1,17 b	
Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test de Tukey (p< 0,05). Interacción tensión superficial x programa: n.s. C.V.: 32,10 %			

No existieron diferencias significativas en la relación DVN/DMN para las distintas concentraciones de tensioactivo.

Existieron diferencias significativas en la relación DVN/DMN para los distintos programas.

Cuadro 7. Eficiencia de Aplicación (l/ha recuperado)/(l/ha. Aplicados)

Tensión sup. (din/cm) (Concentración, l/100 l de agua)	Programas		Media Concentración
	Cir 1.5	Sylcomp	
72,00 (0,00)	110,92	58,26	84,59 a
49,28 (0,03)	85,62	35,98	60,80 a
42,39 (0,05)	106,95	46,05	76,50 a
35,66 (0,08)	87,57	47,15	67,36 a
Media Programa	97,77 a	46,86 b	
Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test de Tukey (p< = 0,05). Interacción tensión superficial x programa; n.s. C.V.: 19,54 %			

No existieron diferencias significativas en la eficiencia de aplicación para las distintas concentraciones.

Existieron diferencias significativas en la eficiencia de aplicación para los distintos programas ya que el CIR 1.5 efectuó sobreestimaciones al Sylcomp AG.

### **Discusión.**

Los impactos/cm<sup>2</sup> no mostraron diferencias para las distintas concentraciones. Esta situación se pudo haber generado por que el agregado de tensioactivo, al disminuir el tamaño de las gotas y el ángulo de contacto de las mismas con respecto al plano de impacto, produjo superposiciones. Ello fue lo que generó igual cantidad de impactos.

Los programas no mostraron diferencias entre sí con respecto a los impactos recolectados por unidad de superficie. Asumiendo el soporte teórico de la disminución del tamaño de gota por efecto de la disminución de la tensión superficial, los datos de este experimento demuestran que los programas en cuestión no detectaron superposiciones de gotas, lo que contradice lo planteado por Leiva (2007), con respecto al CIR 1.5, a quien ese autor atribuye la capacidad de revelar superposiciones. Tampoco los datos de este experimento coinciden

con las determinaciones de Cosculluela (2009), en el sentido de que el programa CIR 1.5 tiene la capacidad de estimar mayor cobertura que el Sylcomp AG.

Con referencia al DVM, tampoco se obtuvieron diferencias por efecto de las disminuciones de tensión superficial, lo que se atribuye a la igualdad de cobertura obtenida y a la no capacidad de determinar superposiciones. Sí hubo efecto de programas, donde las estimaciones del CIR 1.5 duplicaron a las del Sylcomp AG. Ello se adjudica a que ambos programas utilizan distintos coeficientes de expansión para las determinaciones volumétricas.

CIR 1.5 mostró una tendencia a determinar gotas de tamaños mayores que el Sylcomp AG.

En la variable DNM tampoco hubieron diferencias por efecto de las concentraciones de tensioactivo, pero sí por efecto de programa, donde el Sylcomp AG sobreestimó valores por encima del CIR 1.5, lo que se atribuye a diferencias entre programas y variables en los coeficientes de expansión que utiliza.

La Relación DVM/DNM resulta obviamente distinta para ambos programas, lo que se explica por los diferentes coeficientes de expansión que utilizan los mismos y que son desconocidos en las versiones operativas de los respectivos softwares.

La eficiencia de aplicación (l/ha recogido % litro/ha aplicado) fue sobreestimada por el CIR 1.5 con respecto al Sylcomp AG de manera casi proporcional a la variación de estimación del DVM, siendo las sobre estimaciones de esta variable las que explican las diferencias en la estimación de la recuperación

### **Conclusiones del Experimento 1**

La disminución de la tensión superficial del caldo no produjo las modificaciones de las variables que caracterizan la población de gotas esperadas desde la hipótesis; sólo existieron diferencias por efecto de los programas con los cuales se efectuaron las determinaciones, lo

que ya había sido demostrado por otros autores (Leiva, P.D. y Cordeiro Araujo, E. 2007, Cusculluela, 2009 y García et al 2009a).

