

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFECTO DE LA TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN EN EL CONTROL DE  
INSECTOS PLAGA EN EL CULTIVO DE SOJA [*Glicine max* (L.)Merrill]

por

Carlos Diego PICOS da SILVA

TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2009

Tesis aprobada por:

Director

---

Prof. Dr. Juan José Olivet

---

Prof. Dra. Juana Villalba

---

Ing. Agr. M.Sc Stella Zerbino

Fecha:

Jueves 28 de mayo de 2009

Autor:

---

Carlos Diego Picos da Silva

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a aquellas personas que, directa o indirectamente colaboraron en la realización de este trabajo y en especial a las personas e instituciones vinculadas.

A los profesores Dr. Juan J. Olivet y Dra. Juana Villalba por la orientación, contribución, incentivo y amistad brindada en la realización de este trabajo.

A la Ing.Agr. Maria Stella Zerbino y colaboradores de INIA La Estanzuela por la orientación y consejos brindados en el trabajo de campo y la redacción de la tesis.

A Wilfredo Ibañez de INIA La Estanzuela por su paciencia y cariño brindados al realizar los análisis estadísticos, ayudándome a comprender mejor el lenguaje de los números.

Al profesor Dr. Ruben Jacques por su permanente incentivo y amistad brindada.

A la Lic. Sully Toledo por su paciencia para con mi persona, por los consejos brindados en la redacción de este trabajo, por evacuar mis dudas de la lengua Castellana.

A Pilar Moure y la Lic.Psic. Paula Bañales por estar en el momento justo cuando quería abandonarlo todo.

A los compañeros de trabajo de Biblioteca, de sección Bedelía, de Personal, de Reguladora de trámites y la Unidad de Microscopía y Medios Audiovisuales por su apoyo permanente y amistad brindada durante todos estos años.

A los amigos que hice en esta casa de estudios y me dieron fuerzas para no aflojar en los peores momentos.

Si, a ustedes: M. Cavia; P.S. Hernández; A. Rodríguez; G. Malvárez; L. Sanjurjo; A. Durán; B. Laurino; V. Friesen; P. Dominguez; J.M.Ledesma; F. Sorondo; F. Tort; M. Perugorría; S. De Olivera; Ma E. Lorenzo; O. Pérez; A. Machín; L. Martínez; L. Bao; P. Quintana y Anggela Mangini Isaza.

A ustedes les digo GRACIAS!!!! por estar ahí.

## *DEDICADO*

*A mamá (in memoriam) por alentarme a superar la adversidad. A papá por heredarme la profesión. A Anggela por darme ese regalo del cielo llamado Juan Diego. A mis hermanos Gonzalo, Javier y Sebastián. A ellos todo mi cariño.*

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO.....	IX
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	4
2.1. ASPECTOS DE INSECTOS PLAGA DEL CULTIVO DE SOJA.....	4
2.2. BOQUILLAS, TAMAÑO Y DENSIDAD DE GOTAS.....	5
2.3. MOMENTOS DE APLICACIÓN.....	11
2.4. TASAS DE APLICACIÓN.....	12
2.5. VELOCIDAD DE APLICACIÓN.....	17
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	19
3.1. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO DE <i>E. APOREMA</i> .....	19
3.1.1. <u>Variables estudiadas</u> .....	20
3.1.2. <u>Condiciones meteorológicas durante el ensayo</u> .....	21
3.2. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO DE CHINCHES.....	21
3.2.1. <u>Variables estudiadas</u> .....	22
3.2.2. <u>Condiciones meteorológicas durante el ensayo</u> .....	22
3.3. ANÁLISIS DE DATOS.....	23
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	24
4.1. EPINOTIA.....	24
4.1.1. <u>Evaluación biológica</u> .....	24
4.1.1.1. Evaluación de eficiencia control por Abbott(1925).....	26
4.1.2. <u>Densidad de impactos.cm<sup>-2</sup> sobre blancos artificiales</u> .....	27
4.1.3. <u>Densidad de impactos.cm<sup>-2</sup> sobre follaje</u> .....	28
4.2. CHINCHES.....	31
4.2.1. <u>Evolución de la población de chinches post tratamiento</u> .....	31
4.2.1.1. Evaluación de eficiencia control por Henderson y Tilton....	32
4.2.2. <u>Evaluación densidad de impactos.cm<sup>-2</sup> sobre el follaje</u> .....	32

5.	<u>CONCLUSIONES</u> .....	34
5.1.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CONTROL DE EPINOTIA.....	34
5.2.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CONTROL DE CHINCHES.....	34
5.3.	DISTRIBUCIÓN DE LA PULVERIZACIÓN EN EL FOLLAJE.....	34
6.	<u>RESUMEN</u> .....	35
7.	<u>SUMMARY</u> .....	36
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	37

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Tratamientos evaluados en el control de <i>Epinotia aporema</i> .....	19
2. Boquillas utilizadas en el ensayo de <i>Epinotia aporema</i> .....	20
3. Condiciones meteorológicas durante el ensayo .....	21
4. Tratamientos evaluados para el control de chinches .....	21
5. Condiciones meteorológicas al momento ensayo chinches.....	22
6. Tipos de boquillas usados.....	23
7. Número de larvas vivas de <i>Epinotia aporema</i> en 15 plantas según el tamaño de gota, velocidad y momento de aplicación.....	24
8. Número de larvas vivas de <i>E. aporema</i> cada 15 plantas para los distintos tratamientos en los distintos momentos de evaluación.....	25
9. Eficiencia de control (%) de <i>E.aporema</i> para la fórmula de Abbott (1925).....	26
10. Densidad de impactos.cm <sup>-2</sup> sobre tarjetas hidrosensibles para los distintos tratamientos.....	27
11. Efecto del factor tamaño de gota; velocidad, momento de aplicación sobre la densidad de impactos en tarjetas hidrosensibles en el ensayo de <i>Epinotia aporema</i> .....	28
12. Densidad de impactos.cm <sup>-2</sup> en hojas en el estrato superior y medio según tamaño de gota, velocidad y momento de aplicación.....	29
13. Impactos.cm <sup>-2</sup> en hojas en el estrato superior y medio.....	30
14. Número de individuos mayores de 0.5 cm cada 25 golpes de red para los distintos tratamientos evaluados en los distintos momentos de la evaluación.....	31

15. Número de chinches (mayores de 0.5 cm) en 25 redadas para los distintos tratamientos.....	31
16. Eficiencia de control (%) de Chinche por la ecuación de Henderson y Tilton (1976).....	32
17. Número de impactos.cm <sup>-2</sup> en hojas de soja estrato superior y medio para tamaño de gota y velocidad.....	33

## GLOSARIO

**2-4D** (ácido 2,4 diclorofenoxiacético), primer herbicida selectivo desarrollado en 1945

**BVO**<sup>®</sup>. Bajo Volumen Oleoso

**DDT** (dicloro-difenil-tricloroetano)

**DENSIDAD DE IMPACTOS:** Número de impactos.cm<sup>-2</sup> de las gotas en el blanco.

**DNOC** (dinitro-orto-cresol)

**DNM.** Diámetro Numérico Mediano.

**Dosis.** Cantidad de producto comercial o ingrediente activo por ha

**DPA.** Días Post Aplicación.

**DPE.** Días Post Emergencia

**DVM .**Diámetro Volumétrico Mediano

**DV<sub>0.9</sub>.** Diámetro tal que las gotas de menor tamaño acumulan el 90% del volumen pulverizado

**DV<sub>0.1</sub>** Diámetro tal que las gotas de menor tamaño acumulan el 10% del volumen pulverizado.

**i.a.ha<sup>-1</sup>.** Ingrediente Activo por hectárea

**MCPA:** (ácido-4cloro-2metil-fenoxi acético).

**p.c.ha<sup>-1</sup>.** Producto comercial por hectárea

**Tasa de aplicación o Volumen de aplicación.** Litros de caldo aplicados por hectárea.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En producción vegetal, una de las herramientas en el control de plagas (enfermedades, insectos y malezas) es el empleo en forma eficiente de productos fitosanitarios, es decir alcanzando la mayor cantidad de organismos objetivo y minimizando los efectos colaterales indeseables como: efectos tóxicos ya sea a nivel humano, de fauna silvestre o de enemigos naturales, de contaminación ambiental y de resurgencia y resistencia.

Generalmente se le ha dado mucha importancia al principio activo y a la dosis utilizados, así como también al momento de aplicación, partiendo del supuesto que con las aplicaciones los productos se distribuyen uniformemente sobre la superficie tratada, alcanzando en su totalidad el órgano “blanco” objeto del tratamiento (insecto, maleza o microorganismos). Esto dista de la realidad, la falta de uniformidad de las aplicaciones determinan que existan problemas de sobre y subdosificaciones con las consecuencias negativas que ello implica.

Debe un ser un objetivo de toda tecnología de aplicación el distribuir el fitosanitario de manera que se logre la máxima eficacia, en un intervalo de tiempo que minimice económicamente los daños que el organismo plaga puede producir sin generar efectos colaterales negativos sobre los otros componentes del agroecosistema (insectos benéfico, fuentes de agua, fauna del suelo, seres humanos y animales).

La mayoría de los productos fitosanitarios que se recomiendan para el control de las plagas y enfermedades de los cultivos fueron creados y formulados para que sean aplicados por vía líquida mediante pulverizaciones, luego de la dilución en cierta cantidad de agua o aceite, con el propósito de lograr suficiente uniformidad. La pulverización se consigue al romper en gotas el caldo preparado mediante energía hidráulica, centrífuga o neumática cuando llega a la atmósfera a través de una boquilla (Márquez, 1998).

En aplicaciones para organismos presentes en el follaje de las plantas la adecuada cobertura de la misma es la principal responsable de la calidad de las aplicaciones, porque define la calidad biológica de la aplicación (Ozeki y Kunz, citados por Souza et al., 2007).

El combate de las plagas y enfermedades en los comienzos de la agricultura del Uruguay en los siglos XIX y comienzos del XX se basó en aplicaciones de cobre, azufre y arsénico con primitivos pulverizadores de mochila a palanca con bomba de pistón hechas de latón o cobre con lanza de bronce y boquillas de latón o bronce o en superficies mayores se utilizaban pulverizadores tirados por caballos o bueyes con un depósito mayor y una bomba accionada por dos operarios y/o accionada por el movimiento del carro al desplazarse (URUGUAY. MI, 1916).

