

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE ADYUVANTES EN PROPIEDADES FÍSICAS,
DEPOSICIÓN Y EFICIENCIA DE CONTROL DE INSECTICIDAS
EN SOJA, APLICADO EN DIFERENTES CONDICIONES
METEOROLÓGICAS**

por

Ing. Agr. Lorena Caamaño Lamela

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Magíster en Agronomía
opción Protección Vegetal

MONTEVIDEO

URUGUAY

(Setiembre, 2018)

Tesis aprobada por el tribunal integrado por: Ing. Agr. Dr. Juan José Olivet, Ing. Agr. Dra. Grisel Fernández, e Ing. Agr. Dr. Enrique Castiglioni, el 27 de setiembre de 2018.

Autora: Ing. Agr. Lorena Caamaño. Directora: Ing. Agr. Dra. Juana Villalba.

TABLA DE CONTENIDO

	página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
RESUMEN	V
SUMMARY	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	8
2.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS	8
2.2. EXPERIMENTO DE LABORATORIO	8
2.2.1. <u>Diseño experimental y descripción de</u> <u>tratamientos</u>	8
2.2.2. <u>Determinación de propiedades físico</u> <u>químicas</u>	9
2.2.3. <u>Análisis estadístico</u>	10
2.3. EXPERIMENTO DE CAMPO	11
2.3.1. <u>Diseño experimental y descripción de</u> <u>tratamientos</u>	12
2.3.2. <u>Cuantificación de la deposición del</u> <u>pulverizado</u>	13
2.3.3. <u>Caracterización de la población de gotas</u>	16
2.3.4. <u>Evaluación de control de <i>Anticarsia</i></u> <u><i>gemmatalis</i> y <i>Rachiplusia nu</i></u>	17
2.3.5. <u>Análisis estadístico</u>	17
3. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	20
3.1 RESULTADOS EXPERIMEMTO DE LABORATORIO...	20
3.2 RESULTADOS DE EXPERIMENTO DE CAMPO	26
3.2.1 <u>Cuantificación deposición del trazador</u>	26
3.2.2 <u>Caracterización de la población de gotas</u>	31
3.2.3 <u>Evaluación del control de lagartas</u>	35
4. <u>CONCLUSIONES</u>	45

5. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	46
6. <u>ANEXO 1: EFECTO DE ADYUVANTES ADICIONADOS A MEZCLA DE INSECTICIDAS EN LA DEPOSICIÓN Y CONTROL DE LAGARTAS DEFOLIADORAS EN CULTIVO DE SOJA</u>	53

RESUMEN

El agregado de adyuvantes al caldo de pulverización provoca interacciones con los productos fitosanitarios y las condiciones ambientales, pudiendo tener efectos sobre la eficacia de los tratamientos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del agregado de adyuvantes en las propiedades físicas del caldo de aplicación, y la deposición y eficiencia de la mezcla de insecticidas (Engeo + Lorsban) en cultivo de soja para aplicaciones en condiciones meteorológicas contrastantes. Los adyuvantes evaluados fueron, aceite vegetal, aceite mineral, no iónico y siliconado y un tratamiento sin adyuvante. Para las evaluaciones de las propiedades físicas del caldo, realizado en diferentes temperaturas, se estableció un diseño completamente al azar con arreglo factorial completo con tres repeticiones. Se evaluó pH, conductividad eléctrica y tensión superficial. El experimento sobre el cultivo de soja tuvo un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones con un arreglo factorial incompleto, siendo los tratamientos la combinación del uso de adyuvantes y condiciones meteorológicas contrastantes (23.5 °C y 71% de humedad relativa vs 28 °C y 39% de humedad relativa) + un testigo sin aplicación. Se evaluó la deposición en hojas de soja, se caracterizó la población de gotas y se estimó la eficiencia de control de lagartas de diferentes estadios de crecimiento. Los resultados indicaron que los adyuvantes modificaron el pH y la tensión superficial en función de las temperaturas de preparación. No se encontraron diferencias en la deposición en hoja entre las condiciones meteorológicas evaluadas, así como entre tratamientos, solo se encontró diferencias en la deposición entre estratos. Todos los tratamientos lograron alta eficiencia de control (91,9%), no encontrándose diferencia entre tratamientos insecticidas y adyuvantes, ni entre las dos condiciones meteorológicas evaluadas.

Palabras clave: Adyuvante, momento de aplicación, deposición, propiedades físico-químicas.

SUMMARY

Adjuvants Effect on Physico Chemical Properties, Deposition and Control Efficiency of Soybean Insecticide, Applied in Different Meteorological Conditions

The addition of adjuvants into the spray mixture provokes interactions with phytosanitary products and environmental conditions, and may have effects on the efficacy of the treatments. The object of this work was to evaluate the effect of adjuvant addition over the chemical and physical properties of the tank mix, as well as the deposition and effectiveness of an insecticide mix (Engeo + Lorsban) sprayed over soybean fields in contrasting weather conditions. The adjuvants evaluated were: vegetable oil, mineral oil, non-ionic adjuvant, silicone, and an adjuvant free treatment. For evaluating the physical properties of the tank mix, under different temperatures, the experiment design was a completely randomized design with factorial arrangement with three repetitions. pH and surface tension were evaluated. The experiment on soybean field was a completely randomized block design with three repetitions with an incomplete factorial arrangement, being the treatments combinations of adjuvants used, and contrasting meteorological conditions (23,5 °C and 71% relative humidity vs 28 °C and 39% relative humidity) plus a control treatment without application. Deposition over soybeans leafs were evaluated, drops population were characterized and control efficiency of caterpillars from different growth stages were estimated. The results indicated that adjuvants modified pH, electric conductivity and the surface tension depending on the preparation temperature. No differences were found in deposition over leaves between the meteorological conditions evaluated, as well as between treatments, differences were only found between height strata. All treatments achieved very high levels of control efficacy (91.9%). No differences were found between insecticidal and adjuvant treatments, nor between the two meteorological conditions evaluated.

Keywords: Adjuvant, Application moment, deposition, physico-chemical properties.

1. INTRODUCCIÓN

La incidencia de insectos defoliadores en el cultivo de soja puede determinar pérdidas de rendimiento importantes, como consecuencia de la pérdida de área foliar y sus efectos subsecuentes sobre la planta, menor intercepción de luz, menor capacidad fotosintética, pérdida del material almacenado en la hoja y acortamiento del período de llenado de grano (Board et al., 1994). Los insectos defoliadores realizan perforaciones de agujeros de tamaño pequeño a medio y luego en poblaciones elevadas, consumen la hoja entera, mientras que otros se alimentan raspando el parénquima del envés del folíolo de la soja, dejando solamente la membrana superior (Retamal et al., 2001).

Dentro del complejo de lagartas, en Uruguay la especie dominante en soja es *Anticarsia gemmatalis*, aunque *Rachiplusia nu* en forma esporádica puede alcanzar altas densidades en este cultivo (Bentancourt y Scatoni, 2010).

Perotti y Gamundi (2009), indican que defoliaciones en R5 determinan una relación lineal entre la disminución de rendimiento y nivel de defoliación, mientras que Browde et al. (1994) encontraron relaciones lineales y cuadráticas entre el estado fenológico en el que se produce la defoliación y la reducción en el rendimiento.

Las defoliaciones durante el período vegetativo en general no tienen efectos sobre el rendimiento; mientras que las ocurridas en el período reproductivo, afectan significativamente el rendimiento siendo el período R4-R5 el de mayor susceptibilidad (Perotti y Gamundi, 2009).

La efectividad de las aplicaciones de insecticidas en cultivo de soja, al igual que la de cualquier tipo de fitosanitario, depende de múltiples factores, siendo las tecnologías de aplicación, las condiciones al momento de la aplicación y las interacciones entre ellos, factores determinantes en la eficiencia de control.

La acción de los agroquímicos depende de los constituyentes del caldo de pulverización, además del ingrediente activo, existen componentes que tienen la capacidad de mejorar la eficiencia de la aplicación (Cunha y Alves, 2009). Los adyuvantes se adicionan al caldo de aspersion con el objetivo de mejorar la actividad de los agroquímicos (Etiennot y Piazza, 2010).

Los adyuvantes son cualquier sustancia en la formulación del fitosanitario o agregada en la mezcla de tanque utilizada para modificar la actividad del fitosanitario o características de la aplicación (Hazen, 2000).

Existen distintos criterios para clasificar los adyuvantes. Los adyuvantes activadores, que son aquellos que son utilizados para mejorar la eficiencia de la aplicación, se pueden clasificar en: tensoactivos, adherentes o sticker, humectantes y agentes de penetración (Hazen, 2000).

Los denominados tensoactivos permiten que una gota logre un ángulo de contacto más bajo con la superficie. Esto significa que la gota se vuelve menos esférica y tiende a aplanarse en el punto de contacto con la superficie (Hazen, 2000). Actúan en la superficie del líquido en el cual se encuentran disueltos, ya que sus moléculas presentan segmentos polares (grupos polioxietileno) y no polares (cadenas hidrocarbonadas), donde el segmento polar es atraído por el agua (hidrofílico) y el segmento no polar es atraído por los compuestos lipofílicos (Kogan y Pérez, 2003). Estos adyuvantes tienen un efecto importante en la tensión superficial de las gotas de pulverización en la interface aire-agua y en ángulo de contacto en la interface de la planta con el agua. También influyen en el espectro de las gotas de pulverización, la deriva de pulverización y la eficacia de la llegada a la superficie de la hoja; la adherencia, la extensión, la humectación, la cobertura y el escurrimiento (Kirkwood, 1993). Los tensoactivos se clasifican generalmente en cuatro grupos sobre la base de su capacidad de ionizarse en solución acuosa: no iónicos, aniónicos, catiónicos y anfotéricos. Los más comunes son los tensoactivos no iónicos, que no se ionizan (Hazen, 2000). También existen

diversas clasificaciones dentro de los tensoactivos en función de su composición química. Los adyuvantes organosiliconados comenzaron a aparecer en la escena comercial en la década de 1980. Los tensoactivos no iónicos pueden disminuir la tensión superficial de la solución de pulverización a 33 a 34 mN/m, mientras que los tensoactivos organosiliconados han demostrado mayores reducciones de la tensión superficial a 22 mN/m (Penner, 2000).

Los adyuvantes denominados agentes de penetración son materiales que por diferentes características ayudan al movimiento del producto químico desde la superficie blanco a través de las barreras naturales hasta llegar a su sitio de acción (Hazen, 2000). Dentro de los agentes de penetración usados para asistir el movimiento del producto químico desde la superficie objetivo a través de las barreras naturales, están los aceites y ésteres pesados de petróleo, ésteres grasos de polioles, ésteres polietoxilados de ácidos grasos, polioxietilenglicoles, acetato de alquilamina, sulfonatos de arilo y alquilo, alcoholes polihídricos y fosfatos de alquilo (Cunha et al., 2010b). Dentro de los aceites existen diferentes tipos por su naturaleza y composición. Los aceites minerales contienen un 95 a 98% de un aceite derivado del petróleo del tipo parafínico o naftalénico con 1 ó 2 % de un tensoactivo o emulsificante (Cunha et al., 2010b). Los aceites parafínicos son aceites derivados del petróleo el contenido de carbón parafínico es típicamente mayor al 60 % (Hazen, 2000). Promueven la penetración del plaguicida por las cutículas de las plantas o a través de los cascarones de los insectos. Se usan comúnmente para el control de insectos y enfermedades (Cunha et al., 2010b). Otro grupo de aceite son los Aceites concentrados, según Kogan y Pérez (2003), los aceites ("crop oil") son mezcla de aceites de parafina no fitotóxicos altamente refinados y purificados con tensoactivos no iónicos. Los tensoactivos hacen posible que el aceite forme una emulsión al ser mezclado con agua (Kogan y Pérez, 2003) ya que tienen propiedades emulsificantes (Hazen,2000). Contienen un 80 a 85% de un aceite derivado del petróleo y un 15 a 20% de

tensoactivos no iónico. Brindan las propiedades penetrantes del aceite y las propiedades de esparcimiento del tensoactivo (Cunha et al., 2010b). Los aceites vegetales concentrados son otro grupo de aceite que son extraídos de las semillas, típicamente de maíz, algodón, maní, colza, canola, girasol o soja (ASTM, citado por Hazen, 2000). Contienen un 80 a 85% de un aceite derivado de semillas de cultivos (usualmente algodón, lino, soja o girasol) con un 15 a 20% de tensoactivo no iónico (Cunha et al., 2010b). Generalmente presentan una cadena carbonada de 16 a 18 carbonos, y al ser altamente refinados no son fitotóxicos (Kogan y Pérez, 2003).

Los aceites vegetales son de poco uso en la agricultura ya que no presentan buenas propiedades de adherencia, cubrimiento y absorción. No obstante, a partir de ellos se pueden producir aceites metilados (Kogan y Pérez, 2003). Estos son producto de un proceso de esterificación de aceites vegetales, lo cual aumenta sus características lipofílicas y permite mejorar su comportamiento (Cunha et al., 2010b). Estos adyuvantes se producen al hacer reaccionar los ácidos grasos de los aceites de las semillas (maíz, soja, girasol, canola) con un alcohol para formar ésteres. El metilo o los ésteres etílicos producidos por esta reacción se combinan con tensoactivos y emulsionantes para formar un aceite vegetal esterificado. Estos tensoactivos reducen la tensión superficial y mejoran la absorción del fitosanitario mejorando la distribución de este en la superficie de la hoja (Miller y Westra, 1996).

Por otra parte, la interacción adyuvante y agroquímico es un proceso complejo, que envuelve muchos aspectos físicos, químicos y fisiológicos y varía para cada condición estudiada. La penetración foliar es un proceso complejo que involucra una gran cantidad de variables. La mayoría de los fitosanitarios se aplican como aerosoles foliares acuosos, y las mezclas de tanque usualmente incluyen una variedad de productos químicos como adyuvantes. Estos adyuvantes, así como condiciones ambientales, como temperatura y humedad, pueden tener efectos pronunciados en el rendimiento y las tasas de penetración de los fitosanitarios (Schonherr y Baur, 1994).

Muchos factores influyen en la eficacia del producto, incluido el volumen de pulverización, el tamaño de la gota, la presión de pulverización y la velocidad de aplicación. Las interacciones entre estos factores pueden ser complejas, y la eficacia de cada producto puede responder de manera diferente (Ramsdale y Messersmith, 2001).

Dentro de las propiedades físico- químicas que son modificadas por el agregado de adyuvantes al tanque de aplicación, Cunha y Alves (2009) encontraron que el pH, la tensión superficial y la viscosidad fueron las propiedades más sensibles a la adición de adyuvantes, pero estas modificaciones fueron dependientes de la composición química de la formulación. La tensión superficial de las gotas y su interacción con la superficie objetivo influyen no solo la mojabilidad, sino también el proceso de absorción, que es fundamental para la efectividad de la aplicación (Cunha y Alves, 2009). Altas viscosidades y tensión superficial de los líquidos incrementan el diámetro medio de las gotas (Deshmukh, et al. 2012). Esto se debe a que las altas viscosidades y tensiones superficiales impiden el rompimiento de la lámina líquida que sale por las boquillas de pulverización, con el consecuente incremento del tamaño de las gotas (Castillo, 2010).

El pH es otra propiedad determinante de la efectividad de la aplicación, ya que los distintos productos fitosanitarios tienen rangos óptimos de pH en donde expresan su mayor potencial. El pH condiciona la compatibilidad con otras sustancias y la absorción del producto por las células (Cunha et al., 2010b).

Por otra parte, Cunha et al. (2010a) encontraron que las propiedades de viscosidad, pH, tensión superficial presentaron interacción significativa entre el adyuvante con la temperatura, indicando la dependencia entre estos factores.

Los cambios que provoca el uso de adyuvantes en relación a las propiedades del caldo, y sus posibles modificaciones en el tamaño de gota y,

por tanto, la expresión de la pulverización en relación a condiciones meteorológicas al momento de la aplicación, vuelven importante la exploración de esas interacciones en condiciones meteorológicas contrastantes.

Una interpretación sistémica de todo el proceso de pulverización incluye, según Massaro (2004), el canopeo del cultivo, aspectos relacionados con la plaga, la acción del plaguicida y el ambiente climático, entre otros. El ambiente climático influye en forma directa o indirecta sobre el cultivo, la plaga, el producto y las gotas que genera el pulverizador.

Los principales factores ambientales que afectan las aplicaciones de agroquímicos son la temperatura, humedad relativa y viento (Villalba y Hetz, 2010), aun cuando sean “protegidos” por coadyuvantes específicos (Massaro, 2004).

La temperatura y la humedad relativa tienen un marcado efecto sobre la evaporación de las gotas asperjadas, temperaturas altas ($> 30\text{ }^{\circ}\text{C}$) y baja humedad relativa ($<40\%$) puede tener una fuerte influencia directa sobre la evaporación de las gotas pulverizadas, en especial cuando estas son finas (Villalba y Hetz, 2010). Variaciones de 0 a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el campo son comunes en las aplicaciones dependiendo de la región y el horario de aplicación (Cunha et al., 2010a).

Según Etiennot y Piazza (2010), cuando la humedad relativa es de 40% no se recomiendan realizar aplicaciones con temperaturas superiores a 30°C . Según Massaro (2004), con temperaturas superiores a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, el ambiente es crítico para las pulverizaciones agrícolas.

La temperatura puede influir no solo en el arrastre de gotas por corrientes conectivas sino en la evaporación del agua y tensión de vapor de los plaguicidas (Massaro, 2004). Existe una relación lineal entre la tensión superficial y la temperatura dentro de pequeñas variaciones de temperatura, esto fue expresado en dos fórmulas de Van der Waals en 1894, donde se

conecta la tensión superficial y la temperatura involucrando una constante crítica (Sugden, 1924).

También la viscosidad es fuertemente dependiente de la temperatura. La mayoría de los materiales disminuyen su viscosidad con el aumento de la temperatura; la dependencia es exponencial y puede haber hasta variaciones de 10 % por cada grado centígrado modificado (Universidad de Alicante, 2008). La sensibilidad a la temperatura del agua es de 3 % por cada grado centígrado a temperatura ambiente, para líquidos más viscosos esta dependencia es mayor (Universidad de Alicante, 2008).