## **Experimento 2.**

En las Figuras 1, 2, 3 y 4 se muestran una de las 5 tarjetas que se corresponden a cada uno de los tratamientos principales (parcelas).

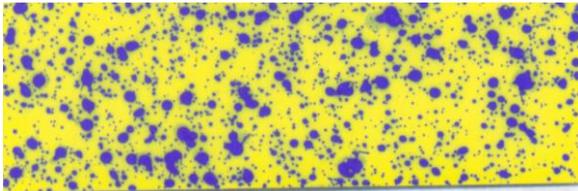


Figura 1: Tratamiento 72 din/cm.

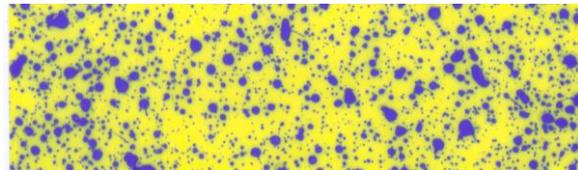


Figura 2: Tratamiento 49,28 din/cm.

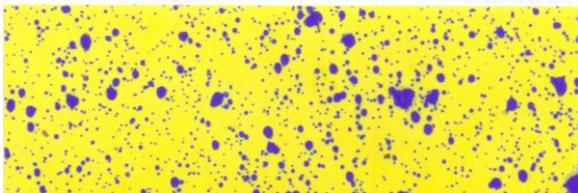


Figura 3: Tratamiento 42,39 din/cm.

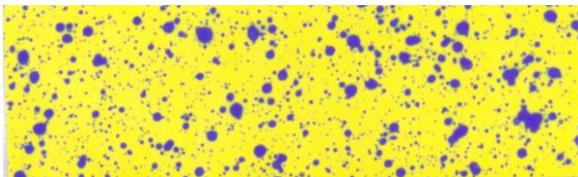


Figura 4: Tratamiento 35,66 din/cm.

Cuadro 8. Cobertura (impactos/cm<sup>2</sup>)

Tensión sup. (din/cm) (Concentración, l/100 l de agua)	Programas		Media Concentración
	Cir 1.5	Sylcomp	
72,00 (0,00)	96,67	89,60	93,15 a
49,28 (0,03)	110,4	96,21	103,31 a
42,39 (0,05)	89,60	81,23	85,42 a
35,66 (0,08)	105,93	94,08	100,01 a
Media Programa	100,65 a	90,28 b	
Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test de Tukey (p< 0,05). Interacción Tensión superficial x programa: n.s. C.V.: 5,65 %			

No se encontraron diferencias significativas en la variable cobertura para las distintas concentraciones, pero si se detectaron por efecto los programas; arrojando el CIR 1.5 valores del 11 % mayor a los del Sylcomp AG.

Cuadro 9. DVM ( $\mu$ )

Tensión sup. (din/cm) (Concentración, l/100 l de agua)	Programas		Media Concentración
	Cir 1.5	Sylcomp	
72,00 (0,00)	472,48	213,79	343,51 a
49,28 (0,03)	477,91	199,52	339,48 a
42,39 (0,05)	411,43	181,97	296,89 a
35,66 (0,08)	488,31	173,78	330,50 a
Media Programa	462,53 a	190,54 b	
Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test de Tukey (p< 0,05). Interacción Tensión superficial x programa: n.s. C.V.: 2,25 %. Datos analizados previa transformación log x, por incumplimiento de supuestos del análisis de varianza. Datos expresados como media geométrica.			

Al igual que en la variable anterior, no se detectaron diferencias significativas entre las concentraciones; los programas mostraron diferencias entre sí, ya que el CIR 1.5 efectuó sobreestimaciones respecto al Sylcomp AG.