En la década de 1940 con los nuevos descubrimientos en la industria química y la aparición de insecticidas (DDT (dicloro-difenil-tricloroetano) y herbicidas (DNOC dinitro-orto-cresol; MCPA-ácido-4cloro-2metil-fenoxi-acético; 2-4D-ácido 2,4 dicloro fenoxiacético) se incrementa el desarrollo de nuevos pulverizadores hidráulicos, hidroneumáticos, montados al tractor y de arrastre, así como la adaptación de aviones para aplicación de agroquímicos. Estos acontecimientos que facilitaron el control de insectos y enfermedades, acompañados por el desarrollo de nuevos cultivares por parte de los programas de fitomejoramiento y de la estabilidad económica del momento permitieron que en 1956 se cultivaran en el país 1.660.000 ha (de los Campos y Pereira, 1998).

El desarrollo del cultivo comercial de soja [*Glicine max.* (L) Merrill] en nuestro país, tuvo distintas etapas. Comienza en Uruguay en la década de 1970, llegando a un área máxima de 50000 ha en 1979; a comienzos de 1980 cae a menos de 10000 ha como consecuencia de la situación económica. A partir de 1983 nuevamente comienza a aumentar el área destinada a este cultivo, que llegó en 1989 a 50000 ha, para nuevamente en la década de 1990 disminuir hasta las 8900 ha sembradas (Hirshy 2006, Risso 2006, URUGUAY. MGAP. DIEA 2008). A comienzos del nuevo milenio se genera una nueva expansión, el área cultivada en nueve años es incrementada 50 veces, llegando en la campaña 2007-08 a sembrarse 462000 ha (URUGUAY. MGAP. DIEA. 2008, Santos 2009). En el mismo período (1999-2007) la importación de plaguicidas usados en la agricultura se multiplicó por tres y los herbicidas por cinco (Chiaravalle y Castiglioni, 2008).

La soja como otros cultivos está sujeta a pérdidas de productividad y calidad causadas por insectos y otros artrópodos, por enfermedades y nemátodos y por la competencia con malezas desde la siembra hasta la cosecha y el almacenamiento. En el Uruguay este cultivo se caracteriza porque en todos los estados fenológicos hay una alta incidencia de diversos insectos plaga como consecuencia de la coexistencia con una variedad de especies leguminosas forrajeras que son hospederos alternativos. Los insectos más frecuentes son *Epinotia aporema* (Walsingham) que tienen hábito barrenador de brotes y de tallos, las lagartas defoliadoras [*Anticarsia gemmatalis* (Hübner) y *Rachiplusia nu* (Guenée)] que producen pérdidas de área foliar y las chinches *Nezara viridula* (Linneo) y *Piezodorus guildinii* (Westwood) por provocar aborto de granos en las vainas y la capacidad de transmitir virus a través de sus estiletes cuando se alimentan.

En los últimos años se han reportado problemas en la eficacia de control de los tratamientos contra insectos plaga en el cultivo de soja. Las experiencias generadas por los técnicos de campo hacen pensar que parte del problema es la tecnología de aplicación utilizada (Olivet y Zerbino, 2007).

En base a estas inquietudes, los objetivos del trabajo fueron la evaluación del efecto del tamaño de gotas, la velocidad de aplicación y el momento de aplicación en la distribución del producto y el control de *E. aporema*, *P. guildinii* y *N. viridula* con pulverizador hidráulico autopropulsado.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 ASPECTOS DE INSECTOS PLAGA DEL CULTIVO DE SOJA**

*Epinotia aporema* es un lepidóptero de la familia Tortricidae, propio del continente americano, que se distribuye en el centro y sur de nuestro continente. Se alimenta de leguminosas esencialmente de la subfamilia Faboideae (Bentancourt y Scatoni, 2006). Según Morey, citado por Alzugaray (2004), su ciclo puede durar desde 33 a 70 días con temperaturas de 16 °C y 24 °C respectivamente. En Uruguay es probable que este tortricido (que carece de un período de dormancia, por lo que permanece activo durante todo el año, se encuentran adultos y los diversos estados de desarrollo incluso en el invierno) presente 5 o 6 generaciones. Los incrementos de la población que se producen en los meses de diciembre y enero son los que más afectan a los cultivos extensivos y las pasturas (Bentancourt y Scatoni, 2006).

Según Castiglioni<sup>1</sup> en nuestro país la incidencia en el cultivo ha disminuido, probablemente debido al cambio en la tecnología del cultivo (secuencia de los ciclos de cultivo, disminución de la distancia entre filas y uso de cultivares RR, etc). Anteriormente en el esquema de rotaciones se realizaban 2 años de cultivos, seguidos por 3 años de praderas, la distancia entrefila era 0.70 cm y hoy es de 0.38 cm lo que le permite a los predadores controlar más a las presas sobre todo en los primeros estadios del cultivo. Hoy se ha implantado en muchas áreas el cultivo continuo Trigo-Soja y Cebada-Soja, lo que disminuiría las áreas de hospederos alternativos para este lepidóptero.

Las lagartas defoliadoras provocan daños físicos a las plantas al alimentarse de las hojas y en algunas ocasiones de las vainas en crecimiento, siendo los últimos instares (5° y 6°) los más voraces y perjudiciales. Se puede distinguir el daño de una y otra debido a que *A. gemmatalis* no respeta las nervaduras de las hojas y *R. nu* si lo hace (Zerbino y Alzugaray, 1994).

*Anticarsia gemmatalis* y *Rachiplusia nu* fueron consideradas plagas secundarias, a pesar de que en determinados momentos se registraron poblaciones importantes. Porque cuando era necesario controlarlas, el momento coincidía con la aplicación para control de *E. aporema*. Los productos para el control son los mismos y la dosis requerida son inferiores. En el caso de que exista ausencia de *E. aporema*, generalmente es necesario realizar control químico. Es importante identificar bien a ambas especies ya que *R. nu* requiere mayor dosis de insecticida para su control.

Las chinches verde pequeña *P. guidinii* y grande *N. viridula*, respectivamente son hemipteros de la familia pentatomidae, de origen neotropical que se distribuyen desde

<sup>1</sup> Castiglioni, E.A. 2008. Com. personal.

América del Sur y Central hasta el Sur de América del Norte ( Panizzi y Slansky Jr., Lanclos et al., citados por Ribeiro, 2007). Por sus hábitos alimenticios al succionar las vainas en formación, producen aborto de granos, reducción del peso y tamaño de los granos, bajo porcentaje de aceite y un aumento en el porcentaje de ácidos grasos libres. Por lo tanto hay una disminución en la calidad del grano y de la semilla. *Piezodorus guildinii* es vector de patógenos de las semillas, especialmente hongos como *Nematospora corylii* (Hoffmann-Campo et al., 2000).

## 2.2 BOQUILLAS, TAMAÑO Y DENSIDAD DE GOTAS

La cobertura de un cultivo depende del tipo de boquillas, tamaño y densidad de las gotas, la arquitectura de la planta, el estado fenológico en que se encuentre, las condiciones meteorológicas presentes al momento de la pulverización y que el equipo de aplicación funcione y esté bien calibrado.

La tecnología de aplicación de agroquímicos tiene como objetivo la colocación uniforme del producto en el organismo blanco, con mínima pérdida por escurrimiento y deriva. Las boquillas de pulverización son uno de los componentes más importantes de los pulverizadores hidráulicos para la aplicación de agroquímicos (Cunha et al.2005, 2006).

Walker y Huitink (1993) estudiaron durante dos temporadas la deposición de fungicidas en los diferentes estratos del cultivos de arroz con aplicación aérea y grado de control del tizón de la vaina causada por *Rhizoctonia solani* (Kühn) en tres dosis de caldo (28; 47 y 94 l.ha<sup>-1</sup>).Evaluaron dos blancos inertes (papel y cordeles de algodón) en tres posiciones del cultivo (alto, medio y bajo). El primer año utilizaron boquillas D4 y D6 a 241kPa y D8 a 310 kPa de presión, logrando DVM estimados de 390µm para la boquilla D4 y 520 µm para las boquillas D6 y D8. Los resultados indican que con las tasas de aplicación de 28 y 47 l.ha<sup>-1</sup> se obtuvo la mayor cobertura y control de la enfermedad. El promedio de las colectas en los tres estratos mostró que la cantidad de tinta fue significativamente menor en la tasa a 94 l.ha<sup>-1</sup> en ambos tipos de blanco.

El segundo año utilizaron boquillas D4; D6 y D8 con núcleos 46 a 186 kPa de presión, posicionando las boquillas bajo los planos del avión en forma vertical y 45° hacia atrás. La deposición decreció desde el estrato superior hasta el inferior, excepto en el tratamiento de 94 l.ha<sup>-1</sup> donde el promedio del estrato superior dio menos que el estrato medio. Los autores concluyen que el mejor comportamiento lo presentó la aplicación a 47 l.ha<sup>-1</sup>. No pudieron explicar el pobre comportamiento de la tasa a 94 l.ha<sup>-1</sup> para el primer año y el similar comportamiento que presentaron las aplicaciones a 28 y 94 l.ha<sup>-1</sup> en el segundo año. No obtuvieron diferencias estadísticas en el estrato inferior de la planta para las tasas de aplicación estudiadas y sugieren que el tamaño de gota pudo afectar el comportamiento de la pulverización en la deposición.

Barcellós et al. (1998) estudiaron la penetración de gotas de pulverización en un cultivo de soja a los 25 días post emergencia. Compararon boquillas de abanico plano y boquillas de cono. Los volúmenes aplicados fueron 70; 139 y 208 l.ha<sup>-1</sup> para el primer tipo de boquillas y 75; 132 y 200 l.ha<sup>-1</sup> para el segundo. Evaluaron densidad de gotas (impactos.cm<sup>-2</sup>) y cantidad de producto (ng.cm<sup>-2</sup>). Fijaron cinco posiciones de muestreo; estrato superior, medio y suelo en la entrefila y estrato medio y a nivel del suelo dentro de la fila. Encontraron que en la línea de siembra, las boquillas de abanico plano presentaron mayor densidad de gotas y mayor cantidad de producto depositado a nivel del suelo. En cuanto a las boquillas de cono, la mayor densidad de gotas y cantidad de producto depositado se registró en el estrato medio del cultivo. En la entrefila, tanto la densidad de gotas como la concentración del trazador fueron decreciendo desde lo alto del dosel hasta la base de las plantas, lo que indicó una intercepción de las gotas de pulverización y/o la influencia de la deriva. No fue posible establecer la correlación entre densidad de gotas depositadas y tasa de aplicación para ambos tipos de boquilla.