La conductividad eléctrica de una solución de una concentración dada también varía con la temperatura. La relación entre el cambio de la conductividad en función de la temperatura varía con la naturaleza y la concentración del electrolito (Universidad de Valencia, 2009).

Las modificaciones en las propiedades físico químicas del caldo de aplicación que pueden producir el agregado de adyuvantes, así como las posibles interacciones con las condiciones ambientales, pueden influenciar en la eficiencia de aplicación del fitosanitario, por lo cual se considera relevante conocer los efectos del agregado de adyuvantes al caldo de aplicación.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del agregado de adyuvantes en las propiedades físicas del caldo de aplicación, la deposición y eficiencia del insecticida en cultivo de soja para aplicaciones en condiciones meteorológicas contrastantes.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

Se realizaron dos experimentos independientes, uno conducido en el laboratorio, para el estudio de las propiedades físicas de mezclas de insecticidas y adyuvantes y el otro para el estudio de la deposición, caracterización de la población de gotas y eficiencia de control en un cultivo de soja. Ambos se realizaron en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía.

2.2. EXPERIMENTO DE LABORATORIO

2.2.1. Diseño experimental y descripción de tratamientos

El diseño experimental fue completamente al azar con 3 repeticiones con un arreglo factorial completo. Dicho factorial estuvo conformado por una combinación de cinco mezclas de insecticidas y adyuvantes a cuatro temperaturas, conformando un total de 20 tratamientos. Las dosis de los insecticidas y adyuvantes fueron las usadas en el experimento a campo y se prepararon usando la misma proporción que fue usada en la aplicación de campo.

Cuadro 1. Descripción de combinaciones de insecticidas y adyuvantes

<u>Insecticida</u>	<u>Adyuvante</u>
Engeo + Lorsban 48 EC	-
Engeo + Lorsban 48 EC	Natural Oleo
Engeo + Lorsban 48 EC	Speedwet Maxion
Engeo + Lorsban 48 EC	EFT Saudu
Engeo + Lorsban 48 EC	Silwet

Cuadro 2. Características de los insecticidas y adyuvantes

Nombre Comercial	P.A.	Clasificación	Formulación	Dosis (cc/L)
Engeo	Thiametoxam 141 g/L + Lambda cialotrina 106 g/L	Insecticida	Suspensión Concentrada	2
Lorsban 48 EC	Clorpirifos 480 g/L	Insecticida	Suspensión Concentrada	6
Natural Oleo	Ac. Vegetal de soja 300 g/L	Aceite Vegetal	Concentrado Emulsionable	5
EFT SAUDU	Ac. Mineral 93% p/p	Aceite Mineral	Aceite Emulsionable	10
Speedwet Maxion	Nonilfenol etoxilado 15% p/p + Sal sódica lauril éter sulfato 13% + Ac. Fosfórico 15 %	Tensoactivo No iónico	Concentrado Soluble	1
Silwet	Copolímero de polieter y silicona 98,8 %p/p	Tensoactivo No iónico siliconado	Concentrado Soluble	0,5

Todos las mezclas fueron evaluadas en 4 temperaturas: 10, 20, 30 y 40 °C.

2.2.2. Determinación de propiedades físico químicas

Se realizó la medición de 3 variables: pH, Conductividad eléctrica y tensión superficial.

El pH y la conductividad eléctrica fueron medidas directamente en cada una de las mezclas preparadas. Para medir el pH se utilizó un phmetro marca Oakton. Para medir la conductividad eléctrica se utilizó un conductímetro digital marca Lutron Modelo YK-43CD. Ambos instrumentos fueron calibrados previamente a su uso con soluciones estándar.

La medición de la tensión superficial se realizó mediante el método de peso y volumen, aplicando la ley de Tate. Esta metodología consiste en

conocer el peso o medir el volumen de las gotas de un líquido que se desprenden lentamente de la punta de un tubo estrecho o capilar montado verticalmente. El peso de la gota (y el volumen) se relaciona con la fuerza debida a la tensión superficial (Jiménez de Pablo, 2012).

Se midió el peso de 30 gotas en una balanza de precisión calibrada y se comparó con el peso de 30 gotas de agua destilada.

2.2.3. Análisis estadístico

Las variables pH, conductividad y tensión superficial fueron procesadas utilizando el paquete estadístico SAS versión 9.1.3 (SAS Institute, Cary, NC, 2006). Las medias de los efectos significativos se compararon usando la prueba de Tukey al 5%.

Se ajustó un modelo lineal general donde se estudió el factorial de la mezcla insecticida- adyuvante por temperatura en la preparación.

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_k + L_i + H_j + (LH)_{ij} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Variable aleatoria observable

μ = Media general

β_k = efecto de la k-ésima repetición

L_i = Efecto de la i-ésima combinación insecticida- adyuvante

H_j = Efecto de la j-ésima temperatura

$(LH)_{ij}$ = Interacción entre combinación insecticida- adyuvante y temperatura

ε_{ijkl} = Error experimental

2.3. EXPERIMENTO DE CAMPO

El cultivo de soja sobre el cual se condujo el experimento fue sembrado en noviembre de 2011, siendo el cultivar A 5009, grupo de madurez V corto. Al momento de la aplicación se encontraba en R4, con un estado general bueno y una altura promedio de 95 a 100 cm.

El tamaño de las unidades experimentales fue de 40 m², 4 metros de ancho por 10 metros de largo. Las aplicaciones se realizaron con mochila experimental presurizada a CO², utilizando boquillas TT 11001, con una presión de trabajo de 2 bars y un volumen de aplicación de 100 L/ha.

Las condiciones meteorológicas al momento de aplicación registradas en la casilla meteorológica de la Estación experimental Mario Cassinoni, Facultad de agronomía, Paysandú, se detallan a continuación (Cuadro 3).

Cuadro 3. Características meteorológicas al momento de cada aplicación

	Condiciones No Limitantes	Condiciones Limitantes
Temperatura (°C)	23,5	28
Humedad Relativa (%)	71	39
Velocidad Viento (Km/h)	0	12
Período de Aplicación	10:45 a 11:15	14:45- 15:20
Fecha de Aplicación	28/02/2011	01/03/2011

2.3.1. Diseño experimental y descripción de tratamientos

El diseño experimental fue de Bloques completos al azar con 3 repeticiones de un arreglo factorial incompleto. Dicho factorial estuvo conformado por la combinación de 5 mezclas de insecticidas con adyuvantes y dos momentos de aplicación, más un testigo adicional absoluto sin aplicación de mezcla insecticida con adyuvante, sumando un total de 11 tratamientos.

Cuadro 4. Descripción de mezclas insecticidas y adyuvantes

No.	Insecticida	Adyuvante
1	Lorsban 48 EC + Engeo	-
2	Lorsban 48 EC+ Engeo	Natural Oleo
3	Lorsban 48 EC + Engeo	EFT SAUDU
4	Lorsban 48 EC+ Engeo	Speedwet Maxion
5	Lorsban 48 EC+ Engeo	Silwet
6	Testigo Absoluto	

Esta mezcla insecticida fue definida ya que al momento de la instalación del ensayo estaban presentes un conjunto de plagas (lagartas, trips y chinches), lo cual implicó la utilización de mezclas de activos específicos para lograr una adecuada eficiencia de control del total de las plagas presentes. A pesar de que se presentaron estas tres plagas en el presente trabajo se publican solo los resultados del control de lagartas debido a que en el caso de las chinches presentes (*Piezodorus guildinii*) la población fue bastante baja y los controles lograron reducir los niveles poblacionales a valores próximo a 0 en todos los tratamientos no pudiéndose ajustar modelos estadísticos para el análisis del control. En el caso de la población de trips presentes (*Caliothrips spp.*) la metodología de evaluación empleada logró una variabilidad en los

resultados muy importante, con resultados poco consistentes, por lo cual se definió no incluir los resultados en el análisis del experimento.

Cuadro 5. Descripción de los productos usados y dosis

Nombre Comercial	Composición	Clasificación	Formulación	Dosis (cc/ha)
Lorsban 48EC	Clorpirifos 480 g/L	Insecticida	Suspensión Concentrada	600
Engeo	Thiametoxam 141 g/L + Lambda cialotrina 106 g/L	Insecticida	Suspensión Concentrada	200
Natural Oleo	Ac. Vegetal de soja 300 g/L	Aceite Vegetal	Concentrado Emulsionable	500
EFT SAUDU	Ac. Mineral 93% p/p	Aceite Mineral	Aceite Emulsionable	1000
Speedwet Maxion	Nonilfenol etoxilado 15% p/p + Sal sódica lauril éter sulfato 13% + Ac. Fosfórico 15 %	Tensoactivo No iónico	Concentrado Soluble	100
Silwet	Copolímero de polieter y silicona 98,8 %p/p	Tensoactivo No iónico siliconado	Concentrado Soluble	50

2.3.2. Cuantificación de la deposición del pulverizado

El estudio de deposición del pulverizado sobre el cultivo se realizó utilizando el trazador Azul Brillante (FD&C Blue N°1) a una concentración de 1500 ppm. Este trazador fue mezclado en los caldos de aplicación de todos los tratamientos.

La selección del trazador se realizó considerando que no modifica las propiedades del caldo. El Azul Brillante no altera la tensión superficial de la solución, presenta buena estabilidad bajo el sol y no es absorbido por las hojas

hasta 8 horas posterior a la aplicación (Palladini et al., 2005). Esta última característica permite que se logre secar el pulverizado sobre las hojas y luego realizar la colecta de hojas sin que se afecte la concentración del trazador.

Luego de la aplicación y posterior secado de la pulverización fueron recolectados 40 folíolos de soja por parcela, 20 del estrato superior y 20 del inferior. Estos fueron acondicionados en bolsas plásticas correctamente identificadas para su posterior procesamiento. Dichas muestras fueron conservadas en heladera hasta su posterior lavado con 50 mL de agua destilada con el fin de extraer el trazador. El agua del lavado se conservó en frascos plásticos en la oscuridad hasta ser analizados en el espectrofotómetro. Para la medición del trazador se cuantificó la absorbancia en un espectrofotómetro marca Unico 2800 UV/VIS, a una longitud de onda de 630 nm. Para la estimación de la cantidad de trazador se ajustó una regresión a partir de concentraciones de trazador conocidas y las lecturas de absorbancia (Figura 1).

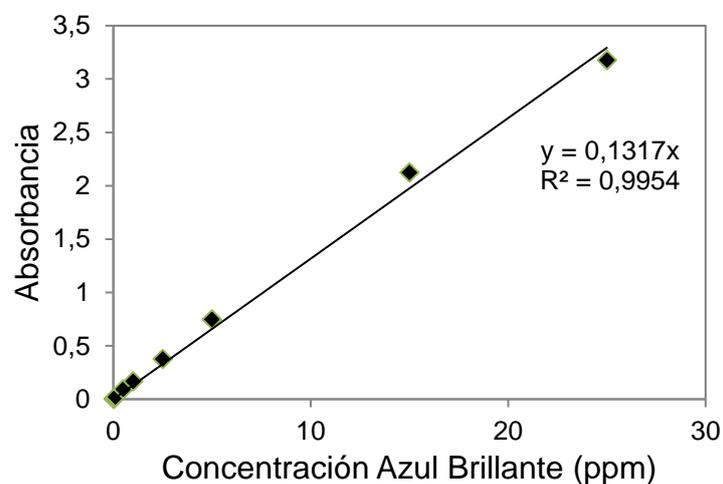


Figura 1. Curva de calibración para el trazador Azul Brillante

Las lecturas de absorbancia de la concentración de trazador presente en la dilución del lavado de cada foliolo y los parámetros de la ecuación, fueron usados para determinar la concentración de trazador por foliolo.

$$x = Y / 0,1317$$

Donde x= Concentración de azul brillante (ppm) e y = absorbancia

Para expresar las concentraciones de Azul Brillante por unidad de área foliar se realizó una estimación del área foliar. Para ello se escanearon 60 folíolos, 30 del estrato superior y 30 del estrato inferior, y a través de análisis de imagen digital (Programa Image Tool) se obtuvo el área foliar. Con esta estimación y el producto del Largo y Ancho máximo se ajustó una regresión lineal (Figura 2). Los parámetros de la regresión y la medición de largo y ancho de cada folíolo fueron usados para la estimación del área foliar de cada muestra utilizando la siguiente ecuación:

$$Y = 0,7045 x$$

Donde y = Área foliar (cm²) y x = Largo por ancho de folíolo (cm)

Estimaciones de área foliar a partir de medidas simples como largo y ancho de las hojas, son muy usados. Rossini Pinto et al. (2004), obtuvieron modelos de regresiones lineales a partir del largo y ancho máximo de folíolos en *Zinnia haageana*, también con el auxilio de sistemas de análisis de imagen digital, con coeficientes de determinación (R²) próximos a 1.

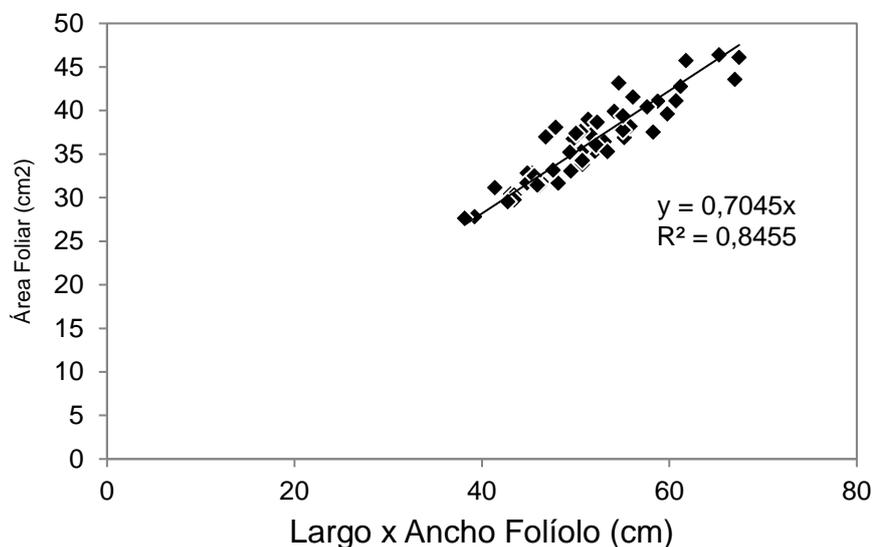


Figura 2. Curva de estimación área foliar

2.3.3. Caracterización de la población de gotas

Para el estudio de caracterización de la población de gotas se utilizaron tarjetas hidrosensibles. Se colocaron 2 tarjetas hidrosensibles por parcela en el experimento con condiciones no limitantes. Este estudio no fue repetido en el experimento en condiciones limitantes ya que el único objetivo del mismo era determinar el efecto de los distintos adyuvantes en las características de la población de gotas en condiciones de baja evaporación.

Las tarjetas hidrosensibles fueron colectadas posterior a la aplicación y se escanearon y se analizaron utilizando el programa e-Sprinkle, desarrollado por la empresa brasilera Ablevision Sistemas Computacionais Ltda.

Los parámetros analizados fueron: Diámetro Volumétrico Mediano (DMV), Amplitud Relativa, Densidad y Potencial riesgo de deriva ($PRD \% \leq 150 \mu\text{m}$). El DMV corresponde al diámetro de gota que separa a la población en dos mitades con el mismo volumen, la amplitud relativa expresa la variación

del tamaño de gotas y la densidad es el número de gotas por unidad de superficie (Teixeira, 2010).

2.3.4. Evaluación de control de *Anticarsia gemmatalis* y *Rachiplusia nu*

Para la evaluación de la eficiencia de control de las especies de lagartas presentes en el ensayo (*Anticarsia gemmatalis* y *Rachiplusia nu*) se realizó la medición del número de lagartas por metro utilizando el paño vertical, metodología desarrollada por Drees y Rice (1985) y adaptada por Gamundi (1995). Las evaluaciones fueron realizadas a los 0, 1, 3 y 9 días post aplicación. Se realizaron dos conteos de lagartas aleatorios por parcela en cada momento de evaluación.

La cuantificación del número de lagartas fue realizada según el estadio de desarrollo larval (L1-L6) y luego fueron clasificados los datos para el análisis en lagartas chicas, estadios de desarrollo menores a L3 y lagartas grandes para estadios de desarrollo mayores.

La técnica del monitoreo con el paño vertical en siembra directa y con menor espaciamiento es una técnica de muestreo más eficaz y precisa para el estudio de poblaciones de *A. gemmatalis*, hemípteros fitófagos y el grupo de depredadores que habitan en el follaje del cultivo de soja (Gamundi, 1995).

2.3.5. Análisis estadístico

Cada una de las variables evaluadas fue analizada de manera independiente según el modelo ajustado.

Todas las variables analizadas fueron procesadas utilizando el paquete estadístico SAS versión 9.1.3 (SAS Institute, Cary, NC, 2006). Las medias de los efectos significativos se compararon usando la prueba de Tukey al 5%.

Para la deposición del pulverizado se ajustó un modelo lineal general donde se estudió el factorial del adyuvante por momento de aplicación. En el

modelo se incluyó el efecto del estrato, del bloque y las interacciones del momento de aplicación por adyuvante y del adyuvante por estrato.