Cuadro 10. DNM ( $\mu$ )

Tensión sup. (din/cm) (Concentración, l/100 l de agua)	Programas		Media Concentración
	Cir 1.5	Sylcomp	
72,00 (0,00)	143,76	162,67	153,21 a
49,28 (0,03)	143,39	155,33	149,36 a b
42,39 (0,05)	141,09	154,00	147,54 a b
35,66 (0,08)	126,72	138,00	132,36 b
Media Programa	138,74 a	152,5 b	

Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Interacción Tensión superficial x programa: n.s. C.V.: 4,25 %

Existieron diferencias significativas entre las concentraciones 1 y 4, mientras que las concentraciones 2-3 no difirieron significativamente de las dos mencionadas anteriormente.

Se obtuvieron diferencias significativas en el DMN para los dos programas utilizados.

Cuadro 11. DVM/DMN

Tensión sup. (din/cm) (Concentración, l/100 l de agua)	Programas		Media Concentración
	Cir 1.5	Sylcomp	
72,00 (0,00)	3,55	1,32	2,43 a
49,28 (0,03)	3,36	1,30	2,33 a
42,39 (0,05)	2,90	1,19	2,04 a
35,66 (0,08)	3,95	1,25	2,60 a
Media Programa	3,44 a	1,26 b	

Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Interacción Tensión superficial x programa: n.s. C.V.: 19,19 %

La variable DVM/DMN no difirió significativamente para las distintas concentraciones.

Existen diferencias significativas entre programas en la variable analizada.

Cuadro 12. Eficiencia de Aplicación (l/ha recuperado)/(l/ha. Aplicados)

Tensión sup. (din/cm) (Concentración, l/100 l de agua)	Programas		Media Concentración
	Cir 1.5	Sylcomp	
72,00 (0,00)	123,51	52,19	87,85 a
49,28 (0,03)	103,04	45,76	74,40 a
42,39 (0,05)	66,46	29,23	47,84 b
35,66 (0,08)	79,82	28,56	54,19 b
Media Programa	93,21 a	38,93 b	
Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test de Tukey (p< 0,05). Interacción Tensión superficial x programa: n.s. C.V.: 13,29%			

Para la variable eficiencia de aplicación, existen diferencias significativas entre las distintas concentraciones. Siendo la 1-2 diferente de la 3-4.

También existen diferencias significativas entre los programas al medir la variable mencionada.

### **Discusión**

Para la cobertura no se presentaron diferencias en las distintas concentraciones, pero si se exhibieron diferencias en la cobertura entre los programas, mostrando en CIR 1.5 mayor valor medio de impactos/ cm<sup>2</sup> que el Sylcomp AG. Ello coincide con la información de Cosculluela, 2009 y García et al, 2009 (a). A diferencia con el experimento anterior, ello puede explicarse por la mayor cantidad de impactos en este experimento, como producto del incremento de la tasa de aplicación.

En el caso del DVM no existieron diferencias en la variable, entre las concentraciones estudiadas. En este caso el CIR 1.5 mostró mayor valor medio de la variable que el Sylcomp AG. Ello se atribuye, como en el experimento anterior, a que los programas en cuestión utilicen distintos coeficientes de expansión. Esta misma explicación cabe para las diferencias entre programas en la variable DNM (el Sylcomp AG sobreestimó respecto al CIR 1.5), y los

efectos de la tensión superficial, ya que una disminución de la misma, produce disminuciones de esta medida de posición de la población de gotas.

Para la relación DVM/DNM, no existieron diferencias, en la variable, con respecto a las distintas concentraciones. Sí se produjeron discrepancias entre los programas, mostrando mayor valor medio en la relación el CIR 1.5, lo que se explica en la cuantificación diferencial que efectúan los programas en el DVM y el DNM, por lo que las diferencias significativas entre los softwares resulta obvia.