Sin embargo, los autores sugieren que en el control de insectos y enfermedades de la parte aérea del cultivo de soja deberían ser utilizadas boquillas de cono porque logran una mayor penetración de gotas en el perfil del cultivo y boquillas abanico plano para la aplicación de productos al suelo dado que en promedio tuvieron una mayor deposición de gotas sobre los blancos instalados en esa posición.

Zhu et al. (2002) estudiaron el efecto de la estructura de la planta, el tamaño de orificio y la inclinación de la boquilla en la penetración de la pulverización dentro del follaje de plantas de maní (*Arachis hypogaea*, L.). Realizaron aplicaciones en horas de la mañana a los 48, 68 y 109 días post plantación con diferentes boquillas abanico plano estándar (gotas finas, medias y gruesas) a una presión de trabajo de 276 kPa en horas de la mañana, sobre cultivos plantados en hilera simple y doble de manera de aumentar el follaje por unidad de área. Midióron y calcularon para cada tratamiento altura y ancho de planta, índice de área foliar; densidad del follaje y lo correlacionaron con los depósitos de pulverización de los estratos medio e inferior del cultivo. Los depósitos en los estratos medio e inferior decrecieron linealmente con el crecimiento del cultivo y del follaje que cerraba el dosel a la penetración de la pulverización en los estratos bajos. No hubo diferencias significativas en los depósitos sobre el follaje en los dos métodos de siembra al aplicar el caldo con una sola boquilla en la parcela de fila simple y con dos boquillas en las parcelas del cultivo en doble fila. De acuerdo a los resultados obtenidos, los autores establecieron que la penetración dentro del dosel del maní pudo ser mejorada por incremento en el caudal de la boquilla de 0.1 a 0.3 galones por minuto pero no lo hizo al incrementar el caudal desde 0.3 a 0.5 galones por minuto luego de pasados 68 días post plantación. A los 109 días, los depósitos en la parte superior del cultivo en doble fila con boquillas abanico plano de gota media fueron diez veces y media mayor que en el estrato medio y 62 veces más altos que en el estrato inferior, lo que indica la importante intercepción que existe por parte del follaje.

Concluyen que la inclinación de las boquillas hacia la dirección de avance desde la vertical no mejoró la penetración del follaje entre el estrato medio y el inferior y que la altura de la planta y el IAF fueron los factores que tuvieron más influencia en la penetración de la pulverización a los estratos más bajos.

Bauer y Raetano (2004) en un estudio sobre distribución volumétrica de caldo producida por boquillas abanico plano (XR y TP) y doble abanico (TJ) a diferentes alturas: 0.30; 0.40 y 0.50 m, y ángulos de las boquillas: vertical; 30° y 45° hacia atrás. Encontraron que cuando el espaciamiento entre boquillas es reducido, la uniformidad de distribución es menos influenciada por la variación de la altura del botalón y que cuando se utiliza ángulo en la barra pulverizadora hay necesidad de adecuación del espaciamiento entre boquillas.

Antuniassi et al. (2004) evaluaron la cobertura de hojas de soja en tres estratos del cultivo (alto, medio y bajo) en aplicaciones terrestres a una velocidad de 10 km.h<sup>-1</sup> y dos tasas de aplicación: 100 y 150 l.ha<sup>-1</sup>. Utilizaron boquillas cono hueco (gotas muy finas) a 20kPa de presión, doble abanico plano (gotas muy finas; gota fina); abanico plano estándar (gotas finas); abanico plano de aire inducido (gotas muy gruesas) definidas según norma ASAE S572, todas ellas a 4 kPa .

La mayor parte del caldo quedó retenido en el estrato superior independientemente del volumen aplicado, registrando hasta diez veces más cobertura que el estrato inferior. Las boquillas que produjeron gotas muy finas a finas a 100 l.ha<sup>-1</sup> lograron una mejor cobertura en los estratos medios a bajos, registrando mayores valores las de cono hueco con respecto a las de doble abanico plano. Las boquillas de aire inducido (gotas muy gruesas) se diferenciaron de las demás en un grado de cobertura, que la boquilla de cono hueco de mayor caudal y gota muy fina a 150 l.ha<sup>-1</sup> fue superior estadísticamente a las demás en la cobertura de los estratos medios y bajos.

Estos resultados son opuestos a los obtenidos por Barcellós et al. (1998) donde evaluaron la penetración en el follaje de gotas emitidas por boquillas de abanico plano estándar y las de cono hueco a tres tasas de aplicación, obteniendo mayor penetración en los estratos medio e inferior con abanico plano y mejor distribución de gotas con las cono hueco en el estrato superior del cultivo.

Cunha et al. (2005) estudiaron la deposición y deriva de un fungicida en función del tipo de boquilla y el volumen de caldo en un cultivo de poroto (*Phaseolus vulgaris, L.*); compararon boquillas abanico plano estándar y cono hueco a dos volúmenes de aplicación: 125 y 250 l.ha<sup>-1</sup>, realizaron tres aplicaciones con un pulverizador de presión constante a CO<sub>2</sub>. Para medir la deriva, colocaron blancos inertes fuera el área de tratamiento a 5; 10 y 15m de distancia. Las dos boquillas tuvieron similar cobertura sobre el follaje en todos los estratos evaluados. No encontraron interacción significativa entre las boquillas y los volúmenes de aplicación. La explicación de este resultado está

dada en que la presión utilizada para las boquillas de cono hueco fue insuficiente para generar turbulencia. Además de que el tamaño de las gotas formadas por estas boquillas fue más pequeño que el obtenido con las de abanico plano. Por otra parte la deriva y la pérdida fue mayor en las aplicaciones a  $125 \text{ l.ha}^{-1}$ . También consideraron que la deriva de las gotas pequeñas al ser mayor pudo haber contribuido a estos resultados. Las plantas retuvieron más producto a mayor tasa de aplicación  $250 \text{ l.ha}^{-1}$ , sin embargo la deposición no fue homogénea y con este volumen hubo diferencias de retención de producto a lo largo del follaje.

Galvez et al. (2005) evaluaron para el control de roya asiática de la soja (*Phakopsora pachyrhizi*, H. Sydow & Sydow) en estadio R5 de la escala de Fehr y Caviness (1977) con cobertura foliar respecto al suelo de 100 %, la penetración del asperjado producido por boquillas de abanico plano, de doble abanico, de cono lleno y cono hueco y un adaptador porta boquillas doble con dos boquillas abanico plano en aplicaciones terrestres a dos volúmenes ( $120$  y  $150 \text{ l.ha}^{-1}$ ). La penetración fue evaluada utilizando tarjetas hidrosensibles dispuestas en dos estratos (superior y medio). Analizaron el número de impactos  $\text{cm}^{-2}$ ; Diámetro Volumétrico Mediano, Diámetro Volumétrico 0.1 y Diámetro Volumétrico 0.9. Contrariamente a lo que esperaban las boquillas doble abanico no presentaron mayor penetración después de los 0.2 m del dosel y en la penetración del follaje. Las boquillas de cono hueco a la mayor tasa aplicación registraron el mayor número de impactos en ambos estratos, las demás boquillas se comportaron en forma similar. La penetración profunda en el perfil del cultivo fue lograda con gotas finas de  $166 \mu\text{m}$ . Los resultados permitieron concluir que el grado de cerramiento del canopeo afectó la eficiencia de penetración del asperjado por lo que se considera importante evaluar dispositivos que ayuden a lograr un mayor alcance al objetivo como puede ser el uso del túnel de viento.

Cunha et al. (2006) evaluaron el efecto de dos volúmenes de aplicación:  $115$  y  $160 \text{ l.ha}^{-1}$  con boquillas abanico plano estándar, abanico plano de preorificio calibrado, abanico plano de inducción de aire y abanico plano doble de inducción de aire en el control químico de la roya asiática en un cultivo de soja en estadio R2. Utilizaron un pulverizador de mochila manual a una presión 200 kPa. La velocidad de aplicación fue de  $5 \text{ km.h}^{-1}$ .

Mediante un espectrofotómetro según la metodología descrita por Palladini (2000), cuantificaron la cantidad de caldo depositado en las hojas. Los resultados obtenidos indican que a igualdad de volumen, las diferentes boquillas depositaron la misma cantidad de producto independientemente del estrato que se analizara. Las boquillas de abanico plano estándar de gotas más finas mostraron una mayor tendencia a la deposición en los estratos inferiores del cultivo y con la que se logró la deposición más uniforme a lo largo del perfil. Las boquillas de gota fina fueron las que presentaron menor variación en la deposición entre los estratos ante la disminución en el volumen aplicado, en tanto que las gotas más gruesas, fueron las que tuvieron mayores

diferencias. El grado de avance de la enfermedad y la productividad del cultivo fue similar en todos los tratamientos con fungicida, los cuales tuvieron un rendimiento superior al 41% los tratamientos respecto del testigo.

Ozkan et al. (2006a) utilizaron boquillas abanico plano estándar, abanico plano de baja deriva, cono hueco y un adaptador con asistencia de aire forzado portando boquillas abanico plano estándar para evaluar la deposición en el follaje y el control en dos enfermedades que presentan dificultades en el mismo cuando el follaje se encuentra cerrado, como la pudrición del tallo provocada por sclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*) y roya asiática de soja. Colocaron blancos inertes en tres estratos (superior, medio y bajo). Los resultados obtenidos para las boquillas convencionales de pulverización fueron estadísticamente similares. La boquilla abanico plano de baja y la boquilla de cono hueco tendieron a presentar respectivamente el mayor y menor depósito por área. La combinación túnel de viento y boquillas abanico plano estándar produjo depósitos significativamente superiores en los estratos medios y bajos, que las otras pulverizaciones. Los autores consideran que el equipo con asistencia de aire es la mejor opción para obtener la mayor cobertura pero que hay que ser cuidadoso en el uso del flujo del aire, porque si se realiza de manera inapropiada puede resultar contraproducente.