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_k + L_i + H_j + N_l + (LH)_{ij} + (LN)_{jl} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Variable aleatoria observable

μ = Media general

β_k = efecto del k-ésimo bloque

L_i = Efecto del i-ésimo momento

H_j = Efecto del j-ésimo adyuvante

N_l = Efecto del l-ésimo estrato

$(LH)_{ij}$ = Interacción entre momento y adyuvante

$(LN)_{jl}$ = Interacción entre adyuvante y estrato

ε_{ijkl} = Error experimental

La variable número de lagartas se ajustó a una distribución de Poisson. Se usó para el análisis un modelo lineal generalizado donde la función nexa es el logaritmo. En el modelo se incluyó el efecto del testigo sin aplicación de adyuvante, el efecto del bloque, el factorial efecto de adyuvante por momento de aplicación y la interacción adyuvante por momento de aplicación anidado en el testigo.

$$\ln(\mu) = \beta_0 + T_i + A_j(T_i) + M_k(T_i) + (M \times A)_{kj}(T_i) + \beta_l$$

Donde:

β_0 : intercepto

T_i : efecto testigo

A_j : efecto adyuvante

M_k : efecto momento de aplicación

$(M \times A)_{kj}$: interacción adyuvante x momento anidado en testigo

β_l : efecto bloque

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. RESULTADOS EXPERIMENTO DE LABORATORIO

Las distintas mezclas adyuvantes con insecticidas evaluadas tuvieron diferencias significativas en las variables pH y tensión superficial, así como se encontró significancia para el efecto de la temperatura para las variables pH, conductividad eléctrica y tensión superficial. Por otro lado, se encontró significancia en la interacción entre mezclas y temperatura para las variables pH y tensión superficial (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resumen de efectos principales del análisis de varianza y sus interacciones para las variable pH, conductividad y tensión superficial

Efecto	pH		Conductividad eléctrica		Tensión Superficial	
	Valor F	Pr> F	Valor F	Pr> F	Valor F	Pr> F
Adyuvante	42,53	<,0001	0,24	0,9146	42,53	<,0001
Temperatura	279,39	<,0001	93,91	<,0001	279,39	<,0001
Ady*Temp	3,48	0,0016	1,21	0,3128	3,48	0,0016

Para la variable pH todas las combinaciones con adyuvante redujeron el pH de la mezcla con respecto al testigo insecticida sin agregado de adyuvante en todas las temperaturas evaluadas (Cuadro 7). El tratamiento con adyuvante no iónico presentó el valor de pH más ácido en las cuatro temperaturas evaluadas.

El pH de la solución tiene que ver con dos aspectos relacionados; uno tiene que ver con la estabilidad y vida media del pesticida, mientras que el otro involucra la performance del mismo que en el caso de los herbicidas, se

relaciona con la penetración (Rodríguez, 2005). Los productos son formulados para tolerar alguna variabilidad de pH en el caldo, pero valores extremos puede alterar la estabilidad física (De Oliveira et al., 2017). En el caso del clorpirifos, la hidrólisis está muy influenciada por pH y temperatura. La hidrólisis es más lenta en condiciones ácidas y baja temperatura (Hui et al., 2010). Según estos autores, la hidrólisis del clorpirifos en diferentes medios acuosos sigue una cinética de primer orden, con vidas medias que varían de 4.57 a 14.0 días.

En todos los tratamientos adyuvantes, con excepción del aceite vegetal, hubo un incremento en el pH de la mezcla evaluada a la mayor temperatura (40° C) con respecto a la menor temperatura (10 °C) (Cuadro 7). El efecto de la temperatura en el pH era esperable ya que un aumento en la temperatura de cualquier solución causa una disminución en su viscosidad y un aumento en la movilidad de sus iones en solución (Barron et al., 2005). Un aumento en la temperatura puede también conducir a un aumento en el número de iones en solución debido a la disociación de las moléculas (particularmente para ácidos débiles y bases). Según estos autores, como el pH es una medida de concentración del ion de hidrógeno, el cambio en la temperatura de la solución se reflejará en un cambio posterior en pH.

Si se consideran los resultados obtenidos, en condiciones de temperaturas muy elevadas se esperaría un aumento del pH y por lo tanto un aumento de la tasa de hidrólisis, lo que puede reducir la vida media de los productos.

Cuadro 7. Interacción mezcla insecticida con adyuvante x temperatura para la variable pH

Adyuvante	Temperatura (°C)			
	10	20	30	40
-	7,32 Ba	7,28 Ba	7,31 Ba	7,46 Aa
Aceite Vegetal	6,47 Ac	6,53 Ac	6,36 Bd	6,45 Ad
No Iónico	5,73 Bd	5,73 Bd	5,74 Be	5,91 Ae
Aceite Mineral	6,47 Bc	6,51 Bc	6,47 Bc	6,72 Ac
Siliconado	7,01 Bb	6,92 Bb	7,14 Ab	7,23 Ab

Las letras mayúsculas comparan el efecto de la temperatura para cada adyuvante y letras minúsculas comparan el efecto de los adyuvantes dentro de cada temperatura (Tukey al 5%)

En el caso de la conductividad eléctrica ningún adyuvante logró una variación de esta variable con respecto al testigo sin adyuvante. Cunha et al. (2010a) evaluó las características físico químicas de soluciones con distintos adyuvantes, encontrando que algunos de los mismos aumentaron la conductividad eléctrica a excepción de los productos alquil fenol poliglicol éter, nonil fenol polietileno glicol éter, éter poliglicólico de monilfenol y ésteres de ácidos grasos.

En todas las combinaciones con y sin adyuvante se encontró un incremento en la conductividad eléctrica al aumentar la temperatura (Cuadro 8). Esto era esperable ya que la relación entre el cambio de la conductividad en función de la temperatura varía con la naturaleza y la concentración del electrolito (Universidad de Valencia, 2009). Los mismos factores mencionados anteriormente que provocan una variación del pH por la modificación de la temperatura, afectan la conductividad eléctrica.

Cuadro 8. Efecto de la temperatura para cada mezcla insecticida con adyuvante para la variable conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$)

Adyuvante	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)			
	10	20	30	40
-	0,36 B	0,42 AB	0,46 A	0,47 A
Aceite Vegetal	0,33 B	0,43 AB	0,46 A	0,46 A
No Iónico	0,34 C	0,41 B	0,45 AB	0,49 A
Aceite Mineral	0,34 C	0,42 B	0,44 AB	0,49 B
Siliconado	0,37 C	0,39 BC	0,45 AB	0,49 A

Las letras comparan el efecto de la mezcla en cada temperatura (Tukey al 5%)

Con respecto a la tensión superficial la única mezcla que logró una reducción significativa de esta variable con respecto al testigo sin agregado de adyuvante para todas las temperaturas evaluadas fue la combinación con siliconado. Esto era esperable ya que los adyuvantes siliconados tienen una mayor capacidad de reducir la tensión superficial del caldo de aspersión que otros tensoactivos como los no iónicos (Penner, 2000) y coinciden con los resultados obtenidos por Ferrari et. al. (2017) donde Silwet L-77 fue el adyuvante con mayor reducción de la tensión superficial a menor dosis.

Las modificaciones en las variables pH y tensión superficial por el agregado de adyuvantes coinciden con los resultados de Cunha y Alves (2009), quienes encontraron que el pH, la tensión superficial y la viscosidad fueron las propiedades más sensibles a la adición de adyuvante.

La tensión superficial se redujo en todos los tratamientos con el aumento de la temperatura de 10 a 20 $^{\circ}\text{C}$ (Cuadro 9), luego incrementó con la temperatura de 30 $^{\circ}\text{C}$ y se redujo nuevamente con la temperatura de 40 $^{\circ}\text{C}$ (Figura 3).

La reducción de la tensión superficial con el incremento de la temperatura era esperable ya que la tensión de la superficie es causada por los efectos de las fuerzas intermoleculares en la interface, depende de la naturaleza del líquido, el entorno y la temperatura. En general, la tensión superficial disminuye cuando la temperatura aumenta porque las fuerzas de cohesión disminuyen con un aumento de la actividad térmica molecular (University of Florida, 2017).

Cuadro 9. Interacción mezcla insecticida con adyuvante x temperatura para la variable tensión superficial (dinas/cm)

Adyuvante	Temperatura (°C)			
	10	20	30	40
-	58,42 Aa	41,11 Cb	50,93 Ba	42,61 Cab
Aceite				
Vegetal	53,11 Abc	41,85 Bab	49,75 Aab	40,19 Bbc
No Iónico	57,05 Aab	44,45 Cab	49,81 Bab	40,33 Cbc
Aceite				
Mineral	58,74 Aa	46,46 Ca	52,90 Ba	45,34 Ca
Siliconado	48,54 Ac	40,84 Bc	46,20 Ab	37,23 Bc

Las letras mayúsculas comparan el efecto de la temperatura para cada adyuvante y letras minúsculas comparan el efecto de los adyuvantes dentro de cada temperatura (Tukey al 5%)

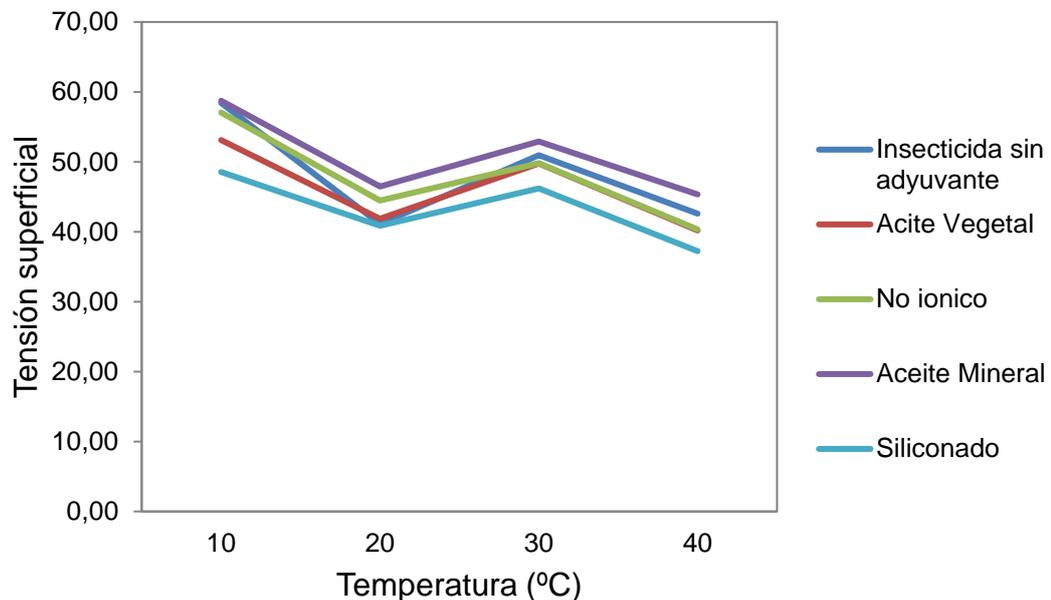


Figura 3. Variación de la tensión superficial con la temperatura

Las interacciones mezcla de insecticida con adyuvante x temperatura encontradas para las variables pH y tensión superficial, coinciden con los resultados de Cunha et al. (2010a), quienes encontraron interacción significativa adyuvante x temperatura para la viscosidad, pH y tensión, indicando la dependencia entre estos factores. Estos autores encontraron que los distintos adyuvantes evaluados modificaron el pH, la conductividad eléctrica y la viscosidad en comparación con el agua. La temperatura promovió la reducción de la viscosidad en todas las soluciones evaluadas. En cuanto a la tensión superficial la temperatura afectó de manera diferencial a cada coadyuvante evaluado, para el copolímero poliéter polimetil y para los ésteres de ácidos grasos como el glicerol, no se alteró la tensión superficial con la temperatura, mientras que en el resto de los productos evaluados así como en el agua la tensión superficial aumentó con la disminución de la temperatura (Cunha et al., 2010a).

3.2. RESULTADOS DE EXPERIMENTO DE CAMPO

3.2.1. Cuantificación deposición del trazador

Se analizó la deposición del trazador por estrato del cultivo, única variable en la que se encontraron diferencias significativas. No se encontraron diferencias significativas en las variables momento de aplicación y adyuvante, así como tampoco entre las interacciones momento de aplicación y adyuvante ni adyuvante y estrato (Cuadro 10).

Cuadro 10. Resumen de efectos principales del análisis de varianza y sus interacciones para la variable deposición de Azul Brillante ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

Efecto	Valor de F	P>F
Bloque	3,99	0,0367
Momento (Mom)	2,1	0,1648
Adyuvante (Ady)	0,28	0,8853
Estrato (Est)	39,11	<,0001
Mom*Ady	1,77	0,1796
Ady*Est	0,4	0,8092

La deposición en las condiciones más limitantes (temperatura 28 °C; HR 39%) no difirió de la que se obtuvo en las condiciones menos limitante (Cuadro 11). La velocidad de evaporación depende de la humedad relativa, del aumento de la temperatura del aire y de la velocidad del viento. Cuando la Humedad Relativa es de 40 % no se recomiendan realizar aplicaciones con temperaturas superiores a 30 °C (Etiennot y Piazza, 2010). Considerando estos valores las condiciones de aplicación no fueron tan extremas para la deposición, lo cual puede explicar que no se hayan encontrado diferencias en la deposición en los dos momentos evaluados.

Estos resultados son contrarios a los obtenidos por López (2013), donde en condiciones de 36 °C y 45 % de HR (condiciones limitantes) al momento de la aplicación la deposición sobre los folíolos de soja fue 18% inferior a la cuantificada para la aplicación con 27 °C y 73 % de temperatura y humedad relativa, respectivamente.

Cuadro 11. Deposición de trazador Azul Brillante según momento de aplicación

Momento de Aplicación	Concentración $\mu\text{g}/\text{cm}^2$	CV (%)
Limitante	7,60	8,50
No Limitante	6,28	10,30

Por otra parte, tampoco los adyuvantes lograron mejorar la deposición del insecticida aplicado solo. Ninguno de los adyuvantes evaluados determinó mejoras en la deposición (Figura 4).

Más allá de que la interacción momento de aplicación x adyuvante no fue significativa, se presentan los valores de deposición, donde se observa que, con excepción de la mezcla con adyuvante siliconado, en todas las combinaciones con adyuvantes la deposición fue superior al testigo sin adyuvante en condiciones limitantes. Esta tendencia no se observó en condiciones no limitantes (Figura 5).

Esta tendencia difiere de la encontrada por López (2013), quien encontró una tendencia a mayor deposición en condiciones de alta temperatura y baja humedad relativa con el agregado de adyuvante siliconado en comparación con el aceite, aunque no encontró significancia en dicho efecto.

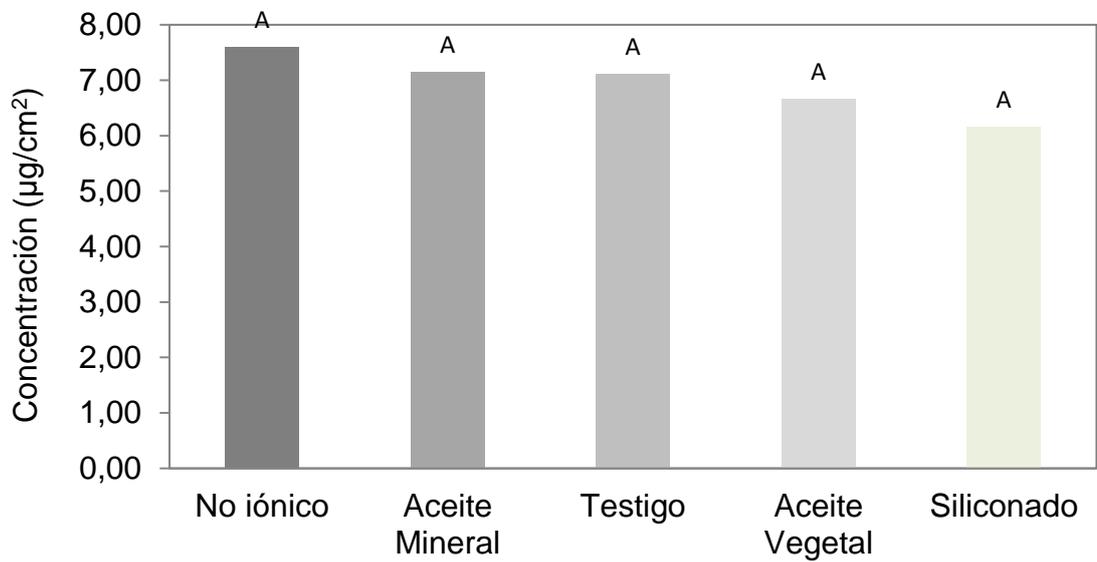


Figura 4. Concentración de Azul Brillante según adyuvante

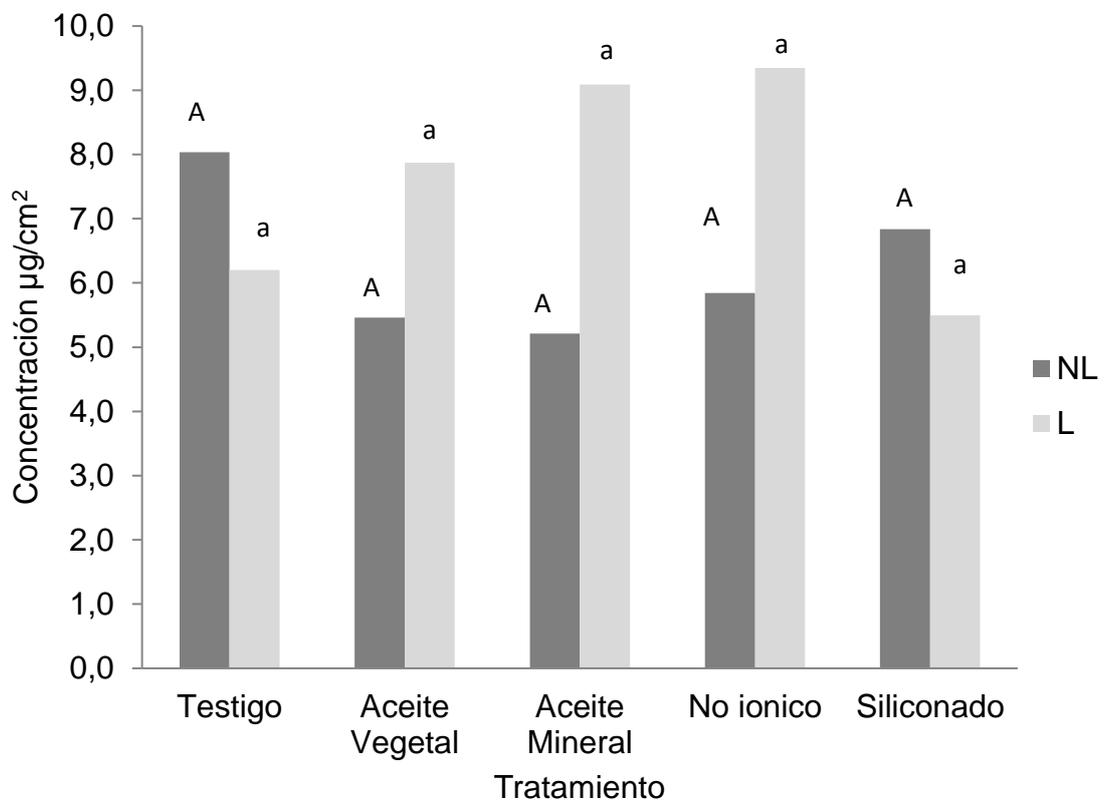


Figura 5. Concentración de Azul Brillante según adyuvante y momento de aplicación

La distribución de la deposición en los estratos del cultivo sí resultó significativamente diferente, siendo la concentración del trazador Azul Brillante en el estrato superior 113 % mayor que la del estrato inferior (Figura 6).

