



## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES

**Título:** *“Coadyuvante vegetal a base de lecitina de soja. Evaluación de la calidad de aplicación con diferentes pastillas de uso común.”*

**Alumno:** Bozzo, Fernando Andrés

**Legajo:** 26900/0

**Alumno:** del Castillo, Fernando Tomás

**Legajo:** 26908/8

**Director:** Ponce, Mariano

**Co-director:** Mur, Matilde

**Fecha:** 26/03/2019

## RESUMEN

La pulverización es la forma más difundida de aplicación de fitosanitarios en Argentina. Debido a que el mercado está yendo hacia fitosanitarios más selectivos, menos tóxicos, con menos persistencia y que se degraden más rápido, el uso de coadyuvantes debe considerarse como una herramienta de manejo que puede mejorar no sólo el desempeño de los fitosanitarios, sino también la eficacia de los resultados. El objetivo del ensayo fue evaluar la calidad de aplicación de diferentes boquillas de uso común, haciendo uso y no uso de un coadyuvante natural no iónico como la lecitina de soja. Los diseños de pastillas que se utilizaron fueron: abanico plano aire inducido (GA), Turbo (TT), cono hueco aire inducido (AITX), cono hueco (TXA). Se determinaron el número de impactos (imp. cm<sup>-2</sup>), la cobertura (%), el DV<sub>0,5</sub> y la eficiencia sobre tarjetas hidrosensibles. Los imp. cm<sup>-2</sup> recolectados debajo del botalón fueron mayores en TXA con respecto a AITX que fue la que menor número generó. El uso de la lecitina de soja generó aumentos en el DVM sin producir variaciones en el número de imp.cm<sup>-2</sup>. A su vez, las eficiencias rondaron entre 39% y 57%. En cuanto a la cobertura las boquillas TXA fueron las que generaron los mayores porcentajes, siendo estos cercanos al 15%. En contraposición, las que menor cobertura presentaron fueron las AITX con un 6%. El resto de las boquillas generaron valores intermedios.

## INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

De acuerdo al aumento en la aplicación de fitosanitarios en los últimos 15 años, CASAFE (2014) informa que el consumo de productos fitosanitarios (PF) en la República Argentina pasó de 924,7 millones de dólares a 2381,2 millones en el año 2012, siendo los menores registros del período los del año 2002 con 600,1 millones de dólares. No obstante, las estadísticas muestran para los últimos 22 años un incremento del 858% en la aplicación de agroquímicos y un 50% de incremento de la superficie agrícola. Dentro de los PF, los mayores porcentajes corresponden a los herbicidas, con un 41%, seguido por los insecticidas con un 27% y los fungicidas con un 19% del total facturado.

La aplicación de PF ha sido definida como “el empleo de todos los conocimientos científicos que proporcionan la correcta colocación del producto biológicamente activo en el objetivo o blanco, en cantidad necesaria, de forma económica, con el mínimo de contaminación en otras áreas” (Matuo et al., 2001). La tecnología de aplicación comprende desde la elección de la boquilla, la presión y velocidad de trabajo, las características del producto (dosis y modo de acción), las características del objetivo a aplicar (ubicación y estado de desarrollo) y externamente la influencia de las condiciones meteorológicas (temperatura, humedad relativa y velocidad del viento). El resultado final de este sistema es la calidad de aplicación que se obtiene evaluando el número de impactos  $\text{cm}^{-2}$ , el diámetro de las gotas y la uniformidad de distribución (Massaro, 2004; Martínez & Sarubbi, 2015).

Las pastillas de pulverización determinan las características de la aplicación que se lleva a cabo. Estas proporcionan las siguientes características: volumen de aplicación, calidad de aplicación y uniformidad de aplicación. La recomendación de Weber (1982) sobre la cantidad de producto necesario para alcanzar eficacia biológica, se basa en los impactos  $\text{cm}^{-2}$  que recibe el objeto de aplicación. La mayoría de los pulverizadores agrícolas actuales utilizan boquillas hidráulicas para dosificar y atomizar el líquido en gotas. Las mismas

producen un amplio espectro de tamaño de gotas que van desde los 10  $\mu\text{m}$  a los 1000  $\mu\text{m}$  (Bouse et al., 1990). Esto determina la importancia de identificar las pastillas más utilizadas.

- Pastillas de abanico plano: constan de un solo cuerpo que asperja el líquido en un plano único y de ángulo variable, mayoritariamente entre  $80^\circ$  y  $110^\circ$ . La denominación de estas pastillas, 8002 por ejemplo, identifica el ángulo de aspersión ( $80^\circ$ ) y el caudal arrojado en un minuto expresado en galones americanos,  $0,2 \text{ galones min}^{-1}$ . ( $0,76 \text{ litros minuto}^{-1}$ ). A igualdad de caudal, las pastillas con mayor ángulo de aspersión, producen gotas más pequeñas que las de menor ángulo. En equipos terrestres, el uso de pastillas de mayor ángulo de aspersión requiere ubicar el botalón más bajo que con pastillas de menor ángulo, favoreciendo el control de la deriva (Etiennot, 1993; Spraying Systems, 1994).

- Pastillas de cono hueco: constan de dos elementos: un núcleo de turbulencia y un disco difusor. El primero, por su diseño, imprime al flujo un movimiento de rotación y una salida por uno o más orificios regulando el tamaño de las gotas. El disco difusor, ubicado luego del núcleo, consta de un solo orificio, y es el responsable de la regulación del caudal. Como ejemplo de denominación, una pastilla D-8 23, se interpreta que tiene un disco difusor de  $8/64''$  ( $3,2\text{mm}$ ) de diámetro y un núcleo de turbulencia con dos orificios de  $3/64''$  ( $1,2 \text{ mm}$ ) de diámetro cada uno de ellos.

Las pastillas de abanico plano generan gotas de tamaños que varían entre los 100 y 500 micrones y las de cono hueco entre 100 y 250 micrones (Etiennot, 1993; Larragueta, 1985; Teejet, 2008).

- Pastillas de inducción de aire: son pastillas que aspiran aire gracias a un tubo Venturi incorporado a su cuerpo, introduciendo burbujas en las gotas producidas. El diámetro de las gotas originadas en este proceso, es mayor que el de las formadas convencionalmente, reduciendo los efectos de la deriva, Cid & Masiá (2011). Además Leiva (2011) recomienda estas pastillas por su uniformidad de aplicación, el tamaño de gota producido.

Wolf & Daggupati, (2009) observaron una mejor penetración en el canopeo de un cultivo denso de soja (*Glycine max L.*), alcanzando el estrato inferior con pastillas que generaron

un tamaño de gotas entre fina y mediana. Las pastillas en ese estudio se clasificaron como de gota fina, media o gruesa (según marbete, medición continua por láser Oxford, a todo lo ancho de la aspersión plana). Hanna et al. (2009) compararon pastillas de calidad de aspersión fina, mediana y gruesa a tres alturas en un cultivo de soja, pero a diferencia de los autores anteriores, no observaron diferencias en el tamaño de gota y la penetración o cobertura del canopeo. Las pastillas con aire inducido, condujeron a depósitos más altos en un canopeo de maní (*Arachis hypogaea L.*) en comparación con pastillas sin aire inducido, en tres alturas de colectores, y especialmente en el colector inferior (Zhu & Zon, 2004). Charbonnier (2011) evaluó el efecto del tipo de boquilla y la tasa de aplicación para el control de enfermedades en trigo, y contabilizó mayor número de impactos  $\text{cm}^{-2}$  con el uso de gotas finas (100-175  $\mu\text{m}$ ) en comparación al uso de gotas muy gruesas (375-450  $\mu\text{m}$ ).

Gálvez et al. (2005) trabajaron evaluando la penetración del asperjado con diversas pastillas en el control de roya de la soja. Los mismos concluyeron que la densidad de impactos producida por la pastilla cono hueco y un volumen de aplicación de 150  $\text{l ha}^{-1}$ , fue significativamente superior al resto de pastillas tanto en el estrato superior como en el inferior. Una serie de combinaciones de pastillas y caudales (XR con 120 y 150  $\text{l ha}^{-1}$ , porta-pastillas Twin cap con 2 pastillas XR con 150  $\text{l ha}^{-1}$ , cono hueco con 120 y cono lleno con 150  $\text{l ha}^{-1}$ ) mostraron un comportamiento similar en el estrato inferior sin diferencias significativas entre ellas, sin embargo mostraron un comportamiento inferior respecto al cono hueco a 150  $\text{l ha}^{-1}$ . Para el caso de doble abanico, no obtuvieron una mayor penetración por debajo de los 20 cm del follaje del cultivo. Las únicas pastillas con las que obtuvieron un número aceptable de impactos y aún mayores (50 gotas  $\text{cm}^{-2}$ ) fueron las de cono hueco a 120 y 150  $\text{l ha}^{-1}$ . Destacan que un mayor volumen de aplicación por sí mismo, no es garantía de un alto número de impactos dentro del follaje, sino que está relacionado con las características de las pastillas en cuanto al modo de generación de gotas. En el caso del cono hueco, el DVM (diámetro volumétrico mediano) estuvo por debajo del valor ideal de 200-250  $\mu\text{m}$  nombrado por Leiva, (1995). Los resultados obtenidos por este equipo

de investigadores muestran que las gotas finas generadas por estas pastillas fueron las que mejor comportamiento presentaron con respecto a la penetración.

Frola (2013) y Leiva (1995) consideran que deben mantenerse premisas como el respeto del tamaño y el número de impactos, pero también el monitoreo de las condiciones ambientales (rangos de temperatura inferiores a 30°, humedad relativa superior a 40%, y vientos con velocidades menores a 18-20 km h<sup>-1</sup>) y tener en cuenta que cuando estas condiciones no son buenas se debe recurrir al uso y manejo de los coadyuvantes, específicamente antievaporantes, que ayuden a proteger la gota que se está generando. La velocidad del viento podría considerarse normal entre 5,4 y 18 km h<sup>-1</sup> aconsejando para este caso una pulverización de finura media (Márquez Delgado, 2008). Es bien sabido que al aumentar la eficiencia de las aplicaciones de biocidas en el ámbito rural, se disminuyen las pérdidas de producto y se obtiene un mayor control del objetivo a tratar. Esto incide sobre el aspecto económico, con el real aprovechamiento de las dosis aplicadas y también sobre el marco ambiental, evitando la presencia de fitoterápicos en suelos y aguas (Mahler et al, 1997). Respecto al concepto de eficiencia, la misma también puede vincularse con la cantidad de producto que efectivamente llega al objeto de aplicación en relación a la cantidad de producto distribuido por unidad de superficie. Martens (2012) menciona que la bibliografía aporta datos de eficiencias entre el 25% y el 60%, correspondiendo los menores valores a las aplicaciones sobre explotaciones arbóreas y las mayores a aquellas efectuadas en condiciones de barbecho y suelo desnudo. Abi Saab (2004) menciona también que aproximadamente un 30% de los agroquímicos aplicados se pierden por deriva. Graham-Bryce (1977), Pergher (2001) y Gil et al., (2007) mencionan que en aplicaciones postemergentes, solo el 50-70% del volumen total asperjado llega a las plantas y que por lo tanto entre el 30 y 50% de la dosis calculada no es depositada sobre el objetivo a controlar, siendo en este caso las eficiencias cercanas al 50%. Algunas estimaciones sugieren que es posible que hasta un 80 % del total del pesticida utilizado llegue al suelo (Courshee, 1960).