Hanna et al. (2006) estudiaron el efecto del tipo de boquilla y transporte de la aplicación en el control a enfermedades de mancha en hoja en el cultivo de soja en dos experimentos. Evaluaron boquillas doble abanico plano de gotas finas en volúmenes de 112 y 187 l.ha<sup>-1</sup> y una boquilla abanico plano de baja deriva de gotas gruesas a 168 l.ha<sup>-1</sup> según la norma ASAE S572. En un experimento, la aplicación se realizó sobre un cultivo al estado R4, utilizando una pulverizadora hidráulica con asistencia del túnel de viento, en el otro la aplicación fue realizada en el estado R3. Las variables consideradas fueron: tamaño de los impactos, cobertura, severidad de la enfermedad (todas ellas en tres estratos) y el rendimiento del cultivo. En uno de los tratamientos aplicaron con la pulverizadora conteniendo adaptadores porta boquillas doble con dos boquillas abanico plano de baja deriva. Observaron que la cobertura y la densidad de impactos.cm<sup>-2</sup> fue mayor en el estrato superior (17-18 %) frente a los estratos medio y bajo con 1-8 % de cobertura en ambos experimentos. Los autores concluyen que los DMV y DV(0.9) de los tratamientos estuvieron dentro del rango dado por los fabricantes; el rango de DV (0.1) sugerido para gota gruesa, media y fina fue menos aparente. Todos los tratamientos fueron estadísticamente similares en la severidad de la enfermedad de hoja y en el rendimiento probablemente debido a que la presión de la enfermedad fue baja, quizás debido a condiciones ambientales secas.

Souza et al. (2007) estudiaron los depósitos de pulverización de diferentes boquillas y tamaño de gotas en aplicaciones tardías en el cultivo del algodón. Evaluaron boquillas cono hueco de gota fina, doble abanico plano de gota gruesa, abanico plano de aire inducido de gota muy gruesa a razón de 150 l.ha<sup>-1</sup> y abanico plano de aire inducido de

gota muy gruesa a extremadamente gruesa con un volumen de  $200 \text{ l.ha}^{-1}$ . Para obtener la deposición en  $\text{mg.l}^{-1}$  transformaron los valores obtenidos y utilizaron el modelo de Gompertz para comparar las frecuencias acumuladas. Con el aumento de tamaño de gota un mayor volumen quedó retenido en las hojas del estrato superior de las plantas lo que indica que se redujeron las pérdidas por evaporación y deriva. La deposición sobre las hojas de la boquilla abanico plano de aire inducido que produjo gotas muy gruesas a extremadamente gruesas no proporcionó un aumento en la deposición sobre las hojas, fue similar a los de la boquilla abanico plano de gotas gruesas probablemente por la ocurrencia de escurrimiento o que la pulverización no proporcionó número de gotas suficientes para aumentar la cobertura del blanco. Al realizar un análisis teórico de los volúmenes depositados en la hoja, se obtuvo que con las boquillas de gotas muy gruesas a extremadamente gruesas lograban un 100% de control, mientras que con las boquillas de gotas gruesas y las boquillas de gota fina lo hacían respectivamente en un 90% y en un 60 % de control.

Al analizar los volúmenes depositados en las hojas del tercio medio y superior de las plantas se observó la misma tendencia de aumento de la deposición a medida que aumentaba el volumen aplicado con excepción de las boquillas de gotas gruesas a extremadamente gruesas donde el volumen aplicado se depositó en un 80 % de las hojas pero sin buena cobertura y con posibilidades de escape del insecto plaga u hongo. El grado de cobertura de las boquillas no acompañó el aumento en el volumen pulverizado y lo que realmente determinaría el control sería la concentración del ingrediente activo en el caldo el que porcentualmente estaría más diluido. Se destaca como factor limitante la arquitectura de la planta del algodón en donde el estrato medio presenta una cantidad de follaje mayor que la presente en el superior e inferior juntos, lo cual es una barrera física a la penetración de las gotas. Los autores determinaron que el volumen de los depósitos aumentó hasta un punto determinado con el aumento del tamaño de gota, por encima de esto un incremento del volumen perjudicó la cobertura. De los resultados obtenidos se destaca que es muy importante determinar el tamaño de gota en la pulverización, adecuarla a lo largo del día y que debe ser una de las principales metas de la investigación. Con alta temperatura y baja humedad se aumenta la eficiencia de pulverización con un aumento del tamaño de gota. En las condiciones meteorológicas adversas el uso de boquillas de inducción de aire aumentó el volumen depositado sobre el follaje comparándolo con el cono hueco.

Villalba (2007) estudió la cuantificación de depósitos de caldo de pulverización con diferentes tipos de boquillas sobre dos cultivares de soja con crecimiento determinado e indeterminado en los estados fisiológicos V3 y R1. Evaluó boquillas abanico plano de aire inducido de gota gruesa, boquillas doble abanico plano de gota fina y boquillas de cono hueco de gota fina a  $150$ ;  $200$  y  $250 \text{ l.ha}^{-1}$ . En R1 además incluyó tratamientos con boquillas doble abanico de pre-orificio calibrado de gota fina a  $150 \text{ l.ha}^{-1}$  y gota media a  $200 \text{ l.ha}^{-1}$ . Las aplicaciones fueron realizadas con un pulverizador de mochila presurizado con  $\text{CO}_2$  y un colorante alimenticio como trazador. Los valores de lectura que obtuvo

del espectrofotómetro los transformó en depósito de trazador por gramo de materia seca y los ajustó al modelo de Gompertz.

En el estado V3, en los dos tipos de cultivares, la deposición en las hojas fue 2 y 3.5 veces mayor que en R1. En este estadio el cultivar determinado registró los mayores depósitos a  $200 \text{ l.ha}^{-1}$  con boquillas de cono hueco y también a  $250 \text{ l.ha}^{-1}$  independientemente de la boquilla utilizada. De todas las boquillas, la doble abanico presentó las mayores diferencias en la deposición entre los volúmenes de  $150$  y  $200 \text{ l.ha}^{-1}$ . Por el contrario en el cultivar indeterminado las mayores deposiciones en los tres volúmenes de aplicación, se registraron con boquillas abanico plano de aire inducido pero las boquillas de doble abanico y cono hueco fueron las que presentaron la mayor uniformidad a  $150 \text{ l.ha}^{-1}$ .

En el cultivar determinado para el estado R1, la deposición fue semejante en todas las parcelas con excepción de la boquilla de gota fina a  $150 \text{ l.ha}^{-1}$  donde la mayor uniformidad se dio con boquillas abanico plano y cono hueco.

Encontró que la deposición de caldo por gramo de materia seca fue similar en los dos cultivares. Las boquillas de gota gruesa fueron las que menor deposición tuvieron; concluye que la diferencia de deposición de caldo por gramo de materia seca que encontró en algunos tratamientos se debió a los diferentes grados del desarrollo foliar en los cultivares. Observó que para todos los tratamientos, a mayor deposición por gramo de materia seca había menor uniformidad de distribución. Las boquillas cono hueco de gota fina que según los fabricantes son apropiadas para una buena penetración del dosel, fueron las que menor penetración presentaron y coincide en esta observación con los resultados obtenidos por Derksen et al. (2006).

### **2.3 MOMENTOS DE APLICACIÓN**

Balan et al. (2004), destaca que en las pulverizaciones agrícolas generalmente se le da mucha importancia a los productos fitosanitarios y pocas a la técnica de aplicación, siendo que las pérdidas del caldo pulverizado pueden superar el 70 % del total aplicado. Las condiciones de temperatura, humedad relativa del aire y la velocidad del viento que varían a lo largo del día afectan en el desempeño de los fitosanitarios aplicados (Boller, 2004). La alta temperatura y la baja humedad relativa del aire tienen un importante efecto sobre la pulverización de los productos fitosanitarios porque causan una evaporación más rápida de las gotas (Balan et al., 2004).

Balardin et al. (2004), evaluaron el efecto del horario y del volumen de aplicación de fungicidas en la eficacia del control de oídio (*Microsphaera diffusa*) y enfermedades de fin de ciclo en el cultivo de soja en R4. Evaluaron tres momentos de aplicación: 7; 12 y 18 h. con volúmenes de aplicación variables ( $60, 90, 120$  y  $150 \text{ l.ha}^{-1}$ ). Como resultado

de las variaciones en la tecnología de aplicación empleada hubo diferencias significativas en el control de las enfermedades. La mayor eficiencia de control fue obtenida con el caudal más grande. Las aplicaciones más eficientes fueron las realizadas en la mañana, siguiendo en orden las efectuadas en la tarde y finalmente las que se hicieron al mediodía.

Boller et al.(2004),evaluaron los efectos de la aplicación de un fungicida en diferentes horarios del día (8 ; 10 ; 12 ; 14 ; 16 y 18 h.) sobre el control de oídio (*Microsphaera diffusa*) y su efecto en el rendimiento de granos de soja. La aplicación se realizó en el estadio R5.2 y se utilizó un solo tipo de boquilla (abanico plano estándar de gota fina) a 241 kPa de presión. En todos los horarios con excepción de las 14 h., la eficiencia de control fue superior al 80%. Los rendimientos de los distintos tratamientos fueron similares entre sí y diferentes del testigo sin tratar. El nivel de enfermedad no afectó significativamente el peso del grano, salvo en los tratamientos de las 16 y 18 h. donde fue menor que los restantes tratamientos con fungicida pero mayor al del testigo.

Balan et al. (2004), estudiaron la deposición de una solución salina con tres tipos de boquillas en ocho horarios de aplicación (0; 3; 6; 9; 12, 15; 20 y 21h). La aplicación fue realizada con un pulverizador de mochila manual dotado de una válvula de presión constante de 200 kPa con boquillas, cono hueco de gota fina, abanico plano de pre-orificio calibrado de gotas gruesas y abanico plano de aire inducido de gotas gruesas.

