

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFECTO DE TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN Y
CONDICIONES METEOROLÓGICAS EN LA DEPOSICIÓN
PARA EL CONTROL DE LAGARTAS DE SOJA**

por

Fernando Ricardo LÓPEZ RODRÍGUEZ

TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Magister en Agronomía
Opción Protección Vegetal

PAYSANDÚ
URUGUAY
Setiembre, 2013

Tesis aprobada por el tribunal integrado por el Ing. Agr. Dr. Juan Olivet, la Ing. Agr. Dra. Grisel Fernández, la Ing. Agr. MSc. Adela Ribeiro y el Ing. Agr. Dr. Enrique Castiglioni el 24 de Setiembre de 2013. Autor: Ing. Agr. Fernando R. López.
Directora: Ing. Agr. Dra. Juana Villalba

Dedico este trabajo a:

Mi padre Hugo, a quien quise mucho y me supo transmitir el gusto por las actividades del campo; el que desde algún lugar del cielo me debe estar acompañando.

Mi señora Laura, por su amor, dedicación y paciencia como esposa y madre de mis hijos.

Mis hijos Rodrigo, Macarena y Sebastián, el tesoro máspreciado que tengo.

AGRADECIMIENTOS

A mi señora Laura por su paciencia en mi nueva etapa de estudiante y a su apoyo constante a mi posgrado.

A mi directora y tutor Ing. Agr. Dra. Juana Villalba, por su tiempo y dedicación en la orientación del mismo.

A los siguientes profesionales, que de una u otra forma colaboraron para que este trabajo fuera una realidad:

Ing. Agr. Dra. Grisel Fernández

Ing. Agr. MSc. Adela Ribeiro

Ing. Agr. Dr. Juan Olivet

Ing. Agr. Dr. Enrique Castiglioni

Ing. Agr. Horacio Silva

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS.....	IV
RESUMEN.....	VI
SUMMARY.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. EFECTO DE CONDICIONES METEOROLÓGICAS AL MOMENTO DE LA APLICACIÓN.....	2
1.2. ADYUVANTES.....	5
1.3. TAMAÑO DE GOTA.....	10
1.4. CONTROL DE LAGARTAS.....	13
1.4.1. <u>Anticarsia gemmatalis</u> (Hübner)	13
1.4.2. <u>Rachiplusia nu</u> (Gueneé)	14
1.4.3. <u>Problemática del control de lagartas</u>	14
2. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	16
3. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	23
3.1. DEPOSICIÓN	23
3.2. CONTROL DE LAGARTAS	31
4. <u>CONCLUSIONES</u>	33
5. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	34
6. <u>ANEXOS</u>	43
6.1. DEPOSICIÓN EN EL CULTIVO DE SOJA SEGÚN TIPO DE ADYUVANTES, TAMAÑO DE GOTA Y CONDICIONES EN LA APLICACIÓN	43
6.2. CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA DE LA REGIÓN NORESTE.....	57
6.3. CUADROS DE ANOVA DE NÚMERO DE LAGARTAS.....	61

RESUMEN

El proceso de producción agrícola en el Uruguay tiene como uno de los engranajes principales, la aplicación de productos químicos realizados con equipos de pulverización. En este trabajo el objetivo fue evaluar dos tecnologías de aplicación, uso de adyuvantes (órgano siliconado, aceite vegetal y testigo sin adyuvante) y tamaño de gota (fina y muy gruesa), en el efecto de las condiciones meteorológicas contrastantes (adversas y no adversas para la aplicación) en la deposición de caldo en la aplicación de insecticidas y en el control de lagartas en el cultivo de soja. El experimento se delineó en bloques al azar con dos repeticiones y con un arreglo de los tratamientos en parcelas divididas (parcela mayor: momento de aplicación por tipo de adyuvante; parcela menor: tamaño de gota). El trabajo de campo se llevó a cabo en Caraguatá, Tacuarembó, Uruguay, en un cultivo de soja sembrado el 25/10/10 y las aplicaciones se realizaron el 18/02/11 en el estado fenológico R3. Como condición no limitante para la aplicación se consideró T 27 °C y HR 73% y como condición limitante, T 36 °C y 45HR %. Las boquillas utilizadas para generar cada tipo de gota fueron TXA 8002 (gota fina) y AI11002 (gota muy gruesa). Los resultados comprobaron una deposición de 0,1879 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ en condiciones no limitantes y de 0,1535 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ en condiciones limitantes (18% menor) y 115% mayor deposición en el estrato superior que en el medio. Para gota fina, el uso de aceite varió la deposición significativamente según las condiciones meteorológicas; siendo superior en condiciones no limitantes. El tamaño de gota, no generó diferencias significativas en la deposición del producto al momento de la aplicación. La cantidad de lagartas al momento de la aplicación estuvo muy por debajo del umbral de daño económico. No se detectaron efectos de las condiciones meteorológicas contrastantes, ni de los adyuvantes, ni del tamaño de gota en el control de lagartas en el cultivo.

Palabras clave: tecnología de aplicación, condición meteorológica, tamaño de gota, adyuvante.

EFFECT OF TECHNOLOGY APPLICATION AND METEOROLOGICAL CONDITIONS IN THE DEPOSITION FOR CONTROL OF SOYBEAN'S CATERPILLARS

SUMMARY

The process of agricultural production in Uruguay is one of the main gears, the application of chemical products made with spray equipment. In this work the aim was to evaluate two application technologies, use of adjuvants (silicon body, vegetable oil and control without adjuvant) and droplet size (fine and very thick), on the effect of contrasting weather (adverse and non-adverse for the application) in the deposition in the application of insecticides and the control caterpillars in soybean. The test is outlined in randomized blocks with two replications and with an array of treatments in a split plot (main plot: time of application for type of adjuvant, lower plot: droplet size). Fieldwork was conducted in Caraguatá, Tacuarembó, Uruguay, in soybean sown 25/10/10 and applications were made on 18/02/11 at R3 growth stage. As non-limiting condition for the application was considered T 27 °C and 73 % RH and a limiting condition, T 36 °C and 45 % RH. The nozzles used to generate each type of gout were TXA 8002 (fine droplet) and AI11002 (very coarse). Results proved deposition 0.1879 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ in non limiting conditions and 0.1535 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ of boundary conditions (18% lower) and 115% greater deposition on the upper layer than in the middle. For fine drop, using oil deposition varied significantly depending on the weather, being higher in non-limiting conditions. The droplet size, generated no significant differences in the deposition of the product at the time of application. The number of caterpillars when the application was well below the economic injury threshold. No contrasting effects of weather conditions, or adjuvants, or droplet size in the control of caterpillars were detected in the culture.

Key Words: application technology, meteorological condition, droplet size, adjuvant.

1. INTRODUCCIÓN

El Uruguay a comienzos del siglo XXI, se ha caracterizado por un acelerado crecimiento de la agricultura extensiva y en particular de la soja. La tendencia es de un acelerado crecimiento de los cultivos de verano, pasando de 12.000 ha sembradas en la zafra 1975/1976 a alrededor de 1.000.000 ha en la zafra 2010/2011 (DIEA, 2011), reflejando claramente un futuro muy diferente e impactante para el siglo en curso con respecto a los últimos 25 años del siglo pasado.

El uso de agroquímicos no ha sido ajeno a ello y se debe poner énfasis en lograr un uso eficaz de los mismos, para evitar así resultados de carácter técnico-ambiental indeseables. El aumento considerable del área agrícola demanda mayor nivel de tecnología de aplicación de los fitosanitarios, además de la creciente preocupación social por la contaminación ambiental y de los alimentos.

En la misma línea, el aumento de la importación de productos agroquímicos del Uruguay en el año 2010 comparado con el año 1998, fue de 450% (Dirección General de Servicios Agrícolas, dependiente del MGAP).

La Tecnología de Aplicación es una ciencia multidisciplinaria que estudia todo lo referente a la llegada del producto químico al objetivo (maleza, plaga o enfermedad) (Raetano, 2011). Gran importancia dan a la tecnología de aplicación Matthews (2000) y Matuo (1998) indicando que es una de las etapas más importantes del proceso de producción agrícola e implica aplicación de conocimientos científicos a un determinado proceso productivo que proporcione la correcta colocación de un producto biológicamente activo en el cultivo, en el momento oportuno de la aplicación, en cantidad necesaria, de forma económica y con mínimo de contaminación a otras áreas.

Según Bogliani *et al.* (2005), la eficacia de un tratamiento depende fundamentalmente de cuatro factores: buena calidad de agua, efectividad del producto empleado, momento oportuno de aplicación y homogeneidad en la distribución.

El aumento del área agrícola en el Uruguay y la tercerización de los servicios en pulverizaciones, hace que sea necesario aplicar (eficazmente) en todo el día o que se tenga al menos, la oportunidad de hacerlo.

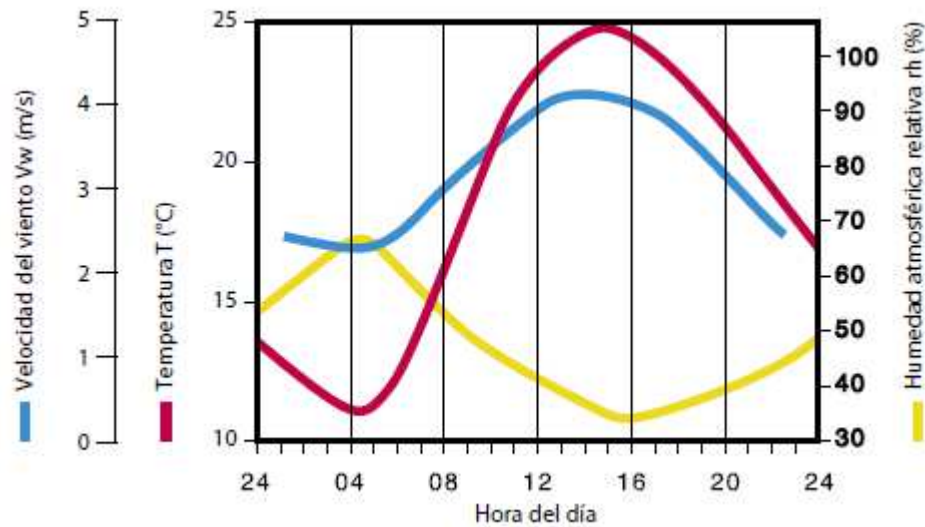
En este trabajo el objetivo fue evaluar dos tecnologías de aplicación, uso de adyuvantes (órgano siliconado, aceite vegetal y testigo sin adyuvante) y tamaño de gota (fina y muy gruesa) en el efecto de las condiciones meteorológicas contrastantes (adversas y no adversas para la aplicación) en la deposición de caldo en la aplicación de insecticidas y en el control de lagartas en el cultivo de soja.

Las hipótesis que sustentan este trabajo son: 1. Las condiciones meteorológicas son determinantes al momento de decidir la aplicación y de la elección del tamaño de gota a utilizar. 2. El uso de algunos adyuvantes mejora la eficiencia en la aplicación del insecticida. 3. El uso de gota gruesa permite una mayor deposición del producto sobre el blanco en condiciones de alta temperatura y baja humedad relativa.

1.1. EFECTO DE CONDICIONES METEOROLÓGICAS AL MOMENTO DE LA APLICACIÓN

Las condiciones meteorológicas en diferentes horas del día influyen en la eficiencia de los tratamientos fitosanitarios. Los tres factores atmosféricos a tener en cuenta son: temperatura, humedad relativa ambiente (HR) y velocidad del viento; los dos primeros, en función de su relación directa con la evaporación, y el viento por la deriva que genera. Los tres factores ejercen gran influencia sobre el comportamiento de las gotas en el aire.

Estas tres variables, generalmente tienen un comportamiento a lo largo del día que determinan que las peores condiciones para la aplicación sean entre las 12 y las 16 horas (Figura 1).



Fuente: Spraying Systems Co., 2008

Figura 1. Comportamiento frecuente de la velocidad del viento, la temperatura del aire y la humedad relativa atmosférica.

Los autores difieren en lo que significa condición límite de las variables meteorológicas y principalmente en humedad relativa (HR). Con respecto a esta variable, es donde existen más matices en el concepto de valor limitante y tal vez sea por los ambientes diferentes en que dichos investigadores realizan su investigación. Estos valores recorren el espectro de 40% (Villalba y Hetz, 2010), 50% (Olea *et al.*, 2005) y 60% (Boller *et al.*, 2004a), como valores mínimos de esta variable, para una buena aplicación de fitosanitarios. Sin embargo, con respecto a la temperatura y velocidad del viento, dichos autores coinciden en los valores máximos (30 °C y 10 km.h⁻¹, respectivamente).

Considerando estos tres factores ambientales se define “ventana de aplicación” (Villalba y Hetz, 2010) como el período durante el cual se dan las condiciones meteorológicas no limitantes de aplicación del fitosanitario, cuyos vértices son los valores máximos de cada una de las variables. Es muy importante señalar que el tamaño de esta ventana de aplicación va a depender del equipo utilizado, el tipo de cultivo, su estado fenológico y las condiciones operativas.

Según Akesson *et al.* (1983), una gota de 100 µm, demora 4,2 s en perder el 90% del volumen y recorre 2,5 m de distancia a 26 °C y 30% de HR, mientras que

cuando las condiciones son de 26 °C y 70% de HR, dicho tiempo es de 9,2 s y recorre 5,3 m.

Ferreira (2009), Boller *et al.* (2004a) y Bonini (2003) en aplicaciones de fungicidas en soja, encontraron reducción significativa en la eficacia cuando los tratamientos fueron realizados en las horas más calientes del día y con la menor humedad relativa. Sin embargo, para Ferreira (2009) hay algún otro factor que explica este comportamiento, pues horas después con igual temperatura y humedad que el horario más adverso, obtuvo tan buen efecto como al atardecer con buenas condiciones. Dicho factor es la posición de los folíolos en ese momento del día (cambio en el ángulo de inserción de los folíolos, quedando más verticales).

Por su lado, Olivet *et al.* (2013) no encontraron diferencias significativas en el control de epinotia cuando se comparó la aplicación al mediodía con una temperatura de 28,9 °C y humedad relativa de 37,5% con la aplicación al anochecer cuyos valores respectivos fueron de 24,2 °C y 35,7%. Estos resultados pueden estar explicados por la escasa diferencia entre los parámetros meteorológicos.

Para Boller *et al.* (2004b), la temperatura y la humedad relativa del aire son factores que determinan mayores o menores pérdidas de productos fitosanitarios a través de la evaporación. Cuanto menor el diámetro de las gotas, tanto mayor su superficie específica de contacto con el ambiente y más acentuado el riesgo de evaporación.

Trabajando con diferentes boquillas, Balan *et al.* (2004) encontraron que la deposición de cono hueco, disminuyó significativamente a medida que aumentó la temperatura y disminuyó la humedad relativa ambiente, llegando a variar en el orden de 100%; sin embargo, para abanico plano y abanico plano con aire inducido, no encontraron diferencias significativas en la deposición.

En la aplicación de fungicida para el control de roya de soja, Moreira (2010), encontró que en condiciones no limitantes (HR > 50% y T < 30 °C) no hubo diferencia entre gota fina (cono hueco) y gota muy gruesa (aire inducido). El grado de severidad de la enfermedad fue menor para gota fina, pero sin diferencias en rendimiento del cultivo. Con condiciones limitantes (HR < 50% y T > 30 °C),

encontró diferencias significativas en rendimiento a favor de gota muy gruesa. El grado de severidad en este caso, fue mayor que en cono hueco.