El factor de aplicación más importante que influye en la deriva es el tamaño de las gotas rociadas. Trabajando con agua como dispersante, gotas menores de 150  $\mu\text{m}$  están muy expuestas a la evaporación y deriva, y aquellas mayores de 350  $\mu\text{m}$  no proveen una adecuada cobertura y caen generalmente al suelo arrastrando con ella al agroquímico. Se considera que un adecuado balance se obtiene utilizando gotas entre 200-250  $\mu\text{m}$  de diámetro (Leiva, 1995). Es necesario algunas veces el uso de tensioactivos que hacen que la gota adopte una posición achatada incrementando la adherencia por una mayor superficie de contacto (Marer, 1988). Sin tener en cuenta los fenómenos de superficie, las gotas pequeñas en su conjunto tienen más probabilidades de depositarse que un mismo volumen representado por una sola gota más grande. Pulverizando con gotas de pequeño tamaño se puede conseguir mayor cobertura para la misma cantidad de caldo aplicado, aunque también aumenta el porcentaje de gotas que se evaporan sin alcanzar el objetivo (Márquez Delgado, 2005).

Downer et al. (1997) afirman que el objetivo de muchas investigaciones es reducir la cantidad de producto aplicado sin que la uniformidad en la distribución sea afectada; de lo contrario, la dosis que llegue al blanco puede ser insuficiente para causar el efecto biológico deseable, o la dosis puede ser excesiva, determinando el desperdicio de producto.

Por lo expuesto, el mercado está yendo hacia fitosanitarios más selectivos, menos tóxicos, con menos persistencia y que se degraden más rápido. En este sentido, el uso de coadyuvantes debe considerarse como una herramienta de manejo que puede mejorar no sólo el desempeño de los fitosanitarios, sino también la eficacia de los resultados. Estos productos buscan la reducción y minimización de las pérdidas, maximizando el efecto de los productos utilizados.

Los coadyuvantes son compuestos que agregados al caldo de pulverización permiten corregir la calidad físico-química del agua, mejorar la actividad del fitosanitario o la calidad de la pulverización y, por ende, la eficiencia de aplicación (Cunha & Alves, 2009; Puricelli & March, 2014).

Existen distintos tipos de coadyuvantes que se pueden clasificar de acuerdo a su función en: tensioactivos, penetrantes, adherentes, humectantes, correctores de aguas, antiderivantes, limpiadores, colorantes y antiespumantes (Durigan, 1993).

Los nuevos fitosanitarios tienden hacia moléculas más activas, producidas con formulaciones muy concentradas, más costosas y en dosis mucho menores a las convencionales. Con respecto a esto último, los coadyuvantes contribuirían a una efectiva aplicación (cobertura de gota, humectación, deposición, retención; penetración y translocación) para disminuir el margen de error. El uso de coadyuvantes ofrece considerables beneficios económicos y al medio ambiente por la posibilidad de optimizar al máximo la acción de los principios activos (Jalil Maluf, 2015). Estos incrementan el DV0,5 de las gotas con el fin de disminuir el riesgo de deriva (Hock, 2011).

Rampoldi et al., (2016) recomiendan como coadyuvante a la lecitina de soja, la cual está formulada a base de aceites vegetales. La misma actúa favoreciendo la penetración de los agroquímicos ya que reduce la tensión superficial y aumenta el área de contacto entre la gota y la hoja. Por su acción surfactante logra una excelente humectación de las hojas, confiriéndole además propiedades correctoras (acidificando el caldo de aplicación) reduciendo el pH de la solución, manteniéndolo en el óptimo, entre 4 y 6 días después de haberse realizado la mezcla. Presenta una acción anti deriva, ya que aumenta el tamaño de la gota y, además, mejora el transporte y la distribución de los nutrientes dentro las plantas. La lecitina de soja no daña la estructura de la cutícula de la hoja, solo separa la capa de cera mejorando la entrada del producto sistémico. Finalmente la lecitina de soja es un producto natural de extracción no sintético que tiene una degradabilidad total y un riesgo ambiental nulo. Dada sus propiedades, está recomendado para aumentar la eficacia y eficiencia de los herbicidas, fungicidas, insecticidas y fertilizantes. Los autores evaluaron la eficacia de la lecitina de soja y la compararon con productos de similar acción en el mercado, en parcelas enmalezadas en otoño, en la zona de Concepción del Uruguay. Como resultados obtuvieron que solo en el 6% de los tratamientos la aplicación del herbicida sin el agregado del coadyuvante resultó en un mejor control final. Estos resultados indican lo importante que es



el uso de coadyuvantes en agricultura. Cuando se utilizó lecitina de soja siempre se obtuvieron valores elevados de control, fue la mejor opción para controlar a los 7 días después de aplicado (DDA) y la única estrategia que controló al 100% la especie enredadera *Polygonum sp* a los 21 DDA. Miller & Butler (2000) demostraron en su trabajo que el uso de un coadyuvante a base de lecitina de soja generó un menor número de impactos con un mayor DVM produciendo una mayor superficie de contacto entre el caldo y la hoja. Dicho resultado pudo haber sido debido a que la lecitina de soja es un emulsionante que actúa aumentando la penetración de los agroquímicos al reducir la tensión superficial de la gota.

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 consecuentemente el volumen recolectado (García et al., 2003)

Para evaluaciones objetivas de la calidad de aplicación, se utilizan tarjetas hidrosensibles de 1"x3" distribuidas en número variable. Existen tarjetas sensibles al agua de color amarillo, que se tiñen de azul; y otras de color gris, utilizadas para aspersiones con disolventes oleosos, que se tiñen de negro al depositarse la aspersion (Miguens, 1981).

Es importante contar con una metodología de recuento y tipificación confiable que permita acelerar el proceso de cálculo y garantizar que los resultados sean equivalentes y repetibles cuando se realiza por diferentes evaluadores (Leiva & Araujo, 2009). En razón a lo expuesto, y haciendo uso de la tecnología disponible en análisis de imágenes y cálculo computarizado, existen programas diseñados especialmente para contar y tipificar una aspersion. Entre ellos podemos mencionar: CIR 1.5, StainMaster 1.0.8 ambos desarrollados

en Argentina; Gotas, AgroScan y e-Prinkle desarrollados en Brasil; DropletScan y StainAnalysis desarrollados en USA y Canadá.

Leiva & Araujo (2009) concluyen que el programa CIR 1.5 fue el que mejor logró un conteo individual de impactos sobre las tarjetas hidrosensibles, por ende se obtuvieron los valores más altos en número de impactos. El programa CIR 1.5 también produjo una sobreestimación comparándolo con la metodología del trazador que es la que nos brinda el dato más confiable de eficiencia (Cowell et al., 1988). Dicha sobreestimación se debe a la sensibilidad de dicho programa al momento de reconocer las gotas sobre la tarjeta analizada, ya que no analiza por separado las gotas superpuestas y las procesa como si fuese una gota de gran tamaño (Barone, 2019). Por lo tanto Barone (2019) indica un coeficiente de corrección de 2.02 para la boquilla Guardian Air, 1.76 para la Turbo Teejet, 1.90 para la boquilla cono hueco y 2.02 para la boquilla cono inducido.

## HIPOTESIS

### Hipótesis básicas

La utilización de coadyuvantes mejora la eficiencia de aplicación.

La calidad de aplicación difiere entre tipos de pastillas.

### Hipótesis específicas

La presencia de coadyuvante en el caldo, genera la llegada de un mayor número de impactos con mayor DVM, independientemente del estrato.

Independientemente del uso de coadyuvantes, las pastillas antideriva logran eficacia biológica.

Las pastillas cono convencional consiguen mejor cobertura en estratos inferiores.

La eficiencia entre pastillas de cono hueco es similar en el estrato inferior.

## OBJETIVOS

### Objetivos generales

Evaluar la calidad de aplicación modificando variables operativas.

### Objetivos específicos

Evaluar la calidad de aplicación utilizando un coadyuvante vegetal no iónico.

Comparar las prestaciones de distintos tipos de pastillas con la incorporación o no de un coadyuvante.

Evaluar la calidad de cobertura en distintos estratos.

## MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en un campo productivo en Paraje La Rabia, partido de 25 de Mayo, Provincia de Buenos Aires.

Se realizó una aplicación sobre un cultivo de avena, el cual se implantó bajo siembra directa con una distancia entre hileras de 35 cm y una densidad de siembra de 80 kg/ha. La misma se encontraba en estado de macollaje al momento de la aplicación.

Para la realización del ensayo se utilizó un tractor Zanella 230 CC de 120 HP, equipado con una pulverizadora hidráulica de arrastre marca Caimán 3500, con un botalón de 22 m, con 42 picos a 0,525 m dividido en tres secciones (Foto N° 1).



Foto N°1. Proceso de pulverización con equipo Caimán.

Se estableció un diseño experimental con un esquema factorial completamente aleatorizado con tres factores (4x2x2). Las variables independientes fueron: cuatro diseños de pastillas, dos estratos de evaluación sobre el cultivo y la presencia o no de coadyuvante.

Los diseños de pastillas que se utilizaron (Figura 1) fueron los siguientes:

1. GuardianAir 110°, de caudal 015. El abanico inducido reduce la deriva a la vez que aumenta la deposición y retención de la gota en la hoja (catálogo Pentair Hypro, 2016).
2. Turbo Teejet TT110015. Chorro plano granangular de bordes decrecientes para una cobertura uniforme en una aplicación al voleo (catálogo TeeJet, 2009).
3. Conejet AITX 80015. Cono hueco resulta ideal para las aplicaciones de chorro de aire y dirigidas.
4. Conejet TXA 80015. Cono hueco ideal para herbicidas, fungicidas e insecticidas de contacto de postemergencia para que las gotas atomizadas finas lleguen al objetivo.