Para el caso de la Eficiencia de Aplicación se encontraron diferencias entre los programas lo que se explica desde la perspectiva de la sobre estimación según sea la concentración en estudio y el CIR 1.5, nuevamente mostró mayor valor medio que el Sylcomp AG. Las diferencias que hubo por efecto de las disminuciones de la tensión superficial (menor tasa recuperada con el incremento de la concentración de tensioactivo) se explica en las disminuciones de la variable dimensional DVM, pero sobre lo que hace falta mayor comprensión por el desconocimiento de los coeficientes de expansión.

### **Conclusiones del Experimento 2:**

Se encontraron diferencias entre los programas, al igual que en el experimento 1, y diferencias en variables de dimensiones de gotas, pero que no permiten explicaciones precisas por no conocimiento de coeficientes de expansión que usan los programas.

### **Experimento 3.**

En las Figuras 1, 2, 3 y 4 se muestran una de las 5 tarjetas que se corresponden a cada uno de los tratamientos principales (parcelas).

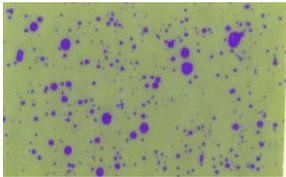


Figura 1: Tratamiento 72 din/cm.

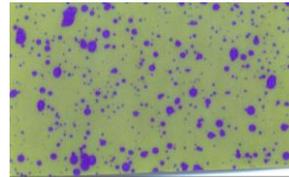


Figura 2: Tratamiento 23,46 din/cm.

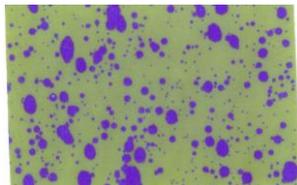


Figura 3: Tratamiento 19,98 din/cm.

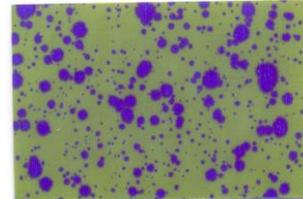


Figura 4: Tratamiento 19,39 din/cm.

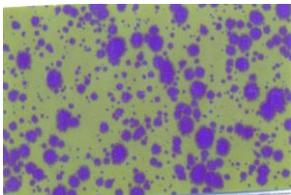


Figura 5: Tratamiento 19,51 din/cm.

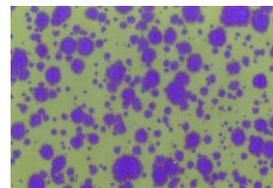


Figura 6: Tratamiento 20,06 din/cm.

Cuadro 13. Cobertura (impactos/cm<sup>2</sup>)

Tensión sup. (din/cm) (Concentración, l/100 l de agua)	Programas		Media Concentración
	Cir 1.5	Sylcomp	
72,00 (0,00)	69,33	68,11	68,72 a
23,46 (0,025)	75,45	72,28	73,87 a
19,98 (0,05)	68,00	64,24	66,12 a
19,39 (0,1)	67,22	64,27	65,75 a
19,51 (0,25)	54,44	60,17	57,31 a
20,06 (0,5)	56,78	55,42	56,10 a
Media Programa	65,2 a	64,08 a	

Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Interacción Tensión superficial x programa: n.s. C.V.: 3,87 %

No existieron diferencias significativas en la cobertura para las distintas concentraciones tampoco entre los programas para la variable analizada.

Cuadro 14. DVM ( $\mu$ )

Tensión sup. (din/cm) (Concentración, l/100 l de agua)	Programas		Media Concentración
	Cir 1.5	Sylcomp	
72,00 (0,00)	416,86	165,95	263,02 c
23,40 (0,025)	416,86	177,82	275,42 c
19,98 (0,05)	588,84	229,08	371,53 b
19,39 (0,1)	676,08	263,02	426,57 b a
19,51 (0,25)	630,95	323,59	457,08 b a
20,06 (0,5)	691,83	363,07	501,18 a
Media Programa	562,34 a	245,47 b	

Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). Interacción Tensión superficial x programa: n.s. C.V.: 1,97 %. Datos analizados previa transformación log x, por incumplimiento de supuestos del análisis de varianza. Datos expresados como media geométrica.