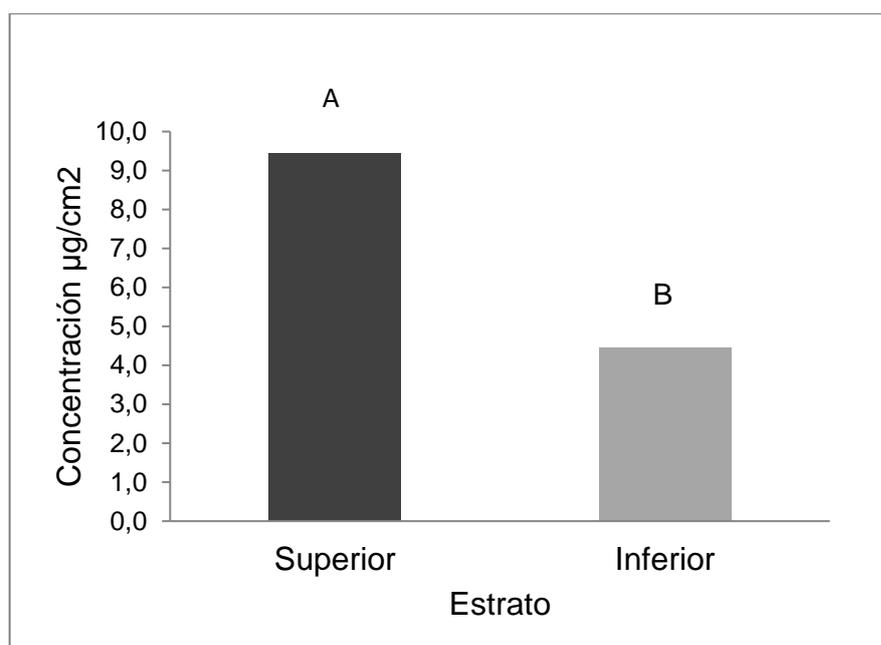


Figura 6. Concentración trazador Azul Brillante según estrato del cultivo

A pesar de que la interacción mezcla de insecticida con adyuvante x estrato no es significativa, en el estrato superior del cultivo la deposición de las mezclas con tensoactivo no iónico fue de 17 % mayor que la deposición en el testigo, mientras que en las combinaciones con siliconado la deposición en el estrato superior fue 13 % menor al testigo (Figura 7).

Más allá de las diferencias en la deposición entre estratos, se debe considerar que para lograr un control exitoso de lepidópteros el insecticida debe alcanzar los estratos medios y bajos del cultivo de soja. Wisch et al. (2012a), demostraron que las lagartas pequeñas de *A. gemmatilis* se concentran en la parte media e inferior del canopeo de soja, mientras que las

lagartas de tamaño medio y grande tienen una distribución uniforme en el canopeo. En el caso de *R. nu* las lagartas menores a 1,5 cm se encuentran principalmente en los estratos medios y bajos del canopeo de la planta mientras que las lagartas medias y grandes se distribuyen en los tres estratos del cultivo (Wisch et al. 2012b).

En el estrato inferior ninguno de las mezclas con adyuvantes logró mejorar la deposición con respecto al testigo sin adyuvante, por el contrario, todos tuvieron una reducción en la deposición. Estos datos coinciden con los obtenidos por Landim et al., (2017), quienes no encontraron diferencias en la deposición de Azul Brillante en el tercio medio entre los adyuvantes aceite mineral y aceite vegetal en ensayos realizados en el cultivo de soja.

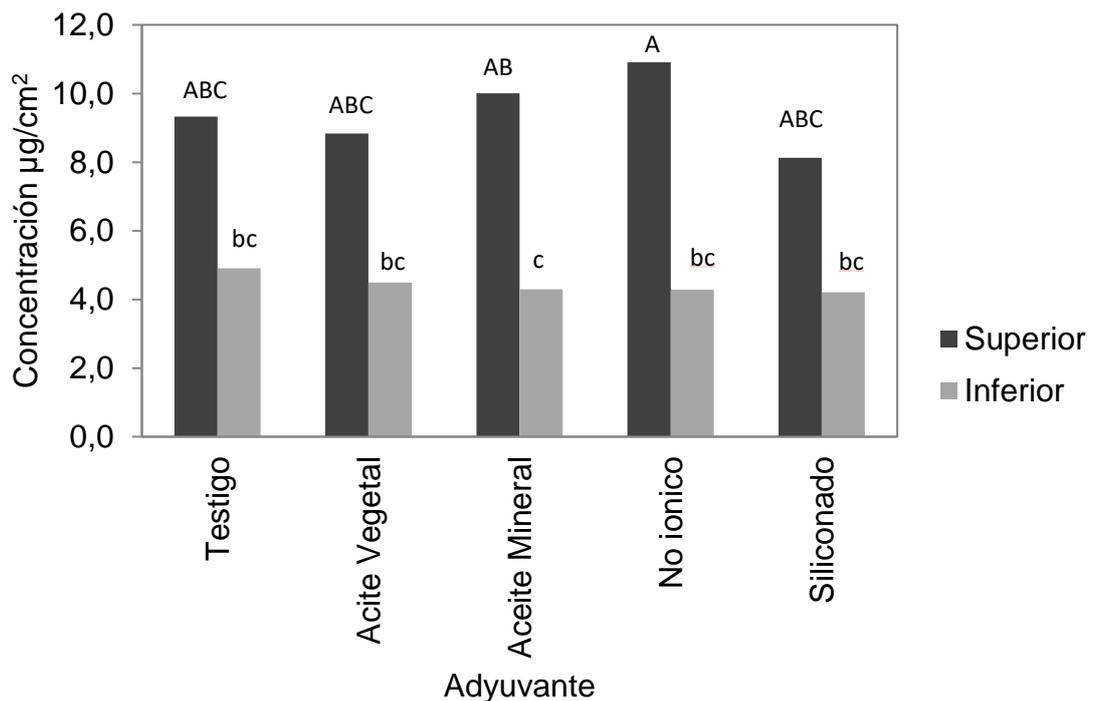


Figura 7. Deposición de trazador Azul Brillante según adyuvante y estrato de cultivo

3.2.2. Caracterización de la población de gotas

En lo que respecta al tamaño de gotas, los tratamientos con tensoactivo no iónico y aceite mineral, fueron los que obtuvieron mayores valores de diámetro volumétrico mediano (DVM). Todos estos tratamientos tuvieron valores de DVM superior a 450 μm , siendo el tratamiento con tensoactivo no iónico el que tuvo un mayor valor (585 μm) (Cuadro 12). Considerado la clasificación ASAES-572, resulta que la mitad del volumen aplicado en estos tratamientos tuvieron gotas extremadamente gruesas. Goede et. al., (2017), evaluaron la población de gotas en condiciones de laboratorio a tres presiones de trabajo diferentes y encontraron que el tratamiento con adyuvante siliconado (Silwett) fue uno de los tratamientos con mayor DVM, lo cual no coincide con lo encontrado en el presente estudio.

Cuadro 12. Resultados de la caracterización de población de gotas según adyuvante

Tratamiento	DMV (μm)	Amplitud Relativa	PRD (% \leq 150 μm)
Testigo	444	1,15	0,6
Aceite vegetal	423	1,35	1,5
Aceite mineral	524	1,15	0,7
No iónico	585	1,05	0,5
Siliconado	484	1,05	1,1

La mezcla insecticida con aceite vegetal, así como el testigo sin adyuvante, fueron las combinaciones con menor diámetro volumétrico mediano (DVM) (Cuadro 12). Según la norma ASAES-572, la mitad del volumen de aplicación en estos tratamientos tiene un tamaño de gota gruesa. Goede et al., (2017), encontraron que el tratamiento con aceite vegetal (Oleo Vegetal Nortox) tuvo valores de DVM superiores a los tratamientos de

adyuvante no iónico (Agral) y aceite mineral (Assist), pero debe considerarse que el aceite vegetal utilizado fue un aceite metilado de soja. Cuando se esterifican los aceites vegetales pueden ser tan o más efectivos que los aceites de petróleo o tensoactivos no iónicos (Kirkwood, 1993).

Si se analizan los valores de amplitud relativa obtenidas en las distintas mezclas, se observa que todas tuvieron valores próximos a 1, indicando que la heterogeneidad de la población de gotas fue similar en todos los tratamientos y relativamente importante. La mezcla con aceite vegetal, seguido del testigo sin adyuvante y el tratamiento con aceite mineral fueron las combinaciones con valores mayores de esta variable (Cuadro 12).

Para determinar el riesgo de deriva de las distintas mezclas se calculó el Porcentaje de Riesgo de Deriva (PRD), que considera el porcentaje de volumen aplicado en gotas menores a 150 μm . El Aceite vegetal, seguido por el siliconado, fueron los adyuvantes que tuvieron un valor más alto de PRD, aunque son valores relativamente bajos, próximos a 1%. Por lo tanto, se puede considerar que en ninguna de las mezclas el riesgo de deriva fue alto.

A través de las variables analizadas se puede observar que todos los tratamientos tuvieron un tamaño de gota gruesa, con poblaciones de gotas relativamente homogéneas y un riesgo bajo de deriva. Se debe considerar que el espectro de tamaños de gota dado por una determinada presión depende del diseño de la boquilla, de las propiedades físicas del caldo de aplicación y de la interacción entre ambos factores (Stainier et al., 2006). La aplicación en este ensayo fue realizada con mochila de CO_2 con boquillas TT11001 con un volumen de aplicación de 100 L/ha y una presión de trabajo de 2 bars, por lo cual era esperable lograr poblaciones de gotas medias, más allá de las diferencias entre adyuvantes.

El aceite vegetal seguido por el adyuvante siliconado fueron las mezclas que tuvieron los valores más bajos de DVM y mayor porcentaje de riesgo de deriva. En contraposición, el adyuvante no iónico fue el que tuvo

valores de DMV mayores, menor heterogeneidad en la población de gotas, así como menor riesgo de deriva. Los tamaños de gotas de las distintas combinaciones están relacionados con las variaciones de la tensión superficial en los distintos productos. La viscosidad y la tensión superficial son propiedades intrínsecas de los líquidos que afectan la formación de gotas durante la atomización (Sundaram y Retnakaram, 1987). La tensión superficial es una medida de la fuerza requerida para formar una superficie nueva, y por lo tanto líquidos con grandes tensiones superficiales tienden a resistir la formación de pequeñas gotas durante la atomización (Sundaram y Retnakaram, 1987). El aceite mineral seguido por el adyuvante no iónico fueron los adyuvantes con menor reducción de la tensión superficial, siendo también los que obtuvieron tamaños de gotas mayores; mientras que el adyuvante siliconado fue el de menor tensión superficial y obtuvo tamaño de gotas menores.

Considerando estos resultados de la caracterización de las poblaciones de gotas, se esperaría que en condiciones limitantes se pudieran expresar las ventajas de aplicaciones con gotas más gruesas por reducción del riesgo de evaporación y deriva. Sin embargo, esto no se pudo comprobar en las condiciones de aplicación evaluadas ya que no se encontraron diferencias significativas en la deposición entre los distintos adyuvantes evaluados. Como se mencionó anteriormente probablemente la temperatura al momento de aplicación en condiciones limitantes no fue altamente limitante, por lo cual la evaporación quizás no fue muy importante, no pudiéndose expresar las ventajas del uso de gotas gruesas.

Con respecto a la densidad de impactos, todos los tratamientos adyuvantes lograron un mayor número de impactos por superficie que el testigo insecticida sin adyuvante (Figura 8).

Los insecticidas y fungicidas de contacto requieren una cobertura mínima de 50 impactos/cm², mientras que para insecticidas y fungicidas

sistémicos se requiere una cobertura de 20 a 30 impactos/cm² (Leiva, 1996). En el caso de los insecticidas utilizados, tanto clorpirifos como lambdacialotrina, son activos que actúan por contacto e ingestión (Cortés et. al, 2012), por lo tanto se deberían lograr como mínimo 20 a 30 impactos/cm² para lograr una buena eficiencia de ambos insecticidas. Considerando estos valores, en todos los tratamientos se logró esta cobertura.

En la comparación de los adyuvantes, el tensoactivo no iónico y el aceite vegetal, fueron los tratamientos que lograron menor cobertura. La diferencia entre la cobertura del tratamiento con tensoactivo no iónico con el tratamiento con aceite mineral llaman la atención porque los parámetros evaluados de población de gotas entre estos tratamientos son similares, por lo que no se esperaban estas diferencias en los análisis de cobertura. Se debe considerar que los análisis con tarjetas hidrosensibles pueden tener un margen de error importante que pueden llevar a resultados inconsistentes.

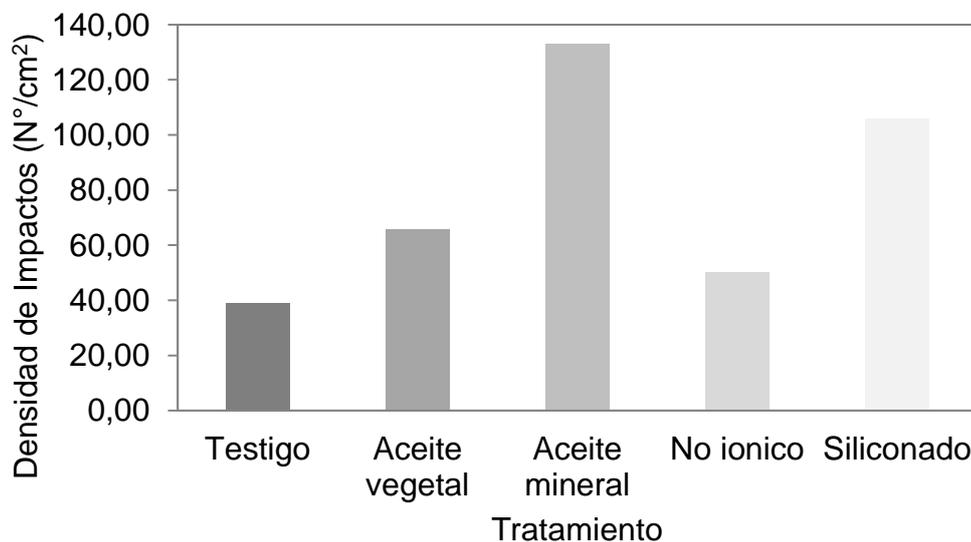


Figura 8. Densidad de impactos según tratamiento

3.2.3. Evaluación del control de lagartas

La población media de lagartas de *A. gemmatalis* y *R. nu* al momento de la aplicación fue de 19,2/m. Es una población alta de lagartas si se considera que el umbral de daño para lagartas defoliadoras en soja en estados reproductivos para soja grupo madurez V es de 10 lagartas por metro (Massaro, 2008).

Se encontraron diferencias significativas en el número de lagartas totales por metro, 1 día después de la aplicación entre el testigo sin aplicación y los tratamientos insecticidas con y sin adyuvantes. No se encontraron diferencias significativas en esta variable en los distintos momentos de aplicación (condiciones limitantes y no limitantes), así como tampoco hubo diferencias significativas entre adyuvantes ni en la interacción adyuvante con momento de aplicación (Cuadro 13).

Los resultados del análisis de varianza del número de lagartas por metro a los 3 y 9 días posteriores a la aplicación no se muestran ya que el modelo no converge. Esto se debe a que todos los tratamientos evaluados lograron controles eficientes de las lagartas, lo que hace que hubiera muchas observaciones con valor cero que no permitieron ajustar el modelo.

Cuadro 13. Resumen de efectos principales del análisis de varianza para la variable No. de lagartas totales por metros y sus interacciones

Efecto	Día 0		Día 1	
	F Value	P- valor	F Value	P- valor
Bloque	9,48	0,0013	0,78	0,4697
Testigo	0,50	0,4896	138,84	<,0001
Momento (Test)	0,32	0,5796	0,00	0,9824
Adyuvante (Test)	0,62	0,6523	0,91	0,4748
Mom*Ady (Test)	0,61	0,6599	0,24	0,9099

El control 1 día posterior a la aplicación de todos los tratamientos con insecticida, con y sin el agregado de adyuvante fue muy alto, en promedio 91,9 % (Figura 9). Estos altos niveles de control inicial eran esperados ya que la aplicación de productos neurotóxicos como el clorpirifos y piretroides como la lambdacialotrina, causan una rápida disminución de la población de orugas por su gran poder de volteo. Giuggia et al.,(2011), obtuvieron un 76,5% de control de lagartas defoliadoras en soja con clorpirifos.