Figura 1. Vista lateral de las boquillas bajo estudio. De izquierda a derecha: boquilla abanico plano inducida por aire (GA); boquilla Turbo Teejet (TT); boquilla cono hueco inducido por aire (AITX); boquilla cono hueco convencional (TXA).

Las boquillas que se utilizaron fueron nuevas y se les realizó, previos a los ensayos, los controles pertinentes de caudal a la presión de trabajo seleccionada mediante la utilización de jarras graduadas (Foto N° 2), efectuándose los ajustes de presión correspondientes si fueran necesarios. No se procedió al cambio de ninguna de ellas ya que no difirieron en más del 10% del caudal erogado por una nueva a la presión de trabajo normalizada (3 bares). Tampoco fue necesario, ante la reducción del caudal de la pastilla en más de un 10%, de proceder a la limpieza de las mismas.



Foto N°2. Control de caudal de trabajo con jarra graduada.

La presión de trabajo del sistema se evaluó en cada pastilla de pulverización por medio de manómetro de precisión.

El caudal de las pastillas se ajustó para erogar la dosis recomendada por medio de la variación de la presión de trabajo, en el rango estipulado por tablas del fabricante.

El caudal de trabajo fue de  $0,51 \text{ l min}^{-1}$ , a una presión de trabajo de 2,5 bares. Se trabajó a una velocidad aproximada de  $9 \text{ km h}^{-1}$  con el objetivo de lograr  $64,76 \text{ l ha}^{-1}$ .

Como segundo factor, se evaluaron dos estratos del cultivo, uno inferior y otro superior (Fotos N° 3 y 4). Para ello se utilizaron soportes porta tarjetas construidos en hierro, ubicados a dos alturas con respecto al suelo, en concordancia con los estratos inferior (I) a 5 cm del suelo, y superior (S) del cultivo a 20 cm del suelo.

Como tercer factor, se evaluó el uso o no de coadyuvante en el caldo de aplicación. Se utilizó L-CITINA FULL, de la marca Insuagro cuyo principio activo es la lecitina de soja 35%. Es un concentrado emulsionable de acción tensioactiva. Se utilizó en concentración recomendada por marbete de 200 cc cada 100 l de caldo.

Todos los tratamientos se realizaron con una altura de botalón de 0,7 metros de altura.



Foto N°3. Soporte porta tarjeta y tarjeta hidrosensible en la estación de muestreo, estrato inferior

Foto N°4. Soporte porta tarjeta y tarjeta hidrosensible en la estación de muestreo, estrato superior.

Las variables respuesta que se determinaron fueron:

- 1) Cantidad de impactos  $\text{cm}^{-2}$ : término también conocido como cobertura y que permite determinar a priori si es factible una aplicación de herbicidas, insecticidas o fungicidas, según su modo de acción, con la cantidad de gotas  $\text{cm}^{-2}$  adecuada.
- 2) Diámetro Volumétrico Mediano DV-0.5 o DVM ( $\mu\text{m}$ ): definido como el diámetro de la gota que divide por la mitad al volumen de contenido en el espectro de pulverización.
- 3) Eficiencia (%): referida a la relación entre el volumen estimado efectivamente recogido en el objetivo y el volumen aplicado.
- 4) Cobertura (%): porcentaje del área de la tarjeta de papel sensible cubierta por manchas.

Se estableció para cada uno de los 16 tratamientos 10 estaciones de muestreo.

La distancia entre las mismas fue de 0,75 metros de forma perpendicular al desplazamiento del equipo aplicador y de 5 m en el sentido de avance, como muestra la figura 2.

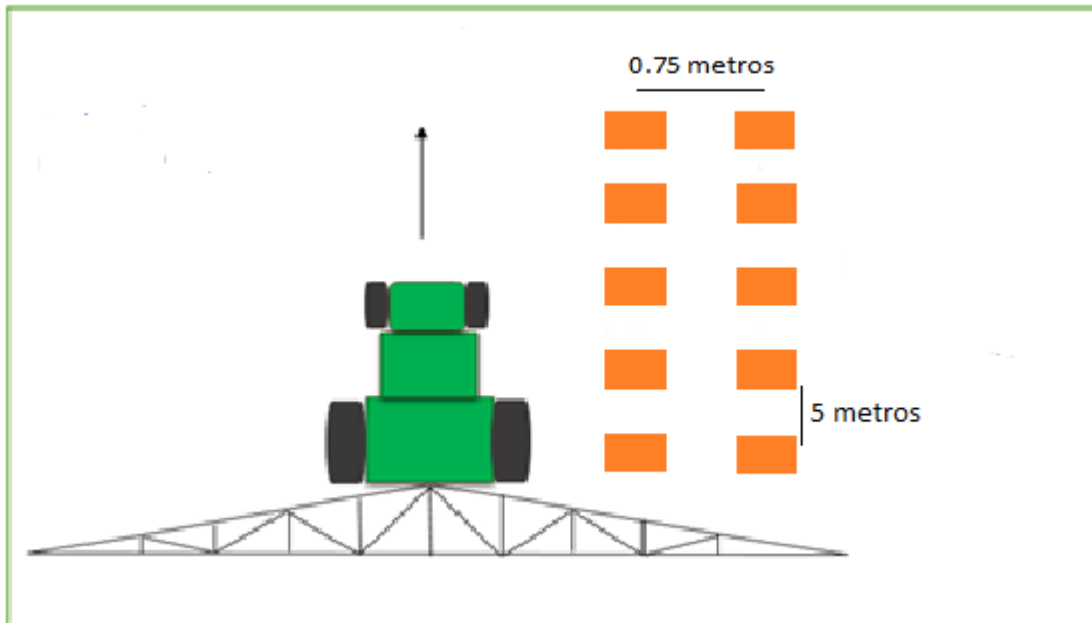


Figura 2. Diagrama de ubicación de tarjetas en estación de muestreo.

En cada aplicación se tomaron datos de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento promedio y velocidad máxima del viento proporcionados por una estación meteorológica portátil Kestrel 3500 DT.

En cada estación de muestreo se colocó media tarjeta hidrosensible Syngenta de 3" x 1" sobre el haz (H) y durante la realización de los ensayos se utilizó agua para efectuar la aplicación.

Para la evaluación de las tarjetas de papel sensible al agua se utilizó el programa CIR 1.5 y un scanner de mesa. El programa fue especialmente desarrollado para la evaluación de tarjetas de papel sensible al agua que se manchan de color azul con las gotas obtenidas por la pulverización. Dichas tarjetas fueron escaneadas a una resolución de 1200 d.p.i. (dots per inch).

Durante el proceso de análisis de las imágenes con el programa CIR 1.5, se realizó el conteo y cálculo de las variables respuesta sobre el promedio de cinco ventanas de medición ubicadas aleatoriamente sobre la tarjeta por el propio programa.

A partir de los datos relevados y calculados se efectuó un análisis de la varianza no paramétrica y la significancia de las diferencias se cuantificó a partir de la prueba de Kruskal wallis ( $p > 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSION

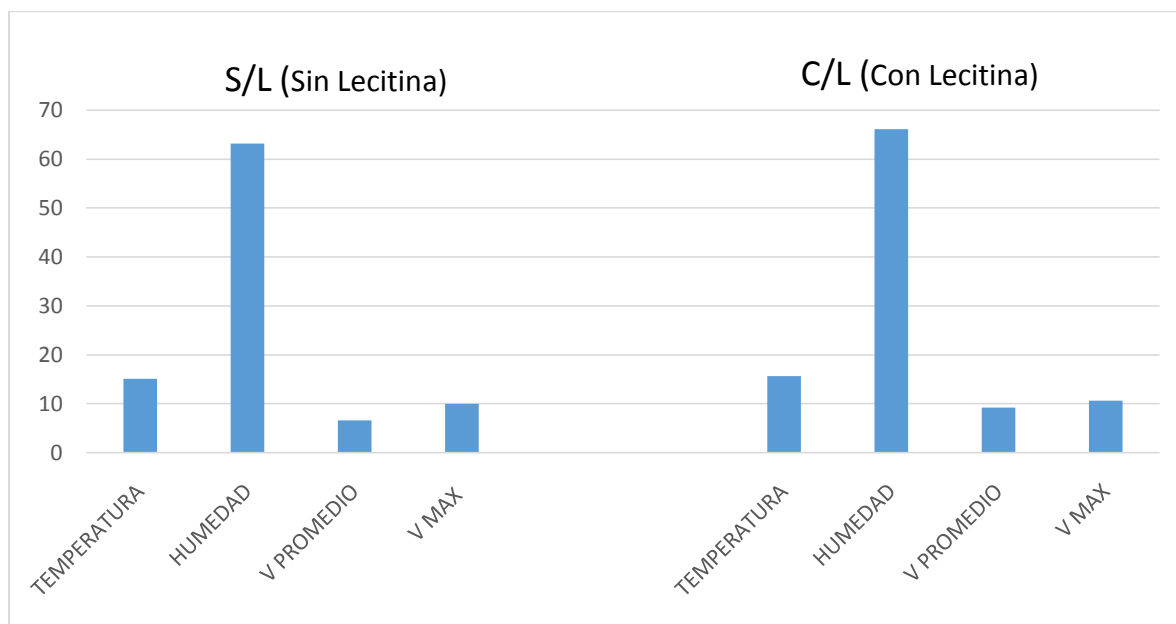


Gráfico N°1. Condiciones atmosféricas al momento de realizar el ensayo sin lecitina (S/L) y con lecitina (C/L).

Se puede visualizar en el Gráfico N°1 las condiciones atmosféricas al momento de realizar los ensayos. Las mismas muestran pequeñas variaciones no significativas en los dos momentos de aplicación. Dichas variaciones no afectarían de un modo importante los resultados obtenidos. Las condiciones ambientales se mantuvieron en los rangos aceptables para una correcta aplicación tanto en el tratamiento sin lecitina (S/L) como en el tratamiento con lecitina (C/L). La temperatura promedio se mantuvo en 15°C y la humedad relativa en 65%. Estos valores están dentro de los rangos mencionados por Frola (2013) y Leiva (1995) quienes establecen que se debe trabajar con temperatura inferior a 30°C y humedad relativa superior al 40%. La baja temperatura ambiente registrada impide pérdida de producto por termoderiva y la alta humedad relativa, junto a la baja temperatura, impiden pérdidas por evaporación. El viento promedio del ensayo fue de 7,89 km h<sup>-1</sup> con ráfagas de 10 km h<sup>-1</sup>. Dichos registros fueron inferiores a los mencionados por Etiennot (1990), en relación a la existencia de reglamentaciones que prohíben la aplicación de plaguicidas con vientos superiores a los 15 km h<sup>-1</sup>, condición que debe respetarse escrupulosamente



cuando en el sentido del viento se encuentren cultivos sensibles a herbicidas. Teniendo en cuenta las recomendaciones establecidas por Márquez Delgado (2008), la velocidad del viento podría considerarse normal entre 5,4 y 18 km h<sup>-1</sup> aconsejando para este caso una pulverización de finura media.