El viento es un factor determinante de la ocurrencia de deriva y se la considera uno de los problemas más serios que pueden ocurrir durante las aplicaciones de fitosanitarios. Las gotas de pulverización, al recorrer la distancia entre el pulverizador y el cultivo, pueden ser arrastradas por el viento y por las corrientes aéreas ascendentes. Cuanto menor el diámetro de las gotas, mayor será la susceptibilidad a la deriva, siendo la resistencia del aire a la caída de una gota, directamente proporcional a su diámetro (Holterman, 2003).

El viento en exceso causa deriva, perjudicando la calidad de la aplicación y ocasionando pérdidas del producto aplicado. Velocidades menores a 2 km.h^{-1} no permiten una adecuada redistribución de las gotas del caldo sobre el follaje y puede ocasionar pérdidas por inversión térmica. Siendo así, el viento puede interferir negativamente o positivamente en una aplicación. En la imposibilidad de postergar una aplicación con condiciones de velocidad de viento excesivo, la utilización de gotas de categorías gruesas a extremadamente gruesas puede ser una solución, aunque eso va a depender de las exigencias del producto a ser aplicado (Boller *et al.*, 2008).

1.2. ADYUVANTES

Son sustancias sin propiedades plaguicidas significativas presente en una formulación de un producto agroquímico o para agregar a mezclas en tanques de pulverización con el objetivo de modificar las propiedades físico-químicas del caldo y de esta forma mejorar o facilitar su eficacia biológica (Cunha *et al.*, 2010; Kogan y Pérez, 2003).

Para Antuniassi *et al.* (2008b), Dal Pogetto *et al.* (2008), Ozeki (2006), Del Solar *et al.* (2003) y Kissmann (1998) la elección del adyuvante ideal sería tan difícil, como tratar de elegir el mejor insecticida o herbicida. Las reacciones

químicas entre productos son muy complejas y con posibles efectos secundarios, así lo afirman cuando hacen referencia a la interacción química adyuvante-agroquímico. Los adyuvantes más utilizados son aceites y tensioactivos. Entre los primeros, se encuentran los minerales y los vegetales, teniendo en cuenta su origen. Con respecto a los tensioactivos, se dividen en aniónicos, catiónicos, no iónicos y anfotéricos, teniendo en cuenta si se ionizan en agua. Los dos primeros se ionizan en agua formando aniones y cationes respectivamente, mientras que los anfotéricos, pueden ionizarse como aniones o cationes dependiendo de la acidez de la solución (Cunha *et al.*, 2010).

Los no iónicos, no se ionizan en soluciones acuosas (Cunha *et al.*, 2010) y a su vez, son muy inestables a valores de pH extremos hidrolizándose bajo condiciones muy ácidas o muy básicas, afirman Kogan y Pérez (2003).

Los tensioactivos son agentes que reducen la tensión superficial, definida como la tendencia de las moléculas en la superficie de un líquido de ser atraídas hacia el centro del cuerpo de las gotas, lo que asegura que el producto se esparza totalmente y cubra las superficies con una fina película (Kogan y Pérez, 2003).

Rodríguez *et al.* (2008) en un ensayo de velocidad de penetración del caldo de pulverización con diferentes adyuvantes, concluyeron que todos los adyuvantes elevaron significativamente la absorción del caldo de pulverización cuando comparados al agua pura, dándose esta diferencia dentro de los primeros 30 minutos luego de la aplicación. Todos también redujeron significativamente la tensión superficial, demostrando una posible correlación de la reducción de la tensión superficial con el aumento de la velocidad de absorción.

En una evaluación del herbicida Callisto (mesotrione) con diferentes adyuvantes, De Souza *et al.* (2011), obtuvieron las menores tensiones superficiales con los caldos conteniendo como adyuvantes, Li700 y aceite vegetal, aunque no encontraron diferencias en la actividad biológica por los tratamientos.

En aplicaciones con adyuvantes y utilizando boquillas abanico plano y aire inducido, Carvalho *et al.* (2011), encontraron una fuerte interacción boquilla-adyuvante. Para el caso de abanico plano (XR), la mayor deriva se obtuvo con Nonil fenol y la menor con aceite mineral; por el contrario, para la boquilla de aire

inducido (AI), Nonil fenol permitió la menor deriva y aceite mineral la mayor dentro de la relatividad de los valores obtenidos para esta última boquilla. En la misma línea, Chechetto *et al.* (2011), encontraron que el aumento de DMV⁽¹⁾, con diferentes adyuvantes, depende de la boquilla utilizada.

Sasaki *et al.* (2011), De Oliveira *et al.* (2011), Lemos *et al.* (2011) y Alandia *et al.* (2010) correlacionaron DMV, % gotas <100 $\mu\text{m}^{(2)}$ y el SPAN (homogeneidad del tamaño de gota) con el porcentaje de deriva producida al agregar diferentes adyuvantes al caldo. Encontraron que el agregado de adyuvantes logró reducir la deriva al variar el tamaño de gota, aumentando el DMV y reduciendo el porcentaje de gotas <100 μm .

Cid *et al.* (2009), obtuvo mayor deriva con el agregado de tensioactivos, pero cuando se usó en mezcla con un antideriva, este parámetro fue menor.

El agregado de adyuvantes en aplicación terrestre y aérea para el control de roya en soja incrementó la deposición tanto en el tercio inferior como superior (Silva *et al.*, 2011a). Sostienen los autores que ninguno de los adyuvantes utilizados logró un mayor control de la roya ni aumento de la productividad del cultivo.

Sin embargo, para Júnior *et al.*, (2008) el uso de adyuvantes combinados o no con asistencia de aire no interfirió en el aumento de deposición en blancos artificiales (papel filtro) en las superficies adaxial y abaxial de los folíolos, en la parte superior e inferior de las plantas y no promovió la reducción de la deriva.

En otro orden, el uso de adyuvante (dodecil benzeno) proporcionó mayor cobertura en la parte media y superior del follaje y mayor productividad. Sin embargo, su comportamiento en relación a la calidad de la pulverización varió dependiendo de la boquilla utilizada (Cunha *et al.*, 2010).

El agregado del alcohol etoxilado o del nonil fenol al caldo de pulverización incrementó el grado de cobertura obtenido, a causa del aumento en el tamaño de gota o en el número de impactos que alcanzaron el objetivo, según Tesouro *et al.* (2003).

¹ DMV: **Diámetro mediano volumétrico (DMV o D 0,5)**: diámetro de gota que separa la población de gotas ordenadas de menor a mayor en dos mitades de igual volumen de líquido.

² Cuando se habla de tamaño de gota que genera deriva y en forma significativa, se utiliza este diámetro de gota. Es conveniente que la población de gotas esté por encima de este valor o en caso contrario, que sea una baja proporción de la misma.

El nivel de cobertura logrado fue afectado por las concentraciones de los tensioactivos utilizadas y por las características superficiales del blanco.

Por otro lado, para Antuniassi *et al.* (2008a) con el uso de adyuvantes con diferentes fungicidas, no tuvieron diferencias significativas en los valores de coberturas, a pesar de que hubo diferencias entre los adyuvantes con cada uno de los fungicidas utilizados.

Di Oliveira *et al.* (2008a, 2008b) en el cultivo de soja, no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la uniformidad de tamaño de gota ni en el padrón de distribución en relación al agregado de adyuvantes así como tampoco en el espectro de gotas, aunque el adyuvante promovió la formación de gotas de mayor tamaño.

Mota *et al.* (2011a), verificaron la interferencia del uso de adyuvantes en la cantidad de aire incluido en las gotas pulverizadas por boquillas hidráulicas. Una conclusión importante de este trabajo es que el uso de adyuvantes, interfiere significativamente en la cantidad de aire que es incluido en la pulverización. El organosiliconado utilizado fue el que logró una solución más homogénea y se atribuyó a esta característica el incluir mayor cantidad de aire en la gota.

Gimenes *et al.* (2011), estudiaron el efecto del uso de adyuvantes en el tiempo de evaporación de las gotas y el área mojada en plantas de soja. La presencia de adyuvantes, aumentó significativamente el área mojada en todas las partes pulverizadas (hasta 684% superior al agua). El tiempo de evaporación de las gotas, fue inversamente proporcional al área mojada por éstas, por lo que, la presencia de adyuvantes aceleró la evaporación en comparación con las gotas donde no fueron agregados los mismos.

Los aceites minerales y vegetales, por su parte, poseen una amplia gama de uso, siendo utilizados tanto en la función de producto fitosanitario de forma aislada (para el control de algunos insectos y hongos), en mezcla con insecticidas o fungicidas, como diluyentes para aplicaciones en bajo volumen oleoso y como adyuvantes agregados al caldo de pulverización. Por eso, para los diferentes usos los aceites pueden variar tanto en su composición como en algunos de los procesos de la fabricación (Araújo y Raetano, 2011).

Una combinación de alta temperatura ($>30\text{ }^{\circ}\text{C}$) y baja humedad relativa ($<50\%$) puede tener una fuerte influencia directa sobre la evaporación de las gotas pulverizadas, en especial cuando éstas son finas (Olea *et al.*, 2005).

Según afirman Cunha *et al.* (2010), los aceites minerales contienen un 95% a 98% de un aceite derivado del petróleo del tipo parafínico o nafténico con 1 - 2% de un tensioactivo o emulsificante. Mientras que los aceites vegetales contienen entre un 80% y 85% de un aceite derivado de semillas de cultivos (algodón, lino, soja o girasol) con un 15 a 20% de tensioactivo no iónico.

Boller *et al.* (2004b) señalan que la evaporación debe merecer mayor atención cuando se usan bajos volúmenes de aplicación. En este caso, el agregado de aceite u otro adyuvante anti evaporante en el caldo puede ser una alternativa importante para prolongar la duración de las gotas y reducir los riesgos de pérdidas de las mismas por evaporación, antes de que éstas lleguen al cultivo.

La utilización de aceite mineral y aceite vegetal como adyuvantes en caldos de pulverización de herbicidas aplicados en postemergencia proporciona aumento del área de mojado en la superficie adaxial y abaxial de folíolos de soja (Mendonça *et al.*, 2004a).

Olea *et al.* (2005), no lograron diferencias en la densidad de gotas entre aplicaciones con y sin el agregado de aceite cuando se aplicó a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 50% de humedad relativa y una velocidad del viento de 1 y 2 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$. Con respecto a la penetración sin embargo, las gotas finas generadas por cono hueco fueron las que presentaron un mejor comportamiento.

En la misma línea que el anterior trabajo, Scheer *et al.* (2008), al agregar aceite mineral al caldo, lograron menores valores de DMV y mayores porcentajes de gotas menores que $100\text{ }\mu\text{m}$ en relación al caldo sin agregado de aceite para los productos y boquillas utilizadas (DG y TT).

Sin embargo, Mendonça *et al.* (2004b) señalan que los aceites minerales y vegetales comercializados en el Brasil presentaron variaciones entre sus valores de tensión superficial estática y volumen de espuma formado luego de la agitación en concentración conocida esta variación fue asociada a la cantidad y calidad de adyuvantes presentes en sus formulaciones.

1.4. TAMAÑO DE GOTA

La clasificación del tamaño de gota en función del diámetro propuesta por ASAE S-572, usa como medida el rango de valores del DMV. Dicha clasificación es: Muy fina, Fina, Media, Gruesa, Muy gruesa y Extremadamente gruesa, con DMV de <math><100\mu\text{m}</math>, $100-175\mu\text{m}$, $175-250\mu\text{m}$, $250-375\mu\text{m}$, $375-450\mu\text{m}$ y $>450\mu\text{m}$, respectivamente.

Las boquillas cono hueco generan gotas muy finas a finas cuando no tienen aire inducido y con el nivel de presión mínimo de 500 kPa, por lo tanto un elevado porcentaje de las gotas son susceptibles a la deriva, pudiendo producir pérdidas por encima de lo deseado (superior a 30% en boquillas nuevas). A pesar de este aspecto, esta boquilla tiene mucha utilidad cuando se desea penetrar en el interior del follaje, como es el caso de una aplicación de fungicida o insecticida en un cultivo con gran desarrollo foliar, comentan Boller y Raetano (2011).

Según estos autores, las boquillas con inducción de aire, también conocidas como boquillas de tipo Venturi, representan un avance asociado a la reducción de la deriva y la contaminación del ambiente por las aplicaciones de fitosanitarios. Estas boquillas promueven la mezcla de aire con el líquido de pulverización, de modo que las gotas producidas son huecas y mucho mayores que aquellas obtenidas con boquillas convencionales del mismo flujo. La cantidad de aire incluido en las gotas puede llegar hasta 25% de su volumen.

En estudios comparativos, el uso de boquillas antideriva de abanico con inducción de aire permitió disminuciones de la deriva del orden del 90% comparada con boquillas convencionales de abanico y cono hueco (Texeira, 2010). Según el autor, para que la aplicación de agroquímicos sea adecuada es necesario seleccionar el tamaño de gota conforme a las condiciones climáticas imperantes durante el momento de la aplicación.

Sampallo y Rohnner (2011) encontraron una mayor deposición en el envés de la hoja, para la boquilla AI (gota muy gruesa), mientras que en el haz, AI, XR (gota fina) y TTJ (gota media) no difirieron significativamente entre sí, pero hubo diferencias significativas con la combinación en el varal de boquillas AI/XR. El

control de lagartas fue similar en todos los tratamientos (boquillas), y, por lo tanto, usando gota gruesa, fue posible un similar control con menor probabilidad de deriva.

Por su parte, Mota *et al.* (2011b), estudiaron DMV, % <100 μm y AR⁽³⁾ para aplicación con distintas boquillas de glifosato solo o con adyuvantes. La boquilla de inducción de aire, proporcionó mejores condiciones (reducción del % <100 μm y el aumento en el DMV) para la reducción de deriva independientemente del tipo de adyuvante utilizado. En la boquilla DG (Teejet DG 11003), esta tendencia fue observada para los caldos conteniendo aceite mineral y organosiliconado.

De Oliveira *et al.* (2011), estudiando el efecto del tamaño de gota (fina y muy gruesa) en la deposición en cultivos, encontraron que la misma era superior utilizando gota muy gruesa. Estos autores señalaron la importancia de la evaporación en las gotas finas, como responsable de dicho resultado.

Stoletniy y Villalba (2008), en un estudio de la eficiencia de un insecticida aplicado con diferentes tipos de boquillas, encontraron que aun cuando se detectaron diferencias en el número y tamaño de las gotas recogidas en las tarjetas, éstas no se reflejaron en el control de las plagas entre los tratamientos, lográndose un excelente control de insectos en ambos tratamientos. Por lo que para el principio activo en estudio, resultó promisorio el uso de espectros de gotas de mayor tamaño con menores probabilidades de pérdidas por deriva y consecuente perjuicio al ambiente.

A su vez, Villalba (2007) evaluando diferentes tamaños de gota generadas con las boquillas TX (cono hueco: gota muy fina), TJ60 (doble abanico plano: gotas fina a media), AI (abanico plano con inducción de aire: gotas gruesa a muy gruesa) y DGTJ (abanico plano con preorificio calibrado: gota media a gruesa), obtuvo que las gotas de mayor tamaño, proporcionaron mayor deposición de caldo pulverizado aunque con una alta variabilidad en la distribución.