El DVM se incrementó significativamente con el incremento de la concentración de tensioactivo, aunque esos aumentos del tamaño no se correspondieron con la tensión superficial que permaneció constante con cualquier concentración del producto.

Cuadro 15. DMN ( $\mu$ )

Tensión sup. (din/cm) (Concentración, l/100 l de agua)	Programas		Media Concentración
	Cir 1.5	Sylcomp	
72,00 (0,00)	112,20	134,89	123,02 c
23,46 (0,025)	114,81	141,25	128,82 c
19,98 (0,05)	134,89	169,82	151,35 b
19,39 (0,1)	134,89	190,54	162,18 b
19,51 (0,25)	177,82	234,42	204,17 a
20,06 (0,5)	165,95	257,03	204,17 a
Media Programa	138,03 b	181,97 a	

Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test de Tukey ( $p < 0,5$ ). Interacción Tensión superficial x programa: n.s.C.V.: 4,68 %  
 Datos analizados previa transformación log x, por incumplimiento de supuestos del análisis de varianza. Datos expresados como media geométrica  
 Existe interacción concentración-programa. Todos los contrastes horizontales resultaron significativos.

Existieron diferencias (tiempos verbales en pasado) entre las distintas concentraciones. El DNM se incrementó en función de la concentración de tensioactivo, pero no por efecto de la tensión superficial, ya que esta no disminuyó con la concentración de uso del producto. Las diferencias se encontraron entre las concentraciones 1-2, 3-4 y 5-6.

Existieron diferencias significativas entre programas para la variable analizada.

Cuadro 16. DVM/DMN

Tensión sup. (din/cm) (Concentración, l/100 l de agua)	Programas		Media Concentración
	Cir 1.5	Sylcomp	
72,00 (0,00)	3,78	1,24	2,51 a
23,46 (0,025)	3,61	1,26	2,44 a
19,98 (0,05)	4,52	1,36	2,94 a
19,39 (0,1)	5,29	1,38	3,34 a
19,51 (0,25)	3,64	1,39	2,51 a
20,06 (0,5)	4,31	1,41	2,86 a
Media Programa	4,19 a	1,34 b	
Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test de Tukey (p< 0,05). Interacción Tensión superficial x programa: n.s. C.V.: 24,11 %			

No existieron diferencias entre en las concentraciones para la variable analizada.

Existieron diferencias entre los programas para la relación DVM/DMN.

Cuadro 17. Eficiencia de Aplicación (l/ha recuperado)/(l/ha. Aplicados)

Tensión sup. (din/cm) (Concentración, l/100 l de agua)	Programas		Media Concentración
	Cir 1.5	Sylcomp	
72,00 (0,00)	30,04	18,82	24,43 c
23,46 (0,025)	45,70	20,63	33,16 c
19,98 (0,05)	86,89	39,63	63,26 c b
19,39 (0,1)	133,94	59,34	96,65 b a
19,51 (0,25)	129,74	106,14	117,94 a
20,06 (0,5)	139,14	135,55	137,34 a
Media Programa	94,24 a	63,35 b	
Promedios con igual letra no difieren significativamente entre sí. Test de Tukey (p< 0,05). Interacción Tensión superficial x programa: n.s. C.V.: 26,85 %			

No existieron diferencias significativas entre las concentraciones 1-2-3; 3-4; 4-5-6 en la eficiencia de aplicación.

Existieron diferencias entre los programas en la medición de la variable eficiencias de aplicación.

## **Discusión**

Para la variable que contempla los impactos/cm<sup>2</sup> se debe destacar que no se observaron diferencia entre las concentraciones ni entre los programas. Los datos de las distintas concentraciones no se condicen con el marco teórico (Spraying S.Co., 1995) bibliográfico, ya que debieron esperarse mayor cantidad de impactos con una disminución de la tensión superficial, lo cual pudo deberse a la superposición de gotas.