### Cantidad de impactos

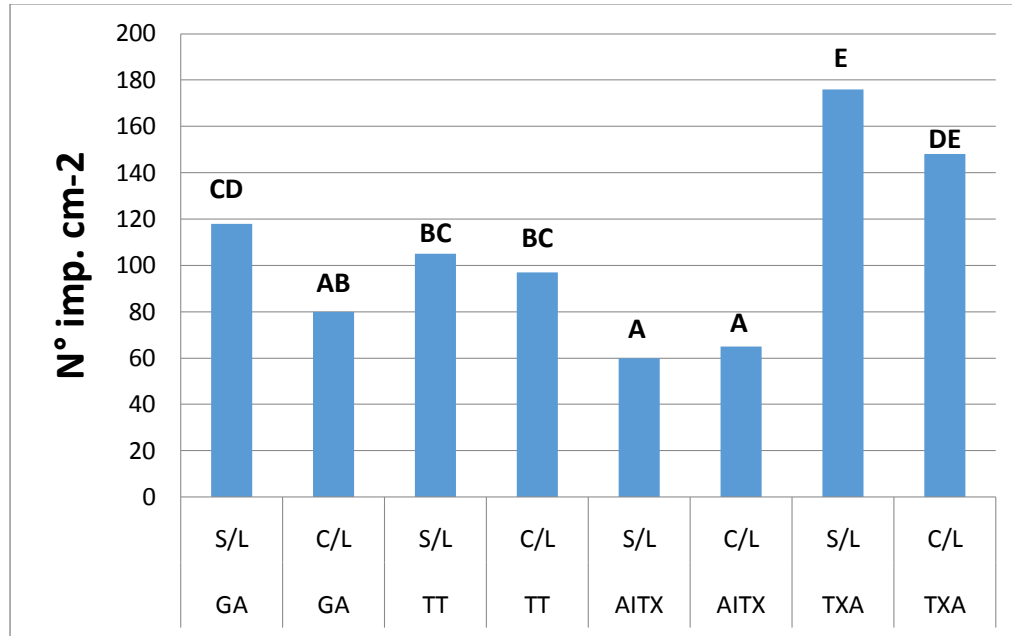


Grafico N°2. Cantidad de impactos para los diferentes tratamientos. S/L: sin lecitina de soja; C/L: con lecitina de soja; GA: boquilla de abanico plano inducida por aire; TT: boquilla Turbo Teejet; AITX: boquilla de cono hueco inducida por aire; TXA: boquilla de cono hueco convencional. Letras mayúsculas diferentes en cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Kruskal-Wallis.

El mayor número de impactos se corresponde con la boquilla TXA tanto en el tratamiento S/L como en C/L, esto coincide con lo que Galvez (2005) señala en su trabajo donde las únicas pastillas con las que obtuvieron un número aceptable de impactos y aún mayores (50 gotas cm<sup>-2</sup>) fueron las de cono hueco a 120 y 150 l ha<sup>-1</sup>. El autor destaca que un mayor volumen de aplicación por sí mismo, no es garantía de un alto número de impactos dentro del follaje, sino que está relacionado con las características de las pastillas y el modo de generación de gotas.

El menor número de impactos fue registrado por la pastilla AITX, tanto en el tratamiento S/L como C/L. Esto se corresponde con lo que Charbonnier (2011) afirma en su trabajo donde evalúan el efecto del tipo de boquilla y la tasa de aplicación en el control de enfermedades

de trigo, contabilizando mayor número de impactos  $\text{cm}^{-2}$  con el uso de gotas finas (100-175  $\mu\text{m}$ ) en comparación al uso de gotas muy gruesas (375-450  $\mu\text{m}$ ).

Se puede observar en el gráfico que existen diferencias estadísticamente significativas en el número de impactos entre los tratamientos S/L y C/L de la boquilla GA, siendo mayor en la S/L. Esto podría deberse al efecto de la lecitina de soja en el caldo de aplicación que cambia las propiedades físico químicas del caldo, generando un menor número de  $\text{imp. cm}^{-2}$  sobre el objetivo. Esto coincide con lo demostrado por Miller y Butler Ellis (2000) en su trabajo, donde el uso de un coadyuvante a base de lecitina de soja generó un menor número de impactos con un mayor DVM. Esto se debe a que la lecitina de soja es un emulsionante que actúa aumentando la penetración de los agroquímicos al reducir la tensión superficial de la gota, e incrementar el área de contacto con la hoja. En el resto de las boquillas el agregado de lecitina de soja tiende a disminuir el número de  $\text{imp. cm}^{-2}$  aunque no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos S/L y C/L.

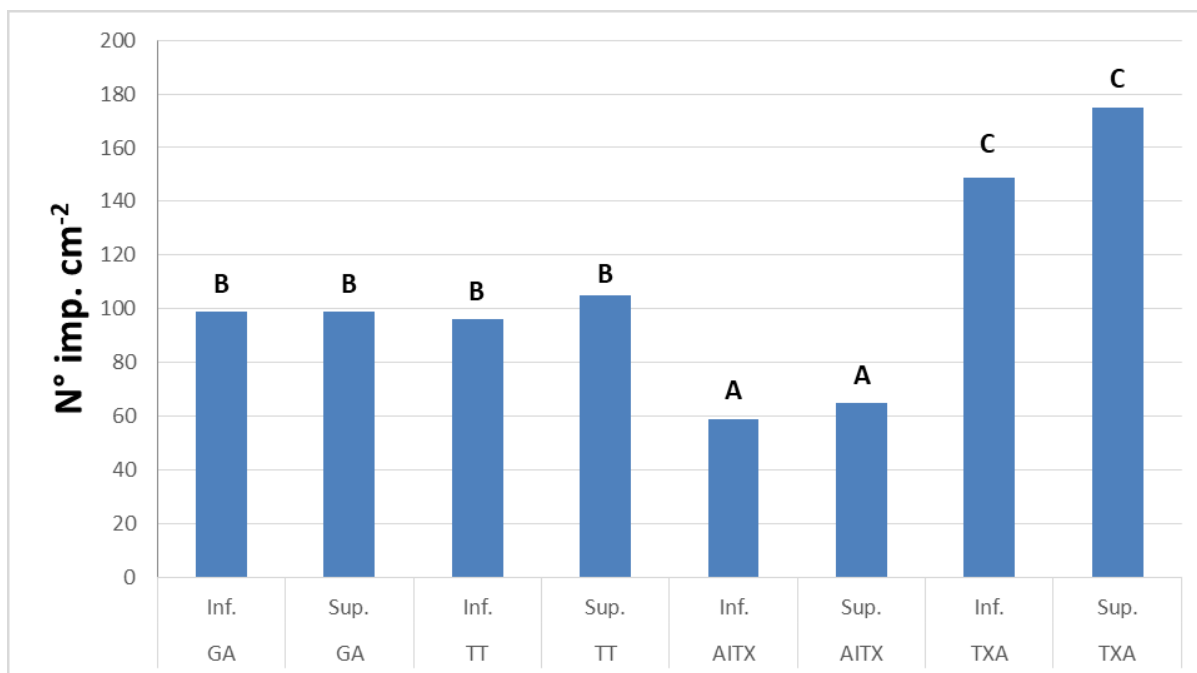


Grafico N°3. Cantidad de impactos para el tratamiento inferior y superior para los tipos de boquillas. Inf: estrato inferior; sup: estrato superior; GA: boquilla de abanico plano inducida por aire; TT: boquilla Turbo Teejet; AITX: boquilla de cono hueco inducida por aire; TXA: boquilla de cono hueco convencional. Letras mayúsculas diferentes en cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Kruskal-Wallis.

Según lo analizado en el gráfico N°3, se puede observar que las boquillas TXA generaron el mayor número de imp.  $\text{cm}^{-2}$  tanto en el estrato inferior como en el estrato superior, en coincidencia con Galvez (2005) que trabajó en la evaluación de la penetración del asperjado con diversas pastillas en el control de roya de la soja. El mismo obtuvo como conclusión que la densidad de impactos producida por la pastilla cono hueco a  $150 \text{ l ha}^{-1}$ , fue significativamente superior del resto de pastillas tanto en el estrato superior como en el inferior. Al igual que Etiennot, (1990) la producción de gotas pequeñas tiene la ventaja de ser transportadas por el viento dentro del canopeo llegando así a los estratos inferiores del cultivo y una mayor adherencia debido a su menor peso.

En el caso de las AITX, estas fueron la que generaron menor número de imp.  $\text{cm}^{-2}$  en ambos estratos. Esto se debe a que son boquillas con aire inducido que generan tamaños de gota mayores a 400 micras, como sostienen Bouse (1990), las cuales significan un problema para la aplicación debido que a no se mantienen sobre la superficie de las hojas (endoderiva), provocando una baja cobertura en el objetivo. Estas boquillas produjeron un número de imp.  $\text{cm}^{-2}$  que se corresponde con lo recomendado por Weber (1982), el cual establece un óptimo de 50-70 gotas  $\text{cm}^{-2}$  para el caso de fungicidas de contacto.

En el caso de las GA y TT, no hubo diferencias estadísticamente significativas en el número de imp.  $\text{cm}^{-2}$  entre los tratamientos, ni tampoco entre las boquillas, independientemente del tratamiento.

Si bien la tendencia es un aumento del número de imp.  $\text{cm}^{-2}$  en el estrato superior, no existen diferencias significativas entre los tratamientos para cada boquilla. Esto se puede explicar debido a que el cultivo de avena posee una disposición de las hojas erectófilas, y

además el cultivo al momento del ensayo presentaba una baja densidad de follaje, lo que permitió una penetración homogénea del caldo en el cultivo.