Por su lado, Olivet y Zerbino (2013) realizando aplicaciones en dos momentos del día (mediodía y noche) (19/01/2007) con boquillas XR 11002VP, TT 11002VP,

³ **Amplitud relativa:** expresa la variación del tamaño de gotas:

$AR = (D_{0,9} - D_{0,1})/DMV$, cuanto menor sea este valor mejor sería la aplicación realizada (ideal = 0).

D 0,9: diámetro de gota por encima del cual se encuentra el 10% del volumen total del líquido pulverizado.

D 0,1: diámetro de gota por debajo del cual se encuentra el 10% del volumen total de líquido pulverizado.

AI 11002VS, y TXA 8002VK, promediando dos velocidades, encontraron diferencia significativa en impactos/cm² entre día y noche, de 59,3 impactos/cm² en el día y de 66,6 impactos/cm² para la noche y entre diámetro de gota gruesa y media siendo superior para gota media (91,15 impactos /cm² para gota media y 34,73 para gota gruesa).

Estos autores para el control de chinches no obtuvieron diferencias significativas en el control entre tamaño de gotas (fina, media y muy gruesa), siendo generada la gota fina por TXA8002, la gota media por DG9502E y la gota muy gruesa por AI11002. El viento estuvo entre un rango de 19 a 27 km.h⁻¹, con un promedio de 22,4 km.h⁻¹. Las condiciones meteorológicas del mismo, fueron consideradas no adversas para la aplicación en lo que se refiere a temperatura y humedad relativa ambiente.

Por otra parte, Antuniassi *et al.* (2004), al comparar gota muy gruesa con gota fina, encontraron que la primera producida por boquillas con inducción de aire tienen dificultad en la penetración del canopeo interfiriendo en el control de insectos en comparación con la producida por cono hueco.

Sin embargo, Bonadiman (2008) no encontró diferencias significativas en eficiencia de control $\geq 80\%$ en su trabajo de control de *Anticarsia gemmatilis*, entre las boquillas XR 11002, AI 11002, TT 11002 y TXA 8002 a los 14 días post-aplicación. Sin embargo, dicho autor afirma que los tratamientos con las boquillas con tamaño de gotas entre finas y medias, obtuvieron mayor eficiencia de control que las de gota gruesa en lagartas grandes de *Anticarsia gemmatilis*. En el caso de *Piezodorus guildinii*, con la boquilla TXA 8002, obtuvo una eficiencia de control $\geq 80\%$ superior comparativa a las otras boquillas y al testigo y eso lo explica por la capacidad de la gota fina generada por esta boquilla en penetrar más al interior del follaje, teniendo en cuenta que las condiciones ambientales eran propicias para la misma (T: 26-27 °C, HR: 65-75 % y velocidad del viento: 3 km.h⁻¹).

1.4 CONTROL DE LAGARTAS

En el cultivo de soja en nuestro país y la región, dos plagas de importancia económica, por las pérdidas que causan son *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) conocida como “lagarta de la soja” y *Rachiplusia nu* (Gueneé) o “lagarta medidora”.

1.4.1. *Anticarsia gemmatalis* (Hübner)

El adulto de *A. gemmatalis*, mide entre 26 y 36 mm de expansión alar y aproximadamente 12 mm de largo. La coloración de las alas varía desde pardo morado a pardo grisáceo, moteado de negro, y se destaca una línea que cruza ambos pares (Bentancourt y Scatoni, 2003). Sus huevos, son puestos en forma individual, son esféricos, de coloración verde clara a blanca, ligeramente achatados y miden aproximadamente 1,5 mm de diámetro (Castiglioni, 1998, citado por Ribeiro *et al.*, 2008).

La larva, recién emergida mide 2-3 mm de longitud y en su último estadio alcanza a 40-50 mm (Gazzoni *et al.*, 1998, citado por Ribeiro *et al.*, 2008). Su coloración va desde el verde pálido hasta el pardo oscuro o negro (Castiglioni, 1998, citado por Ribeiro *et al.*, 2008). Según Perotti y Gamundi (2008), el estado larval varió entre 20,3 y 26,4 días a 25 °C de temperatura y 70% de humedad relativa. Hasta el segundo estadio sólo presenta, además del par anal de patas falsas, dos pares de patas abdominales, por lo que al caminar se desplazan como falsas medidoras. Hasta ese momento, las larvas de *A. gemmatalis* pueden ser confundidas por su forma de caminar con las de *Rachiplusia nu* y otras *Plusiinae* (Ribeiro *et al.*, 2008).

La larva de *A. gemmatalis*, se caracteriza por comer respetando solamente la nervadura principal de los folíolos además de retorcerse vigorosamente cuando son tocadas y lanzarse rápidamente al suelo desde las plantas cuando éstas son movidas (Ribeiro *et al.*, 2008).

1.4.2. *Rachiplusia nu* (Gueneé)

El adulto mide entre 13 y 18 mm de largo, con una expansión alar de 28 a 34 mm. En posición de reposo, sus alas se disponen como techo a dos aguas. Las alas anteriores son de coloración general grisácea con tonalidades castañas que dibujan una serie de líneas, estrías o manchas en toda su superficie. Los huevos se encuentran aislados, son de contorno circular planos en su base y miden 0,5 mm de diámetro por 0,3 mm de altura (Chiaravalle, 1998, citado por Ribeiro *et al.*, 2008).

Según Chiaravalle (citado por Ribeiro *et al.*, 2008), la larva recién nacida mide 2,7 mm y en su máximo desarrollo entre 30 y 40 mm de largo. Sólo posee tres pares de falsas patas. Debido a esto, cuando camina junta el tórax con el abdomen y vuelve a estirarse; de ahí el nombre común de “lagarta medidora”. Posee coloración verde (de claro a muy oscuro) y presenta líneas blancas a cada lado del cuerpo y en el dorso.

1.4.3. Problemática del control de lagartas

Ambas especies consumen folíolos durante las 2 a 3 semanas de su etapa larval, provocando el mayor daño en los estadios de L5 y L6. Sin embargo, según Ribeiro deben ser controladas desde L4 cuando se usan fosforados, piretroides y carbamatos; para el control con reguladores del crecimiento, se aconseja que las larvas no superen L3 para el comienzo del control (comunicación personal, 20 de marzo de 2011).

La ubicación de *R. nu* en el cultivo, dificulta el control químico. Según Igarzábal (2008), dicha plaga se encontró en las plantas en el rango de 23 °C y 37 °C y más del 50% de los individuos se ubicaron en el tercio central del cultivo. El 50% restante varía su ubicación según la hora del día; en los horarios más calientes (aunque se desconocen las condiciones de temperatura y humedad relativa al momento de generar esta información), se ubican mayoritariamente en la parte superior y en los horarios más fríos (la noche), se desplazan hacia la parte inferior de la planta.

A su vez, según Antuniassi *et al.* (2004) en las aplicaciones con energía hidráulica y sin túnel de viento con un equipo terrestre, el 82,9% de los productos químicos queda depositado en el tercio superior de la planta, 13,3% en el tercio medio y apenas 3,8% en el inferior.

Estas especies que, al estado de larva, caminan y no vuelan son problemáticas en su control eficiente por la variación de la ubicación en diferentes horarios del día y por los lugares en que se concentra el producto aplicado (Igarzábal, 2008).

Ambos tipos de lagarta poseen enemigos naturales con los que se puede hacer un manejo integrado de plagas, siendo mucho más amigable con el ambiente (Ribeiro *et al.*, 2008).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en un cultivo comercial de soja [*Glycine max* (L. Merrill)] en la región de Caraguatá, poblado Las Chircas al SE del departamento de Tacuarembó, Uruguay.



Fuente: Google Earth

Figura 2. Ubicación geográfica del ensayo

El cultivo se realizó sobre campo natural, se inició la preparación con una aplicación de glifosato (1440 g. e.a./ha) + 2,4 D amina (0,5 kg i.a./ha) + metsulfuron (4,8 g. i.a./ha) en el otoño, posterior laboreo y finalmente glifosato (900 g. e.a./ha) previo a la siembra. La variedad utilizada fue Don Mario grupo VII de ciclo indeterminado.

La siembra se realizó el 25 de Octubre de 2010, con el objetivo de lograr 250.000 plantas/ha.

El experimento se instaló el 17 de Febrero de 2011, con la soja en el estado fenológico R3 (Fehr y Cavinness, 1977).

Las aplicaciones se realizaron con un pulverizador autopropulsado, marca PLA modelo MAX II 3250 de 28 m de botalón y de 3250 L de capacidad de almacenamiento de caldo.

El diseño experimental fue de bloques al azar con dos repeticiones con un arreglo de tratamientos en parcelas divididas, donde, la parcela mayor correspondió a la combinación de momento de aplicación por tipo de adyuvante y la parcela menor al tamaño de gota generada por diferentes boquillas en cada mitad del pulverizador.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos realizados

Tratamientos	Parcela mayor		Parcela menor
	Condiciones meteorológicas	Adyuvante	Tamaño de gota
1	No limitantes	Sin	Fina
2	No limitantes	Sin	Muy Gruesa
3	No limitantes	Aceite	Fina
4	No limitantes	Aceite	Muy Gruesa
5	No limitantes	Organosiliconado	Fina
6	No limitantes	Organosiliconado	Muy Gruesa
7	Limitantes	Sin	Fina
8	Limitantes	Sin	Muy Gruesa
9	Limitantes	Aceite	Fina
10	Limitantes	Aceite	Muy Gruesa
11	Limitantes	Organosiliconado	Fina
12	Limitantes	Organosiliconado	Muy Gruesa

Teniendo en cuenta la variabilidad en la bibliografía consultada respecto a los valores de humedad relativa y de temperatura considerados adversos para la aplicación de agroquímicos, se asumió como condiciones adversas o limitantes, temperaturas mayores o iguales a 30 °C y humedades relativas menores o iguales a 50%. Por el contrario, temperaturas menores a 30 °C y humedades relativas mayores a 50%, se consideraron condiciones meteorológicas no limitantes.

Paralelamente, se realizó la caracterización meteorológica de la región noreste del país (donde se llevó a cabo el experimento) a partir de los datos climáticos de los meses de verano, comprendidos entre Noviembre y Abril de cada año agrícola, entre 2006 y 2010 tomados de la estación experimental del INIA más cercana (ver Anexo).

Las condiciones meteorológicas ocurridas durante el experimento, se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Horario y condiciones de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento en el ensayo.

	Condiciones no limitantes		Condiciones limitantes	
	Comienzo	Final	Comienzo	Final
Horario ensayo (h)	22	24	14	16
Temperatura (°C)	27	26	36	36
Humedad Relativa (%)	67	79	44	46
Velocidad del viento (km.h⁻¹)				
Promedio	14	12	10	12
Máxima	21	14	13	15

Los tamaños de gota contrastantes se obtuvieron usando cada mitad del botalón con una pastilla diferente, con erogación del mismo caudal a una misma presión.

Para ello, se eligieron la boquilla como hueco TXA 8002 para generar gota fina y la boquilla abanico plano con inducción de aire AI11002 para generar gota muy gruesa.



Fuente: Spraying Systems Co., 2008

Figura 3. Boquillas utilizadas para generar gota fina (TXA 8002) (izquierda) y muy gruesa (AI11002) (derecha).

La presión de trabajo fue de (300 kPa), con un volumen de caldo predeterminado (50 L) y una velocidad de aplicación (15 km.h⁻¹), teniendo una separación entre boquillas de 52,5 cm (estándar de fábrica).

En la aplicación se utilizó el trazador Azul Brillante (2000 ppm). Este trazador según Palladini *et al.* (2005) se caracteriza por no penetrar la hoja y poder ser recuperado eficientemente en el lavado con agua, pudiendo así caracterizar la aplicación cuantitativamente. Es de fácil dilución y se presenta como polvo soluble. La densidad óptica (absorbancia) se obtiene a 630 nm y no altera la tensión superficial de las soluciones.

Los insecticidas utilizados, fueron los que el propietario del cultivo estaba aplicando en el cultivo en ese momento donde se realizó el ensayo y se detallan a continuación.

Cuadro 3. Productos y dosis utilizados en el ensayo.

Producto Comercial	Principio activo	Concentración	g/L	Dosis	Clase
Fullback 480	Triflumurón	38,55%	480	50 cc/ha	Benzoilfenil Ureas
Triclocib 500 SL	Triclorfón	43% p/p	500	1,6 L/ha	Organo Fosforado
Speedwet	Nonifenol etoxilado	9%	93,2	30 cc/ha	Organo Siliconado
Natural Oleo	Aceite vegetal	93% v/v		1%	Aceite Vegetal

Fuente: Modernel (2009)

- a) Triflumurón: insecticida que actúa principalmente por ingestión, inhibiendo la formación de quitina. Es Categoría IV y Clase III (poco peligroso) y es recomendado para manejo integrado de plagas (Modernel, 2009).

- b) Triclorfón: organofosforado de contacto e ingestión. Clase II (moderadamente tóxico). Actúa inhibiendo la formación de la acetilcolinesterasa. Ester del ácido fosfórico. Liposoluble. Baja presión de vapor (poco volátil). Se hidroliza fácilmente en medios alcalinos (baja persistencia) (Modernel, 2009).
- c) Speedwet: coadyuvante líquido. Vehiculiza la suspensión de líquidos emulsionables. Tensioactivo, surfactante, adherente, antiespumante y antievaporante (Modernel, 2009).
- d) Natural Oleo: aceite vegetal. Contiene 93% de aceite vegetal y 7% de emulsionantes lo que facilita su dilución en el agua. Se recomienda una dosis con insecticidas de 0,25 a 0,5 L/ha (Stoller, 2011).

El tamaño de la unidad experimental fue de 50 x 14 m y se utilizaron para la recolección de muestras los últimos 30 m, donde efectivamente fueron asegurados la velocidad y el volumen preestablecidos.

La orientación del ensayo fue WSW – ENE y el viento sopló del E durante todo el tiempo que duró el trabajo de campo (con promedios que oscilaron entre 10 y 14 km.h⁻¹).

Luego de la aplicación, se recolectaron de cada unidad experimental 40 folíolos del estrato superior y 40 folíolos del estrato medio y se colocaron en bolsas individuales identificadas.

La cuantificación de la deposición se realizó mediante extracción por lavado de los folíolos con agua destilada. Se lavó con 40 cc de agua destilada las del estrato superior y con 25 cc las del estrato medio; el producto del lavado se almacenó en frascos individualmente identificados. Posteriormente se realizó la medición de la absorbancia en un espectrofotómetro marca Unico 2800 UV/VIS a una longitud de onda de 630 nm, utilizando la metodología descrita por Palladini *et al.* (2005). Previo a esto, se calibró el espectrofotómetro con concentraciones conocidas de colorante, obteniéndose valores de absorbancia con los que se ajustó una regresión (Figura 4).