Cuando la aplicación fue realizada entre las horas de la madrugada y el amanecer, en condiciones de baja demanda atmosférica, el comportamiento de las boquillas fue similar. Al aumentar la temperatura y disminuir la humedad a lo largo del día, se registraron diferencias entre las tres boquillas, siendo mayor la deposición con gotas gruesas. La boquilla de aire inducido tuvo valores de deposición parecidos en todos los horarios evaluados y fue similar a la boquilla de pre-orificio, probablemente debido a la ausencia de viento durante el experimento. La boquilla cono hueco de gota fina, tuvo una variación en más del 100 % entre los horarios de mayor y de menor demanda atmosférica. Los resultados obtenidos refuerzan la importancia de una correcta elección de la boquilla en función de la temperatura y de la humedad relativa, teniendo más cuidado e incluso tomar la decisión de suspender una aplicación si se debe utilizar una boquilla de gotas finas y las condiciones del tiempo son adversas.

## **2.4 TASAS DE APLICACIÓN**

Gordon et al. (2002), realizaron evaluación a campo y análisis de deposición del espectro de gotas del sistema electrostático Spectrum (gotas muy finas) en plantas de algodón maduras previas a su defoliación y asociar el perfil de deriva del sistema electrostático colocado en un avión, comparándolo con un sistema usado comercialmente como el atomizador rotativo Micronair AU5000 (gotas muy finas) en

Australia. Las parcelas asignadas al sistema electrostático recibieron  $10 \text{ l.ha}^{-1}$  con y sin carga eléctrica mientras que las parcelas pulverizadas con el Micronair AU5000 recibieron  $30 \text{ l.ha}^{-1}$ . La deposición fue medida en hojas y en colectores artificiales dispuestos dentro del cultivo y fuera de las parcelas para captar deriva en la dirección del viento. El sistema electrostático con carga a  $10 \text{ l.ha}^{-1}$  tuvo niveles de deposición similares al tratamiento Micronair a  $30 \text{ l.ha}^{-1}$ , sin embargo el primero tuvo menor variación de depósito dentro del follaje. Los tratamientos fueron semejantes en cuanto a la cantidad de tinta recuperada que llegó al estrato superior del cultivo. En el estrato inferior la recuperación de tinta fue significativamente menor cuando se utilizó el sistema electrostático con carga a  $10 \text{ l.ha}^{-1}$  respecto a los valores registrados en los restantes tratamientos. Esto podría indicar que cuando la gota está cargada electrostáticamente, más material alcanza el follaje. Respecto a la deriva, los resultados en el ensayo no fueron concluyentes, sin embargo el tratamiento con el sistema electrostático con carga a  $10 \text{ l.ha}^{-1}$  produjo una rápida disminución en la cantidad de material despedido hacia el campo desde el área tratada.

Olivet y Zerbino (2003), evaluaron el efecto del volumen de aplicación y el tamaño de gota en el control de chiches *Nezara viridula* (L.), *Piezodorus guildinii* (Westwood) y *Edessa mediatubunda* (F.). Fueron evaluados tres tamaños de gotas (finas, medias y muy gruesas) en tres tasas de aplicación ( $55$ ,  $110$  y  $160 \text{ l.ha}^{-1}$ ), con variaciones en la velocidad de avance. Fueron utilizadas boquillas abanico plano estándar, abanico plano pre-orificio calibrado y abanico plano de aire inducido. La evaluación de la cobertura y del número de impactos fue realizada mediante tarjetas hidrosensibles, colocadas en la parte superior del canopeo. El número de impactos por unidad de área aumentó a medida que lo hizo la tasa de aplicación, con excepción de la boquilla de aire inducido de gotas muy gruesas. La boquilla de pre-orificio calibrado de gotas medias registró el mismo número de impactos en los dos volúmenes de aplicación. El control de chinches realizado por los tratamientos con insecticida fue adecuado y semejante entre sí y estadísticamente diferente del testigo sin tratar, lo que indica que es factible reducir el caudal a  $50 \text{ l.ha}^{-1}$  y de esta manera aumentar la autonomía de los equipos. Por su parte el uso de boquillas de gotas medias a muy gruesas minimizaría los efectos de deriva.

Boller et al. (2004), evaluaron el comportamiento de seis tipos de boquillas a  $100$  y  $200 \text{ l.ha}^{-1}$  en el control del oídio en soja en el estado R5.1. Utilizaron boquillas de abanico plano estándar, abanico plano de pre-orificio calibrado, abanico plano de baja deriva, abanico plano de inducción de aire (gotas fina, media, media y muy gruesa), de doble abanico (gota fina) y boquillas de cono hueco (gota fina). La presión de trabajo fue de  $207 \text{ kPa}$  para todas las boquillas con excepción de las boquillas cono hueco y abanico plano de aire inducido que fue de  $310 \text{ kPa}$ . Las variables evaluadas fueron severidad y evolución de la enfermedad mediante una curva de progreso de la misma. Con un volumen de caldo de  $100 \text{ l.ha}^{-1}$  la eficiencia de control de la enfermedad fue superior al  $80 \%$ , siendo las distintas boquillas iguales estadísticamente. Cuando el volumen de caldo fue duplicado, algunas boquillas como las de cono hueco, abanico de pre-orificio

calibrado y abanico de inducción de aire mejoraron la eficiencia de control respecto a los 100 l.ha<sup>-1</sup>. En las restantes boquillas, la duplicación del volumen no causó mejoras en la eficiencia mayores del 5 %. Las parcelas tratadas tuvieron un rendimiento similar entre sí y estadísticamente superior al testigo sin tratar. Estos resultados confirmaron que la aplicación del fungicida fue una herramienta adecuada para el control de la enfermedad y que para este ensayo y condiciones de aplicación para un mismo volumen no hubo efecto en el control de la enfermedad del tipo de boquilla.

Gamba y Ferrazzini (2005) en un cultivo de soja, evaluaron la cobertura (número de impactos.cm<sup>-2</sup>), la uniformidad de aplicación, así como la incidencia y severidad de roya asiática y su efecto en el rendimiento final y el peso de 1000 semillas de dos tasas de aplicación (120 y 180 l.ha<sup>-1</sup>). La aplicación se realizó un día después de haberse detectado presencia de la enfermedad (R5.5). Fue utilizada una pulverizadora hidráulica de arrastre con boquillas de cono hueco (gotas finas). A los 27 días post aplicación en R7, evaluaron la incidencia de la enfermedad expresada como número de hojas con una o más pústulas/ número total de hojas y severidad como número de pústulas/hoja. De acuerdo a los valores registrados, los tratamientos con fungicidas fueron semejantes al testigo en el estrato superior para las variables incidencia y severidad. En el estrato medio los tratamientos fueron similares entre si y diferentes del testigo para la variable severidad; en tanto que para la incidencia todos los tratamientos fueron iguales entre si, solo el tratamiento de mayor tasa de aplicación fue diferente del testigo. No fueron registradas diferencias significativas para el rendimiento y el peso de 1000 semillas en ninguno de los tres tratamientos, como consecuencia de control de la enfermedad. El análisis de las tarjetas ubicadas a 0.30 m del suelo permitió concluir que en las condiciones del experimento, considerando el equipo aplicador y las condiciones meteorológicas presentes al momento de la pulverización, tanto la densidad de gotas como el DMV registraron valores muy aceptables y que la mayor tasa de aplicación no causó diferencias importantes en ninguna de las variables que caracterizan a la calidad de la aplicación, lo que explica que no haya habido efecto de las dos tasas de aplicación en la eficiencia de control de la enfermedad.

Con el objetivo de evaluar el funcionamiento de diversos sistemas de aplicación terrestre en el control de roya asiática de la soja, Antuniassi et al. (2005a), utilizaron tres pulverizadores hidráulicos autopropulsados: uno equipado con atomizadores rotativos de gota fina, el segundo equipado con sistema electrostático y boquillas cono hueco de gota muy fina y el tercero equipado con porta boquillas doble de gota fina/fina, fina/media y boquillas de cono de gotas muy finas. Las variables consideradas fueron severidad de la enfermedad, rendimiento del cultivo y presencia de residuos del fungicida en las hojas de soja por la técnica de cromatografía. En el caso de los atomizadores rotativos que aplicaron a una tasa de 25 l.ha<sup>-1</sup>, la evaluación se realizó con y sin el agregado de aceite vegetal. Con el equipo spectrum que aplicó a una tasa de 18 l.ha<sup>-1</sup> fueron evaluadas dos velocidades (16 y 22 km.h<sup>-1</sup>). Los porta boquillas dobles y las boquillas de cono aplicaron a 120 l.ha<sup>-1</sup>. Las hojas del tercio superior de las

plantas de los tratamientos con aceite presentaron el doble de la concentración del producto, comparado con las hojas de la misma posición de los tratamientos sin el agregado de aceite al caldo. Estos resultados indican que la aplicación con aceite produjo una mayor fijación y/o absorción del fungicida en las hojas en comparación con las aplicaciones hechas sin la adición del aceite, lo que demostraría que la adición de aceite aumenta la tolerancia a la ocurrencia de la lluvia en los 120 minutos siguientes a la aplicación dado que el producto va a quedar más adherido a las hojas resistiendo al lavado y también será absorbido de manera más rápida. Los resultados biológicos en el campo demostraron que en todos los tratamientos la enfermedad fue controlada de manera satisfactoria en el tercio superior del dosel, sin embargo en los tercios medio e inferior el control fue variable y es en donde los sistemas fueron diferentes, con tendencia a menor control del sistema electrostático spectrum y el adaptador twin cap medidos 29 días post tratamiento. El control de la roya y el rendimiento fue semejante en los tratamientos con y sin el agregado de aceite.

Antuniassi et al. (2005b), evaluaron la eficiencia en el control de roya asiática y productividad de un cultivo de soja realizando pulverizaciones aéreas con tres sistemas diferentes: atomizador rotativo Stol, atomizador rotativo Micronair (ambos sistemas con y sin el agregado de aceite) y el sistema electrostático spectrum con boquillas de cono de gota muy fina. Las tasas de aplicación fueron 10 y 20  $l \cdot ha^{-1}$ , agregándole 1.0  $l \cdot ha^{-1}$  de aceite de algodón y 0.025  $l \cdot ha^{-1}$  de emulsificante a los tratamientos Micronair 10  $l \cdot ha^{-1}$  y Stol 10 y 20  $l \cdot ha^{-1}$ . La mayor eficiencia de control de la enfermedad (superiores al 95%) fue obtenida con los tratamientos Micronair a 10  $l \cdot ha^{-1}$  + aceite; Stol 20  $l \cdot ha^{-1}$  + aceite y la pulverización con el sistema Spectrum cuando la HR era de 64 % sin diferenciarse estadísticamente entre ellos. Los tratamientos Micronair a 20  $l \cdot ha^{-1}$  sin aceite y sistema Spectrum con una HR del 71 % ocuparon el segundo lugar con una eficiencia de control de 80-90 %.