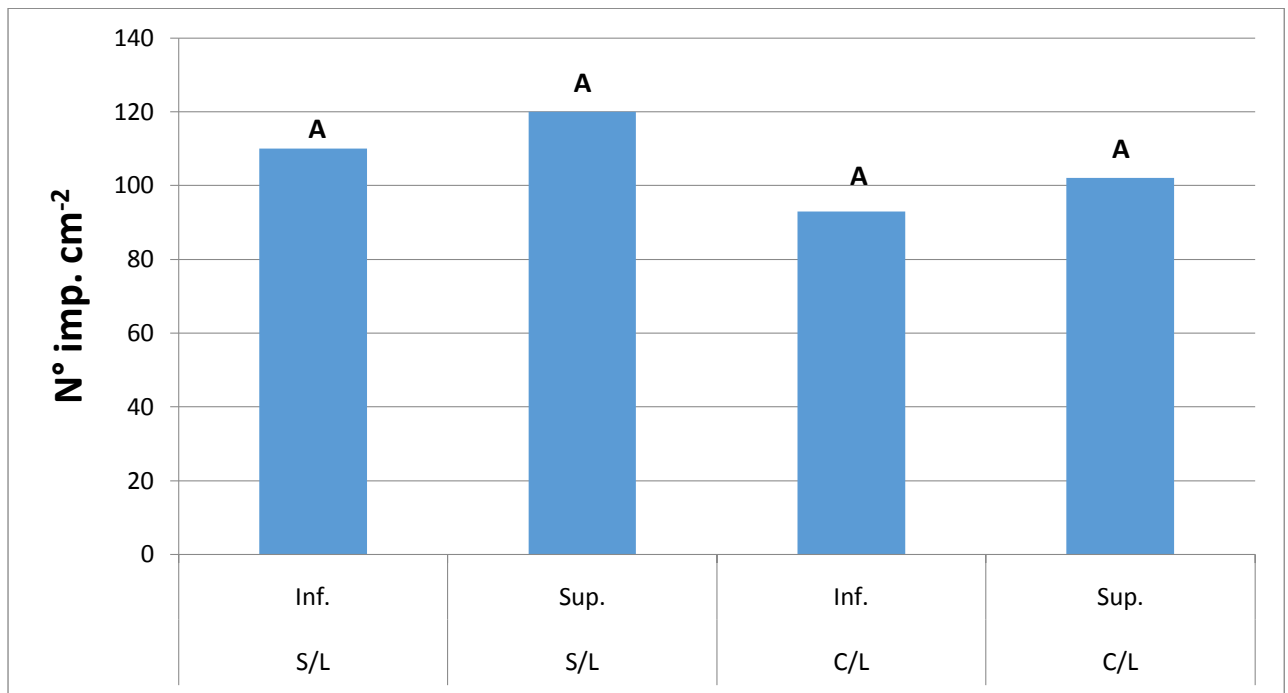


Gráfico N°4. Cantidad de impactos para los tratamientos estrato inferior y estrato superior para los tratamientos S/L y C/L. Inf: inferior; Sup: superior; S/L: sin lecitina; C/L: con lecitina. Letras mayúsculas diferentes en cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Kruskal-Wallis.

Se puede observar en el gráfico N° 4 que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos S/L y C/L en los estratos inferior y superior. Independientemente del uso o no de lecitina de soja, hay una leve tendencia a un mayor número de impactos en el estrato superior. En el estrato inferior hay una leve tendencia hacia un mayor número de impactos con el tratamiento sin lecitina. No obstante, y haciendo una discriminación del tipo de pastilla utilizada, tanto el uso como no uso de la lecitina de soja no afectaron la cantidad de impactos que llega al objetivo.

En función de los resultados obtenidos no es posible afirmar la primera hipótesis planteada.

## Diámetro volumétrico mediano (DV 0,5 o DVM)

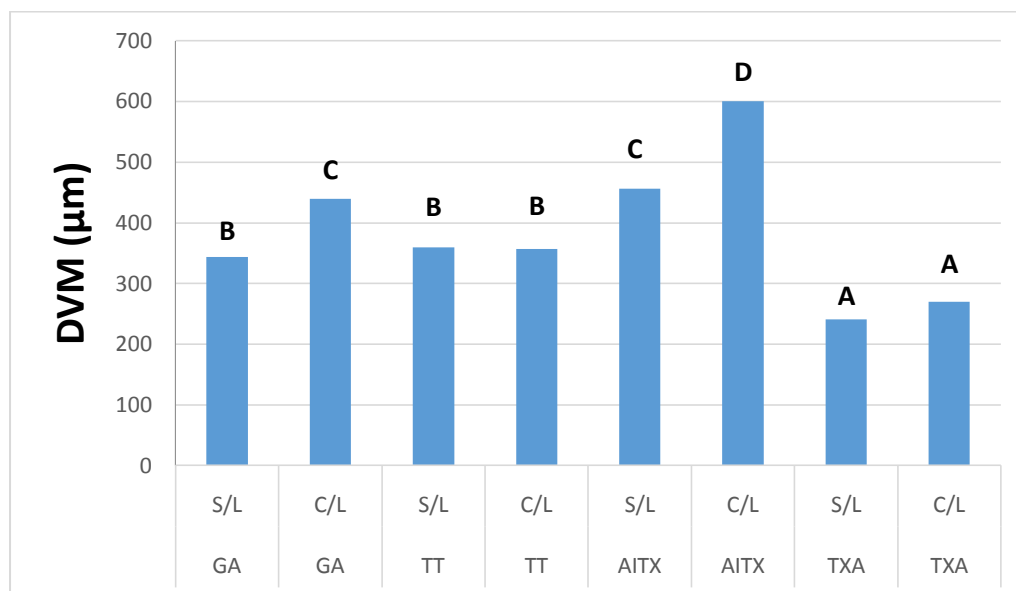


Gráfico N°5. Diámetro volumétrico mediano (DV 0.5 o DVM) para cada pastilla con el uso y no uso de lecitina de soja. S/L: sin lecitina de soja; C/L: con lecitina de soja; GA: boquilla de abanico plano inducida por aire; TT: boquilla Turbo Teejet; AITX: boquilla de cono hueco inducida por aire; TXA: boquilla de cono hueco convencional. Letras mayúsculas diferentes en cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Kruskal-Wallis.

El análisis estadístico para esta variable mostró únicamente diferencias estadísticamente significativas con las boquillas AITX y GA, logrando la incorporación de la lecitina un mayor DV 0,5 respecto a su no utilización (Gráfico N° 5). Esto se corresponde con lo expresado por Miller y Butler Ellis (2000), donde el uso de este tipo de coadyuvante generó un menor número de impactos con un mayor DVM en las boquillas aire inducido. Teniendo en cuenta lo mencionado por Rampoldi (2016), este coadyuvante reduce la tensión superficial aumentando de esta manera el área de contacto entre la gota y la hoja. Por lo tanto, el agregado de lecitina de soja al caldo tiende a aumentar el DVM en todas las boquillas a excepción de las TT que no manifestaron diferencias. En el caso de las boquillas aire inducido, el uso del coadyuvante aumentó en mayor medida el DVM, lo que puede ocasionar dificultados en la retención de la gota por parte de la hoja.

Los valores obtenidos por las boquillas GA coinciden con los mencionados por Etiennot (1993) quien obtuvo valores de DV 0,5 entre 100 y 500 micrones. El tratamiento C/L en esta boquilla, produjo un aumento del DVM con diferencias estadísticamente significativas.

Paralelamente, el mismo tratamiento generó un aumento del DVM en las boquillas AITX con diferencias estadísticamente significativas donde se observan valores de hasta 600 micrómetros. Dichos tamaños de gota no son los recomendados por Bouse (1976) quien menciona que tamaños mayores a 400 micrones significan un problema en la aplicación ya que no se mantienen sobre la superficie de la hoja. En cuanto a las boquillas TT y TXA no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamiento.

La boquilla que generó el mayor DVM fue la AITX con el tratamiento C/L, diferenciándose estadísticamente del resto, con valores de 600  $\mu\text{m}$  respecto al tratamiento S/L que generó un DVM de 450  $\mu\text{m}$ . Estos valores se deben a que estas boquillas funcionan introduciendo aire a través de un orificio, cargándose de burbujas de aire aumentando así su tamaño final como mencionan Cid & Masiá (2011) en su trabajo.

La boquilla TXA fue la que menor DVM presentó en ambos tratamientos, con valores menores a los 270  $\mu\text{m}$  lo que se corresponde con lo mencionado por Larragueta (1985) y Teejet (2008). Estas boquillas son las recomendadas para tratamientos con insecticidas y funguicidas para lograr una gran cantidad de impactos y mejorar la penetración en el canopeo, llegando a los estratos inferiores. Se pudo observar en el gráfico N°3 valores para el estrato inferior de 149 impactos y para el estrato superior de 175 impactos, los cuales superan considerablemente a los valores óptimos mencionados por Weber (1982).

En cuanto al tratamiento S/L, AITX fue la que presentó mayor DVM con diferencias estadísticas significativas respecto a las boquillas. Las boquillas GA y TT no se diferenciaron estadísticamente, mientras que TXA fue significativamente la que menor DVM generó. En las boquillas sin inducción de aire la presencia del coadyuvante no afectó el DVM.

En función de los resultados obtenidos no es posible afirmar la primera hipótesis planteada.

## Eficiencia

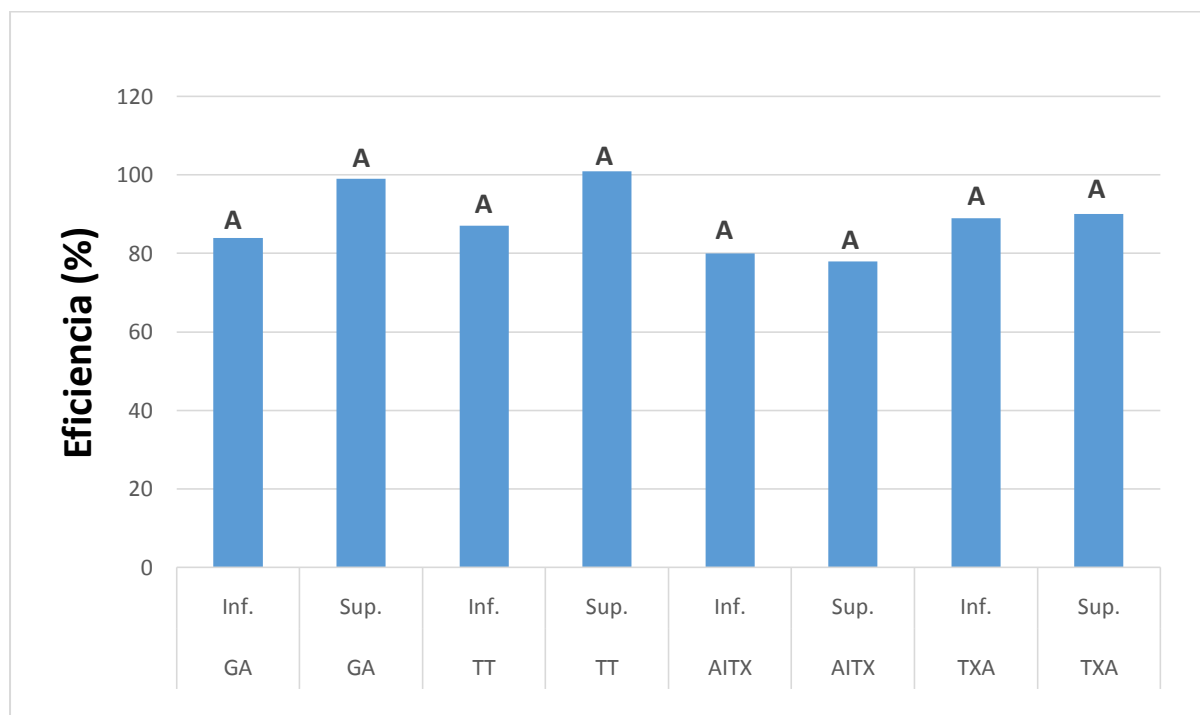


Gráfico N°6. Eficiencia para cada boquilla en estrato superior e inferior del cultivo de avena, independientemente del uso de coadyuvante. inf: estrato inferior; sup: estrato superior; GA: boquilla de abanico plano inducida por aire; TT: boquilla Turbo Teejet; AITX: boquilla de cono hueco inducida por aire; TXA: boquilla de cono hueco convencional. Letras mayúsculas diferentes en cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Kruskal-Wallis.