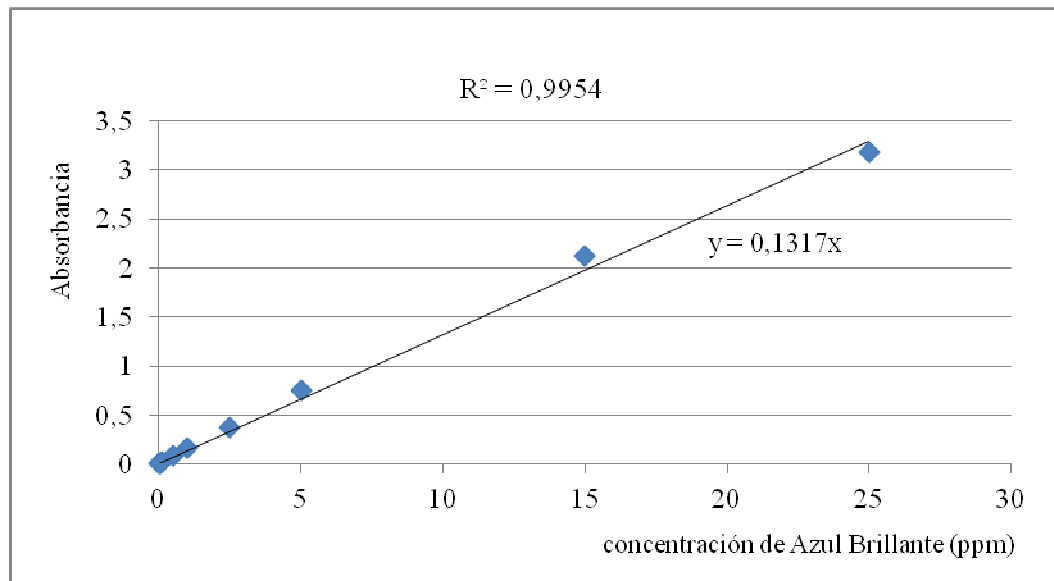


Figura 4. Regresión Absorbancia-Concentración Azul Brillante

El valor de R^2 explicó muy bien la relación entre ambas variables, por lo que permitió posteriormente con los datos de absorbancia de cada muestra y los parámetros de la regresión llegar a la concentración de Azul Brillante.

Conocidos los valores de concentración de cada muestra, se pudo obtener el volumen de deposición en cada hoja utilizando la relación siguiente:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

En donde,

C_1 : concentración de Azul Brillante usada en el caldo (mg/L)

V_1 : volumen depositado en folíolos

C_2 : concentración obtenida de cada muestra usando el ajuste de la regresión (mg/L)

V_2 : volumen de agua destilada usada en el lavado (ml)

La superficie foliar se determinó a través de la digitalización de los folíolos en Scanner y su posterior análisis mediante el programa Image Tool. Se obtuvo una correlación de $R^2 = 0,9234$ entre el área obtenida y el producto largo por ancho de

los folíolos y se procedió al cálculo del área del folíolo de esta manera. Luego de la estimación del área foliar se expresó la deposición de cada tratamiento en volumen/cm².

Se consideró como umbral de daño (UD) para lagartas, el recomendado por Perotti y Gamundi (2007), que fue de 15-20 % de defoliación y más de 20 lagartas grandes por m de surco; pero como no se llegó a dicho umbral, se aplicó con un número de lagartas bastante inferior (4 lagartas grandes.m⁻¹) que fue el máximo valor para ese año en particular. La estimación se realizó utilizando la técnica de paño vertical, cuya técnica es comparable a la de paño horizontal sobre el suelo, con la gran ventaja de que no daña el cultivo y es mucho más cómoda según Drees y Rice (1985).

Se tomaron cinco muestras/parcela (en el centro de la parcela). Se realizó un primer conteo previo a la aplicación, efectuada cuando la soja alcanzó R3 y los posteriores, fueron realizados a los 1, 3 y 10 días post-aplicación.

Los resultados fueron sometidos al análisis de varianza y las medias comparadas con el Test de Tukey, con una probabilidad del 10%, usando el programa SAS.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DEPOSICIÓN

En el cuadro 4, se presenta el análisis de varianza de los diferentes factores estudiados para la deposición sobre los folíolos de soja, promedio de los estratos medio y superior.

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable deposición en ambos estratos.

Fuente de variación	Grados de libertad del numerador	Grados de libertad de denominador	F Valor	P-Valor
Bloque	1	5	3,00	0,1438
Condición	1	5	5,84	0,0603
Adyuvante	2	5	1,47	0,3143
Condición*Adyuvante	2	5	4,66	0,0720
Tamaño de Gota	1	6	0,95	0,3682
Adyuvante*Tamaño de Gota	2	6	3,14	0,1169
Condición*Tamaño de Gota	1	6	1,61	0,2514
Condición*Adyuvante para cada Tamaño de Gota	2	6	6,53	0,0312

Las condiciones de 36 °C y 45% de HR (condiciones limitantes) al momento de la aplicación determinaron una deposición sobre los folíolos de soja 18% inferior a la cuantificada para la aplicación con 27 °C y 73% de temperatura y humedad relativa (condiciones no limitantes) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Deposición promedio de los estratos, en los dos momentos estudiados.

Momento	Promedio Deposición ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)
C. No L.	0,1879 a
C. L.	0,1535 b

C .No L.: condiciones no limitantes; C. L.: condiciones limitantes. Promedios seguidos de letras distintas, difieren entre sí, según Test de Tukey al 10%

Estos resultados eran esperados considerando que la alta temperatura y baja humedad relativa (condiciones limitantes) propician una mayor evaporación (Akesson *et al.* 1983) y por tanto son parámetros que pueden afectar la deposición del caldo en el cultivo.

Concordantemente, Boller *et al.* (2004b), señalan que la temperatura y la humedad relativa del aire son factores que determinan mayores o menores pérdidas de productos fitosanitarios a través de la evaporación.

El análisis de la interacción triple se estudió a través de la interacción condición meteorológica y adyuvante dentro de cada tamaño de gota. Con gota gruesa las deposiciones no se diferenciaron entre sí, independientemente de las condiciones de aplicación y del agregado de adyuvantes. En gota fina, se encontró diferencias significativas en la aplicación con aceite para las dos condiciones meteorológicas evaluadas (Cuadro 6). Cuando la aplicación se realizó en condiciones favorables, el aceite generó la mejor deposición para dicho tamaño de gota. Sin embargo, en condiciones adversas el aceite genera un efecto contrario, reduciendo la deposición. Según Matthews (2000), el aceite aplicado con alta temperatura pierde viscosidad y se evapora, por lo que su efecto desaparece en condiciones adversas, no solucionando el problema de evaporación (no aumenta el tiempo de evaporación), coincidiendo con lo afirmado por Gimenes *et al.*, (2011). Por el contrario, el organosiliconado cuando la temperatura es muy elevada (como en el caso de este ensayo), no afecta la viscosidad del caldo por un aumento del movimiento de partículas (velocidad molecular) (Matthews, 2000).

Cuadro 6. Deposición según la interacción momento x adyuvante para cada tamaño de gota en promedio de estratos.

Momento	Adyuvante	Deposición ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) Gota Fina	Deposición ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) Gota Muy Gruesa
C. No L.	Sin	0,1480 ab	0,2212 a
C. No L.	Aceite	0,2457 a	0,1652 a
C. No L.	Org.Sil.	0,2115 ab	0,1359 a
C. L.	Sin	0,1375 ab	0,1217 a
C. L.	Aceite	0,1099 b	0,1527 a
C. L.	Org. Sil.	0,2077 ab	0,1917 a

C. No L.: condiciones no limitantes; C. L.: condiciones limitantes. Org. Sil.: organosiliconado. (Medias se comparan dentro de la columna) Promedios seguidos de letras distintas, difieren entre sí, según Test de Tukey al 10%

En el cuadro 7, se presentan los resultados de deposición considerando sólo el factor uso de adyuvantes. No se encontraron diferencias significativas en deposición en el uso de adyuvantes (aceite y organosiliconado) frente al tratamiento sin adyuvante. Estos resultados difieren con los obtenidos por varios autores (Silva *et al.*, 2011b; Mota *et al.*, 2011c y Tesouro *et al.*, 2003).

Cuadro 7. Análisis estadístico de deposición según adyuvantes utilizados.

Adyuvante	Promedio Deposición ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)
Sin	0,1571 a
Aceite	0,1684 a
Organo Siliconado	0,1867 a

Promedios seguidos de letras iguales, no difieren entre sí, según Test de Tukey al 10%

Desconsiderando el tamaño de gota se encontró una tendencia ($P = 0,07$) de efecto de interacción adyuvante por condiciones de aplicación explicada por la

diferencia en el comportamiento del aceite en las dos condiciones meteorológicas (Figura 5).

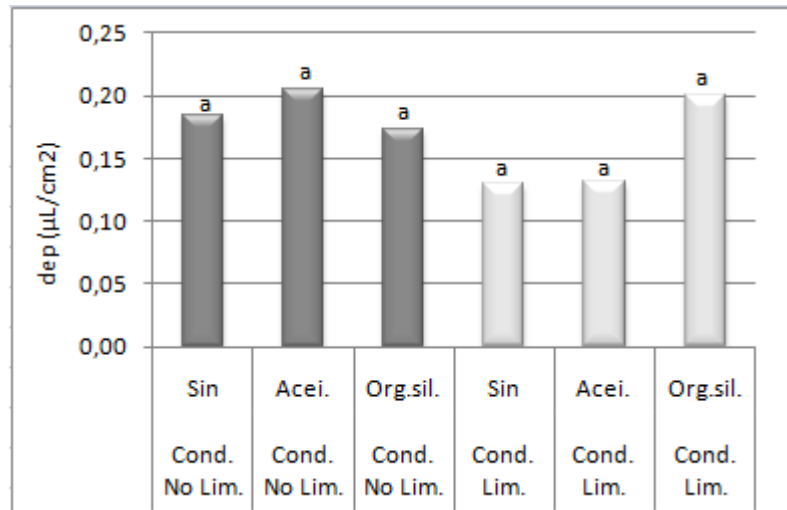


Figura 5. Promedio de deposición ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) según momento x adyuvante. Acei.: aceite. Org. Sil.: organosiliconado. Cond. No Lim.: condiciones no limitantes. Cond. Lim.: condiciones limitantes. Promedios seguidos de letras iguales, no difieren entre sí, según Test de Tukey al 10%

Si se analizan los resultados para deposición según tamaño de gota, independiente de los otros factores, no se manifestaron diferencias significativas entre las gotas fina y muy gruesa. Por lo que, sería conveniente y más seguro utilizar la gota muy gruesa que tiene menor probabilidad de ser evaporada y de generar deriva, disminuyendo así el riesgo para el ambiente (Cuadro 8).

Cuadro 8. Deposición promedio para el tamaño de gota evaluada.

Tamaño de gota	Promedio Deposición ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)
Fina	0,1767 a
Muy gruesa	0,1648 a

Promedios seguidos de letras iguales, no difieren entre sí, según Test de Tukey al 10%

Contrario a este resultado fue lo obtenido por Moreira (2010), explicado por la mayor cobertura obtenida por la gota fina, considerando que cuando el diámetro de la

gota disminuye a la mitad para un mismo volumen, el número de gotas se multiplica por 8 y el área cubierta se duplica, por lo que la cobertura y distribución de la gota fina podría ser mayor. Las condiciones de temperatura, humedad relativa ambiente y la velocidad del viento en el ensayo, pueden haber afectado negativamente ese resultado teórico.

Holterman (2003), haciendo referencia a la trayectoria de una gota fina (50-100 μm) con viento cruzado (como fue la del ensayo), señala que la caída de la misma una vez generada en la boquilla es prácticamente horizontal por lo que no llega al objetivo. A medida que el tamaño de gota aumenta, tiene una mayor distancia de frenado y una superior velocidad de sedimentación por lo que su trayectoria se inclina mucho más hacia abajo, llegando a ser vertical con determinado diámetro (500-750 μm) logrando así, llegar al objetivo con mayor eficacia. La intensidad de la velocidad del viento, relativiza el desplazamiento horizontal.

A su vez, las gotas de diámetro menor a 150 μm , tienen insuficiente energía cinética para superar la resistencia de la superficie de la hoja y rebotan. Las gotas de más de 200 μm tienen tanta energía cinética que se rompen con el impacto, teniendo menor probabilidad de caer al suelo (Brunskill, citado por Matthews, 2000).

En relación a la interacción tamaño de gota con condiciones meteorológicas (Cuadro 9), los resultados obtenidos indican que no hubo diferencias significativas en la deposición. Resultados que no coinciden con De Oliveira *et al.* (2011), los que obtuvieron mejor deposición con gota gruesa, y con Walla (1980) y Akesson *et al.* (1983) quienes en condiciones adversas para la aplicación, tuvieron serios problemas de evaporación.

Cuadro 9. Promedio deposición ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) en función de las interacciones entre momentos y tamaños de gota utilizados.

Condiciones	Tamaño de gota	Promedio Deposición ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)
C. No L.	Fina	0,2017 a
C. No L.	Muy gruesa	0,1741 a
C. L.	Fina	0,1517 a
C. L.	Muy gruesa	0,1554 a

C. No L.: condiciones no limitantes. C. L.: condiciones limitantes. Promedios seguidos de letras iguales, no difieren entre sí, según Test de Tukey al 10%

Analizando la deposición por estratos del cultivo de soja, se encontró que la deposición en el estrato superior fue más que el doble de la obtenida en el estrato medio.

Si bien existieron diferencias significativas en los estratos, no hubo efecto de las variables estudiadas (adyuvante y tamaño de gota), ni de la interacción (Cuadro 10).

Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable deposición por estrato (superior y medio).

Fuente de variación	Grados de libertad del numerador	Grados de libertad del denominador	F Valor	P Valor
Estrato	1	18	70,80	< ,0001
Adyuvante*Estrato	2	18	0,47	0,6315
Tamaño de Gota*Estrato	1	18	0,16	0,6968
Adyuvante*Tamaño de Gota*Estrato	2	18	0,20	0,8201

La relación de las deposiciones entre estratos fue de 2,3 a 1,0 (Cuadro 11). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Olivet y Zerbino (2013) y Villalba (2007).

Cuadro 11. Promedio deposición ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) según estratos y porcentaje del total en ambos estratos.

Estrato	Promedio Deposición ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)	Deposición Porcentual
Superior	0,2310 a	68%
Medio	0,1072 b	32%

Promedios seguidos de letras distintas, difieren entre sí, según Test de Tukey al 10%

Una buena aplicación será aquella que deposite el producto en el estrato donde se concentre la mayoría de los individuos de la población de la plaga que se quiere controlar. Considerando la ubicación en la planta de la lagarta medidora, pasa a ser relativamente más importante llegar al estrato medio (Igarzábal, 2008). Según el análisis de varianza, en dicho estrato, las deposiciones por efecto del tamaño de gota o el tipo de adyuvante no presentaron diferencias significativas.

La disminución de la tensión superficial de la gota por el uso del adyuvante organosiliconado, también favorece la inclusión de aire a la gota en mayor proporción (Mota *et al.*, 2011a) lo que favorecería la llegada al objetivo. Sin embargo en este ensayo, esta diferencia no se produjo.

Los resultados de deposición para ambos estratos por efecto del uso de adyuvante se presentan en el Cuadro 12. Estos resultados cuestionan el uso de adyuvantes pues no aportan a mejorar la distribución.

Cuadro 12. Promedio de deposición según adyuvante por estrato.

Adyuvante	Estrato	Promedio Deposición ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)
Sin	Superior	0,2120 a
Aceite	Superior	0,2227 a
Organo Siliconado	Superior	0,2581 a
Sin	Medio	0,1014 b
Aceite	Medio	0,1058 b
Organo Siliconado	Medio	0,1145 b

Promedios seguidos de letras iguales, no difieren entre sí, según Test de Tukey al 10%

En el Cuadro 13 se observa el promedio de deposición según tamaño de gota por estrato. No se encontraron diferencias significativas entre tamaño de gota para ninguno de los dos estratos. Por lo tanto, si no hay diferencias de deposición entre gota fina y gota muy gruesa, sería conveniente usar esta última, buscando disminuir la probabilidad de deriva.