En la variable DVM se observó que el tamaño del la misma se incrementó con el aumento la concentración de tensioactivo, esto puede haberse debido a la superposición de gotas que produjeron manchas de mayor tamaño. Pero este resultado también contradice el marco teórico el que indica se produce menor tamaño a menor tensión superficial (Spraying S.Co., 1995). En consecuencia se objeta la posibilidad que los programas efectúen detección de superposiciones, porque se asume que los coeficientes de expansión que utilizan son independientes de la tensión superficial. En consecuencia los programas efectuaron todas las determinaciones tridimensionales sobre manchas (impactos) y no sobre gotas por lo que se contradicen las conclusiones de Leiva). Los valores proporcionados por el Cir 1.5 siempre fueron mayores que los valores arrojados por el programa Sylcomp, a igualdad de los experimentos anteriores, por lo que se lo considera un atributo propio de ese programa

En el caso del DNM ocurrió lo mismo que para la anteriormente mencionada, esto es, que a medida que aumenta la concentración de tensioactivo también aumenta el DNM, pero a diferencia de la variable anterior, en esta los valores arrojados por el Sylcomp fueron mayores que los del Cir 1.5, lo que coincide con los resultados de los experimentos 1 y 2.

DVM/DNM no se encontraron diferencias para la variable con respecto a las distintas concentraciones. En este caso se puede observar que los valores arrojados por el programa Cir 1.5 son de mayor valor que los valores que nos brinda el Sylcomp AG.

La eficiencia de aplicación, tanto para los programas como para las concentraciones de tensioactivo resultó proporcional a las modificaciones que se obtuvieron con las variables de dimensiones de gota (DVM y DNM).

### **Conclusiones del Experimento 3:**

Para este experimento se concluyó que la disminución en la velocidad de avance con respecto al experimento anterior, para generar mayor superposición de impactos provocó lo esperado, es decir aumento en las variables que contemplan tamaño de gota y en la tasa de aplicación, por superposiciones de gotas (impactos de mayor tamaño en el papel) que no detectan los programas. Sin embargo hubieron modificaciones en las magnitudes de dimensiones de gotas que no se explicaron por la modificación de la tensión superficial, sino por la concentración de producto. Esto indica que las diferencias obtenidas con respecto al los experimentos anteriores no sólo se deben a las modificaciones de la tasa de aplicación sino también a propiedades inherentes a, los tensioactivos utilizados y cuyo efecto fue más allá de las modificaciones de la tensión superficial del caldo de aplicación.

## **CONCLUSIONES.**

- Las distintas concentraciones de los tensioactivos modificaron la tensión superficial del agua en forma diferencial. A partir de una determinada concentración (diferente entre ellos) no se produjeron disminuciones en esa propiedad física del agua.
- Las modificaciones de la tensión superficial del caldo de aplicación no produjeron resultados de acuerdo a lo que se esperaba de los marcos teóricos correspondientes.
- los programa no pueden ser utilizados para caracterizar una aplicación a través de los indicadores tamaños de gotas y número de impactos, ya que no presentan la capacidad de determinar cuantos impactos componen una mancha; es por ello que carecen de confiabilidad las variables que caracterizan tamaños de gota (DVM y DNM) y todas aquellas que se construyen a partir de éstas.
- Es necesario conocer los efectos, más allá de las modificaciones de la tensión superficial del caldo, que producirá un determinado producto sobre las propiedades del mismo y que provocarían variaciones de las magnitudes de las variables que caracterizan a las poblaciones de gotas.
- En tanto no se conozcan los coeficientes de expansión (Relación Diámetro de la mancha/sobre diámetros esférico de la gota) y no se demuestre con mayor potencia la capacidad de detectar superposiciones de gotas en las manchas, las determinaciones de variables volumétricas resultan poco confiables.
- También la no capacidad de detección de superposiciones hace poco útiles las comparaciones entre programas para las determinaciones de cobertura, de allí que se propone que las bases de datos sean construidas siempre con el mismo programa.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- Barreiro, G.M.; Bergamini, S.; López y Huergo, H. 1983. Desarrollo de un cabezal de gota controlada. ASAM (Malezas), 11 (5): 21-40.
  