De acuerdo al gráfico presentado (Gráfico N° 6), no se observan diferencias estadísticamente significativas entre boquillas independientemente del tratamiento, teniendo una tendencia a aumentar en el estrato superior. Los valores de eficiencia obtenidos fueron mayores al 80%, pudiendo deberse a que el programa utilizado para el análisis de las tarjetas hidrosensibles haya generado una sobreestimación de los valores, tal como lo indica Cowell (1988). Según Barone (2019) dicha sobreestimación se debe a la sensibilidad de dicho programa al momento de reconocer las gotas sobre la tarjeta, ya que no analiza por separado las gotas superpuestas y las procesa como si fuese una gota de gran tamaño. Estos valores no pueden ser tenidos en cuenta a la hora de la toma de decisiones ya que es imposible que llegue al blanco más cantidad de producto del que se aplicó. Para corregir dichos valores se utilizaron los coeficientes de corrección citados por Barone (2019): 2.02 para la boquilla GA, 1.76 para la TT, 1.90 para boquilla TXA y 2.02 para la AITX.

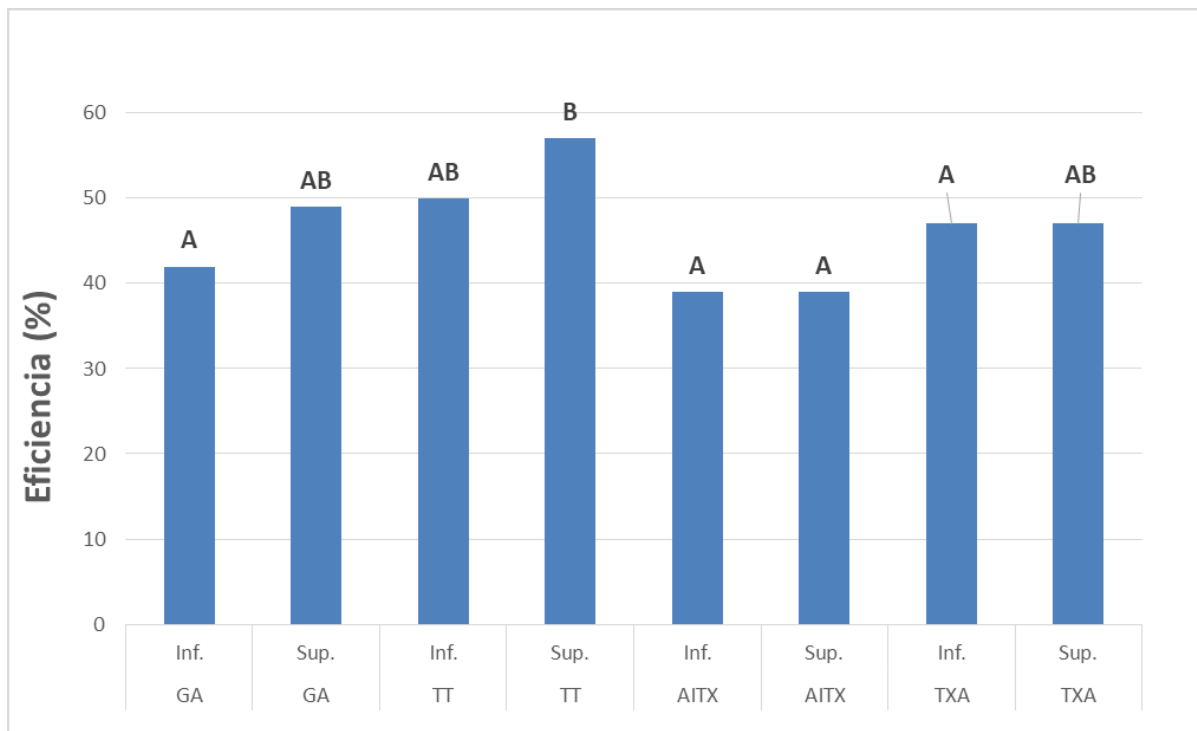


Grafico N°7. Eficiencia corregida con factores de corrección para cada boquilla en estrato superior e inferior del cultivo de avena, independientemente del uso de coadyuvante. Inf: estrato inferior; sup: estrato superior; GA: boquilla de abanico plano inducida por aire; TT: boquilla Turbo Teejet; AITX: boquilla de cono hueco inducida por aire; TXA: boquilla de cono hueco convencional. Letras mayúsculas diferentes en cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Kruskal-Wallis.

En el gráfico N° 7 se representan los valores de eficiencia corregidos. Los mismos se encuentran comprendidos entre el 39% y 57%, dentro del rango de eficiencia mencionado por Martens (2012).

De acuerdo a los valores de eficiencia corregidos, la boquilla TT en el estrato superior se diferencia estadísticamente de la GA inf, AITX inf, AITX sup, y TXA inf. Esta boquilla fue la más eficiente independientemente del estrato, generando una eficiencia del 57%. Esto se pudo deber a que la boquilla TT generó un tamaño de gota más adecuado para las condiciones ambientales del ensayo, a diferencia de las de aire inducido, GA y AITX que pudieron haber generado un tamaño de gota excesivamente grande produciendo así, una menor retención de gotas por parte de las hojas. En el caso de la TXA el tamaño de gota pudo haber sido inferior al necesario, generando exoderiva, tal como menciona Abi Saab (2004) con valores de pérdida por deriva cercanos al 30%.



La boquilla TT es de baja deriva si se trabaja a baja presión, además combina la tecnología del pre-orificio con una cámara de turbulencia para producir un patrón de aspersión de abanico plano de amplio ángulo, que reduce mucho la cantidad de gotas de aspersión fina. Estos resultados coinciden con lo indicado por Graham-Bryce (1977), Pergher (2001) y Gil et al., (2007) quienes mencionan que en aplicaciones postemergentes, solo el 50-70% del volumen total asperjado llega a las plantas y que por lo tanto entre el 30 y 50% de la dosis calculada no es depositada sobre el objetivo a controlar, siendo en este caso las eficiencias cercanas al 50%. La penetración en el canopeo del cultivo es importante para la eficacia de los pesticidas, especialmente para el control de plagas y enfermedades. Todas las boquillas generaron porcentajes de eficiencia inferiores a los mencionados por Courshee (1960) quien asegura que es posible lograr que hasta un 80% del total del pesticida utilizado llegue al suelo.

En el caso de las boquillas AITX y TXA no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre estas, como así tampoco diferencias entre el estrato inferior y superior en cada boquilla. Esto se pudo deber a que las condiciones ambientales para la aplicación eran óptimas y a su vez la densidad del canopeo era baja, por lo tanto la penetración del caldo no interceptó obstáculos hacia los estratos inferiores del cultivo.

En función de los resultados obtenidos es posible afirmar la segunda hipótesis planteada.

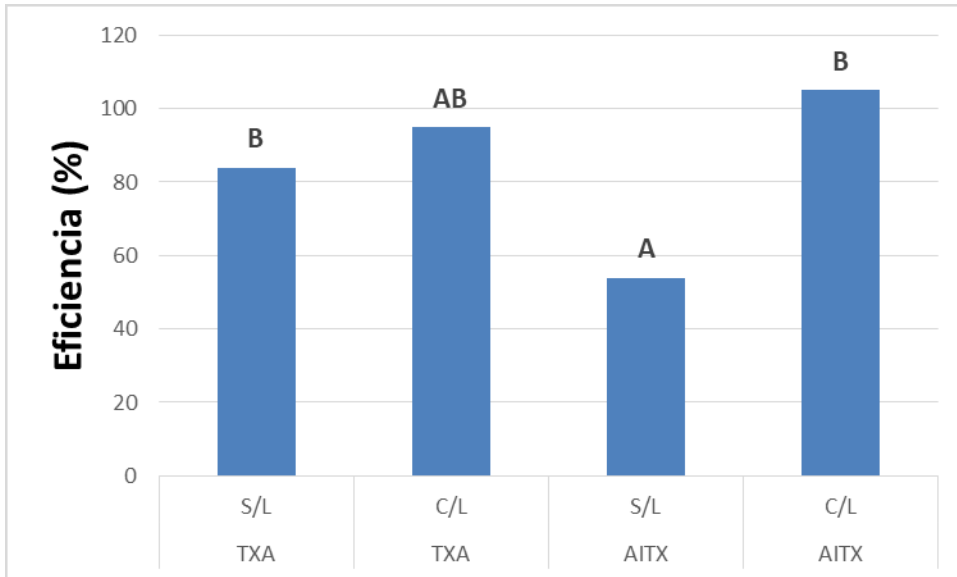


Grafico N°8. Eficiencia para cada boquilla TXA Y AITX para tratamientos S/L y C/L. S/L: sin lecitina de soja; C/L: con lecitina de soja. AITX: boquilla de cono hueco inducida por aire; TXA: boquilla de cono hueco convencional. Letras mayúsculas diferentes en cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Kruskal-Wallis.

Al analizar el gráfico N° 8, se observan nuevamente porcentajes de eficiencia superiores al 80%, mencionado por Courshee (1960) como valor máximo. Esto se debe, como se mencionó previamente, a una sobrestimación del programa de análisis CIR 1.5, por lo que en el gráfico N° 9 se representan los datos de eficiencia corregida de acuerdo a los coeficientes mencionados por Barone (2019).