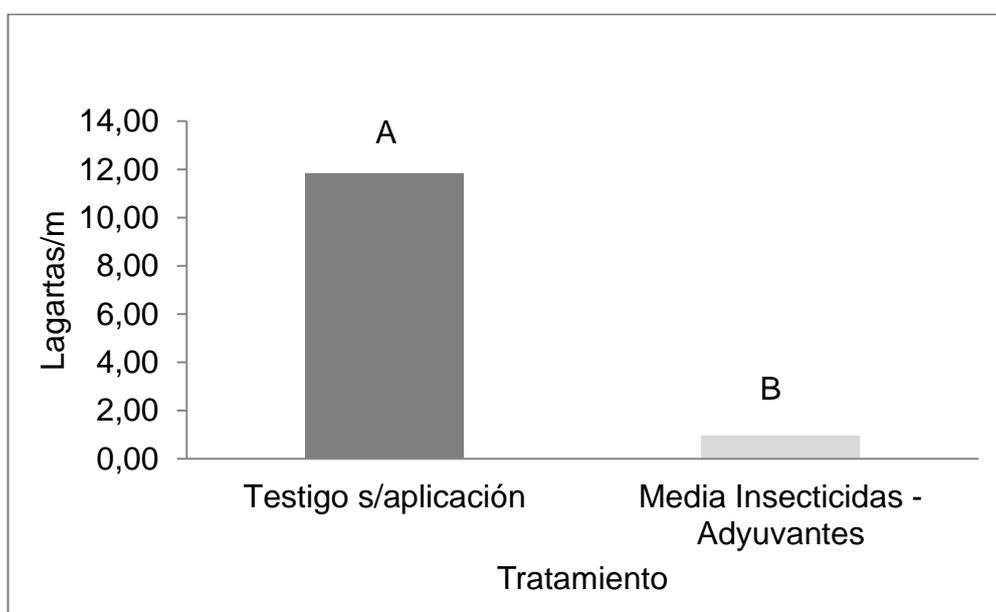


Figura 9. Número de lagartas totales 1 DDA tratamientos insecticidas (Engeo + Lorsban) vs. testigo sin aplicación

Todas las combinaciones realizadas de insecticidas y adyuvantes en los dos momentos de aplicación evaluados no tuvieron diferencias en el control de lagartas 1 día después de la aplicación y no se encontraron diferencias entre las mezclas de adyuvantes con respecto al tratamiento con insecticida sin adyuvante (Figura 10). El tratamiento insecticida sin adyuvante, al estar compuesto por una mezcla de 3 activos muy potentes, logró controles

muy eficientes por lo cual es esperable que no se logren mejorar dichos controles con el agregado de adyuvante.

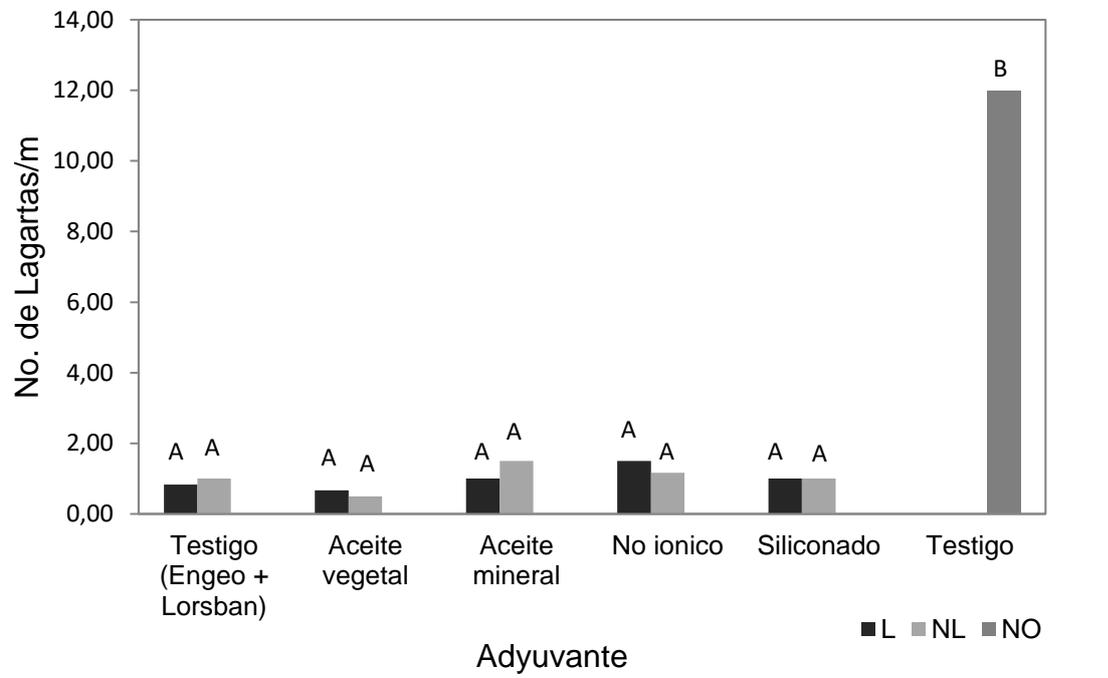


Figura 10. Número de lagartas totales por metro según adyuvante y condiciones de aplicación (limitantes y no limitantes) 1 día después de la aplicación

En todos los tratamientos, en ambas condiciones ambientales, el control incrementó después del tercer día de aplicación, llegando a los 9 días posteriores a la aplicación con valores de número de lagartas por metro de cero o muy próximo a este valor (Cuadro 14).

Cuadro 14. Media de lagartas totales según adyuvante y momento de aplicación

Momento	Tratamiento	No. de Lagartas Totales/m			
		Día 0	Día 1	Día 3	Día 9
L	Testigo (Engeo + Lorsban)	16,67	0,83	0,50	0,00
L	Aceite vegetal	21,67	0,67	0,50	0,00
L	Aceite mineral	20,33	1,00	0,17	0,00
L	No iónico	18,83	1,50	0,67	0,00
L	Siliconado	18,00	1,00	0,83	0,17
NL	Testigo (Engeo + Lorsban)	20,17	1,00	0,17	0,00
NL	Aceite vegetal	19,67	0,50	0,00	0,17
NL	Aceite mineral	19,33	1,50	0,33	0,00
NL	No iónico	15,00	1,17	1,17	0,33
NL	Siliconado	17,83	1,00	0,17	0,00
NO	Testigo	20,33	12,00	9,00	12,83

No se encontraron diferencias estadísticas en el control de lagartas entre las dos condiciones ambientales contrastantes evaluadas (Cuadro 15). En ambas condiciones el control de lagartas fue muy bueno en todos los tratamientos insecticidas con y sin adyuvantes. Estos resultados coinciden con los resultados de deposición encontrados en ambas condiciones ambientales, donde no se encontraron diferencias en la deposición de Azul Brillante entre condiciones ambientales limitantes y no limitantes. Como se mencionó anteriormente, las condiciones en el momento de aplicación clasificado como limitante no fueron extremas en cuanto a temperatura, por lo cual esto puede explicar que no se hayan encontrado diferencias en la deposición de Azul Brillante así como en el control de lagartas entre ambos momentos de aplicación.

Cuadro 15. Número de lagartas totales según momento de aplicación

Momento de Aplicación	No. de Lagartas/m			
	Día 0	Día 1	Día 3	Día 9
Condiciones Limitantes	19,10	1,00	0,53	0,03
Condiciones No Limitantes	18,40	1,03	0,37	0,10

Si se analiza el control de lagartas chicas (Larvas L1-L3) todos los tratamientos insecticidas con y sin adyuvantes lograron reducir significativamente el número de lagartas por metro 1 día después de la aplicación con respecto al testigo sin tratar (Figura 11). No se encontraron diferencias estadísticas entre el número lagartas por metro entre los tratamientos adyuvantes, ni se encontró interacción entre la variable adyuvante y momento de aplicación (Figura 12).

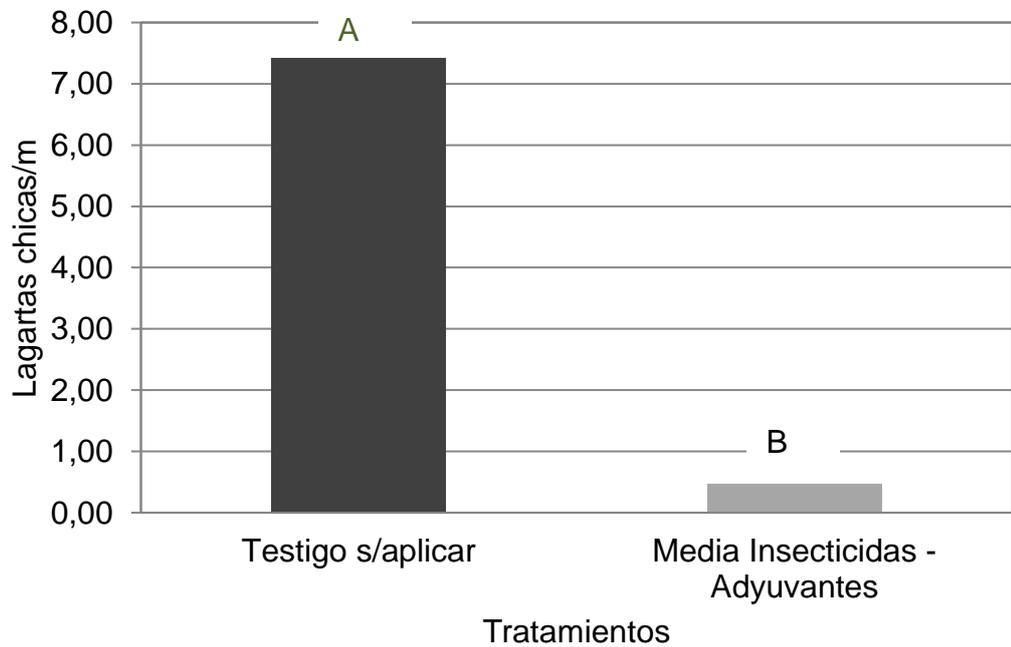


Figura 11. Media de lagartas chicas por metro 1 día después de la aplicación tratamientos vs testigo sin aplicación

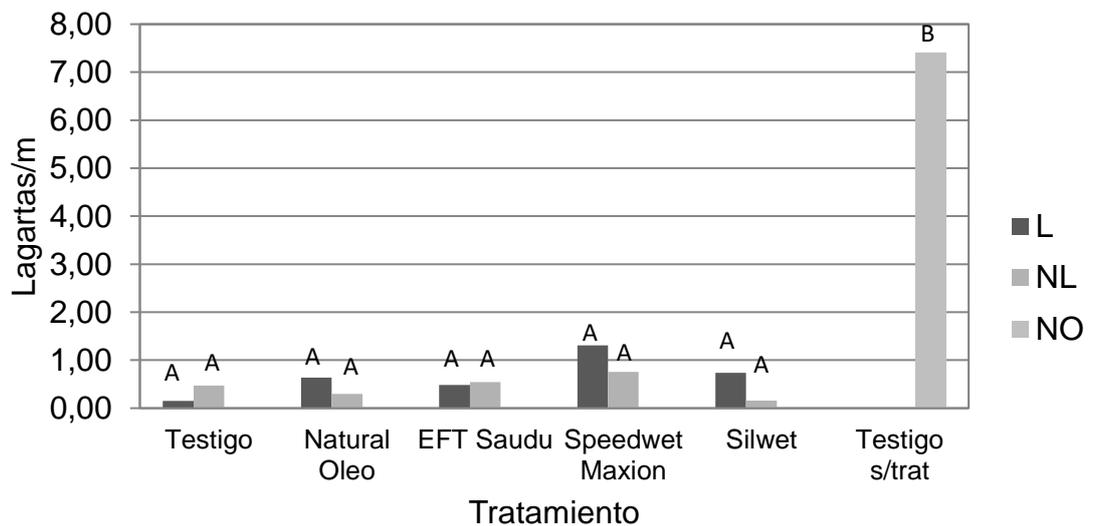


Figura 12. Media de lagartas chicas por metro 1 día después de la aplicación según tratamiento

En el caso de lagartas grandes (Larvas mayores a L3) el comportamiento fue similar al de lagartas chicas, todos los tratamientos insecticidas con y sin adyuvantes lograron reducir significativamente el número de lagartas por metro en comparación al testigo sin tratar un día después de la aplicación (Figura 13). No se encontraron diferencias significativas en el control de lagartas entre los distintos tratamientos adyuvantes ni hubo interacción entre las variables, adyuvante y momento de aplicación (Figura 14).

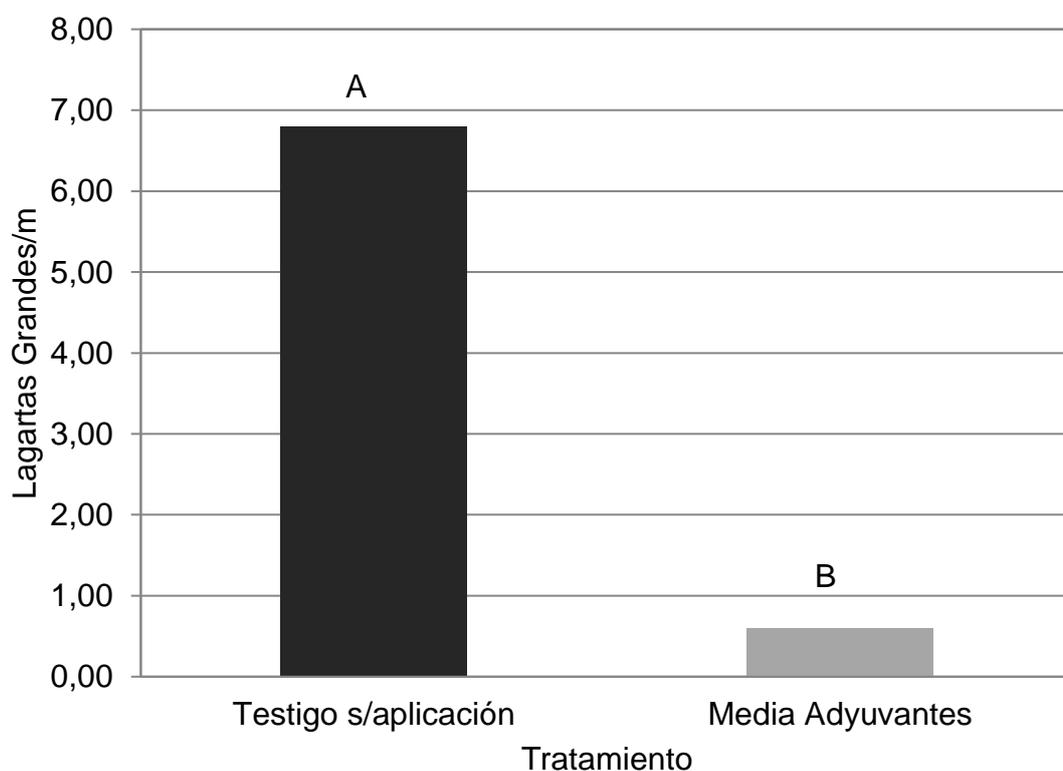


Figura 13. Media de lagartas grandes por metro 1 día después de la aplicación tratamientos vs testigo si aplicación

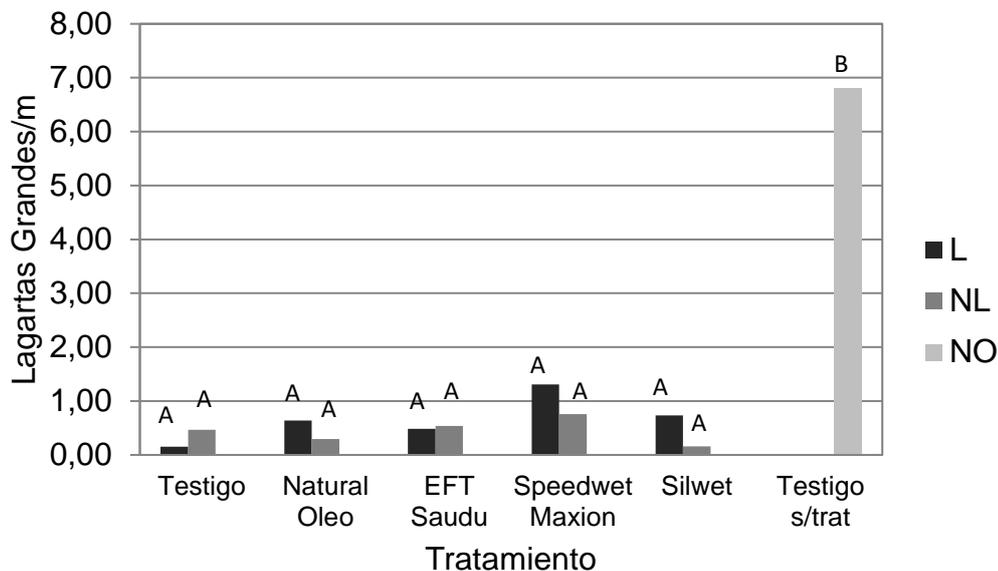


Figura 14. Media de lagartas grandes por metro 1 día después de la aplicación según tratamiento

Existen varios estudios con evaluaciones de adyuvantes en el control de distintos insectos y los resultados son erráticos. Sazo et al. (2008) evaluaron el efecto del coadyuvante siliconado Break agregado a insecticidas en el control de *Pseudococcus viburni* en vid no encontrando un efecto positivo en el control. Pons et al. (1998), evaluaron el efecto de la utilización de coadyuvantes Latron B- 1956, Lantron AG-98 y Silwet L-77 a dosis comerciales en el control de *Cydia pomonella* en manzanas. No obtuvieron diferencias significativas entre los distintos coadyuvantes utilizados en el porcentaje de cobertura del tratamiento, en la mortalidad larvaria ni en la persistencia. Palumbo (2002) evaluó el efecto de adyuvantes en la eficiencia del insecticida Spinosad en lechuga y melón. Los adyuvantes evaluados fueron un aceite vegetal concentrado (Agridex), una mezcla de aceite vegetal y un organosiliconado (Dyneamic), un organosiliconado (Kinetic) y un aceite vegetal concentrado (Agridex). En los ensayos realizados en melón se encontró que la mayor mortalidad de insectos adultos se encontró en el tratamiento del insecticida sin adyuvante pero en los tratamientos con

adyuvantes se encontró mayor mortalidad larvaria y protección de las hojas en comparación con el tratamiento de insecticida aplicado solo. En los ensayos realizados en lechuga no se encontró un mayor control de trips en los tratamientos de insecticida con adyuvantes en comparación con el tratamiento de insecticida solo (Palumbo, 2002).

Los resultados obtenidos en el control de lagartas de los distintos tratamientos adyuvantes, en ambas condiciones de aplicación, no se correlacionan con los resultados obtenidos de deposición de Azul Brillante. Los coeficientes de determinación (R^2) entre las dos variables para ambos momentos fueron muy bajos (Figuras 15 y 16). Si bien la correlación entre ambas variables no fue buena, en condiciones limitantes el tratamiento con siliconado fue el que obtuvo menor deposición de azul brillante y fue el que tuvo mayor número de lagartas total por metro 1 día después de la aplicación.