Las diferencias entre los tratamientos y los testigos en rendimiento no fueron grandes, probablemente debido a que las condiciones climáticas no fueron apropiadas para la expresión de esta variable.

En ensayos de tecnología de aplicación y comportamiento de diferentes insecticidas para el control de chinches en el cultivo de soja, Maziero (2006) evaluó en un experimento pulverizaciones terrestres con diferentes tasas de aplicación. La población inicial promedio fue de 12.3 individuos/ $m^2$ . Utilizó un pulverizador portátil presurizado a  $CO_2$  con boquillas de abanico plano estándar a 100 y 200 kPa de presión para lograr volúmenes de 50, 100 y 150  $l \cdot ha^{-1}$  sobre un cultivo de soja en estado R5.3. Colocó blancos inertes en el estrato medio y superior del cultivo, para evaluar el espectro de gotas en las mismas condiciones de volumen, presión y velocidad de aplicación colocó en el suelo en cada parcela cuatro tarjetas sensibles al agua. Las tarjetas recuperadas las digitalizó y analizó obteniendo el DMV y la densidad de impactos. La eficacia de control las obtuvo por medio de la ecuación formulada por Abbott en 1925. Los

resultados indican que al aumentar el volumen aplicado, las chinches disminuyeron en 2/3 su población total. Observó que se mantenía un patrón para todos los tratamientos en la distribución del caldo medida como densidad de impactos.cm<sup>-2</sup> a lo largo del perfil, el cual en el caso del estrato superior al duplicar y triplicar el volumen pulverizado por hectárea aumentó al doble y al triple la deposición de impactos.cm<sup>-2</sup>. No sucedió lo mismo en el estrato medio donde al duplicar el volumen de caldo, la densidad de impactos.cm<sup>-2</sup> se mantuvo similar. Al triplicar el volumen a 150 l.ha<sup>-1</sup> el nivel de deposición solo logró duplicarse. Los resultados obtenidos permiten establecer que el factor que permitió aumentar la deposición fue el volumen de aplicación y que al aumentar la deposición, aumentaba el control sobre el insecto plaga. Estos resultados son opuestos a los encontrados por Olivet y Zerbino (2003), quizás debido al estado del cultivo.

Este autor realizó un segundo ensayo en donde utilizó un avión equipado con atomizadores rotativos de discos Turbo Aero TA-88C-5-8, aplicando 10 l.ha<sup>-1</sup> de caldo con aceite (BVO<sup>®</sup>) y un pulverizador hidráulico terrestre con boquillas abanico plano de Aire Inducido a 100 l.ha<sup>-1</sup>. El cultivo se encontraba en el momento previo a la aplicación con 2.3 individuos/m<sup>2</sup>. El cultivo fue monitoreado a los 2, 4, 7, 14 y 20 días posteriores a la aplicación (DPA). Los resultados indican que hubo diferencias significativas entre los tratamientos 10 l.ha<sup>-1</sup> aéreo BVO<sup>®</sup> vs. terrestre 100 l.ha<sup>-1</sup> a los 2 y 7 DPA siendo mejor el control a los 2 DPA del tratamiento con agregado de aceite. En los días posteriores no hubo diferencias significativas entre ambas aplicaciones pero la tendencia se mantuvo a favor del agregado del aceite que afectó positivamente el comportamiento de los insecticidas tanto en su efecto de choque 2 DPA como en su efecto residual 20 DPA.

En un tercer ensayo, Maziero (2006) comparó dos aplicaciones aéreas: pulverizador rotativo de discos que aplicó agua + aceite vegetal (4.5 + 0,5 l.ha<sup>-1</sup>) y otro portando boquillas hidráulicas D6/45 de cono hueco bajo los planos usando agua sin aceite como vehículo para aplicar 20 l.ha<sup>-1</sup> de caldo. Los dos tipos de aplicación realizaron un buen control de la plaga, siendo superior el logrado con agregado de aceite. En las posteriores evaluaciones (7; 14 y 20 DPA) la tendencia se mantuvo a favor del tratamiento con aceite pero sin presentar diferencias significativas con la aplicación de 20 l.ha<sup>-1</sup> que tenía agua sin aceite como vehículo.

De toda su investigación el autor no encontró interacción entre los factores tecnología de aplicación y los insecticidas. Concluye que es conveniente la utilización del aceite vegetal como vehículo en aplicaciones con atomizadores rotativos de discos en bajo volumen oleoso-BVO<sup>®</sup> por formar gotas muy finas. Agrega que las aplicaciones con pulverizador rotativo en BVO<sup>®</sup> tendieron a ser más eficientes que las realizadas con boquillas hidráulicas D6/45, aunque estadísticamente los resultados obtenidos fueron semejantes.

## 2.5 VELOCIDAD DE APLICACIÓN

Derksen et al. (2006) estudiaron el efecto de la asistencia de aire y la pulverización hidráulica convencional en el control de sclerotinia y roya asiática en soja realizando manejos diferentes para las dos enfermedades. Para sclerotinia utilizaron boquillas convencionales abanico plano (gota fina y media), abanico plano de aire inducido (gota muy gruesa), de cono hueco (gotas finas) en un pulverizador de aire forzado y un pulverizador hidráulico convencional a  $187 \text{ l.ha}^{-1}$  sobre un cultivo en estado R2 colocando blancos inertes en dos estratos (inferior y medio). Las boquillas abanico plano estándar con la asistencia de aire demostraron tener mejor penetración en el dosel, que las boquillas cono hueco a las cuales aumentaron la presión para disminuir el tamaño de gota pero igualmente no mejoraron la penetración. En general las bajas velocidades permitieron mayor penetración que las altas. La velocidad de avance afectó el desempeño del pulverizador con asistencia de aire. Hubo una reducción significativa en todos los tratamientos de la pudrición del tallo respecto al testigo no tratado.

En general, las velocidades de aplicación más rápidas redujeron los depósitos cercanos al suelo. La boquilla de abanico de aire inducido produjo similares depósitos en el estrato medio que las demás boquillas pero no pudo proveer similares depósitos cercanos al suelo. Para los autores esto podría tener resultados en la reducción potencial de la cobertura de la boquilla de aire inducido de gotas gruesas.

En el ensayo de manejo de la roya asiática evaluaron diez técnicas de pulverización que incluyeron dos pulverizadores hidráulicos con asistencia de túnel de viento, un pulverizador hidráulico con boquillas premezcladoras de aire y líquido, un pulverizador hidráulico de botalón estándar con siete boquillas diferentes y un pulverizador estándar al que se le colocó un mecanismo de “apertura del follaje” (canopy opener). Este dispositivo lo usaron para evaluar técnicas que proporcionaran buena penetración de la pulverización dentro del follaje del cultivo. Aplicaron un volumen de  $145 \text{ l.ha}^{-1}$  de caldo en un cultivo en estado R3.

Las pulverizadoras hidráulicas con asistencia de túnel de viento fueron las que produjeron los mayores depósitos. Para los investigadores las aplicaciones a baja velocidad de desplazamiento con gota fina pudieron ayudar a lograr gran penetración en la parte inferior del dosel comparando con las otras 5 boquillas convencionales.

En la comparación de la efectividad entre el “canopy opener” y la pulverizadora hidráulica convencional con boquillas abanico plano estándar de gota media, el canopy opener aumentó los depósitos en ambos estratos. Durante los ensayos el IAF fue alto por lo que muchas gotas fueron interceptadas por las hojas superiores. Con la ayuda del “canopy opener” golpeando el estrato superior para abrir el follaje, las gotas pudieron

tener más espacio para penetrar al estrato medio e inferior resultando en altos depósitos en estos lugares.

Con la menor velocidad de avance; las gotas tuvieron chance de penetrar los blancos más profundos del follaje. Los resultados del trabajo indican que los tratamientos con asistencia de aire aumentaron los depósitos, que la pulverizadora hidráulica con la asistencia de aire del túnel de viento probó tener el mejor desempeño de los 10 tratamientos al permitir mayor deposición en el interior del cultivo por remoción del follaje y que el canopy opener produjo resultados similares siendo mejores que los tratamientos con la pulverizadora convencional. Contrariamente a lo que los autores esperaban, las boquillas doble abanico, cono hueco y el adaptador porta boquillas doble tuvieron un desempeño menor que las convencionales. El tamaño de gota no afectó los depósitos en los blancos dentro del dosel. A pesar del buen desempeño del “canopy opener”, este mecanismo puede ser contraproducente al transportar fuente de inóculo a otras partes de la chacra y en el comportamiento físico no es estable si se lo fabrica de un tamaño más grande que el usado en los experimentos.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

Se realizaron dos ensayos en la localidad de Ombúes de Lavalle en el departamento de Colonia, Uruguay. El primero se efectuó el 19 de enero de 2007 con el objetivo de controlar *E. aporema*. Fue aplicado Intrepid® SC (Metoxifenocida) a una dosis de 200 ml.ha<sup>-1</sup> y a una tasa de aplicación de 80 l.ha<sup>-1</sup>. El segundo ensayo se realizó el 15 de Marzo del mismo año con el objetivo de controlar chinches de *P. guildinii* y *N. viridula*. Para ello se aplicó Endosulfán 35 CE (1250 ml p.c.ha<sup>-1</sup>) a una tasa de aplicación de 100 l.ha<sup>-1</sup>. En ambos ensayos se utilizó un pulverizador hidráulico autopropulsado AGROFLEX con boquillas dispuestas a 0.35 m. Para la cuantificación de la densidad de impactos por cm<sup>2</sup> de hoja se utilizó en ambos ensayos el trazador fluorescente Blankophor al 1% de la solución.