Para analizar la deposición sobre diferentes estratos del cultivo, se debe considerar en cada caso el follaje al momento de la aplicación, para poder relativizar los resultados. Conocer la estructura que presentan las plantas, el índice de área foliar (IAF) y la barrera que constituyen las hojas por su forma y superposición espacial son algunas cuestiones importantes a tener en cuenta en el estudio de la deposición (Massaro, 2004).

El cultivo del ensayo, no tenía un follaje muy voluminoso por las condiciones climáticas reinantes en ese año en esa zona, pudiendo ser la causa de que no se encontraran diferencias para los distintos tamaños de gota evaluados, contrariamente a lo obtenido por Bonadiman (2008) evaluando eficiencia de control y Antuniassi *et al.* (2004) evaluando deposición en cultivo.

Cuadro 13. Promedio de deposición según tamaño de gota por estrato.

Tamaño de gota	Estrato	Promedio Deposición ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)
Fina	Superior	0,2396 a
Fina	Medio	0,1101 b
Muy gruesa	Superior	0,2223 a
Muy gruesa	Medio	0,1044 b

Promedios seguidos de letras distintas, difieren entre sí, según Test de Tukey al 10%

3.3. CONTROL DE LAGARTAS

Las condiciones meteorológicas ocurridas en el año agrícola 2010/11, con bajos niveles de precipitaciones, elevadas temperaturas y muy bajos valores de humedad relativa ambiente, determinaron que el cultivo tuviese poco desarrollo relativo y también condicionaron la aparición de los insectos. Esto se puso de manifiesto en los sucesivos conteos donde se obtuvieron valores bajos de lagartas/m.

Los tratamientos evaluados (tipo de adyuvante, condición atmosférica y tamaño de gota), no mostraron diferencia en el control evaluado mediante el número de lagartas grandes y totales para las fechas de evaluación correspondiente al día 1, 3 y 10 post- aplicación (Cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de varianza para las variables número de lagartas grandes (LG) y totales (LT) a 1, 3 y 10 dpa.

Fuente de variación	Día 1		Día 3		Día 10	
	Prob.	Prob.	Prob.	Prob.	Prob.	Prob.
	L G	L T	L G	L T	L G	L T
Bloque	0,0961	0,0837	0,8615	0,8131	0,5115	0,4416
Momento	0,8470	0,5862	0,9100	0,6074	0,6070	0,6300
Ady	0,9846	0,9865	0,8892	0,7788	0,0936	0,1107
Mom*Ady	0,2213	0,2529	0,7765	0,8781	0,6807	0,6729
TG	0,5481	0,6228	0,1400	0,2524	0,4083	0,3752
Ady*TG	0,3015	0,2498	0,0920	0,1392	0,6539	0,2821
Mom*TG	0,0993	0,0978	0,7703	0,8691	0,8467	0,5975
Mom*Ady*TG	0,1041	0,1093	0,8870	0,8554	0,4436	0,4508

En el siguiente cuadro se observa para cada uno de los tratamientos el valor de lagartas totales/m, no habiendo diferencias significativas para cada uno de los días de evaluación.

Cuadro 15. N° de lagartas totales/m para los tratamientos en cada uno de los 4 momentos que fueron tomadas las mediciones

Momento	Adyuvante	Tamaño de gota	0 dpa	1 dpa	3 dpa	10 dpa
C. No L.	Sin	Fina	5,83	1,28 a	0,83 a	1,82 a
C. No L.	Aceite	Fina	2,47	2,93 a	2,22 a	6,00 a
C. No L.	Org. Sil.	Fina	5,11	1,39 a	1,46 a	4,17 a
C. No L.	Sin	Muy gruesa	2,99	0,80 a	1,17 a	1,98 a
C. No L.	Aceite	Muy gruesa	3,79	1,30 a	1,03 a	4,33 a
C. No L.	Org. Sil.	Muy gruesa	7,75	0,93 a	0,81 a	4,50 a
C. L.	Sin	Fina	5,22	1,99 a	0,83 a	1,81 a
C. L.	Aceite	Fina	2,16	0,28 a	1,81 a	4,21 a
C. L.	Org. Sil.	Fina	4,60	1,43 a	0,70 a	5,14 a
C. L.	Sin	Muy gruesa	4,41	1,00 a	1,33 a	2,64 a
C. L.	Aceite	Muy gruesa	1,87	1,69 a	0,66 a	2,70 a
C. L.	Org. Sil.	Muy gruesa	3,78	1,27 a	0,56 a	2,98 a

C. No L. condiciones no limitantes. C. L. condiciones limitantes. Promedios seguidos de letras iguales, no difieren entre sí, según Test de Tukey al 10%

La inexistencia de un testigo sin aplicación de insecticida impide comprobar la eficiencia de la aplicación; solo es posible comparar el número lagartas entre tratamientos y para cada fecha de evaluación. El número de lagartas por metro tuvo una variación similar a lo largo del ensayo independientemente de la tecnología de aplicación utilizada. Se observa que la población disminuyó hasta el tercer día post-aplicación, al menos, y luego en el próximo recuento (10 dpa), aumentó nuevamente, como se comentara sin diferencias significativas. Cabe señalar, que luego del muestreo a los 3 dpa, se produjeron precipitaciones con un total de 40 mm, lo que produjo la eclosión de huevos y un aumento de población de lagartas en los próximos muestreos.

Las especies de lagartas encontradas fueron las dos mencionadas, sin dominancia de ninguna de ellas como para que hubiera incidido en el resultado del control.

Considerando el bajo número de individuos de ambas especies al momento de la aplicación, este trabajo no admite mayor análisis que el que no se encontraron diferencias para las variables estudiadas. La mayor deposición constatada para la condición meteorológica no adversa no determinó diferencias en el control.

4. CONCLUSIONES

En este experimento, las condiciones meteorológicas consideradas limitantes, determinaron una deposición del pulverizado 18% menor con respecto a las condiciones no limitantes.

En el estrato superior, la deposición fue 115% más elevada respecto al estrato medio y no fue afectada por las variables evaluadas.

Para gota fina, el uso de aceite varió la deposición significativamente según las condiciones meteorológicas. Cuando dichas condiciones fueron limitantes, este adyuvante tuvo un efecto depresor de la deposición, frente a su uso en condiciones no limitantes en el que generó la mayor deposición.

El tamaño de gota, no generó diferencias significativas en la deposición del producto al momento de la aplicación.

A partir de los resultados obtenidos se podría inferir que en el control de plagas en soja, no se justifica el uso de gota fina en la aplicación de insecticidas, considerando que este tamaño de gota no mejoró el control de lagartas y que además el riesgo de deriva es mayor que con gota muy gruesa.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Akesson NB, Cromwell RP, Dewey JE, King R, Helms W, McWhorter CG, Osmun JV, Roth LO, Smith DB, Walla WJ, Ware GW. 1983. Reducing Pesticide Application Drift-Losses [En línea] Cooperative Extension Service. College of agriculture the University of Arizona. Tucson, Arizona. Consultado el 29/10/2010 En: <http://pesticides.hawaii.edu/studypackets/driftlos.html>
- Alandia R, Ferreira M, Lemos R. 2010. Caracterização de gotas produzidas por bico de pulverização em diferentes concentrações do produto startec. En: IX Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA 2010. XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2010. Vitória. ES, Brasil. 4 p.
- Antuniassi UR, Cavenaghi AL, Figueiredo ZN, Correa MR, de Siqueira JL, de Oliveira MAP. 2008a. “Avaliação do desempenho dos fungicidas flutriafol e tetraconazole aplicados com e sem adjuvante”. En: Anales del IV Sintag – Simposio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.
- Antuniassi UR, Vivian LM, Dos Santos WJ, Santen MLV. 2008b. Avaliação do controle do bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boh) em aplicações com e sem a adição de óleo como adjuvante. En: Anales del IV Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.
- Antuniassi UR, Camargo TV, Bonelli M, Romagnole E. 2004. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. En: Anales del III Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Botucatu/SP - Brasil. pp 48-51.
- Araújo D, Raetano CG. 2011. Adjuvantes de Produtos Fitossanitários. En: Tecnologia de Aplicação para culturas anuais. FEPAF. Aldeia Norte Editora. Passo Fundo. Pp 27-49.
- ASAE American Society of Agricultural Engineering. ASAE S-572 Spray Tip Classification by Droplet Size [En línea]. Consultado el 27/05/2012 En:

<http://www.sherwoodpumps.com/FileAttachments/Spray/en-us/Spray%20Tip%20Classification%20by%20Droplet%20Size.pdf>

- Balan MG, Abi Saab O, Silva C. 2004. Deposição de tres pontas de pulverização em diferentes horários. En: Anales del III Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Botucatu/SP - Brasil. pp 96-99.
- Bentancourt CM, Scatoni IB. 2003. Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en Uruguay. CD-Rom, Versión 1.2 para Windows. Facultad de Agronomía, Montevideo.
- Bogliani M, Masiá G, Onorato A. 2005. Pulverizaciones agrícolas terrestres. Instituto de Ingeniería Rural. INTA Castelar. 20 p.
- Boller W, Raetano CG. 2011. Bicos e pontas de pulverização de energía hidráulica, regulagens e calibração de pulverizadores de barras. En: Tecnologia de Aplicação para culturas anuais. FEPAF. Aldeia Norte, Editora. Passo Fundo. pp 51-82.
- Boller W, Cabeda R, Busch JL, Forcelini CA. 2008. “Aplicações de fungicida em trigo por via aérea e terrestre, com diferentes volumes de calda e doses de adjuvante”. En: Anales del IV Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.
- Boller W, Forcelini CA, Tres I, Panisson R. 2004a. Aplicação de fungicida para o controle de oídio em soja, em diferentes horários do día. En: Anales del III Sintag - Simposio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Botucatu/SP – Brasil. pp. 21-23.
- Boller W, Forcelini CA, Hagemann A, Tres I. 2004b. Aplicação de fungicida para o controle de oídio em soja, com diferentes pontas de pulverização e volumes de calda. En: Anales del III Sintag - Simposio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Botucatu/SP – Brasil. pp. 17-20.
- Bonadiman R. 2008. Pontas de pulverização e volumes de calda no controle de *Anticarsia gemmatialis* (HÜBNER, 1818) e *Piezodorus guildinii* (WESTWOOD, 1837) na cultura da soja *Glycine max*. Tesis de Maestría. Universidade Federal de Santa María. Centro de Ciencias Rurais. Programa de Pos-Graduação em Engenharia Agrícola. RS, Brasil. 70 p.

- Bonini JV. 2003. Tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura da soja. Dissertação (Maestría en Agronomía). Universidad Federal de Santa María, Santa María. 62 p.
- Carvalho FK, Chechetto RG, Vilela CM, Mota AAB, Silva ACA, De Oliveira RB, Antuniassi UR. 2011. Classificação do risco de deriva para o planejamento das aplicações de productos fitossanitários. En: V SINTAG – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4p.
- Chechetto RG, Silva ACA, Antuniassi UR, Mota AAB, De Oliveira RB, Siqueira JL. 2011. Influência de pontas de pulverização e adjuvantes de calda na redução do potencial de deriva. En: V SINTAG – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p.
- Cid RE, Duro S, Masiá G, Venturelli L. 2009. Uso de tensioactivos y antiderivantes en forma simultánea: evaluación de interacciones. En: X-CADIR (Décimo Congreso Argentino de Ingeniería Rural y II del Mercosur) Rosario. 5 p.
- Cunha JPA, Teixeira MM, Castillo B, Rodríguez G. 2010. Formulación de agroquímicos para el control de plagas. En: Red “PULSO”. Tecnología de aplicación de agroquímicos. CYTED. INTA Alto Valle. 1ª Edición. pp. 27-44.
- Dal Pogetto MHF, Prado EP, Christovam RS, Júnior HOA, Chechetto RG, Stefani VC, Raetano CG, Wilcken CF. 2008. “Ação de adjuvantes na retenção de calda em folhas de diferentes espécies de eucalipto”. En: Anales del IV Sintag - Simposio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.
- De Oliveira GM, Gorni ORM, Amado VB, Igarashi WT, Balan R, Abi Saab OJG. 2011. Efeito do tamanho de gotas e concentração de calda na deposição em alvos artificiais. En: V Sintag – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 3 p.
- De Souza LCD, Lasmar O, Carvalho GFGD, Ferreira MDC. 2011. Ângulo de contato de soluções aquosas com surfatantes e herbicida mesotriona em superfície de vidro. En: V SINTAG – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p. Del Solar CE, Prado AM, Soto P.

2003. “Adyuvantes, sus propiedades y efectos en las aplicaciones de agroquímicos” (Parte I). Aconex, N° 79, pp. 18-22.
- Di Oliveira JRG, Da Costa Ferreira M, Rodrigues Fernandes R. 2008a. Efeito de adjuvante no diâmetro de gotas e a determinação do espaçamento entre bicos na barra de pulverização da ponta SF 11003. En: Anales del IV Sintag – Simposio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.
- Di Oliveira JRG, Ferreira MC, Román R. 2008b. “Efeito de diferentes equipamentos, volumes de calda e uso de adjuvante no espectro de gotas e na cobertura da cultura da soja”. En: Anales del IV Sintag – Simposio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos- Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.
- DIEA (Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias). 2011. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Anuario Estadístico 2010 [En línea]. Montevideo, Uruguay: MGAP. 240 p. Consultado el 22/07/2011. En: <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,352,O,S,0,MNU;E:27;6;MNU>
- Dirección General de Servicios Agrícolas (DGSSAA). 2011. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Resumen estadístico ejercicio 2010 [En línea]. Montevideo, Uruguay. Consultado el 22/07/2011. En: http://www.mgap.gub.uy/DGSSAA/DivAnalisisDiagnostico/DAYD_PROFIT_ESTADISTICA.htm
- Drees BM, Rice ME. 1985. The Vertical Beat Sheet: A New Device for Sampling Soybean Insects. Journal of Economic Entomology. Vol 78, N°6. pp 1507-1510.
- Fehr WR, Caviness CE. 1977. Stages of soybean development. Ames: Iowa State University of Science and Technology. 11 p.
- Ferreira M. 2009. Aplicações de fungicida para o controle da ferrugem asiática da soja e interações com diferentes arranjos espaciais da cultura. Tesis de Maestría. Universidad de Passo Fundo. 62 p.
- Gimenes MJR, Zhu H, Raetano CG, Oliveira RB, Christovam RS, Dal Pogetto MHFA, Costa SIA. 2011. Adjuvant effects on droplets evaporation time and

- wetted area on soybean plants. En: Anales V SINTAG – Simposio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p.
- Google Earth. Ubicación geográfica del poblado Las Chircas, Tacuarembó, Uruguay. [En línea] Consultado el 11/06/2011. En: <http://www.earth.google.com/>.
- Holterman HJ. 2003. Kinetics and evaporation of water drops in air. En: IMAG report 2003-12. Wageningen. UR. Instituut voor Milieu (en Agritechniek). 67 p.
- Igarzábal D. 2008. Informe técnico N° 2: Manejo de plagas en soja en situaciones de sequía. [En línea] Consultado 30/12/2011. En: <http://www.monitoreodecultivos.com/sitio/fotos/noticias/55.pdf>
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Gras (clima). Clima. Estaciones agroclimáticas INIA. Observaciones agrometeorológicas diarias [En línea]. Consultado 31/01/2011. En: www.inia.org.uy/gras/
- Júnior H, Christovam RS, Dal Pogetto MHFA, Prado EP, Raetano CG. 2008. “Adjuvantes e asistencia de ar na deposição e deriva de produtos fitosanitarios em pulverizações na cultura da soja”. En: Anales del IV Sintag – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de agrotóxicos – Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.
- Kissmann KG. 1998. Adjuvantes para caldas de productos fitossanitarios. En: Guedes, J.V.C.& Dornelles, S.B. (Org.) Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologías. Santa María: Departamento de Defesa Fitossanitaria, Sociedade de Agronomía de Santa María, p. 39-51.
- Kogan M, Pérez J. 2003. Herbicidas. Fundamentos fisiológicos y bioquímicos de acción. 1ª edición. Chile, Universidad Católica de Chile. 333 p.
- Lemos RE, Campos HB, Da Costa MF. 2011. Parâmetros relacionados ao tamanho de gotas em dois modelos de pontas e diferentes concentrações de adjuvante. En: Anales V SINTAG – Simposio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 5 p.
- Massaro R. 2004. Tecnología para la aplicación de fungicidas foliares en soja con equipos terrestres. En: Información técnica de cultivos de verano. Campaña 2004. Publicación Miscelánea N° 102. 10 p.