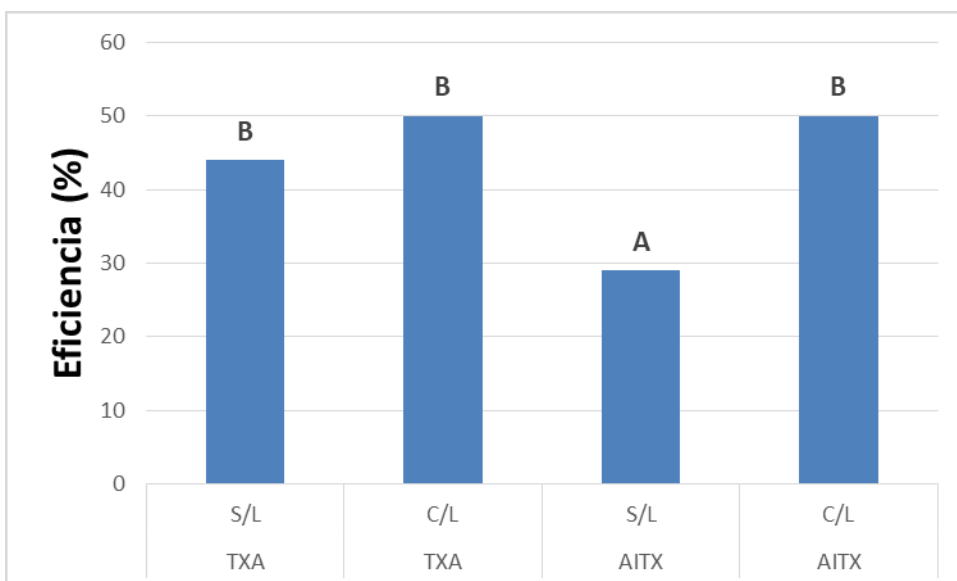


Grafico N°9. Eficiencia corregida para cada boquilla TXA Y AITX para tratamientos S/L y C/L. S/L: sin lecitina de soja; C/L: con lecitina de soja. AITX: boquilla de cono hueco inducida por aire; TXA: boquilla de cono hueco convencional. Letras mayúsculas diferentes en cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Kruskal-Wallis.

El análisis estadístico de los porcentajes de eficiencia corregida, mostró únicamente diferencias estadísticamente significativas en la boquilla AITX S/L respecto a AITX C/L. de acuerdo a las condiciones dadas, esta boquilla generó la menor eficiencia, siendo del 29%, pudiendo deberse el bajo porcentaje a que cuando se evalúa eficiencia, el parámetro número de imp.  $\text{cm}^{-2}$  posee mayor relevancia que el DVM. De acuerdo a los gráficos N°2 y N°5, dicha boquilla presentó menor número de impactos y menor DVM que el tratamiento C/L por lo tanto, dichos resultados pueden ser la causa de la baja eficiencia. En cuanto a la boquilla TXA, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Los valores obtenidos cercanos al 50% se pueden deber a que producen gotas chicas y su característica principal es la capacidad de penetrar profundamente en el follaje, por la combinación de tamaño de gota fino y el efecto de rotación del flujo a lo largo de un giro de  $360^\circ$  que le permite vencer el obstáculo de la intercepción de hojas. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre boquillas en el tratamiento C/L, siendo la eficiencia en ambas del 50%. Los tratamientos con lecitina de soja muestran una tendencia al aumento de la eficiencia en el objetivo deseado, esto se corresponde con lo mencionado por Marer (1988) quien asegura que el uso de coadyuvantes con función tensioactiva, disminuye la tensión superficial del caldo a fin de mejorar el mojado en la superficie foliar, incrementando la adherencia por una mayor superficie de contacto. Así mismo Butler y Tuck (1998), aseguran que la adición de coadyuvantes en las boquillas cono hueco genera un mayor DVM, lo que se corresponde con lo observado en el gráfico N° 9.

En función de los resultados no es posible rechazar la cuarta hipótesis planteada.

## Cobertura

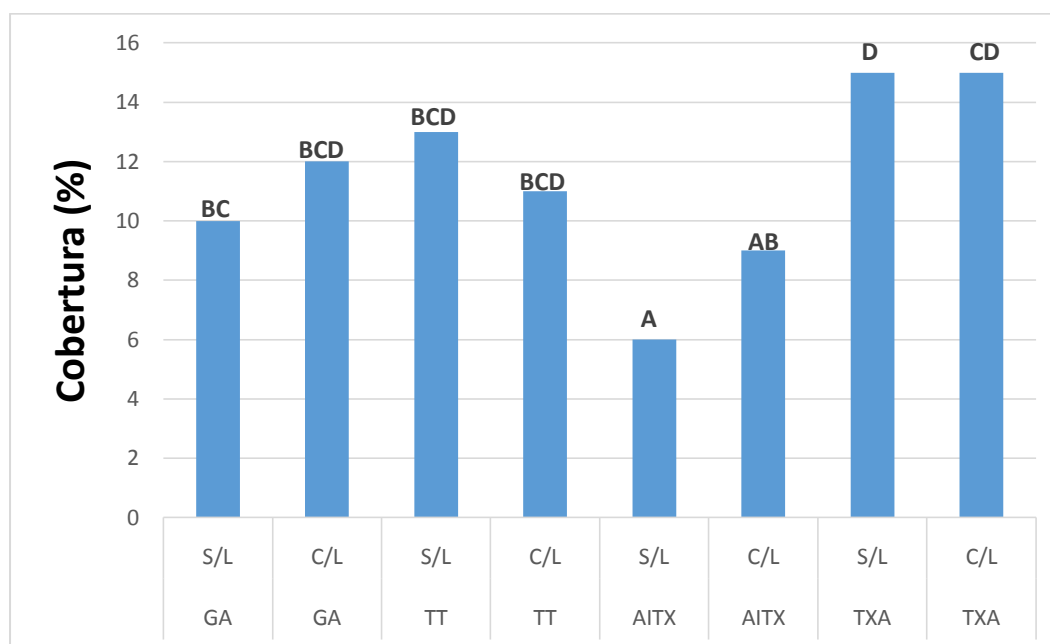


Grafico N°10. Porcentaje de cobertura para cada boquilla con tratamiento S/L y C/L en estrato inferior. S/L: sin lecitina de soja; C/L: con lecitina de soja. GA: boquilla de abanico plano inducida por aire; TT: boquilla Turbo Teejet; AITX: boquilla de cono hueco inducida por aire; TXA: boquilla de cono hueco convencional. Letras mayúsculas diferentes en cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Kruskal-Wallis.

En el gráfico N° 10 se observan valores de cobertura del 6% para la boquilla AITX, con diferencias estadísticamente significativas respecto a las demás boquillas en el tratamiento S/L. Esta boquilla es la que generó menor cobertura en el objetivo, lo que coincide con Leiva (2011) quien menciona que la cobertura se reduce a medida que el tamaño de gota aumenta pero que alcanza para un correcto control de las malezas. Bajo estas condiciones, puede perderse en el suelo hasta un tercio de la sustancia aplicada a los cultivos, especialmente en aquellos de follaje denso en donde se busca colocar el producto en las hojas basales incrementando los volúmenes de aplicación. Las gotas pequeñas mejoran la retención por parte de las hojas, generando mayor cobertura, y ofreciendo también una mejor penetración en el cultivo con la posibilidad de alcanzar la cara inferior de las hojas, tallos, etc. Su principal desventaja es que por su menor peso están más propensas a ser transportadas por el viento y, por su elevada superficie expuesta en relación al volumen, a sufrir una intensa evaporación antes de depositarse. Independientemente del agregado de

lecitina o no, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre GA y la TT, ni tampoco entre la TT y TXA, quedando GA en una posición intermedia. En cuanto al tratamiento S/L, la boquilla GA se diferencia en ambos tratamientos de la boquilla TXA. Dicha diferencia ocurre probablemente porque el mayor número de impactos de GA S/L no llega a compensar los menores tamaños de gota debido a que en este ensayo los parámetros de cobertura que se evaluaron fueron número de imp.  $\text{cm}^{-2}$  y diámetro volumétrico mediano (DVM).

TXA se diferencia estadísticamente de la AITX, en ambos tratamientos. De acuerdo a los valores obtenidos, en el tratamiento C/L, no existen diferencias estadísticamente significativas para la aplicación de lecitina en el parámetro cobertura con ninguna pastilla. Esto se pudo deber a que el tratamiento S/L tuvo una tendencia a generar un número mayor de impactos con un menor DVM, y el tratamiento C/L demostró una tendencia a disminuir el número de impactos generado, pero de un mayor DVM como indica Hock (2011), observándose así similares porcentajes de área de cobertura entre ambos tratamientos.

Se observan diferencias entre pastillas como es esperable, sin embargo, el agregado de lecitina únicamente podría generar modificaciones en el parámetro cobertura con las pastillas con inducción de aire. La boquilla que generó el mayor porcentaje de cobertura fue la TXA con valores de 15%, siendo este valor el mismo para los tratamientos S/L y C/L. Estos valores se pudieron alcanzar debido a que el diámetro de gota se corresponde con lo enunciado por Leiva (1995) que considera que un adecuado balance se obtiene utilizando gotas entre 200-250  $\mu\text{m}$  de diámetro. Este diseño de pastillas es la que produce el espectro de gotas más fino y se utilizan cuando se requiere una excelente cobertura, como es el caso de la aplicación de fungicidas. Estos resultados coinciden con Márquez Delgado (2005) quien asegura que pulverizando con gotas de pequeño tamaño se puede conseguir mayor cobertura para la misma cantidad de caldo aplicado.

En función de los resultados no es posible rechazar la tercera hipótesis planteada.

## CONCLUSIONES

Independientemente del estrato y del uso o no de coadyuvante, la boquilla TXA fue la que generó el mayor número de imp.  $\text{cm}^{-2}$ .

Tanto en el estrato superior como en el inferior, el uso de un coadyuvante como la lecitina de soja no varía el número de imp. $\text{cm}^{-2}$ .

El agregado de lecitina de soja al caldo tiende a aumentar el DVM en todas las boquillas a excepción de las TT.

La boquilla TT fue la más eficiente, independientemente del estrato, con valores de eficiencia del 57%.

Tanto en las boquillas TXA como AITX, el uso de lecitina de soja muestra una tendencia al aumento del porcentaje de eficiencia en el objetivo deseado.