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO DE *EPINOTIA APOREMA***

Las aplicaciones del insecticida y el trazador se realizaron sobre un cultivo en estado fenológico V8 de la escala establecida por Fehr y Caviness en 1977; con una altura promedio de planta de 1.05 m. El diseño experimental fue de parcelas al azar con arreglo factorial de los tratamientos. Los factores evaluados fueron: momento de aplicación (día y noche), tres tamaños de gotas (fina; media; muy gruesa) y dos velocidades de aplicación (12 y 20 km.h<sup>-1</sup>). Los tratamientos realizados se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Tratamientos evaluados en el control de *Epinotia aporema*

Momento	Velocidad (km.h <sup>-1</sup> )	Tamaño de gota*	Boquilla	Presión (bar)	DVM** (µm)
Día	12	MuyGruesa	TT11002	1.5	419
Día	20	MuyGruesa	AI11002	4	510
Noche	12	MuyGruesa	TT11002	1.5	419
Noche	20	MuyGruesa	AI11002	4	510
Día	12	Media	XR11002	1.5	300
Día	20	Media	TT11002	4	300
Noche	12	Media	XR11002	1.5	300
Noche	20	Media	TT11002	4	300
Día	15	Fina	TXA8002	2.5	200
Noche	15	Fina	TXA8002	2.5	200
Testigo	-	-	-	-	-

\* Según Norma ASAE S-572

\*\* Tamaño de gotas y presión según el fabricante de las boquillas (Teejet)

Las boquillas utilizadas en el ensayo se muestran en el cuadro 2.

Cuadro2. Boquillas utilizadas en el ensayo de *Epinotia aporema*

<i>Tipo de boquilla</i>	<i>Identificación*</i>	
Abanico plano de aire inducido anti deriva	AI11002	
Abanico plano gran angular de baja deriva	TT11002	
Abanico plano de rango amplio	XR11002	
Cono hueco	TXA8002	

\*Fuente: Spraying Systems Corporation (2007).

### 3.1.1 Variables estudiadas

Número total de larvas en 15 plantas, en el momento previo a la aplicación del ensayo y a los 4; 7; 14 y 21 días post tratamiento. Para evaluar grado de control de los diferentes tratamientos sobre la plaga y su evolución en el período fijado. En el momento previo a la aplicación del ensayo no se hicieron repeticiones.

- Impactos.cm<sup>-2</sup> en tarjetas hidrosensibles colocadas sobre el cultivo.

La densidad de impactos sobre tarjetas sensibles se determinó mediante conteo bajo microscopio estereoscópico marca UNICO<sup>TM</sup> 10X en diez posiciones al azar de 1cm<sup>2</sup> de superficie en cada tarjeta.

- Impactos. cm<sup>-2</sup> sobre hojas en el haz y envés en los estratos superior y medio del cultivo.

La densidad de impactos sobre las hojas se determinó mediante conteo en el haz y envés bajo microscopio estereoscópico con lámparas de luz negra 15W 230V/50Hz, efectuándose 5 conteos de 1cm<sup>2</sup> al azar en haz y envés por folíolo. Para visualizar los depósitos sobre las hojas se utilizó el trazador fluorescente Blankophor, LANXESS Energizing Chemistry (Holland) al 1% de la solución.

### 3.1.2 Condiciones meteorológicas durante el ensayo

Fueron registradas mediante la colocación de dos termo higrógrafos digitales HOBO<sup>®</sup> HR/T<sup>a</sup> “Intemperie” y diez medidas de velocidad de viento tomadas con un anemómetro de turbina Davis modelo LCA 6000, Davis Instrumentation (UK) en el lugar del ensayo. Los registros promedios se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Condiciones meteorológicas durante el ensayo *E.aporema*

Fecha:19/01/07	Mediodía(12:00 a 14:40h)	Anochecer(19:27a20:27hs)
Temperatura °C	28.9	24.2
Humedad Relativa (%)	37.5	35.7
Velocidad Viento (km.h <sup>-1</sup> )	14.5-22.5	12.8-20.7
Promedio (km.h <sup>-1</sup> )	14.9	16.2

### 3.2 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO DE CHINCHES

El diseño experimental fue de parcelas al azar y arreglo factorial de los tratamientos con 5 repeticiones. Los factores evaluados fueron, tamaño de gota (fina; media y muy gruesa) a dos velocidades de aplicación (12 y 21 km.h<sup>-1</sup>). Los tratamientos aplicados se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Tratamientos evaluados para el control de chinches.

Boquilla	Velocidad (km.h <sup>-1</sup> )	Tamaño de gota*	Presión** (Bar)	DVM** (µm)
TXA8002	12	Fina	2.5	185
TXA8002	21	Fina	7	160
DG95EVS	12	Media	2.5	349
DG95EVS	21	Media	7	233
AI11002	12	Muy Gruesa	2.5	565
AI11002	21	Muy Gruesa	7	457
Testigo	-	-	-	-

\* Según norma ASAE S-572; \*\* Tamaño de gota y presión según el fabricante (Teejet)

### 3.2.1 Variables estudiadas

- Evolución del número de chinches mayores a 0.5 cm.

La evaluación de la población de chinches se realizó con red de arrastre debido a la baja densidad poblacional. Se efectuaron tres repeticiones por parcela de 25 golpes cada una en el momento previo a la aplicación y a los 7 y 9 días posteriores al ensayo. Como consecuencias de las importantes precipitaciones registradas a partir del 27 de marzo y hasta el 2 de abril, no se pudieron realizar las evaluaciones correspondientes de los 2 y 15 DPA.

- Número de impactos.cm<sup>-2</sup> sobre folíolos en haz y envés, en estrato superior y medio.

Se extrajeron cinco muestras al azar compuestas de cinco folíolos cada una, del estrato superior y estrato medio del cultivo.

Fueron colocadas en bolsas de polietileno identificadas con el número de parcela y estrato, para finalmente resguardarlas de la deshidratación en cajas térmicas hasta trasladarlas al laboratorio.

La densidad de impactos sobre las hojas se determinó mediante el agregado del trazador fluorescente Blankophor 267%® (LANXESS Energizing Chemistry; Holland) a una concentración de 1% en el volumen aplicado y posterior conteo en haz y envés de las hojas extraídas en cinco posiciones al azar bajo microscopio estereoscópico e iluminación con luz negra.

### 3.2.2 Condiciones meteorológicas durante el ensayo

Fueron determinadas mediante la colocación de dos termohigrógrafos digitales HOBO® HR/T<sup>a</sup> “Intemperie” y diez medidas de velocidad de viento tomadas con un anemómetro de turbina Davis modelo LCA 6000, Davis Instrumentation (U.K) en el lugar del ensayo; obteniéndose los registros mostrados en cuadro 5.

Cuadro 5. Condiciones meteorológicas al momento ensayo chinches

Fecha y hora	15/03/07 (13:30 a 15:20)
Temperatura °C	25.2
Humedad Relativa. (%)	72.9
Rango velocidad del viento (km.h <sup>-1</sup> )	19-27
Media velocidad del viento (km.h <sup>-1</sup> )	22.4

Para el ensayo se utilizaron boquillas de la marca Teejet adquiridas al representante local de Spraying Systems Corporation (USA). Que se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Tipos de boquillas usados

Boquilla tipo	Identificación*
Abanico plano antideriva de preorificio calibrado	DG9502
Abanico plano antideriva de inducción de aire	AI11002
Cono hueco	TXA8002



\*Fuente: Spraying Systems Corporation (2007).

### 3.3 ANALISIS DE DATOS

Los datos obtenidos en la evaluación del control de insectos y la densidad de impactos fueron analizados con el procedimiento GENMOD del SAS<sup>®</sup> V9.0 (SAS Institute Inc.). Se asumió una distribución Poisson de los datos experimentales por ser una distribución de probabilidad discreta y se fijó como función de vínculo a la función logarítmica. Las variables dependientes se fijaron de acuerdo a los datos que se querían analizar en el programa (momento, impactos/10cm<sup>2</sup>, haz, envés, impactos/5 cm<sup>2</sup>). La comparación de medias se realizó mediante la prueba de comparación de razones de verosimilitud. Diferencias de medias con probabilidad de error tipo I mayores al 5 % fueron consideradas iguales según la prueba  $\chi^2$ .

Fueron realizados análisis factoriales y análisis por tratamientos individuales.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 EPINOTIA APOREMA

#### 4.1.1 Evaluación biológica

El efecto de la velocidad, tamaño de gota y momento de aplicación en el control de *E. aporema* se observa en el cuadro 7 donde se registran los valores de captura promedio de lagartas en 15 plantas por parcela.

Cuadro 7. Número de larvas vivas de *Epinotia aporema* en 15 plantas según el tamaño de gota, velocidad y momento de aplicación.

Factor		Día4	Día7	Día14
Tamaño de gota	Muy Grueso	4.8 a	2.3 a	0.0 a
	Medio	7.1 b	4.0 b	0.5 b
Velocidad(km.h <sup>-1</sup> )	Vel12	6.6 a	3.6 a	1.2 b
	Vel20	5.2 a	2.5 a	0.0 a
Momento	Día	6.3 a	2.9 a	0.7 b
	Noche	5.5 a	3.2 a	0.0 a

Nota: Medias identificadas con igual letra no difieren significativamente entre sí con  $p \leq 0,05$  según la prueba de comparación de razones de verosimilitud ( $\chi^2$ ).

Se puede observar que en los tres momentos de evaluación del ensayo el control fue significativamente superior con las aplicaciones con gotas muy gruesas en relación a las gotas de tamaño medio.

No se detectó efecto de la velocidad de aplicación en los tratamientos hasta la evaluación del día 14 en donde el tratamiento a 20 km.h<sup>-1</sup> registró una población estadísticamente diferente al tratamiento a baja velocidad, aunque biológicamente no sea significativo. Esto se contradice con los resultados obtenidos por Derksen et al. (2006) que obtuvo los mejores resultados de control a bajas velocidades de avance cuando estudió el efecto de la asistencia de aire y los sistemas de pulverización convencional en el control de enfermedades en soja como sclerotinia y roya asiática. La explicación podría estar dada por la movilidad que presentan los insectos plaga frente a las enfermedades que atacan tejidos.

En cuanto al efecto del momento de aplicación, los resultados fueron similares para la aplicación de día y de noche hasta la evaluación del día 14, lo que era bastante esperable ya que no existían grandes diferencias entre las condiciones ambientales presentes al momento de las aplicaciones.