- Matthews GA 2000. Pesticide application methods. 3a. edición. Blackwell Science Ltd. USA. 430 p.
- Matuo T. 1998. Fundamentos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos. En: Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias, Santa María. Departamento de Defesa Sanitária, Sociedade de Agronomia de Santa María. pp. 95-103.
- Mendonça CG, Raetano C, Mendonça CG, Calaca HA. 2004a. “Área de molhamento de caldas herbicidas associadas a óleos minerais e vegetais sobre superfície foliar de *Glycine max* E *Commelina benghalensis*. En: Anales del III Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Botucatu/SP. Brasil. pp. 36-39.
- Mendonça CG, Raetano C, Mendonça CG, Calaca HA. 2004b. Área de molhamento de caldas herbicidas associadas aos óleos minerais e vegetais sobre superfície foliar de *Zea mays* E *Brachiaria plantaginea*. En: Anales del III Sintag - Simposio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Botucatu/SP. Brasil. pp. 40-43.
- Modernel P. 2009. Guía Sata; 11° edición. Montevideo. Tradinco S.A. Uruguay. 499 p.
- Montório GA. 2001. Eficiência dos surfatantes de uso agrícola na redução da tensão superficial. Tesis de Doctorado en Agronomía. Botucatu, SP. Brasil. Universidade estadual “Júlio de Mesquita filho” Faculdade de Ciências agronómicas. Campus de Botucatu. 76 p.
- Moreira MT. 2010. Relação entre pontas de aplicação, horário de aplicação e cultivares no controle de *Phadospora pachyrhizi* em soja. Tesis Maestría. Santa María. Brasil. Universidad Federal de Santa María. Centro de Ciencias Rurais. Programa de Pos-Graduação em Engenharia Agrícola. 57 p.
- Mota AAB, Vilela CM, Chechetto RG, Antuniassi UR, Carvalho FK, Moleiro GHR. 2011a. Quantificação do ar incluído nas gotas pulverizadas por pontas na

- presença de adjuvantes. En: Anales V SINTAG – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p.
- Mota AAB, Carvalho FK, Silva ACA, Antuniassi UR, Vilela CM, Chechetto RG. 2011b. Avaliação do potencial de deriva na pulverização de glyphosate com diferentes adjuvantes e pontas. En: Anales V SINTAG – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p.
- Mota AAB, Antuniassi UR, Silva ACA, Chechetto RG, Oliveira RB, Boiani RDS. 2011c. Análise da deposição de fungicidas em mistura com adjuvantes em aplicações aérea e terrestre. En: Anales V SINTAG – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p.
- Olea IL, Ploper LD, Gálvez MR, Vinciguerra HF, Sabaté S, Bogliani M. 2005. Estudios sobre penetración de gotas en canopeos cerrados del cultivo de soja orientados al manejo de la roya asiática. En: Aplicar eficientemente. Pg. 137-149.
- Olivet JJ, Picos CD, Villalba J, Zerbino S. 2013. Tecnología de aplicación terrestre para el control de insectos en el cultivo de soja. En: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 17 (n.4) p.450-455.
- Ozeki Y. 2006. En: Manual de aplicação aérea. Sao Paulo: Y. Ozeki, 101 p.
- Palladini LA, Raetano CG, Velini ED. 2005. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. En: Scientia Agrícola, v.62, (n.5) p.440-445.
- Perotti E, Gamundi JC. 2008. Consumo foliar y desarrollo larval de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidóptera: Noctuidae) en condiciones de laboratorio y campo. En: Soja – Para mejorar la producción 39 – INTA EEA Oliveros. Santa Fé. Argentina. 4 p.
- Perotti E, Gamundi JC. 2007. Evaluación del daño provocado por lepidópteros defoliadores en cultivares de soja determinados e indeterminados (GM III, IV, V) con diferentes espaciamentos entre líneas de siembra. En: Soja – Para mejorar la producción 36 – INTA EEA Oliveros. Santa Fé. Argentina. 7 p.
- Raetano CG. 2011. Introdução ao Estudo da Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários. En: Tecnologia de Aplicação para Culturas Anuais. FEPAF. Aldeia Norte Editora. Passo Fundo, pp 15-26.

- Ribeiro A, Castiglioni E, Silva H. 2008. Insectos de la soja en Uruguay. Facultad de Agronomía. UdelaR. Editorial Hemisferio Sur. 82 p.
- Rodríguez Días A, Ramos HH, Yanai K, Da Rocha RS, Libanore FM, Scofoni LPR, Marcondes FSF, Correa V, Cordaro L. 2008. “Velocidade de penetração da calda de pulverização com diferentes adjuvantes após aplicação em plantas de algodoeiro. En: Anales del IV Sintag- Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP- Brasil. 4 p.
- Sampallo ED, Rohnner J. 2011. Tecnología de aplicación para control de plagas en soja (*Glycine max* (L. Merrill)): control de lagartas. Tesis Ing. Agr. Paysandú, Uruguay. Facultad de Agronomía. 52 p.
- Sasaki RS, Teixeira MM, Alvarenga CB, Santiago H, Tiburcio RAS. 2011. Espectro de gotas na pulverização hidráulica com adição de adjuvantes a calda. En: Anales V SINTAG – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p.
- Scheer O, Ferreira MC, Guimaraes JR, Frigeri T. 2008. Avaliação do diâmetro de gotas geradas por pontas de energia hidráulicos na aplicação de dois herbicidas com e sem adjuvante. En: Anales del IV Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.
- Silva ACA, Antuniassi UR, Chechetto RG, Mota AB, Oliveira RB, Boiani RS. 2011a. Influência de adjuvantes no controle da ferrugem e produtividade da soja em pulverizações aéreas e terrestres. En: Anales V SINTAG – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p.
- Silva ACA, Oliveira RB, Antuniassi UR, de Oliveira MAP, Salvador JF, Carvalho F K. 2011b. Ação de adjuvante, pontas e volumen de pulverização no espectro de gotas em caldas de fungicida. En: Anales V SINTAG – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p.
- Spraying Systems Co., 2008. Catálogo TeeJet. 50 A – E. Teejet Technologies. Impreso en USA. 192 p.

- Stoletniy I, Villalba J. 2008. Efecto de diferentes tipos de boquillas en la eficiencia biológica de insecticida. En: Anales del IV Sintag – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.
- Stoller. 2011. Características del Natural Óleo [En línea]. Consultado: 20/10/2011. En: <http://www.stoller.com.ar>
- Tesouro MO, Fuica AM, Masiá G, Venturelli L, Smith J. 2003. “El uso de tensioactivos y su relación con el porcentaje de cobertura”. RIA, 32(1): 89-98. INTA, Argentina.
- Texeira MM. 2010. Estudio de la población de gotas de pulverización. En: Red “PULSO”. Tecnología de aplicación de agroquímicos. CYTED. INTA Alto Valle. 1ª Edición. pp. 67-76.
- Villalba J. 2007. Interferencia de boquillas y volúmenes de caldo en pulverizaciones de dos cultivares de soja. Tesis de Doctorado. Botucatu/SP Brasil. 72 p.
- Villalba J, Hetz E. 2010. Deriva de productos agroquímicos. Efectos de las condiciones ambientales. In: Red “PULSO”. Tecnología de aplicación de agroquímicos. CYTED. INTA Alto Valle. 1ª Edición. pp. 46-53.
- Walla WJ. 1980. Aerial Pesticide Application. Texas A&M University, Texas, USA, 26 p.

6. ANEXOS

6.1. DEPOSICIÓN EN EL CULTIVO DE SOJA SEGÚN TIPO DE ADYUVANTES, TAMAÑO DE GOTA Y CONDICIONES EN LA APLICACIÓN ⁴

Fernando López⁵, Juana Villalba⁶, Juan Olivet⁷.

Resumen

El experimento se instaló el 17/02/11 en un cultivo de soja comercial ubicado en Caraguatá, departamento de Tacuarembó- Uruguay. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del uso de adyuvantes, tamaño de gota y condiciones de aplicación contrastantes en la deposición de insecticidas en un cultivo de soja. El experimento se delineó en bloques al azar con dos repeticiones con un arreglo de tratamientos en parcelas divididas (parcela mayor: momento de aplicación x tipo de adyuvante; parcela menor: tamaño de gota). Para los momentos de aplicación se consideró no limitante T 27 °C y HR 73% y como condición limitante, T 36 °C y 45 % HR. Los adyuvantes evaluados fueron: organosiliconado, aceite vegetal y un testigo sin adyuvante. Mientras que los tamaños de gota fueron generados por las boquillas TXA 8002 (gota fina) y AI11002 (gota muy gruesa). La deposición fue 18% menor en condiciones limitantes con respecto a condiciones no limitantes y 115% mayor en el estrato superior que en el medio. Se encontró que con gota fina y en condiciones no limitantes el uso de aceite fue significativamente superior que con la misma gota en condiciones limitantes. Ni el adyuvante ni el tamaño de gota determinaron cantidad ni distribución de la deposición diferente en el cultivo de soja.

Palabras claves: tecnología de aplicación, condición climática, tamaño de gota, adyuvante.

⁴ Artículo que se enviará para su publicación a Agrociencia Uruguay

⁵ frlopez08@hotmail.com

⁶ villalba@fagro.edu.uy

⁷ juanjoseolivet@gmail.com.

Summary

The fieldwork of the experiment was carried out in Caraguatá, Tacuarembó-Uruguay in a commercial soybean cultivation on 17/02/11. The present piece of work aimed to assess the effects of adjuvants, size of the drop and the applications condition in the deposition of the application of insecticides in the soybean cultivation. The test was outlined in randomized blocks with two repetitions with an arrangement of split parcels treatments (main parcel: time of application x kind of adjuvant; minor parcel: drop size). T 27 °C and HR 73% was considered as a not limiting condition to the application; and as a limiting condition, T 36 ° C and HR 45%. The analyzed adjuvants were: organosilicone, vegetable oil and without adjuvant. The nozzles used to generate each type of drop were TXA 8002 (fine drop) and AI11002 (very coarse drop). It was found that the deposition was 18% lower in limiting conditions regarding non-limiting conditions and 115% greater in the top stratum than in the middle. Neither the adjuvant nor the droplet size determined quantity or distribution of the different deposition in the soybean cultivation.

Key Words: application technology, climatic condition, droplet size, adjuvant.

Introducción

Las condiciones meteorológicas influyen en la eficiencia de los tratamientos fitosanitarios. Los tres factores atmosféricos asociados y a tener en cuenta son, temperatura, humedad relativa ambiente y velocidad del viento. Los dos primeros en función de su relación directa con la evaporación (Boller *et al.*, 2004) y el viento por la deriva que genera (Villalba y Hetz, 2010). Según estos autores, las condiciones limitantes de humedad relativa oscila entre 40% y 60%, la temperatura mayor a 30 °C y la velocidad del viento superior a 10 Km/h.

Con respecto a los adyuvantes, son sustancias químicas cuyo objetivo es modificar las propiedades físico-químicas de los ingredientes activos y de esta forma mejorar o facilitar su eficacia biológica (Cunha *et al.*, 2010; Kogan y Pérez, 2003). Dentro de éstos, los tensioactivos son agentes que reducen la tensión superficial de las gotas, lo que asegura que el producto se esparza totalmente y cubra las superficies con una fina película (Cunha *et al.*, 2010). Sasaki *et al.* (2011) y De Oliveira *et al.*

(2011a) encontraron que el agregado de adyuvantes logró reducir la deriva al variar el tamaño de gota, aumentando el DMV y reduciendo el % <100 μm . Por el contrario, Chechetto *et al.* (2011), encontraron que el aumento de DMV con diferentes adyuvantes, depende de la boquilla utilizada. El agregado de adyuvantes (organosiliconado y aceites vegetal y mineral) se asocia a incrementos de la deposición tanto en el tercio inferior como superior (Silva *et al.*, 2011; Gimenes *et al.*, 2011). Aunque como factor desventajoso se menciona que disminuye el tiempo de evaporación sobre las superficies vegetales.

Los aceites minerales y vegetales, por su parte, en mezcla con insecticidas o fungicidas, favorecen la deposición en el blanco biológico, como diluyentes para aplicaciones en bajo volumen oleoso y como adyuvantes agregados al caldo de pulverización (Araujo y Raetano, 2011). Según afirman Cunha *et al.* (2010) los aceites minerales contienen entre un 95% a 98% de un aceite derivado del petróleo del tipo parafínico o nafténico y los aceites vegetales contienen entre un 80% y 85% de un aceite derivado de semillas de cultivos.

Olea *et al.* (2005), no lograron diferencias significativas en la densidad de gotas logradas entre aplicaciones con y sin el agregado de aceite cuando se aplicó con 35 °C de temperatura y 50% de humedad relativa y la velocidad del viento de 1 y 2 km/h. Según Boller *et al.* (2004) cuando se usan bajos volúmenes de aplicación, el agregado de aceite u otro adyuvante anti evaporante en el caldo puede ser una alternativa importante para prolongar la duración de las gotas y reducir los riesgos de pérdidas de las mismas por evaporación, antes de que éstas lleguen al cultivo.

El uso de aceite es mencionado como una medida de manejo importante en disminuir la deriva. Scheer *et al.* (2008) obtuvo con el agregado de aceite mineral al caldo menores valores de DMV y mayores porcentajes de gotas menores que 100 μm en relación al caldo sin agregado de aceite para los productos y boquillas utilizadas (DG y TT). Según Antuniassi *et al.* (2008) el efecto del uso de aceites como adyuvante en mezcla con insecticidas, dependerá del químico utilizado pudiendo ser favorable (mayor deposición) o desfavorable.