- 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. 1-16.
  
- Cordeiro de Araújo, E. y Maturama de Araujo, R. 2007. Análise de gotas em pulverizações agrícolas utilizando digitalização de imagens (AGROSCAN®). Agrotec Ltda.. Tecnología Agrícola e Industrial. Pelotas, R.S. Brasil. En: [www.agrotec.etc.br](http://www.agrotec.etc.br). Pág. 17.
  
- Cusculluela, 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
  
- 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.

-Enfält, 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.

-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, 2005. Informe interno sobre tensioactivos. Universidad Nacional de La Pampa, Facultad de Agronomía, Cátedra Terapéutica Vegetal.

- García, F.D.; Gili, A.; Belmonte, V. y Brusco, M.I. 2009 (a). “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.; Belmonte, V.; Gili, A. y Brusco, M.I. 2009 (b). “Comparación entre el programa CIR 1.5 y lupas para la determinación de cobertura de las aplicaciones de plaguicidas”. ”. En Actas XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. 30/09, 1 y 2/10/09. 3 pág.

-Green. J.H., Green J.M. 1991. Dynamic surface tension as a predictor of herbicide enhancement by surface additive. B.C.P.C. Weeds, Brighton, England.

- Grigera, J.R. 1980. Elementos de Biofísica. Ed H. Surt. Bs. As. 226 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.
- Hock W. K. and Lorenz E. S. 2004. Spray adjuvants. Pennsylvania State University. College of Agricultural Sciences. Agricultural Research and Cooperative Extension pesticide Application. 2004
- 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 aspersion sobre tarjetas sensibles. INTA, EEA Pergamino - Agrotec Tecnología Agrícola e Industrial Ltda (Pelotas, RS, Brasil).
- Mahler, R.L. et. al. (2000). Pesticides and their movement in soil and water. University of Idaho. Cooperative extensión system.
- Masia, G; Tesouro, M.O., Fucia A.M., Smit, J.E., Venturelli, L. Desempeño de distintos reductores de la deriva.

- Miller, P.C.H.; Butler Ellis, M.C.; Ellis, M.C.B. 1997. A review of spray generation, delivery to the target and how adjuvants influence the process. *Plant Protection quarterly*. 12:1, 33-38.
- Murphy, G. J., Policello, G. A. 1993. Dynamic surface tension effects on spray droplet adhesion of organosilicones. B. C. P. C. Brighthon, England
- 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. Pág. 168.
- 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](http://www.e-sprinkle.com.br/index.php)
- Reeves, K.C. and Womac, A.R. 1992. Reduced drift characteristics of pre-orifice flat spray RF Raindrop nozzles. 1992 International Winter Meeting of The American Society of Agricultural Engineers. 33 pag.

-Soriano, M. L.; Porras 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.

-Spraying S.Co., 1995.

-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 Congresso 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.

-TyC S.R.L. 2002. CIR 1.5; Conteo y Tipificación de impactos de pulverizadora. Manual de uso y operación del software. 23 pág.

-Tesouro, M. O. 2003. El uso de tensioactivos y su relación con el porcentaje de cobertura RIA, 32 (1): 89-98

-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. Pág. 6.

-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. Pág. 4.

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

-Yates W.E., Akensson N.B. and D.E. Bayer 1976 Effect of spray adjuvant of drift hazards. Transactions of the ASAE. Pag. 41-46

-Yates W.E., Akensson N.B. and D.E. Bayer 1976 Effect of spray adjuvant of drift hazards. Transactions of the ASAE. Pag. 213-218.