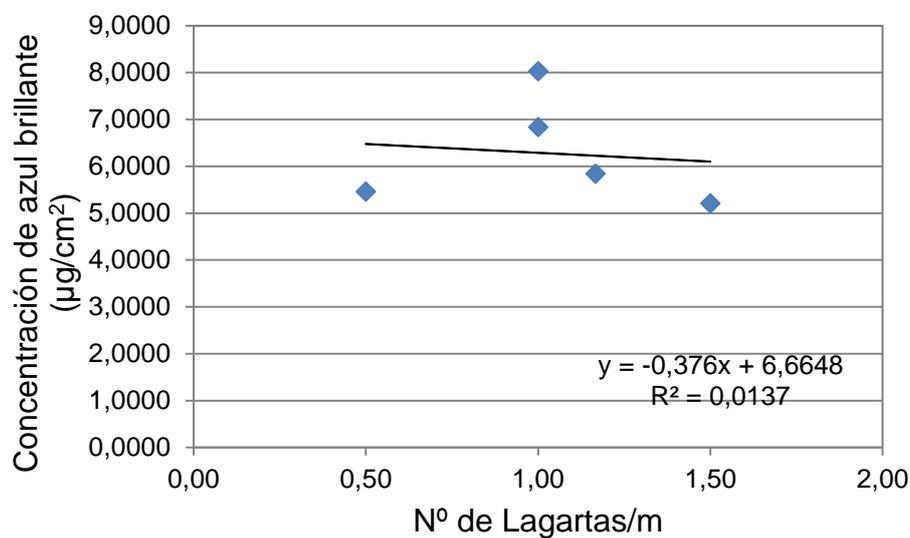


Figura 15 Correlación entre concentración de azul brillante y número de lagartas por metro en condiciones ambientales no limitantes

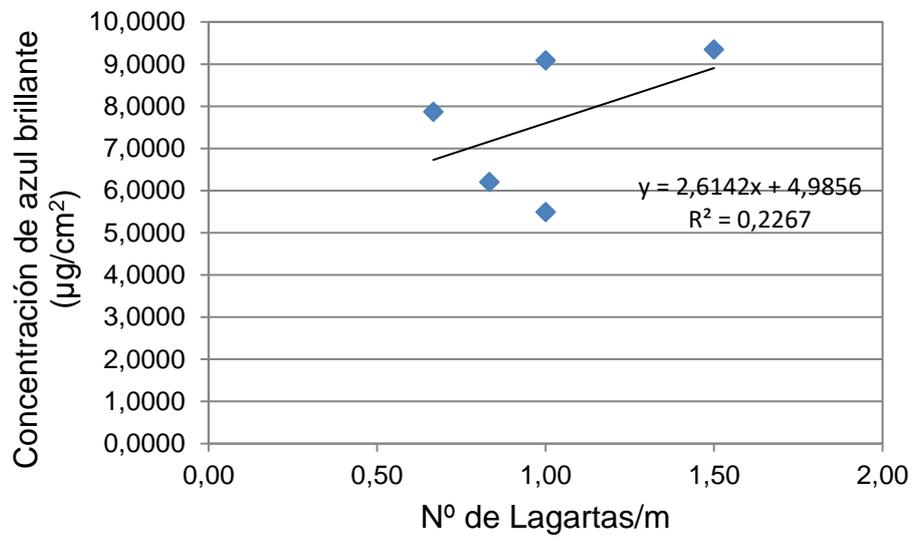


Figura 16. Correlación entre concentración de Azul Brillante y número de lagartas por metro en condiciones ambientales limitantes

4. CONCLUSIONES

Los resultados indicaron que los adyuvantes modificaron las propiedades físicas del caldo de aplicación. Todos los adyuvantes evaluados redujeron el pH del caldo de aplicación respecto al testigo insecticida sin adyuvante. El adyuvante siliconado fue el único que redujo la tensión superficial respecto al testigo insecticida sin adyuvante en todas las temperaturas evaluadas.

Para las condiciones meteorológicas evaluadas, no se obtuvo efecto de los adyuvantes evaluados en la deposición sobre el canopeo de soja. La única diferencia observada en la deposición fue entre estratos, siendo la deposición en el estrato superior del cultivo 113% mayor a la del estrato inferior.

Tampoco se encontraron mejoras en la eficiencia de control de lagartas por el agregado de adyuvantes para estas condiciones ambientales evaluadas.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Barron J, Ashton C, Geary L. 2005. The Effects of Temperature on pH Measurement. Technical Services Department, Reagecon Diagnostics [En línea]. 4 noviembre 2017. https://reagecon.com/pdf/technicalpapers/Effects_of_Temperature_on_pH_v4-TSP-01-2.pdf
- Bentancourt CM, Scatoni IB. Guía de Insectos y Ácaros de importancia agrícola y forestal en Uruguay. 3ra Edición. Montevideo: Facultad de Agronomía. 582 p.
- Board JE, Wier AT, Boethel DE. 1994. Soybean yield reductions caused by defoliation during midid to late Seed filling. *Agronomy Journal*, 86 (6): 1074-1079.
- Browde JA, Pedigio LP, Owen MDK, Tylka GL. 1994. Soybean Yield and Pest Management as Influenced by Nematodes, Herbicides, and Defoliating Insects. *Agronomy Journal*, 86: 601-608.
- Castillo B. 2010. Formulación de agroquímicos para el control de plagas. En: Tecnología de aplicación de agroquímicos. CYTED. INTA Alto Valle. 1ª Edición. 55-65.
- Cortés E, Roggero M, Moreno M. 2012. Evaluación de distintos insecticidas para el control de *Plutella xylostella* (L). (polilla de las coles) em el cultivo de colza (*Brassica napus* L.). Hoja de información técnica No. 19. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) UEE San Francisco. 5p.
- Cunha JPAR, Alves G, Reis EF. 2010a. Efeito da Temperatura nas Características Físico-químicas de Soluções Aquosas com Adjuvantes de uso Agrícola. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, 28 (3): 665-672.

- Cunha JPAR, Teixeira MM, Castillo B, Rodríguez G. 2010b. Formulación de agroquímicos para el control de plagas. En: Tecnología de aplicación de agroquímicos. CYTED. INTA Alto Valle. 1ª Edición. 27-44.
- Cunha JPAR, Alves G. 2009. Características Físico-Químicas de Soluções Aquosas com Adjuvantes de uso Agrícola. *Interciencia*, 34 (9): 656-659.
- De Oliveira M, Cunha PAR, Bueno MR, Silva SM, Zandonadil CHS, ALVES TC. 2017. Características Físico-Químicas Da Calda de Pulverização com Uso de Adjuvantes Associados a Inseticida. En: Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação (VIII, 2017, Campinas/SP). Anais do VII SINTAG. Campinas S/P. Centro de Engenharia e Automação do Instituto Agrônômico (IAC) y Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais (FEPAF). 235-238.
- Deshmukh D, Madan M, Anand T, Ravikrishna R. 2012. Spray characterization of straight vegetable oils at high injection pressures. *Fuel* 97:879-883.
- Drees BM, Rice ME. 1985. The Vertical Beat Sheet: A New Device for Sampling Soybean Insects. *Journal of Economic Entomology*, 78 (6): 1507-1510.
- Etiennot A, Piazza A. 2010. Buenas Prácticas de Aplicación en Cultivos Planos Extensivos. Distancias a Zonas Urbanas, Criterios y Soluciones. *Acta Toxicológica Argentina*. 18 (2): 40-53.
- Ferrari JL, Del Bem Junior L, Anunciato VM, Gazola T, Bianchi L, Raetano CG. 2017. Uso de Adjuvantes na Redução da Tensão Superficial da Calda de Glifosato e Cletodim. En: Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação (VIII, 2017, Campinas/SP). Anais do VII SINTAG. Campinas S/P. Centro de Engenharia e Automação do Instituto Agrônômico (IAC)

y Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais (FEPAF). 183-186.

Gamundi JC. 1995. Evaluación de Técnicas de Muestreo de Insectos Plaga y Depredadores en Cultivos de Soja con Diferentes Sistemas de Siembra y Labranza. En: Para Mejorar la producción de Soja 5. Argentina. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) Oliveros. 71-76.

Giuggia JA, Crenna AC, Boito GT, Gerardo UA, Giovanini D. 2011. Eficiencia de control de "orugas defoliadoras" en soja (*Glycine max* L.), con insecticidas neurotóxicos y reguladores del crecimiento de los insectos. Revista Facultad UNCUYO (Universidad Nacional de Cuyo). 43 (1): 143-153.

Goede M, Alves Barbos TMR, Campos Masiero F, Mendes de Oliveira Neto A, Antuniassi U. 2017. Efeito da Pressão de Trabalho e Adjuvantes Agrícolas sobre o Espectro de Gotas Gerado Pela Ponta XR 100.02. En: Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação (VIII, 2017, Campinas/SP). Anais do VII SINTAG. Campinas S/P. Centro de Engenharia e Automação do Instituto Agrônômico (IAC) y Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais (FEPAF). 231-234.

Hazen JL. 2000. Adjuvants -Terminology, Classification, and Chemistry. Weed Technology, 17: 773-784.

Hui TJ, Ariffin MM, Tahir NM. 2010. Hydrolysis of Chlorpyrifos in Aqueous Solutions at Different Temperatures and pH. The Malaysian Journal of Analytical Sciences, 14 (2): 50 – 55.

Jiménez de Pablo E. Universidad Carlos III de Madrid. 2012. Determinación Experimental de Tensión Superficial del Agua en Cámara Micro-

reológica. [En línea]. 23 Setiembre 2017. <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/15895>

Kirkwood RC. 1993. Use and Mode of Action of Adjuvants for Herbicides: A Review of some Current Work. *Pesticide Science*, 39: 93-102.

Kogan M, Pérez A. 2003. Herbicidas. Fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Santiago de Chile. Ed. Universidad Católica de Chile. 333 p.

Landim TN, Alves GS, Marques MG, Silva SM, Cunha JPAR. 2017. Deposição por Pulverização na Cultura da Soja sob Diferentes Volumes de calda e Adjuvantes. En: Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação (VIII, 2017, Campinas/SP). Anais do VII SINTAG. Campinas S/P. Centro de Engenharia e Automação do Instituto Agrônômico (IAC) y Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais (FEPAF). 291-294.

Leiva PD. 1996. Calidad de Aplicación de Plaguicidas. En: Jornada de Control Químico de Enfermedades del Trigo (I, 1996, Centro Internacional de Capacitación INTA-CIMMYT). I Jornada de Control Químico de Enfermedades em Trigo para alta productividad. Buenos Aires, Argentina. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), Pergamino.1-15.

López F. 2013. Efecto de Tecnologías de Aplicación y Condiciones Meteorológicas en la Deposition para el Control de Lagartas de Soja. Paysandú, Uruguay. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. 1-72.

- Massaro RA. 2008. Plagas insectiles del cultivo de soja. En: Cuaderno actualización de Soja. Argentina. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) Oliveros. 63-70.
- Massaro RA. 2004. Tecnología para la Aplicación de Fungicidas Foliares en Soja con Equipos Terrestres. En: Para Mejorar la Producción 27, Soja campaña 2003/2004. Argentina. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) Oliveros. 83-92.
- Miller P, Westra P. 1996. Herbicide Surfactants and Adjuvants. Crop Serie Production Colorado State University. Colorado, EEUU. 559:1-3.
- Palladini LA, Raetano CG, Velini ED. 2005. Choice of Tracers for the Evaluation of Spray Deposits. Scientia Agricola, 62 (5):440-445.
- Palumbo JC. 2002. The Effects of Spray Adjuvants on the Insecticidal Activity of Success® (spinosad) on Lettuce and Melons. Vegetable Report University of Arizona, AZ1292 (P): 131-144.
- Penner D. 2000. Activator Adjuvants. Weed Technology, 14:785-791.
- Perotti E, Gamundi J.C. 2009. La importancia de saber proteger oportunamente las hojas del cultivo de soja. En: Para Mejorar la producción de Soja 42. Argentina. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) Oliveros. 113-117.
- Pons S, Avilla J, Riedl H.1998. Efecto del momento de aplicación, utilización de coadyuvantes y volumen de tratamiento en la efectividad de tebufenocida para el control de *Cydia Pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). Boletín Sanidad Vegetal. Plagas. España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 24: 921-934.

- Ramsdale BK, Messersmith CG. 2001. Nozzle, Spray Volume, and Adjuvant Effects on Carfentrazone and Imazamox Efficacy. *Weed Technology*, 15: 485-491.
- Retamal N, Durán JM, Silveira JM, Corso IC. 2001. Manejo Integrado del Cultivo de la Soja. *Vida Rural*, 132: 20-23.
- Rodríguez N. 2005. Estrategias de intervención de tecnología en la aplicación de herbicidas. *Cosecha Gruesa*, 2005: 87-123.
- Rossini Pinto AC, Deléo Rodríguez TJ, Barbosa JC, Leite IC. 2004. Leaf Area Prediction Models for *Zinnia elegans* JACO, *Zinnia haagenana* Regel and Profusion Cherry. *Scientia Agricola*, 61(1):47-52.
- Sazo L, Araya JE, De la Cerda J. 2008. Efecto del Coadyuvante Siliconado e Insecticidas en el control del Chanchito blanco de la Vid, *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Ciencia e Investigación Agraria*, 35 (2): 215-222.
- Schonherr J, Baur P.1994. Modelling Penetration of Plant Cuticles by Crop Protection Agents and Effects of Adjuvants on their Rates of Penetration. *Pesticide Science*, 42: 185-208.
- Stainier C, Destain MF, Schiffers B, Lebeau F. 2006. Droplet Size Spectra and Drift Effect of two Phenmedipham Formulations and Four Adjuvants Mixtures. *Crop Protection*, 25: 1238–1243.
- Sugden S. 1924. The Variation of Surface Tension with Temperature and some Related Functions. *Journal of Chemical Society, Transactions*, 125: 42-41.

- Sundaram A, Retnakaran A. 1987. Influence of Formulation Properties on Droplet Size Spectra and Ground Deposits of Aerially-applied Pesticides. *Pesticides Science*, 20: 241-257.
- Teixeira M. Formulación de agroquímicos para el control de plagas. En: *Tecnología de aplicación de agroquímicos*. CYTED. INTA Alto Valle. 1ª Edición. 67-76.
- Universidad de Alicante (España). Facultad de Ingeniería Química. 2009. Tema 2: Fluidos Viscosos. 17 p. [En línea]. 5 enero 2018. <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/3623>.
- Universidad de Valencia (España). Facultad de Ciencias. 2009. Conductividad de las Disoluciones Electrolíticas. 1-8. [En línea] 25 abril 2017. http://ocw.uv.es/ciencias/1-1/teo_conductividad_nuevo.pdf
- University of Florida. 2017. Surface Tension [En línea]. 4 setiembre 2017. http://fsz.ifas.ufl.edu/surfacetensionandcapillarity/html/en_tension.htm
- Villalba J, Hetz E. 2010. Formulación de agroquímicos para el control de plagas. En: *Tecnología de aplicación de agroquímicos*. CYTED. INTA Alto Valle. 1ª Edición. 45-54.
- Wisch LN, Ruthes E, Oliveira MCN, Sosa-Gómez DR. 2012a. Distribuição Vertical de Ovos e Lagartas de *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) na Cultura da Soja. En *Congresso Brasileiro de Soja (VI, 2012, Cuiabá, Brasil)*. 4p.
- Wisch LN, Ruthes E, Oliveira MCN, Sosa-Gómez DR. 2012b. Distribuição Vertical de Ovos e Lagartas de Plusinae (Lepidoptera: Noctuidae) na Cultura da Soja. En *Congresso Brasileiro de Soja (VI, 2012, Cuiabá, Brasil)*. 4p.

**EFFECTO DE ADYUVANTES ADICIONADOS A MEZCLA DE
INSECTICIDAS EN LA DEPOSICIÓN Y CONTROL DE LAGARTAS
DEFOLIADORAS EN CULTIVO DE SOJA**

RESUMEN

El agregado de adyuvantes al caldo de pulverización provoca interacciones con los productos fitosanitarios y las condiciones ambientales, pudiendo tener efectos sobre la eficacia de los fitosanitarios. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del agregado de adyuvantes en la deposición y eficiencia de la mezcla de insecticidas Thiametoxam 28.2 g ia/ha + Lambda cialotrina 21.2 g ia/ha y clorpirifos 288 g ia/ha en cultivo de soja para aplicaciones en condiciones meteorológicas contrastantes. Los adyuvantes evaluados fueron, aceite vegetal, aceite mineral, no iónico y siliconado y un testigo sin adyuvante. El diseño fue de bloques completos al azar con 3 repeticiones con un arreglo factorial incompleto, siendo los tratamientos la combinación del uso de adyuvantes y condiciones meteorológicas contrastantes (23.5 °C y 71% de humedad relativa vs 28 °C y 39% de humedad relativa) + un testigo sin aplicación. Se evaluó la deposición en hojas de soja y la eficiencia de control de lagartas de diferentes estadios de crecimiento. No se encontraron diferencias entre las condiciones meteorológicas evaluadas, así como entre las combinaciones insecticidas adyuvante, solo se encontró diferencias en la deposición entre estratos. Todos los tratamientos lograron controles muy altos (91,9%), no encontrándose diferencia entre las combinaciones insecticidas adyuvantes, ni entre las dos condiciones meteorológicas evaluadas.

Palabras clave: Adyuvante, momento de aplicación, deposición.

INTRODUCCIÓN

La incidencia de insectos defoliadores en el cultivo de soja puede determinar pérdidas de rendimiento, consecuencia de la defoliación que determinan pérdida de área foliar y sus efectos subsecuentes sobre la planta, menor intercepción de luz, menor capacidad fotosintética, pérdida del material almacenado en la hoja y acortamiento del período de llenado de grano (Board *et al.*, 1994). La reducción del área foliar se produce a través de perforación de agujeros de tamaño pequeño a medio y luego en poblaciones elevadas, consumiendo la hoja entera, mientras que los estadios iniciales se alimentan raspando el parénquima del envés del folíolo de la soja, dejando solamente la membrana superior (Retamal *et al.*, 2001).¹

La efectividad de las aplicaciones de insecticidas en cultivo de soja, al igual que la de cualquier tipo de fitosanitario, depende de múltiples factores, siendo las tecnologías de aplicación y las condiciones al momento de la aplicación y las interacciones entre ellos, los más relevantes.

La acción de los agroquímicos depende de los constituyentes del caldo de pulverización, aunque no sea el ingrediente activo, existen componentes que tienen la capacidad de mejorar la eficiencia de la aplicación (Cunha y Alves, 2009). Los adyuvantes se adicionan al caldo de aspersión con el objetivo de mejorar la actividad de los agroquímicos (Etiennot y Piazza, 2010).