En cuanto a la boquilla, las de cono hueco, generan un tamaño de gota fina y muy fina, tamaños de gotas que son mencionados como beneficiosos para la

penetración en el follaje vegetal, aunque son susceptibles a la deriva y pueden producir elevados valores de pérdida por encima de lo deseado (Boller y Raetano, 2011). Las boquillas con inducción de aire, también conocidas como boquillas de tipo Venturi, representan un mayor avance en la dirección de reducir la deriva y disminuir la contaminación del ambiente (Boller y Raetano, 2011; Mota *et al.*, 2011a). De Oliveira *et al.* (2011b) y Villalba (2007) obtuvieron con el uso de gota muy gruesa mayor deposición, comparada a las gotas finas. Por su parte, Olivet *et al.* (2013), encontraron mayor densidad para gota media que para gota muy gruesa (91,8 y 33,2 impactos/cm², respectivamente).

Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo en un cultivo comercial de soja (*Glycine max.* (L. Merrill)) próximo a Caraguatá al SE del departamento de Tacuarembó- Uruguay. Sobre campo natural, se preparó el barbecho para la siembra del cultivo que se realizó el 25/10/2010, siendo el ensayo el 18/02/2011 en estado R3 del cultivo de soja. La aplicación se realizó con un pulverizador autopropulsado marca PLA modelo MAX II 3250 de 28 m de botalón. El diseño experimental fue de bloques al azar con dos repeticiones con un arreglo de tratamientos en parcelas divididas, en donde, la parcela mayor fue la combinación de momento de aplicación (condiciones no limitantes para la aplicación y condiciones limitantes) por tipo de adyuvante (aceite, organosiliconado y sin adyuvante) y la parcela menor, correspondió a tamaño de gota (fina y muy gruesa).

El detalle de las condiciones meteorológicas para cada situación meteorológica buscada se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Horario y condiciones de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento.

	Condiciones no limitantes		Condiciones limitantes	
	Comienzo	Final	Comienzo	Final
Horario ensayo (h)	22	24	14	16
Temperatura (°C)	27	26	36	36
Humedad Relativa (%)	67	79	44	46
Velocidad del Viento (km/h)				
Promedio	14	12	10	12
Máxima	21	14	13	15

Para generar la gota fina, se usó la boquilla TXA8002 y para la gota muy gruesa, la boquilla AI11002, utilizando la mitad del autopropulsado para cada tamaño de gota, lográndose una parcela de 50 x 14 m². Se aplicó 59 L/ha de caldo, a 300 kPa de presión y a 15 km/h. En la aplicación se utilizó el trazador Azul Brillante (2000 ppm), es un producto que permite la cuantificación de la deposición a través del lavado de las folíolos y posterior lectura de absorbancia en espectrofotómetro en longitud de onda de 630 nm, siguiendo la metodología de Palladini *et al.*, (2005).

Los productos utilizados en la aplicación fueron triflumurón y triclorfón como insecticidas y según el tratamiento se agregó como adyuvante organosiliconado, nonifenol etoxilado (marca comercial SpeedWet siliconado, en la dosis de 30 cc/ha) y aceite vegetal, de marca comercial Natural Oleo a la dosis de 1% en volumen.

Luego de la aplicación, se recolectaron de cada unidad experimental 40 folíolos del estrato superior y 40 del estrato medio y se las ubicaron en bolsas individuales identificadas. Posteriormente se lavó cada muestra con agua destilada, con 40 y 25 cc, las del estrato superior y medio, respectivamente. El producto de dicho lavado se almacenó en frascos individualmente identificados para la posterior

lectura de absorbancia en un espectrómetro, marca UNICO en la longitud de onda de 630 nm. Previo a esto, se ajustó una regresión con cantidades conocidas de trazador con su absorbancia que permitió a partir del dato de absorbancia de las muestras, conocer la cantidad de trazador que depositado en cada trifolio colectado. A partir de los valores de concentración de Azul Brillante de cada muestra se pudo obtener el volumen en cada hoja, utilizando la relación:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

En donde,

C_1 : concentración de Azul Brillante en el caldo de pulverización (mg.L^{-1})

V_1 : volumen depositado en folíolos, a determinar

C_2 : concentración de Azul Brillante de cada muestra (mg.L^{-1})

V_2 : volumen de agua usada en el lavado (mL)

La superficie foliar para una muestra de folíolos se determinó a través de la digitalización de los mismos en Scanner y su posterior análisis mediante el programa Image Tool. Se obtuvo una correlación de $R^2 = 0,9234$ entre el área foliar y el producto largo x ancho de las folíolos y se procedió al cálculo del área de las muestras usando los valores de la regresión. La deposición de cada hoja se expresó en $\mu\text{L. cm}^{-2}$.

Resultados y discusión

Se encontraron diferencias significativas en deposición con valores de aproximadamente 18% menor en la aplicación en la condición limitante con respecto a la obtenida en la condición no limitante (Cuadro 2), lo que concuerda con datos del comportamiento de las gotas en distintos ambientes, una gota de 100 μm , demoró 4,2s en perder el 90% del volumen y recorrió 2,5 m de distancia a 26 °C y 30% de HR, mientras que cuando las condiciones eran de 70% de HR, dicho tiempo fue de 9,2 s y recorrió 5.3 m (Akesson y Yates citados por Akesson *et al.*, 2010).

Cuadro 2. Deposición promedio de los estratos, en los dos momentos estudiados. C. No L.: condiciones no limitantes; C. L.: condiciones limitantes.

Momento	Promedio Deposición ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^2$)
C. No L.	0,1879 a
C. L.	0,1535 b

No se obtuvieron diferencias significativas en gota muy gruesa para los diferentes adyuvantes en las dos condiciones de aplicación. En gota fina hubo diferencia significativa para el uso de aceite según condiciones de aplicación, siendo superior en condiciones no limitantes.

Cuadro 3. Deposición según la interacción momento x adyuvante para cada tamaño de gota en promedio de estratos. C. No L.: condiciones no limitantes; C. L.: condiciones limitantes. (Medias se comparan dentro de la columna)

Momento	Adyuvante	Deposición ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)	Deposición ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)
		Gota Fina	Gota Muy Gruesa
C. No L.	Sin	0,1480 ab	0,2212 a
C. No L.	Aceite	0,2457 a	0,1652 a
C. No L.	Org.Sil.	0,2115 ab	0,1359 a
C. L.	Sin	0,1375 ab	0,1217 a
C. L.	Aceite	0,1099 b	0,1527 a
C. L.	Org. Sil.	0,2077 ab	0,1917 a

Según Holterman (2003), las gotas en el aire están sometidas a fuerzas opuestas, la fuerza de resistencia debido a la resistencia del aire y la fuerza gravitacional. Cuando ambas se equilibran, la velocidad resultante se denomina velocidad de sedimentación. Lo que varía con el tamaño de gota es ésta, siendo mayor para el caso de gota gruesa. A su vez, el tiempo de adaptación depende de la

masa de la gota (a mayor masa, mayor tiempo de adaptación). Por lo que, la gota gruesa tendrá mayor distancia de frenado.

Para el caso de gota fina con aceite en condiciones no limitantes, la deposición fue significativamente superior a la registrada en condiciones limitantes (la primera está menos expuesta a la evaporación). Esto no se cumplió para la condición limitante, ya que determinó una menor deposición, lo que estaría indicando que en condiciones adversas de temperatura y humedad, el aceite en gota fina no soluciona el problema de evaporación (no disminuye el tiempo de evaporación), coincidiendo con Gimenes *et al.*, (2011).

El comportamiento de la deposición con el agregado de organosiliconado con gota fina fue diferente al de la gota fina con aceite; según Matthews (2000), puede estar explicada porque en condiciones de elevada temperatura (condiciones limitantes en este ensayo), el aceite cambia la viscosidad del caldo, disminuye la densidad y por lo tanto disminuye la deposición por evaporación y deriva; sin embargo, en estas condiciones los siliconados aumentan la velocidad molecular (el movimiento de las partículas), manteniéndose la energía total no viéndose afectado su viscosidad, lográndose una mejor deposición.

En el cuadro 4 se presentan los resultados de deposición porcentual según los estratos estudiados, manteniendo la misma tendencia encontrada por otros autores (Villalba, 2007; Olivet *et al.*, 2013).

Cuadro 4. Promedio deposición ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$) según estratos y la proporción del total de ambos, en cada estrato.

Estrato	Promedio Deposición ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$)	Deposición Porcentual
Superior	0,2310 a	68%
Medio	0,1072 b	32%

No se encontraron diferencias significativas en deposición para el estrato superior, independientemente del adyuvante y el tamaño de gota utilizados.

Cuadro 5. Promedio deposición según adyuvante, tamaño de gota y estrato.

Adyuvante	Tamaño de gota	Estrato	Promedio Deposición ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)
Sin	Fina	Superior	0,1981 abc
Aceite	Fina	Superior	0,2415 ab
Org. Sil.	Fina	Superior	0,2793 a
Sin	Fina	Medio	0,0862 c
Aceite	Fina	Medio	0,1059 c
Org. Sil.	Fina	Medio	0,1383 bc
Sin	Muy gruesa	Superior	0,2260 ab
Aceite	Muy gruesa	Superior	0,2039 abc
Org. Sil.	Muy gruesa	Superior	0,2369 a
Sin	Muy gruesa	Medio	0,1166 abc
Aceite	Muy gruesa	Medio	0,1058 bc
Org. Sil.	Muy gruesa	Medio	0,09068 c

Pero como lo indica Igarzábal (2008) con respecto a la ubicación de la oruga medidora en la planta, pasa a ser relativamente más importante llegar al estrato medio. Se observa que en dicho estrato, las deposiciones por efecto del tamaño de gota o el tipo de adyuvante no presentaron diferencias significativas estadísticamente.

Este trabajo difiere del resultado obtenido por Montório (2001), el cual encontró mejor comportamiento del adyuvante organosiliconado que del aceite y del testigo (agua), atribuyéndole el resultado a la disminución marcada en la tensión superficial que provoca el organosiliconado. La disminución de la tensión superficial de la gota por parte del organosiliconado, también favorece la inclusión de aire a la gota en mayor proporción (Mota *et al.*, 2011b), lo que favorecería la llegada al objetivo. Por dicha razón, puede ser atribuible la tendencia de la gota fina con organosiliconado a tener mayor deposición frente a las otras gotas finas con aceite y sin adyuvante. Para el caso de gota muy gruesa con organosiliconado, se observa un valor menor que para gota fina más organosiliconado y suponiendo que se cumple el

ingreso de aire con el adyuvante como lo señala Mota *et al.* (2011b) y sumado al aire agregado por el ventury de la boquilla, el motivo puede haber sido lo señalado por Matthews (2000) en donde el ingreso de aire a la boquilla hasta cierto volumen es beneficioso, pero posterior a dicho valor, puede ocasionar caída de la gota por peso excesivo. Es importante resaltar que la gota más fina queda más expuesta a las vicisitudes climáticas y por ende, más probabilidad de sufrir deriva. Cuando no se usa adyuvante, el uso de gota muy gruesa presenta una tendencia a mayor deposición.

La deposición en cada estrato no difirió significativamente según los adyuvantes utilizados así como tampoco para con el testigo sin adyuvante. Estos resultados, basados en determinadas condiciones atmosféricas, condicionan el uso de adyuvantes pues no aportan a mejorar la deposición ni la distribución.

La deposición de gotas fina y muy gruesa en cada estrato es estadísticamente similar. Nuevamente se pone de manifiesto la gran posibilidad del uso de gota muy gruesa y lograr una aplicación con menores riesgos de pérdidas al ambiente.

Conclusiones

En las condiciones del experimento, la combinación de alta temperatura, 36°C y baja humedad relativa, 45%, determinó una disminución del 18% en la deposición del caldo en el cultivo de soja.

Los factores uso de adyuvantes y tamaño de gota no determinaron variaciones en la cantidad ni en la distribución de la deposición del pulverizado en el cultivo de soja para ambas condiciones de aplicación.

Bibliografía

Akesson NB, Cromwell RP, Dewey JE, King R, Helms W, McWhorter CG, Osmun JV, Roth LO, Smith DB, Walla WJ, Ware GW. 1983. Reducing Pesticide Application Drift-Losses. [En línea] Cooperative Extension Service. College of

- agricultura the University of Arizona. Tucson, Arizona. Consultado el 29/10/2010. En: <http://pesticides.hawaii.edu/studypackets/driftlos.html>
- Antuniassi UR, Vivian LM, Dos Santos WJ, Santen MLV. 2008. Avaliação do controle do bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boh) em aplicações com e sem a adição de óleo como adjuvante. En: Anales del IV Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.
- Araújo D, Raetano CG. 2011. Adjuvantes de Produtos Fitossanitários. En: Tecnologia de Aplicação para culturas anuais. FEPAF. Aldeia Norte Editora. Passo Fundo. pp 27-49.
- Boller W, Raetano CG. 2011. Bicos e pontas de pulverização de energia hidráulica, regulagens e calibração de pulverizadores de barras. En: Tecnologia de Aplicação para culturas anuais. FEPAF. Aldeia Norte, Editora. Passo Fundo. pp 51-82.
- Boller W, Forcelini CA, Hagemann A, Tres I. 2004. Aplicação de fungicida para o controle de oídio em soja, com diferentes pontas de pulverização e volumes de calda. En: Anales del III Sintag - Simposio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Botucatu/SP – Brasil. pp 17-20.
- Chechetto RG, Silva ACA, Antuniassi UR, Mota AAB, De Oliveira RB, Siqueira JL. 2011. Influência de pontas de pulverização e adjuvantes de calda na redução do potencial de deriva. En: V SINTAG – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4p.
- Cunha JPA, Teixeira MM, Castillo B, Rodríguez G. 2010. Formulación de agroquímicos para el control de plagas. En: Red “PULSO”. Tecnología de aplicación de agroquímicos. CYTED. INTA Alto Valle. 1ª Edición. pp 27-44.
- De Oliveira RB, Antuniassi UR, Mota AAB, Chechetto RG, Silva ACAE, Moreira O. 2011a. Correlação entre espectro de gotas e potencial de deriva de caldas contendo diferentes surfatantes agrícolas. En: V SINTAG – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p.
- De Oliveira GM, Gorni ORM, Amado VB, Igarashi WT, Balan R, Abi Saab OJG. 2011b. Efeito do tamanho de gotas e concentração de calda na deposição em albos

- artificiais. En: V Sintag – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 3 p.
- Gimenes MJR, Zhu H, Raetano CG, Oliveira RB, Christovam RS, Dal Pogetto MHFA, Costa SIA. 2011. Adjuvant effects on droplets evaporation time and wetted area on soybean plants. En: Anales V SINTAG – Simposio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p.
- Holterman HJ. 2003. Kinetics and evaporation of water drops in air. En: IMAG report 2003-12. Wageningen. UR. Instituut voor Milieu (en Agritechniek). 67 p.
- Igarzábal D. 2008. Informe técnico N° 2: Manejo de plagas en soja en situaciones de sequía. [En línea] Consultado 30/12/2011. En: <http://www.monitoredecultivos.com/sitio/fotos/noticias/55.pdf>
- Kogan M y Pérez J. 2003. Herbicidas. Fundamentos fisiológicos y bioquímicos de acción. 1ª edición. Chile, Universidad Católica de Chile. 333p.
- Matthews GA. 2000. Pesticide application methods. 3a. edición. Blackwell Science Ltd. USA. 430 p.
- Montório GA. 2001. Eficiência dos surfatantes de uso agrícola na redução da tensão superficial. Tesis de Doctorado en Agronomía. Botucatu, SP. Brasil. Universidade estadual “Júlio de Mesquita filho” Faculdade de Ciências agronómicas. Campus de Botucatu. 76 p.
- Mota AAB, Carvalho FK, Silva ACA, Antuniassi UR, Vilela, CM, Chechetto RG. 2011a. Avaliação do potencial de deriva na pulverização de glyphosate com diferentes adjuvantes e pontas. En: Anales V SINTAG – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p.
- Mota AAB, Vilela CM, Chechetto RG, Antuniassi UR, Carvalho FK, Moleiro GHR. 2011b. Quantificação do ar incluído nas gotas pulverizadas por pontas na presença de adjuvantes. En: Anales V SINTAG – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p.
- Olea IL, Ploper LD, Gálvez MR, Vinciguerra HF, Sabaté S, y Bogliani M. 2005. Estudios sobre penetración de gotas en canopeos cerrados del cultivo de soja orientados al manejo de la roya asiática. En: Aplicar eficientemente. pp 137-149.