El agregado de lecitina podría en alguna condición generar modificaciones en el parámetro cobertura en las boquillas con inducción de aire.

En el estrato inferior, las boquillas AITX fueron las que presentaron menor porcentaje de cobertura en comparación con las TXA que fueron las que presentaron el mayor porcentaje.

## BIBLIOGRAFIA

**Abi Saab, O.J.G. 2004.** Indicador de velocidad de viento. Semina: Ciências Agrárias, v. 25, n. 1, p. 21- 26

**Barone, G. 2019.** Control de calidad de pulverizaciones agrícolas. Tesis de grado, facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/74064>.

**Bouse L.F., I.W. Kirk & L.E. Bode. 1990.** Effect of spray mixture on droplet size. Transactions of the ASAE. 33(3): 783-788

**Butler, M.C. y Tuck, C.R. 1998.** How adjuvants influence spray formulation with different hydraulic nozzles. Crop Protection, 18:101-109

**CASAFE. 2014.** Mercado Argentino de Productos Fitosanitarios 2012. Disponible en: <http://www.casafe.org/publicaciones/estadisticas/> Último acceso: agosto 2016.

**Catalogo Teejet 51-ES. 2009.** Disponible en [http://teejet.it/media/427750/cat51\\_spanish.pdf](http://teejet.it/media/427750/cat51_spanish.pdf)

**Catalogo Pentair Hypro.** 2016.

**Chapple, A.C., T.M. Wolf, R.A. Downer, R.A.J. Taylor & F.R. Hall.** 1997. Use of nozzle-induced air-entrainment to reduce active ingredient requirements for pest control. *Crop Protection* Vol. 16 n° 4 pp. 323 - 330.

**Charbonnier, G., N. Nadal & P. Lafluf.** 2011. Efecto del tipo de boquilla y tasa en las aplicaciones para el control de enfermedades en trigo. Tesis de grado, Diploma en Agronomía. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. Disponible:<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/123456789/9681/1/3679cha0.pdf>  
Último acceso: 27/02/2017.

**Cid R. & G. Masiá.** 2011. Manual para agroaplicadores. Uso responsable y eficiente de fitosanitarios. ISBN 978-987-679-036-9. p.37.

**Cowell C., A. Lavers & W. Taylor.** 1988. A preliminary evaluation of a surface deposit fluorimeter for assessing spray deposition in the field. *Annales International Symposium on pesticide application*

**Courshee, R.J.** 1960. Some aspects of the application of insecticides. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, vol. 5. pp. 327 - 352.

**Cunha J.P. & G.S. Alves** 2009. Características físicoquímicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. *Interciência*, 34(9):655-659.

**Downer R. A., T. A. Ebert, R. S. Thompson, F. R. Hall.** 1997. Herbicide Spray Distribution, Quality and Interactions: Conflicts in Requirements. *Aspects of Applied Biology* 48: 79–89.c

**Durigan J.C.** 1993. Efeitos de adjuvantes na aplicação e eficácia dos herbicidas. Jaboticabal, FUNEP, 42 p.

**Etiennot, A.E.** 1990. Cuarto Curso de Actualización para Pilotos Aeroaplicadores. Instituto Nacional de Aviación Civil (INAC), Buenos Aires. 119 pp.

**Etiennot A.E.** 1993. Pulverizaciones terrestres. En: Jornada "Aplicación Terrestre" los días 12 y 13 de agosto de 1993. Secretaría de Extensión Universitaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Santa Fe. 20 pp.

**Frola, E.** 2013. Manejar tamaño, número y distribución de impactos para lograr aplicaciones de calidad. Disponible en: <http://www.todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=25566>. Último acceso: noviembre de 2016.

**Gálvez, M.R., H.F. Vinciguerra, W. Rodríguez, S. Sabaté, E.A. Soldini, M.R. Devani, I.L. Olea & L.D. Ploper.** 2005. Evaluación de la penetración del asperjado producido por diferentes boquillas en aplicaciones terrestres orientadas al control de la roya de la soja. Estación Experimental agroindustrial Obispo Colombes, Tucumán Argentina. Publicación especial nº 27, 12 pp.

**García, F.D., G.D. Demarchi & 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.

**Gil, E., A. Escola, J.R. Rosell, S. Planas & L. Val.** 2007. Variable rate application of plant protection products in vineyard using ultrasonic sensors. Crop Protection. Vol 26, Issue 8, pp. 1287–1297.

**Graham-Bryce, I.J.** 1977. Crop Protection: a consideration of the effectiveness and disadvantages of current methods and of the scope for improvement. Phil. Trans. R. Lond. B281, 163-179.

**Hanna, M.H., A. Robertson, M.W. Carlton & R.E. Wolf.** 2009. Effects of nuzzle type and carrier application on the control of leaf spot diseases of soybean. Transaction of the ASABE. Appl Eng Agric 25: 5–13.

**Hock, W.K.** 2011. Spray Adjuvants. Pesticide Safety Fact Sheet. The Pennsylvania State University. Disponible en: <http://pubs.cas.psu.edu/freepubs/pdfs/uo221.pdf>. Último acceso: Diciembre 2013.



**Jalil Maluf, E. L.** 2015. Aplicaciones agrícolas de calidad y uso de coadyuvantes de última generación. Gota Protegida.

**Larragueta, O.** 1985: Picos pulverizadores. (Boletín de Pulverizaciones, Agrícolas, Publicación Número 2.) Departamento de Ingeniería Rural, INTA Castelar - Barbuy S.A., Buenos Aires. pp: 3.

**Leiva, P.D.** 1995. Manejo de la deriva en la aplicación de agroquímicos. INTA, EEA Pergamino, Serie: Generalidades, Tomo XIV, 6 pp.

**Leiva, P.D., & E.C. Araujo.** 2009. Comparación de programas de computación para recuento y tipificación de impactos de aspersión sobre tarjetas sensibles. Disponible en: [http://www.agrotec.etc.br/downloads/Comparacion\\_de\\_programas\\_de\\_computacion\\_para\\_recuento.pdf](http://www.agrotec.etc.br/downloads/Comparacion_de_programas_de_computacion_para_recuento.pdf). Último acceso: noviembre 2017.

**Leiva, P.D.** 2011. Pastillas para pulverización agrícola, su correcta selección y uso para una óptima calidad de aplicación. INTA, EEAPergamino

**Mahler, R.L., Homan, H.W. & G.P. Carpenter.** 1997. Pesticides and their movement in soil and water. University of Idaho. Cooperative extension system. Disponible en: <http://www.uiweb.uidaho.edu/wq/wqpubs/cis865.html>. Último acceso: enero de 2014.

**Marer, P.J.** 1988. The safe and effective use of pesticides. Univ. of California Statewide Integrated Pest Management Project, Div. of Agr. and Natural Res., Publ. 3324. 329 pp.

**Márquez Delgado, L.** 2005. El control de la deriva en la aplicación de fitosanitarios. Las boquillas de baja deriva. Revista Agrotécnica. Año VIII. Nº 4. Abril 2005. pp: 38-43.

**Márquez Delgado, L.** 2008. Buenas Prácticas Agrícolas en la Aplicación de los Fitosanitarios. Ed. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Secretaría General Técnica. Madrid, España. 124 pp. Disponible en: <http://www2.fepex.es/archivos/publico/Fitosanitarios/Fitosantarios-%20Texto.pdf>. Enero 2014.

**Martens, F.** 2012. Guía para el uso adecuado de plaguicidas y la correcta disposición de sus envases. Boletín de divulgación N° 41. ISSN 0328-3380. 26 pp

**Martínez J.P. & C.A. Sarubbi.** 2015. Influencia de la eficiencia de aplicación, eficacia de control y tamaño de gota en el empleo de herbicidas sistémicos y hormonales. JPM, CASS. XXII Congreso de la ALAM I, Congreso de la ASACIM, Buenos Aires.

**Massaro, R.A.** 2004. Tecnología para la aplicación de fungicidas foliares en soja con equipos terrestres. Información técnica de cultivos de verano, campaña 2004, Publicación Miscelánea N° 102, p. 10

**Matuo T., Pio L.C., Ramos H.H. & L.R. Ferreira** 2001. Tecnologia de aplicação e equipamentos. In: ABEAS. Curso de proteção de plantas. Viçosa-MG: UFV, (Módulo 2. Brasília, DF, ABEAS.), 85 p.

**Miguens, M.M.** 1981. Aplicación de plaguicidas. Cuaderno de actualización Técnica N° 29. Ed: AACREA, Departamento de Estudios, Departamento de Prensa y Difusión Cuaderno de Actualización Técnica, Buenos Aires. 43 pp.

**Miller P.C.H, Butler Ellis M.C.** 2000. Effects of formulation on spray nozzle performance of applications from ground-based boom sprayers. Crop protection 19 609-615.

**Pergher, G.** 2001. Recovery rate of tracer dyes used for spray deposit assessment. Transactions of the ASAE 44: 787-794.

**Puricelli E. & H.D. March.** 2014. Formulaciones de Productos Fitosanitarios para Sanidad Vegetal. Editorial Rosario 49-89 p.

**Rampoldi A., E. Romani, R. Colonna & N. Urretabizkaya.** 2016. Evaluación de la eficacia de la lecitina de soja como coadyuvante; su comparación con productos de similar acción en parcelas enmalezadas en verano. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Concepción del Uruguay. Entre Ríos. Argentina.

**Spraying Systems Co.** (1994): Teejet para la agricultura y horticultura (Catálogos, CAT 44M-E.) Spraying Systems Company, Wheaton, Illinois. USA. 80p.

**TeeJet Technologies Catálogo 50A-E.** 2008. Spraying Systems Company, Wheaton, Illinois 60187-7900, U.S.A. 196 pp.

**Uk, Solang, & Richard J. Courshee.** 1982. Distribution and Likely Effectiveness of Spray Deposits within a Cotton Canopy from Fine Ultralow-volume Spray Applied by Aircraft. *Pesticide Science* 13 (5): 529–36. <https://doi.org/10.1002/ps.2780130511>

**Weber, R.** 1982. La quatrième session du panel FAO sur la mécanisation agricole : matériels et méthodes pour l'application de pesticides pour la préparation des sols et la protection des cultures. *Machinisme Agricole Tropical* (77): 54-63

**Wolf, R.E. & P.N. Daggupati** 2009. Nozzle Type Effect on Soybean Canopy Penetration. *Applied Engineering in Agriculture* 25 (1): 23–30.

**Zhu, H. & L.I. Zon.** 2004 Use of the DsRed fluorescent reporter in zebrafish. In *The Zebrafish: Cellular and Developmental Biology*,. 76:3-12.