¹ Artículo a publicar en revista Argrociencia México

Los más comunes son los tensoactivos no iónicos, que no se ionizan (Hazen, 2000). También existen diversas clasificaciones dentro de los tensoactivos en función de su composición química. Los adyuvantes organosiliconados comenzaron a aparecer en la escena comercial en la década de 1980. Los tensoactivos no iónicos pueden disminuir la tensión superficial de la solución de pulverización a 33 a 34 mN/m, mientras que los tensoactivos organosiliconados han demostrado mayores reducciones de la tensión superficial a 22 mN/m (Penner, 2000). Los adyuvantes denominados agentes de penetración son materiales que por diferentes características ayudan al movimiento del producto químico desde la superficie blanco a través de las barreras naturales hasta llegar a su sitio de acción (Hazen, 2000). Dentro de los agentes de penetración usados para asistir el movimiento del producto químico desde la superficie objetivo a través de las barreras naturales, están los aceites y ésteres pesados de petróleo, ésteres grasos de polioles, ésteres polietoxilados de ácidos grasos, polioxietilenglicoles, acetato de alquilamina, sulfonatos de arilo y alquilo, alcoholes polihídricos y fosfatos de alquilo (Cunha *et al.*, 2010b). Dentro de los aceites existen diferentes tipos por su naturaleza y composición. Los aceites minerales contienen un 95 a 98% de un aceite derivado del petróleo del tipo parafínico o naftalénico con 1 ó 2 % de un tensoactivo o emulsificante (Cunha *et al.*, 2010b). Los aceites vegetales concentrados son otro grupo de aceite que son extraídos de las semillas, típicamente de maíz, algodón, maní, colza, canola, girasol o soja (ASTM, citado por Hazen, 2000). Contienen un 80 a 85% de un aceite derivado de semillas de cultivos (usualmente algodón, lino, soja o girasol) con un 15 a 20% de tensoactivo no iónico (Cunha *et al.*, 2010b).

La temperatura y la humedad relativa tienen un marcado efecto sobre la evaporación de las gotas asperjadas, temperaturas altas ($> 30\text{ }^{\circ}\text{C}$) y baja humedad relativa ($<40\%$) puede tener una fuerte influencia directa sobre la evaporación de las gotas pulverizadas, en especial cuando estas son finas (Villalba y Hetz, 2010). Variaciones de 0 a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el campo son comunes en las aplicaciones dependiendo de la región y el horario de aplicación (Cunha *et al.*, 2010a).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del agregado de adyuvantes en la mezcla de los insecticidas en la deposición y eficiencia en cultivo de soja para aplicaciones en condiciones meteorológicas contrastantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó sobre un cultivo de soja cultivar A 5009, grupo de madurez V corto, que al momento de la aplicación se encontraba en R4 (escala Fehr y Caviness), con un estado general bueno y una altura promedio de 95 a 100 cm.

El diseño experimental fue de Bloques completos al azar con 3 repeticiones de un arreglo factorial incompleto. Dicho factorial estuvo conformado por la combinación de cinco adyuvantes y dos momentos de aplicación, más un tratamiento adicional testigo, sumando un total de 11 tratamientos. La mezcla insecticida utilizada fue Thiametoxam 28.2 g ia/L + Lambda cialotrina 21.2 g ia/L y clorpirifos 288 g ia/L . Esta mezcla insecticida fue definida ya que al momento de la instalación del ensayo estaban presentes un conjunto de plagas (lagartas, trips y chinches), lo cual implicó la utilización de mezclas de activos específicos para lograr una adecuada eficiencia de control de todas de las plagas presentes. A pesar de que se presentaron estas tres plagas

en el presente trabajo se publican solo los resultados del control de lagartas debido a que en el caso de las chinches presentes (*Piezodorus guildinii*) la población fue bastante baja y los controles lograron reducir los niveles poblacionales a valores próximo a 0 en todos los tratamientos no pudiéndose ajustar modelos estadísticos para el análisis del control. En el caso de la población de trips presentes (*Caliothrips spp.*) la metodología de evaluación empleada logró una variabilidad en los resultados muy importante, con resultados poco consistentes, por lo cual se definió no incluir los resultados en el análisis del experimento

Los adyuvantes evaluados fueron, aceite vegetal, aceite mineral, tensoactivos no iónico y siliconado, el detalle de su composición en Cuadro 1.

Las condiciones meteorológicas contrastantes que constituyeron el otro factor de estudio, fueron condiciones limitantes: temperatura 28 °C, humedad relativa 39% y condiciones no limitantes fueron 23.5 °C y 71%, temperatura y humedad relativa, respectivamente.

El tamaño de las unidades experimentales fue de 40 m², 4 metros de ancho por 10 metros de largo. Las aplicaciones se realizaron con mochila experimental presurizada a CO², utilizando boquillas TT 11001, con una presión de 2 bars y un volumen de aplicación de 100 L.ha⁻¹.

Cuadro 1. Descripción de los adyuvantes usados y dosis

Composición	Clasificación	Formulación	Dosis/ha
Ac. Vegetal de soja 300 g/L	Aceite Vegetal	Concentrado Emulsionable	0.5 L
Ac. Mineral 93% p/p	Aceite Mineral	Aceite Emulsionable	1 L
Nonilfenol etoxilado 15% p/p + Sal sódica lauril éter sulfato 13% + Ac. Fosfórico 15 %	Tensoactivo No iónico	Concentrado Soluble	100 cc
Copolímero de polieter y silicona 98,8 %p/p	Tensoactivo No iónico siliconado	Concentrado Soluble	50 cc

El estudio de deposición del pulverizado sobre el cultivo se realizó utilizando el trazador Azul Brillante (FD&C Blue N°1) a una concentración de 1500 ppm. Este trazador fue mezclado en los caldos de aplicación de todos los tratamientos.

La selección del trazador se realizó considerando que no modifica la tensión superficial del caldo, presenta buena estabilidad bajo el sol y no es absorbido por las hojas hasta 8 horas posterior a la aplicación (Palladini *et al.*, 2005).

Luego de la aplicación y posterior secado de la pulverización fueron recolectados 40 folíolos de soja por parcela, 20 del estrato superior y 20 del inferior. Estos fueron acondicionados hasta su lavado con 50 mL de agua destilada con el fin de extraer el trazador. El agua del lavado se conservó en frascos plásticos en la oscuridad hasta cuantificar su absorbancia a una longitud de onda de 630 nm en espectrofotómetro. Para la estimación de la cantidad de trazador se usó los parámetros de a regresión ajustada a partir de concentraciones de trazador conocidas y lectura de absorbancia (Figura 1).

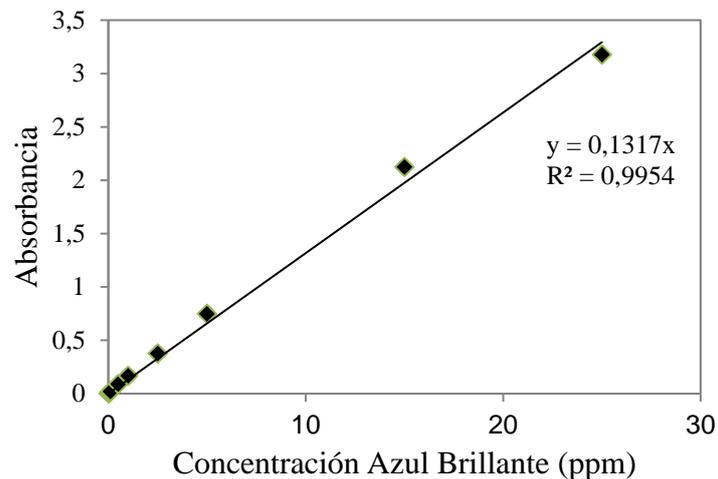


Figura 1. Curva de calibración para el trazador Azul Brillante

Las lecturas de absorbancia de la dilución del lavado de cada folíolo y los parámetros de la ecuación permitieron determinar la concentración de trazador por folíolo ($x = y / 0,1317$), donde x = Concentración de Azul Brillante (ppm) e y = absorbancia

Para expresar las concentraciones de Azul Brillante por unidad de área foliar se realizó una estimación del área foliar. Para ello se escanearon 60 folíolos, 30 del estrato superior y 30 del estrato inferior, y a través de análisis de imagen digital (Programa Image Tool) se obtuvo el área foliar. Con esta estimación y el producto del Largo y Ancho máximo se ajustó una regresión lineal ($R^2 = 0.8455$). $y = 0,7045 x$, donde y = Área foliar (cm^2) y x = Largo por ancho de folíolo (cm). Los parámetros de la regresión y la medición de largo y ancho de cada folíolo fueron usados para la estimación del área foliar de cada muestra. Medidas simples como largo y ancho de las hojas, son comúnmente usadas para estimaciones de área foliar (Rossini Pinto *et al.*, 2004).

Para la evaluación del control de lagartas se realizó la medición del número de lagartas por metro utilizando el paño vertical, metodología desarrollada por Drees y Rice (1985) y adaptada por Gamundi (1995) y es una técnica de muestreo eficaz y precisa para el estudio de poblaciones de *Anticarsia gemmatalis*, y otros depredadores de soja (Gamundi, 1995). Las evaluaciones fueron realizadas a los 0, 1, 3 y 9 días post aplicación. Se realizaron dos conteos de lagartas aleatorios por parcela en cada momento de evaluación.

Cada una de las variables evaluadas fue analizada de manera independiente según el modelo ajustado.

Todas las variables analizadas fueron procesadas utilizando el paquete estadístico SAS versión 9.1.3 (SAS Institute, Cary, NC, 2006). Las medias de los efectos significativos se compararon usando la prueba de Tukey al 5%.

Para la deposición del pulverizado se ajustó un modelo lineal general donde se estudió el factorial del adyuvante por momento de aplicación. En el modelo se incluyó el efecto del estrato, del bloque y las interacciones del momento de aplicación por adyuvante y del adyuvante por estrato.

En la variable de conteo de lagartas, se ajustó distribución de Poisson. Se usó para el análisis un modelo lineal generalizado, donde se incluyó el efecto del testigo sin aplicación de adyuvante, el efecto del bloque, el factorial efecto de adyuvante por momento de aplicación y la interacción adyuvante por momento de aplicación anidado en el testigo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudios de deposición en hojas de soja

Se analizó la deposición del trazador por estrato del cultivo, única variable en la que se encontraron diferencias significativas. No se encontraron diferencias significativas en las variables momento de aplicación ni adyuvante, así como tampoco entre las interacciones momento de aplicación y adyuvante ni adyuvante y estrato (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resumen de efectos principales del análisis de varianza y sus interacciones para la variable deposición de Azul Brillante ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

Efecto	Valor de F	P>F
Bloque	3,99	0,0367
Momento (Mom)	2,1	0,1648
Adyuvante (Ady)	0,28	0,8853
Estrato (Est)	39,11	<,0001
Mom*Ady	1,77	0,1796
Ady*Est	0,4	0,8092

La deposición en el estrato superior fue 113 % más que la del estrato inferior (datos no presentados). A pesar de no haber sido positiva la interacción estrato-adyuvante, se presentan en la Figura 2 la deposición por estrato, siendo la de mayor interés la del estrato inferior, fundamentado porque es ahí donde se da concentración de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Wisch *et al.*, 2012a) y *Rachiplusia nu* (Wisch *et al.*, 2012b). Ninguno de los tratamientos adyuvantes logró mejorar la deposición en el estrato inferior con respecto al testigo sin adyuvante, por el contrario todos tuvieron una reducción en la deposición. Estos datos coinciden con los obtenidos por Landim *et al.*, (2017), donde no encontraron diferencias en la deposición de Azul Brillante en

el tercio medio entre los adyuvantes aceite mineral y aceite vegetal en ensayos realizados también en soja.

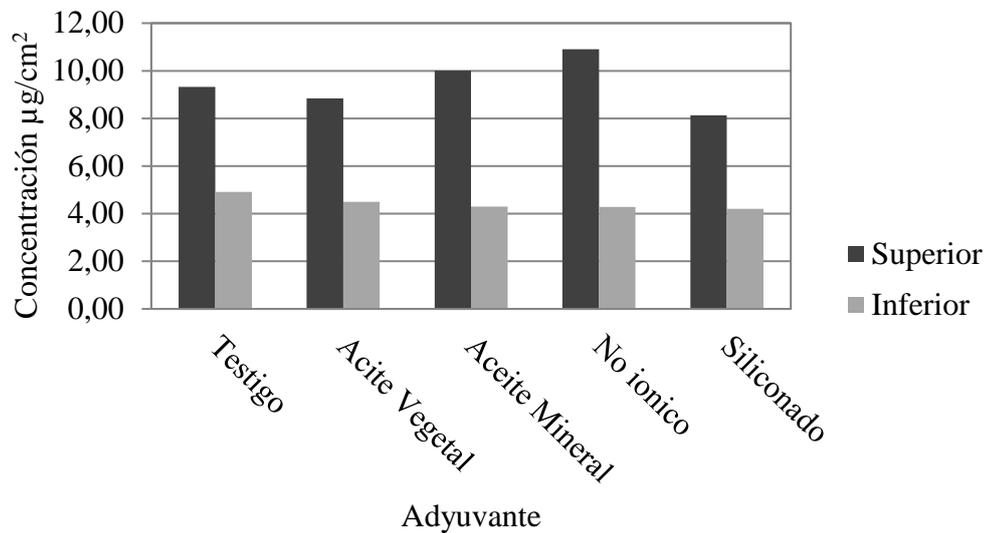


Figura 2. Deposición de trazador Azul Brillante según tratamiento y estrato

La deposición en las condiciones más limitantes (temperatura 28 °C; HR 39%) no difirió de la que se obtuvo en las condiciones menos limitante, (7.60 vs 6.28 µg.cm⁻²). Algunos autores mencionan la temperatura limitante es superior a los 30 °C (Etiennot y Piazza, 2010; Villalba y Hetz, 2010). Que la temperatura no fuera tan extrema puede explicar que no se hayan encontrado diferencias en la deposición en los dos momentos evaluados. Contrariamente López (2013), obtuvo en condiciones de 36 °C y 45 % de HR, una deposición 18% inferior a la cuantificada para la aplicación con 27 °C y 73 % de temperatura y humedad relativa, respectivamente.

Por otra parte, tampoco los adyuvantes lograron mejorar la deposición del insecticida aplicado solo. Ninguno de los adyuvantes evaluados determinó mejoras en la deposición (Figura 3).

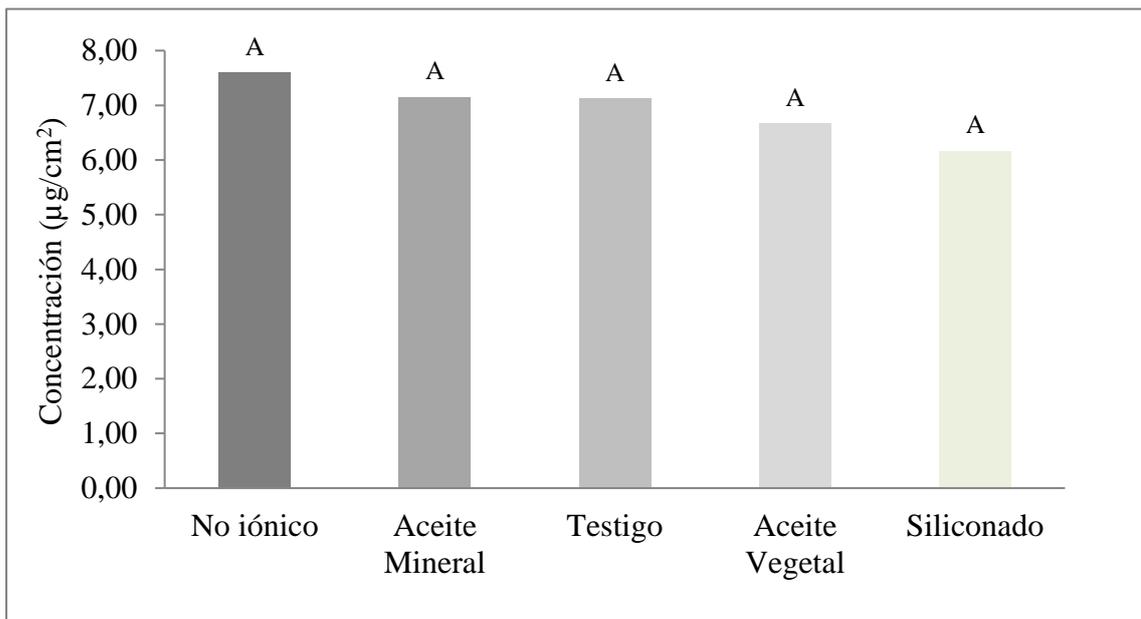


Figura 3. Concentración de Azul Brillante según adyuvante

No se encontraron diferencias en la deposición entre las combinaciones de adyuvantes analizados en ninguna de las dos condiciones ambientales evaluadas (Figura 4). Más allá de que la interacción momento de aplicación x adyuvante no fue significativa, se observa que, con excepción de la mezcla con adyuvante siliconado, en todas las combinaciones con adyuvantes la deposición fue superior al testigo sin adyuvante en condiciones limitantes. Esta tendencia no se observó en condiciones no limitantes.