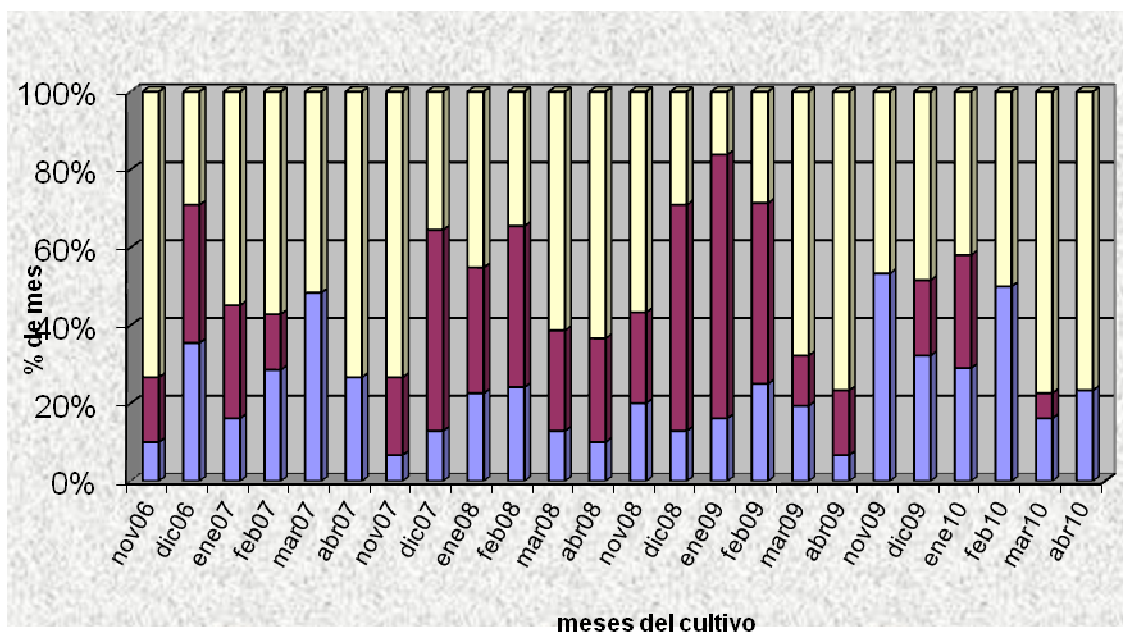
- Olivet JJ, Picos CD, Villalba J, Zerbino S. 2013. Tecnología de aplicación terrestre para el control de insectos en el cultivo de soja. En: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 17 (n.4) p.450-455.
- Palladini LA, Raetano CG, Velini ED. 2005. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. En: Scientia Agrícola, v.62, (n.5) p.440-445.
- Sasaki RS, Teixeira MM, Alvarenga CB, Santiago H, Tiburcio RAS. 2011. Espectro de gotas na pulverização hidráulica com adição de adjuvantes a calda. En: Anales V SINTAG – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p.
- Scheer O, Ferreira MC, Guimaraes JR, Frigeri T. 2008. Avaliação do diâmetro de gotas geradas por pontas de energia hidráulicos na aplicação de dois herbicidas com e sem adjuvante. En: Anales del IV Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.
- Silva ACA, Antuniassi UR, Chechetto RG, Mota AB, Oliveira RB, Boiani RS. 2011. Influência de adjuvantes no controle da ferrugem e produtividade da soja em pulverizações aéreas e terrestres. En: Anales V SINTAG – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p.
- Villalba J. 2007. Interferencia de boquillas y volúmenes de caldo en pulverizaciones de dos cultivares de soja. Tesis de Doctorado. Botucatu/SP Brasil. 72 p.
- Villalba J y Hetz E. 2010. Deriva de productos agroquímicos. Efectos de las condiciones ambientales. En: Red “PULSO”. Tecnología de aplicación de agroquímicos. CYTED. INTA Alto Valle. 1ª Edición. pp 46-53.

6.2. CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA DE LA REGIÓN NORESTE

La finalidad de esta síntesis fue conocer las condiciones meteorológicas más frecuentes en esta región y la ocurrencia de condiciones adversas para la aplicación. Para dicho trabajo se consideraron algunos supuestos: a. días sin posibilidad de aplicación, fueron los días de lluvia. Se consideró tal a aquel día con un registro de 1 mm en delante (sin haber tomado en cuenta los posibles impedimentos de días anteriores o posteriores a la lluvia); b. las horas con limitantes de aplicación consideraron, la coincidencia de temperaturas iguales o superiores a 30 °C y humedades relativas iguales o inferiores a 50%; los días señalados con limitaciones, fueron considerados cuando tenían al menos una hora con esas condiciones.

Los datos de temperatura, humedad relativa y precipitaciones de la zona noreste del Uruguay, indican que la probabilidad de que se den meses con un porcentaje de días con limitaciones para la aplicación (con al menos una hora con limitaciones), es alta. Esto determina la necesidad de ajustar toda la operativa, a fin de hacer un trabajo eficiente en dichos momentos.

En la siguiente figura, se observa que la mayor proporción de días con limitaciones durante todos los meses de la zafra correspondió a los años 07/08 y 08/09 coincidente con años muy secos. Sin embargo la zafra 09/10, caracterizada por ser una zafra de elevadas precipitaciones y de alta humedad relativa ambiente, tuvo días con condiciones limitantes sólo durante los meses de Diciembre, Enero y algunos pocos en Marzo.



% de días con lluvia ■
 % de días con condiciones limitantes ■
 % de días con condiciones no limitantes ■

GRAS INIA Tacuarembó

Figura 1. Distribución del porcentaje de días con precipitaciones y con condiciones limitantes y no limitantes para la aplicación, en los meses noviembre-abril de los años 2006 a 2010.

Al analizar las horas sin condiciones de trabajo por mes que surgen de los datos analizados (Cuadro 1), se constata que la eficiencia de aplicación se ve aún más comprometida en virtud de la alta frecuencia de esta variable.

Cuadro 1. Horas con limitaciones por mes del período estudiado

Mes y año estudiados	Horas c/limitaciones	Mes y año estudiados	Horas c/limitaciones
Noviembre 2006	31	Noviembre 2008	40
Diciembre 2006	61	Diciembre 2008	126
Enero 2007	48	Enero 2009	176
Febrero 2007	48	Febrero 2009	92
Marzo 2007	0	Marzo 2009	20
Abril 2007	0	Abril 2009	22
Noviembre 2007	21	Noviembre 2009	0
Diciembre 2007	92	Diciembre 2009	24
Enero 2008	62	Enero 2010	48
Febrero 2008	69	Febrero 2010	0
Marzo 2008	36	Marzo 2010	0
Abril 2008	36	Abril 2010	0

Habiendo definido que más de una hora promedio por día, con restricciones, determinan limitantes para la misma, se observa (Cuadro 2) que salvo en los meses de las zafras sin limitaciones ya señalados anteriormente, existe un severo condicionamiento a la ejecución de las aplicaciones durante los restantes meses de las otras zafras analizadas.

Cuadro 2. Horas promedio con restricciones a la aplicación, por día con limitantes climáticas, durante los meses de crecimiento de soja ($T > 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $\text{HR} < 50\%$)

Mes y año estudiados	Horas prom/día c/limitaciones	Mes y año estudiados	Horas prom/día c/limitaciones
Noviembre 2006	6,2	Noviembre 2008	5,7
Diciembre 2006	5,5	Diciembre 2008	7,0
Enero 2007	5,3	Enero 2009	8,4
Febrero 2007	12,0	Febrero 2009	7,1
Marzo 2007	0,0	Marzo 2009	5,0
Abril 2007	0,0	Abril 2009	4,4
Noviembre 2007	3,5	Noviembre 2009	0,0
Diciembre 2007	5,8	Diciembre 2009	4,0
Enero 2008	6,2	Enero 2010	5,3
Febrero 2008	5,8	Febrero 2010	0,0
Marzo 2008	4,5	Marzo 2010	0,0
Abril 2008	4,5	Abril 2010	0,0

El hecho de que de cuatro zafras agrícolas estivales, en dos se dieron meses con días sin condiciones limitantes de aplicación, determina la relevancia del

monitoreo permanente de dichas condiciones y la disponibilidad rápida de los equipos a fin de hacer un uso efectivo de dichos momentos de aplicación. Considerando la ocurrencia de estas condiciones meteorológicas se vuelve relevante en la toma de decisiones, para la aplicación de agroquímicos, el conocimiento de las interacciones de las distintas tecnologías de aplicación con estos parámetros.

6.3. CUADROS DE ANOVA DE NÚMERO DE LAGARTAS

Cuadro 1. Análisis de varianza para la variable número de lagartas grandes (LG) y lagartas totales (LT) previo a la aplicación (día 0).

Fuente de variación	Grados de libertad del numerador	Grados de libertad del denominador	Probabilidad L G	Probabilidad L T
Bloque	1	5	0,5750	0,5822
Mom	1	5	0,5018	0,4858
Ady	2	5	0,1364	0,2281
Mom*Ady	2	5	0,6790	0,7091
TG	1	6	0,6488	0,6651
Ady*TG	2	6	0,2549	0,1643
Mom*TG	1	6	0,2083	0,3837
Mom*Ady*TG	2	6	0,1223	0,1578

Cuadro 2. Análisis de varianza para las variables número de lagartas grandes (LG) y totales (LT) a 1 dpa.

Fuente de variación	Grados de libertad del numerador	Grados de libertad del denominador	Probabilidad L G	Probabilidad L T
Bloque	1	5	0,0961	0,0837
Momento	1	5	0,8470	0,5862
Ady	2	5	0,9846	0,9865
Mom*Ady	2	5	0,2213	0,2529
TG	1	6	0,5481	0,6228
Ady*TG	2	6	0,3015	0,2498
Mom*TG	1	6	0,0993	0,0978
Mom*Ady*TG	2	6	0,1041	0,1093

Cuadro 3. Análisis de varianza para las variables número de lagartas grandes y de lagartas totales a los 3 dpa.

Fuente de variación	Grados de libertad del numerador	Grados de libertad del denominador	Probabilidad L G	Probabilidad L T
Bloque	1	5	0,8615	0,8131
Momento	1	5	0,9100	0,6074
Ady	2	5	0,8892	0,7788
Mom*Ady	2	5	0,7765	0,8781
TG	1	6	0,1400	0,2524
Ady*TG	2	6	0,0920	0,1392
Mom*TG	1	6	0,7703	0,8691
Mom*Ady*TG	2	6	0,8870	0,8554

Cuadro 4. Lagartas grandes/m (N° L. G./m), lagartas chicas/m (N° L. Ch./m) y lagartas totales/m (N° L. T./m) según variables Momento x adyuvante x tamaño de gota 1 dpa.

Mom.	Ady.	Tam. de gota	N° L.G./m	N° L.Ch./m	N° L. T./m	
C. No L.	Sin	Fina	1,14	0,14	1,28	a
C. No L.	Aceite	Fina	2,91	0,02	2,93	a
C. No L.	Org.Sil.	Fina	1,12	0,27	1,39	a
C. No L.	Sin	Muy gruesa	0,65	0,15	0,80	a
C. No L.	Aceite	Muy gruesa	1,13	0,17	1,30	a
C. No L.	Org.Sil.	Muy gruesa	0,80	0,13	0,93	a
C. L.	Sin	Fina	1,82	0,18	1,99	a
C. L.	Aceite	Fina	0,29	0,00	0,28	a
C. L.	Org. Sil.	Fina	1,45	0,00	1,43	a
C. L.	Sin	Muy gruesa	0,99	0,01	1,00	a
C.L.	Aceite	Muy gruesa	1,77	0,00	1,69	a
C.L.	Org. Sil.	Muy gruesa	1,13	0,15	1,27	a

Cuadro 5. Promedio de lagartas grandes/m, chicas/m y totales/m según la interacción momento x adyuvante x tamaño de gota a los 3 dpa.

Mom.	Ady.	Tam. de gota	Nº L.G./m	Nº L.Ch/m.	Nº L.T./m	
C. No L.	Sin	Fina	0,49	0,34	0,83	a
C. No L.	Aceite	Fina	2,22	0,00	2,22	a
C. No L.	Org. Sil.	Fina	1,32	0,14	1,46	a
C. No L.	Sin	Muy gruesa	0,82	0,34	1,17	a
C. No L.	Aceite	Muy gruesa	0,55	0,47	1,03	a
C. No L.	Org. Sil.	Muy gruesa	0,66	0,15	0,81	a
C. L.	Sin	Fina	0,83	0,01	0,83	a
C. L.	Aceite	Fina	1,64	0,17	1,81	a
C. L.	Org. Sil.	Fina	0,71	0,00	0,70	a
C. L.	Sin	Muy gruesa	1,16	0,17	1,33	a
C. L.	Aceite	Muy gruesa	0,49	0,17	0,66	a
C. L.	Org. Sil.	Muy gruesa	0,57	0,00	0,56	a

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable número de lagartas grandes y número de lagartas totales a los 10 dpa.

Fuente de variación	Grados de libertad del numerador	Grados de libertad del denominador	Probabilidad L G	Probabilidad L T
Bloque	1	5	0,5115	0,4416
Mom	1	5	0,6070	0,6300
Ady	2	5	0,0936	0,1107
Mom*Ady	2	5	0,6807	0,6729
TG	1	6	0,4083	0,3752
Ady*TG	2	6	0,6539	0,2821
Mom*TG	1	6	0,8467	0,5975
Mom*Ady*TG	2	6	0,4436	0,4508

Cuadro 7. Promedio de lagartas grandes/m, chicas/m y totales/m según la interacción momento x adyuvante x tamaño de gota a los 10 dpa.

Mom.	Ady.	Tam.de gota	N° L.G./m	N°L.Ch./m	N°L.T./m	
C. No L.	Sin	Fina	1,81	0,00	1,82	a
C. No L.	Aceite	Fina	5,49	0,50	6,00	a
C. No L.	Org. Sil.	Fina	3,83	0,34	4,17	a
C. No L.	Sin	Muy gruesa	1,65	0,33	1,98	a
C. No L.	Aceite	Muy gruesa	4,16	0,17	4,33	a
C. No L.	Org. Sil.	Muy gruesa	4,16	0,34	4,50	a
C. L.	Sin	Fina	1,66	0,16	1,81	a
C. L.	Aceite	Fina	3,49	0,72	4,21	a
C. L.	Org. Sil.	Fina	4,81	0,33	5,14	a
C. L.	Sin	Muy gruesa	2,15	0,48	2,64	a
C. L.	Aceite	Muy gruesa	2,73	0,00	2,70	a
C. L.	Org. Sil.	Muy gruesa	2,98	0,00	2,98	a