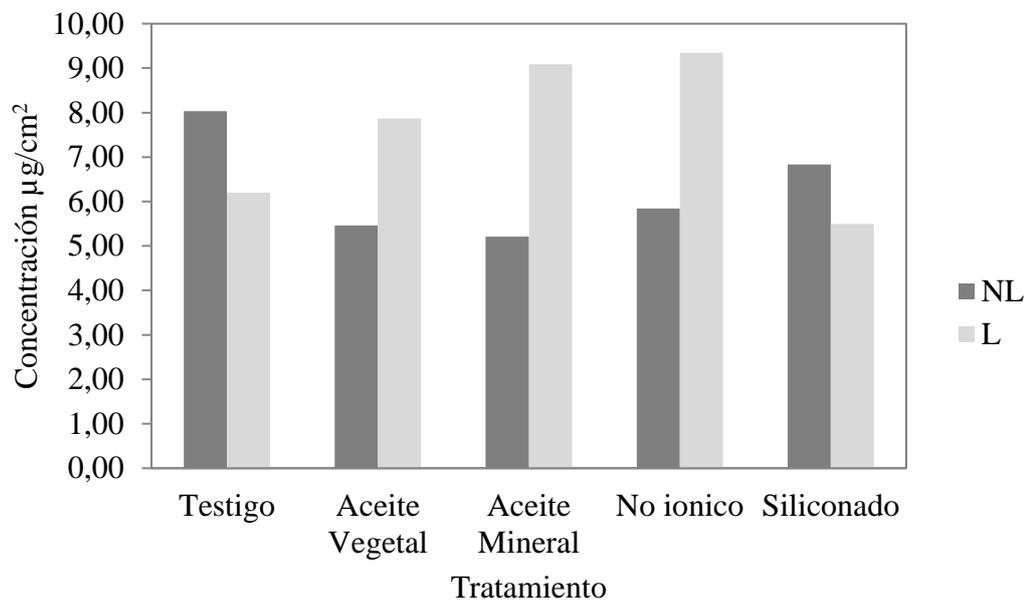


Figura 4. Concentración de Azul Brillante según tratamiento y condiciones de aplicación (NL=No limitantes; L=Limitante)

Estudios de Control de Lagartas

Las especies de lagartas presentes en el ensayo fueron *Anticarsia gemmatalis* y *Rachiplusia nu*. La población de lagartas totales promedio al momento de la aplicación fue de 19,18/m. Este promedio, conformado por individuos en diferente estadio de desarrollo, se considera alto, dado que el umbral de daño para lagartas defoliadoras en soja en estados reproductivos para soja grupo madurez V es de 10 lagartas por metro (Massaro, 2008).

Se encontraron diferencias significativas en el número de lagartas por metro, 1 día después de la aplicación entre el testigo sin aplicación y las mezclas insecticidas

con y sin adyuvantes. No se encontraron diferencias significativas en esta variable en los distintos momentos de aplicación (condiciones limitantes y no limitantes), así como tampoco hubo diferencias significativas entre adyuvantes ni en la interacción adyuvante con momento de aplicación (Cuadro 3).

Los resultados del análisis de varianza del número de lagartas por metro a los 3 y 9 días posteriores a la aplicación no se muestran ya que no hubo convergencia del modelo. Esto se debe a que todas las mezclas evaluadas lograron controles muy altos de lagartas, lo que hace que hubiera muchas observaciones con valor cero que no permitieron ajustar el modelo.

Cuadro 3. Resumen de efectos principales del análisis de varianza para la variable
No. de lagartas por metros y sus interacciones

Efecto	Lagartas Totales		Lagartas Chicas (L1-L3)		Lagartas Grandes (>L3)	
	Día 0	Día1	Día 0	Día1	Día 0	Día1
	Bloque	0.0013	0.4697	0.0007	0.3780	0.0007
Testigo	0.4896	<.0001	0.6169	<.0001	0.6169	<.0001
Momento (Test)	0.5796	0.9824	0.9354	0.5000	0.9354	0.5000
Adyuvante (Test)	0.6523	0.4748	0.9521	0.3850	0.9521	0.3850
Mom*Ady (Test)	0.6599	0.9099	0.9290	0.6146	0.9290	0.6146

El control de lagartas totales 1 día posterior a la aplicación de todas las mezclas insecticidas, con y sin el agregado de adyuvante, fue mayor al 90 % de control (promedio 91,9%). Todos los tratamientos insecticidas con y sin adyuvantes lograron reducir significativamente el número de lagartas chicas (Larvas L1-L3) y grandes (Larvas mayores a L3) por metro 1 día después de la aplicación con respecto al testigo sin tratar (Figura 5). Estos altos niveles de control inicial eran esperados ya que la

aplicación de productos neurotóxicos como el clorpirifos y piretroides como la lambda chialotrina, causan una rápida disminución de la población de orugas por su gran poder de volteo. Giuggia *et al.* (2011), obtuvieron 76,5% de control de orugas defoliadoras en soja con clorpirifos.

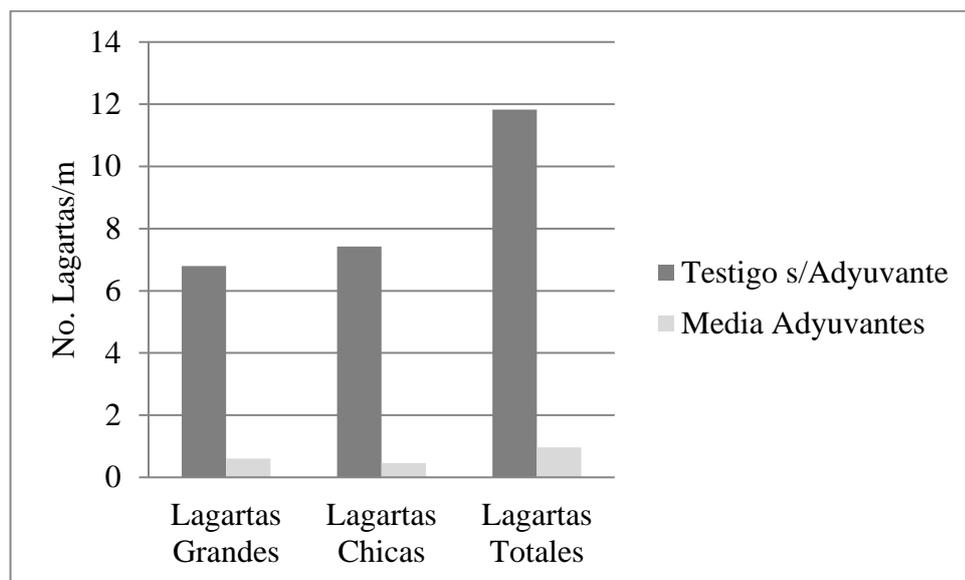


Figura 5. Número de lagartas 1 DDA tratamientos insecticidas vs. testigo sin aplicación (Lagartas grandes= >L3; Lagartas chicas = L1 a L3)

Todas las combinaciones realizadas de insecticidas y adyuvantes en los dos momentos de aplicación evaluados no tuvieron diferencias en el control de lagartas 1 día después de la aplicación y no se encontraron diferencias entre las mezclas de adyuvantes con respecto al tratamiento con insecticida sin adyuvante (Figura 6). El tratamiento insecticida sin adyuvante, al estar compuesto por una mezcla de 3 activos muy potentes, logró controles muy eficientes por lo cual es esperable que no se logren mejorar dichos controles con el agregado de adyuvante.

En todos los tratamientos, en ambas condiciones ambientales, el control incrementó después del tercer día de aplicación, llegando a los 9 días posteriores a la aplicación con valores de número de lagartas por metro de cero o muy próximo a este valor (Cuadro 4).

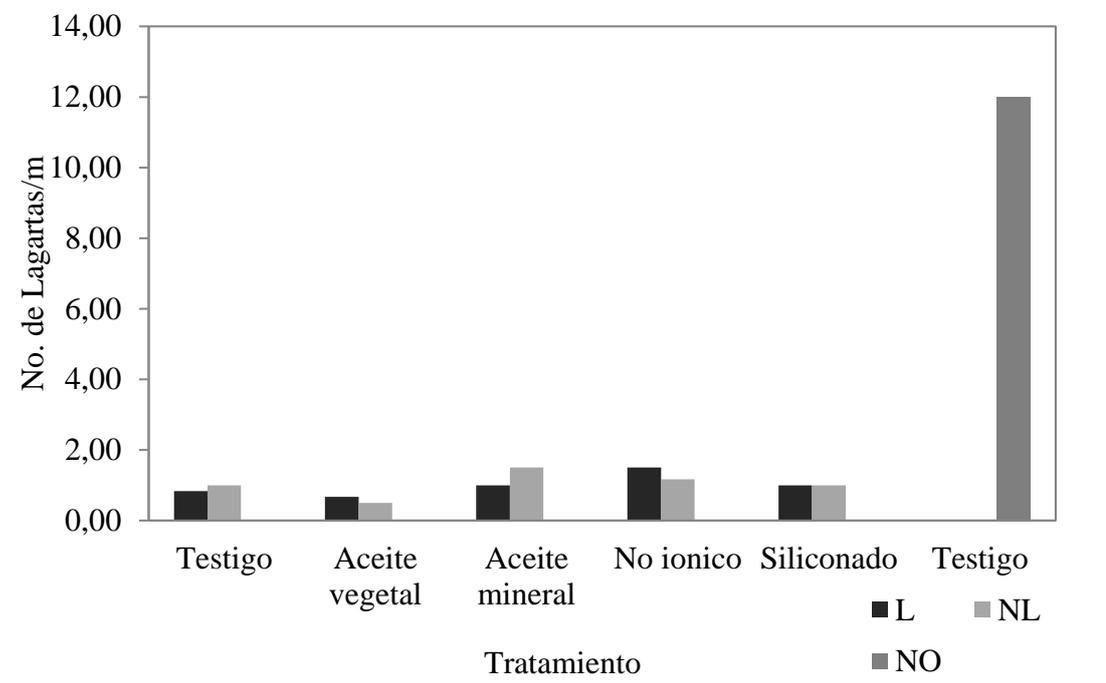


Figura 6. Número de lagartas totales por metro según tratamiento y condiciones de aplicación (limitantes y no limitantes) 1 día después de la aplicación

Cuadro 4. Media de lagartas totales según tratamiento y momento de aplicación

Momento	Tratamiento	No. de Lagartas Totales/m			
		Día 0	Día 1	Día 3	Día 9
L	Testigo	16,67	0,83	0,50	0,00
L	Aceite vegetal	21,67	0,67	0,50	0,00
L	Aceite mineral	20,33	1,00	0,17	0,00
L	No iónico	18,83	1,50	0,67	0,00
L	Siliconado	18,00	1,00	0,83	0,17
NL	Testigo	20,17	1,00	0,17	0,00
NL	Aceite vegetal	19,67	0,50	0,00	0,17
NL	Aceite mineral	19,33	1,50	0,33	0,00
NL	No iónico	15,00	1,17	1,17	0,33
NL	Siliconado	17,83	1,00	0,17	0,00
NO	Testigo	20,33	12,00	9,00	12,83

No se encontraron diferencias estadísticas en el control de lagartas entre las dos condiciones ambientales contrastantes evaluadas (Cuadro 5). En ambas condiciones el control de lagartas fue muy bueno en todos los tratamientos insecticidas con y sin adyuvantes. Estos resultados coinciden con los resultados de deposición encontrados en ambas condiciones ambientales, donde no se encontraron diferencias en la deposición de Azul Brillante entre condiciones ambientales limitantes y no limitantes. Como se mencionó anteriormente, la temperatura al momento de aplicación clasificado como limitante no fue extrema por lo cual esto puede explicar que no se

hayan encontrado diferencias en la deposición de Azul Brillante así como en el control de lagartas entre ambos momentos de aplicación. Por otra parte, el uso de la mezcla de insecticidas con tres principios activos muy potentes logró controles muy altos de lagartas por lo cual pudo haber ocultado las ventajas del uso de adyuvantes en condiciones ambientales limitantes.

Cuadro No. 5 Número de lagartas totales según momento de aplicación

Momento de Aplicación	No. de Lagartas/m			
	Día 0	Día 1	Día 3	Día 9
Condiciones Limitantes	19,10	1,00	0,53	0,03
Condiciones No Limitantes	18,40	1,03	0,37	0,10

Existen varios estudios con evaluaciones de adyuvantes en el control de distintos insectos y los resultados son erráticos. Sazo *et al.* (2008) evaluaron el efecto del coadyuvante siliconado Break agregado a insecticidas en el control de *Pseudococcus viburni* en vid no encontrando un efecto positivo en el control. Pons *et al.* (1998), evaluaron el efecto de la utilización de coadyuvantes Latron B- 1956, Lantron AG-98 y Silwet L-77 a dosis comerciales en el control de *Cydia pomonella* en manzanas. No obtuvieron diferencias significativas entre los distintos coadyuvantes utilizados en el porcentaje de cobertura del tratamiento, en la mortalidad larvaria ni en la persistencia. Palumbo (2002) evaluó el efecto de adyuvantes en la eficiencia del insecticida Spinosad en lechuga y melón. Los adyuvantes evaluados fueron un aceite vegetal concentrado (Agridex), una mezcla de aceite vegetal y un organosiliconado (Dyneamic), un organosiliconado (Kinetic) y un aceite vegetal concentrado (Agridex).

En los ensayos realizados en melón se encontró que la mayor mortalidad de insectos adultos se encontró en el tratamiento del insecticida sin adyuvante pero en los tratamientos con adyuvantes se encontró mayor mortalidad larvaria y protección de las hojas en comparación con el tratamiento de insecticida aplicado solo. En los ensayos realizados en lechuga no se encontró un mayor control de trips en los tratamientos de insecticida con adyuvantes en comparación con el tratamiento de insecticida solo (Palumbo, 2002).

CONCLUSIONES

Los adyuvantes evaluados no afectaron la deposición sobre el canopeo de soja. La única diferencia observada en la deposición fue entre estratos, siendo la deposición en el estrato superior del cultivo 113% mayor a la del estrato inferior.

No se encontraron mejoras en la eficiencia de control de lagartas por el agregado de adyuvantes en ninguna de las condiciones ambientales evaluadas.

Se cree que las condiciones ambientales de las aplicaciones realizadas en condiciones limitantes no fueron altamente restrictivas en cuanto a temperatura. Por otro lado, la mezcla de insecticidas utilizada, con inclusión de tres activos con más de un modo de acción, resultó con una alta eficiencia de control. Ambas condiciones pudieron haber impedido la obtención de diferencias entre tratamientos en las condiciones de campo evaluadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Board, J., A. Wier, and D. Boethel. 1994. Soybean yield reductions caused by defoliation during midid to late Seed filling. *Agronomy Journal*. 86 (6): 1074-1079.
- Cunha, J., G. Alves, and E. Reis. 2010a. Efeito da temperatura nas características físico-químicas de solucoes Aquosas com adjuvantes de uso agrícola. *Planta Daninha, Viçosa-MG*. 28 (3): 665-672.
- Cunha, J., M. Teixeira, B. Castillo, y G. Rodríguez. 2010b. Formulación de agroquímicos para el control de plagas. En: Red “PULSO”. Tecnología de aplicación de agroquímicos. CYTED. INTA Alto Valle. 1ª Edición. 27-44.
- Cunha, J. y G. Alves. 2009. Características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. *Interciencia*. 34 (9): 656-659.
- Drees, B. and M. Rice. 1985. The vertical beat sheet: a new device for sampling soybean insects. *Journal of Economic Entomology*. 78 (6):1507-1510.
- Etiennot, A., y A. Piazza. 2010. Buenas prácticas de aplicación en cultivos planos extensivos. Distancias a zonas urbanas, criterios y soluciones. *Acta Toxicológica Argentina*. 18 (2):40-53.
- Gamundi, J. 1995. Evaluación de técnicas de muestreo de insectos plaga y depredadores en cultivos de soja con diferentes sistemas de siembra y labranza. En: *Para Mejorar la producción de Soja 5*. Argentina. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) Oliveros. 71-76.

- Giuggia, J., A. Crenna, G. Boito, U. Gerardo, y D. Giovanini. 2011. Eficiencia de control de "orugas defoliadoras" en soja (*Glycine max* L.), con insecticidas neurotóxicos y reguladores del crecimiento de los insectos. Revista Facultad UNCUYO (Universidad Nacional de Cuyo). 43 (1): 143-153.
- Hazen, J. 2000. Adjuvants - terminology, classification, and chemistry. Weed Technology. 17: 773-784.
- Landim, T., G. Alves, M. Marques, S. Silva, J. Cunha. 2017. Deposição por pulverização na cultura da soja sob diferentes volumes de calda e adjuvantes. En: Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação (VIII, 2017, Campinas/SP). 291-294.
- López, F. 2013. Efecto de tecnologías de aplicación y condiciones meteorológicas en la deposición para el control de lagartas de soja. Paysandú, Uruguay. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. 1-72.
- Massaro, R. 2008. Plagas insectiles del cultivo de soja. En: Cuaderno actualización de Soja. Argentina. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) Oliveros. 63-70.
- Palladini, L., C. Raetano and E. Velini. 2005. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. Scientia Agricola. 62 (5):440-445.
- Palumbo, J. 2002. The Effects of spray adjuvants on the insecticidal activity of success® (spinosad) on lettuce and melons. Vegetable Report University of Arizona. AZ1292 (P): 131-144.
- Penner, D. 2000. Activator adjuvants. Weed Technology. 14: 785-79.
- Pons, S, J. Avilla, y H. Riedl.1998. Efecto del momento de aplicación, utilización de coadyuvantes y volumen de tratamiento en la efectividad de tebufenocida para

- el control de *Cydia Pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae. Boletín Sanidad Vegetal. Plagas. 24: 921-934.
- Retamal, N., J. Durán, J. Silveira, e I. Corso. 2001. Manejo integrado del cultivo de la soja. Vida Rural. 132: 20-23.
- Rossini Pinto, A., T. Deléo R., J. Barbosa, and I. Leite. 2004. Leaf area prediction models for zinnia elegans JACO., Zinnia haagenana regel and profusion cherry. Scientia Agricola. 61(1):47-52
- Sazo, L., J. Araya, y J. De la Cerda. 2008. Efecto del coadyuvante siliconado e insecticidas en el control del chanchito blanco de la vid, *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae). Ciencia e Investigación Agraria. 35 (2): 215-222.
- Villalba, J, y E. Hetz. 2010. Formulación de agroquímicos para el control de plagas. En: Tecnología de aplicación de agroquímicos. CYTED. INTA Alto Valle. 1ª Edición. 45-54.
- Wisch, L., E. Ruthes, M. Oliveira, y D. Sosa-Gómez. 2012a. Distribuição vertical de ovos e lagartas de *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. En Congresso Brasileiro de Soja (VI, 2012, Cuiabá, Brasil). 4p.
- Wisch, L., E. Ruthes, M. Oliveira, y D. Sosa-Gómez. 2012. Distribuição vertical de ovos e lagartas de Plusinae (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. En Congresso Brasileiro de Soja (VI, 2012, Cuiabá, Brasil). 4p.