La evolución de la población de larvas post aplicación se muestra en el cuadro 8. Los valores del día cero del cuadro, fueron puestos como referencia pero no fueron analizados por no haber realizado repeticiones.

Cuadro 8. Número de larvas vivas de *Epinotia aporema* cada 15 plantas para los distintos tratamientos en los distintos momentos de evaluación

Tamaño de gota	Momento	Velocidad km.h <sup>-1</sup>	Día post aplicación				
			0	4	7	14	21
Muy Gruesa	Día	12	13	5.0 abc	1.6 a	1.0	1.0
Muy Gruesa	Noche	12	7	5.3 abc	3.0 ab	2.3	1.3
Muy Gruesa	Día	20	12	7.7 bc	6.0 bc	0.7	1.0
Muy Gruesa	Noche	20	5	2.6 a	1.0 a	0.0	0.0
Media	Día	12	10	8.7 bc	5.3 bc	1.3	1.0
Media	Noche	12	10	8.3 bc	6.6 c	0.7	0.7
Media	Día	20	8	4.7 ab	1.3 a	0.3	0.0
Media	Noche	20	10	7.7 bc	5.3 bc	0.3	0.7
Fina	Día	15	5	5.6 abc	3.0 ab	0.0	0.3
Testigo	-	-	8	20.0 d	11.0 d	9.7	5.3

Nota: Medias identificadas con igual letra no difieren significativamente entre sí con  $p \leq 0,05$  según la prueba de comparación de razones de verosimilitud ( $\chi^2$ ). El tratamiento NF15 es parcela perdida.

El número de larvas presentes en 15 plantas a los cuatro y siete días posteriores a la aplicación fue similar para todos los tratamientos con insecticidas, los cuales fueron diferentes del testigo, lo que indica que en esos momentos el tamaño de gota no afectó el control de este insecto. Las gotas finas tuvieron similar control que las medias y gruesas. Coincide con Cunha et al. (2005), el cual encontró similar comportamiento entre gotas finas y medias cuando estudió la penetración del follaje y difiere de los resultados obtenidos por Antuniassi et al. (2004), en el cual las gotas finas tuvieron mejor penetración del follaje que las gotas medias y gruesas y difiere también con los resultados encontrados por Villalba (2007) donde las gotas finas tuvieron menos penetración en el follaje que las gotas gruesas.

En las observaciones de los días posteriores, a los 14 y 21 días el control de los tratamientos es próximo al 100%. A pesar de que existe un número apreciable de larvas en la parcela testigo, el programa no es capaz de reconocerlas como diferentes de los tratamientos debido probablemente a la variabilidad existente. Es probable que la distribución binomial negativa sea la que se ajuste más en este caso.

#### 4.1.1.1 Evaluación de eficiencia de control por Abbott (1925)

Para el ensayo de *E. aporema* se prefirió calcular la eficiencia de control por la fórmula establecida por Abbott en 1925 debido a que la población inicial de insectos entre las diferentes parcelas fue similar.

La fórmula de cálculo es:

$$\text{Eficiencia control (\%)} = 100 * (1 - \frac{n \text{ Trat}}{n \text{ Co}})$$

Donde: n Trat. es la población de insectos en la parcela post aplicación.  
n Co es la población testigo sin aplicación

El cuadro 9 presenta la eficiencia de control de los diferentes tratamientos.

Cuadro 9. Eficiencia de control (%) de *E.aporema* para la fórmula de Abbott (1925)

Tamaño Gota	Momento	Velocidad	Dia 4	Dia 7	Dia14
Muy Gruesa	Dia	Vel.12	75	85,4	89,7
Muy Gruesa	Noche	Vel.12	73,5	72,7	76,3
Muy Gruesa	Dia	Vel.20	61,5	45,4	92,8
Muy Gruesa	Noche	Vel.20	87	91	100
Media	Dia	Vel.12	56,5	51,8	86,6
Media	Noche	Vel.12	58,5	40	92,8
Media	Dia	Vel.20	76,5	88,2	96,9
Media	Noche	Vel.20	61,5	51,8	96,9
Fina	Dia	Vel.15	72	72,7	100

Se observa una alta eficiencia de control del insecto con los tres tipos de tamaño de gota, siendo el tratamiento de gota muy gruesa aplicado al anochecer con la velocidad de avance mayor el que obtiene mejor control. Se esperaba sin embargo, que los porcentajes de control más altos se dieran con las menores velocidades de aplicación como lo obtenido por Derksen et al. (2006).

Los resultados del ensayo coinciden con los obtenidos por Souza et al. (2007) quienes compararon diferentes tamaños de gota desde finas hasta muy gruesas en aplicaciones tardías en algodón bajo condiciones adversas para pulverizaciones, obteniendo un control del 60 % cuando utilizaba boquillas de gotas finas frente a un 90 % de control con gotas gruesas y un 100 % con boquillas de gotas muy gruesas.

#### 4.1.2. Densidad de impactos.cm<sup>-2</sup> sobre blancos artificiales

Uno de los estudios físicos de la distribución de gotas en el ensayo se realizó sobre las tarjetas hidrosensibles. Los resultados del conteo visual bajo el microscopio estereoscópico son presentados en el cuadro 10.

Cuadro 10. Densidad de impactos.cm<sup>-2</sup> sobre tarjetas hidrosensibles para los distintos tratamientos

Tamaño gota	Momento	Velocidad (km.h <sup>-1</sup> )	Número impactos.cm <sup>-2</sup>
Muy Gruesa	Día	12	33.1 b
Muy Gruesa	Noche	12	43.0 c
Muy Gruesa	Día	20	28.6 a
Muy Gruesa	Noche	20	28.2 a
Media	Día	12	64.7 d
Media	Noche	12	94.7 ef
Media	Día	20	98.3 f
Media	Noche	20	94.3 e
Fina	Día	15	153.6 g
Fina	Noche	15	163.6 h

Nota: Medias identificadas con igual letra no difieren significativamente entre sí con  $p \leq 0,05$  según la prueba de comparación de razones de verosimilitud ( $\chi^2$ ).

Como se observa en el cuadro, los tratamientos se diferenciaron entre si. Los de gota fina duplicaron a los de gota media y cuadruplicaron a los de gota gruesa, lo que en cierta medida era esperable ya que a igual volumen, las boquillas de gota fina producen mayor número de impactos por unidad de área que las de gota media y gruesa. Las menores velocidades produjeron mayor número de impactos que a alta velocidad.

A pesar de la diferencia en el número de impactos entre las distintas boquillas, el grado de control de las mismas fue similar a los 4 y 7 días post aplicación como se observa en el cuadro 8.

Cuando se analizan los diferentes factores evaluados se pueden observar las diferencias con más claridad como se ve en el cuadro 11.

Cuadro 11. Efecto del factor tamaño de gota, velocidad, momento aplicación sobre la densidad de impactos en tarjetas hidrosensibles en el ensayo de *E. aporema*

Factor		No. impactos.cm <sup>-2</sup>
Tamaño de gota	Muy Grueso	32.7 a
	Medio	86.8 b
Velocidad(km.h <sup>-1</sup> )	Vel12	54.3 b
	Vel20	52.3 a
Momento	Día	49.5 a
	Noche	57.4 b

Nota: Medias identificadas con igual letra no difieren significativamente entre sí con  $p \leq 0,05$  según la prueba de comparación de razones de verosimilitud ( $\chi^2$ ).

Hubo diferencias en los tres factores evaluados. Como se podía esperar, hubo diferencias en el número de impactos por unidad de área para el tamaño de gotas, dado que a igual volumen aplicado las boquillas de gotas medias presentan un número mayor que las boquillas de gotas muy gruesas.

La velocidad de avance afectó el número de impactos, se lograron valores superiores con la menor velocidad de aplicación, aunque no se reflejó biológicamente en el control del insecto.

En las aplicaciones realizadas al anochecer se obtuvieron aproximadamente 10 impactos por centímetro cuadrado más que en las realizadas durante la tarde, aunque esto no se vio reflejado en el control del insecto.

#### **4.1.3. Densidad de impactos.cm<sup>-2</sup> sobre el follaje**

En los estratos superiores y medio, el tamaño de gota fue el factor que incidió más en la densidad de impactos por unidad de área y tomado como el total de gotas que llegaron a las plantas. La esfera (gota) tiene diferente comportamiento en el transporte al órgano blanco según sea su masa, la que la hace penetrar más o no, interactuando con las hojas del follaje que ofician de barrera a su paso. (Cuadro 11 y 12)

La velocidad de avance afectó la deposición de los impactos de gota en ambos estratos. Respecto al momento de aplicación, no hubo diferencias para esta variables en el estrato superior pero si en el estrato medio.

Cuadro 12. Densidad de impactos.cm<sup>-2</sup> en hojas en el estrato superior y medio según tamaño de gota, velocidad y momento de aplicación

Factor		Estrato superior			Estrato medio		
		Haz	Envés	Total	Haz	Envés	Total
Tamaño de gota	Muy Grueso	10.6 a	4.1 a	14.7 a	6.5 a	0.6 a	7.1 a
	Medio	56.6 b	1.8 a	58.4 b	17.6 b	0.3 a	18.0 b
Velocidad (km.h <sup>-1</sup> )	Vel12	28.3 b	4.0 a	32.3 b	14.5 b	0.4 a	15.0 b
	Vel20	20.7 a	1.8 a	22.5 a	8 a	0.5 a	8.5 a
Momento	Día	17.2 a	11.7 b	28.9 a	6.2 a	1.6 b	7.8 a
	Noche	34.2 b	0.6 a	34.8 a	18.5 b	0.1 a	18.6 b

Nota: Medias identificadas con igual letra no difieren significativamente entre sí con  $p \leq 0,05$  según la prueba de comparación de razones de verosimilitud ( $\chi^2$ ).

Total: Haz + Envés.

Hubo menos impactos en el lado del Envés que en el Haz. En el total de impactos que llegaron a la hoja para los tres factores evaluados, el menor tamaño de gota, la velocidad de avance más lenta y la aplicación al anochecer fueron las que generaron más impactos por cm<sup>2</sup>.

Los resultados coinciden con Antuniassi et al. (2004), Galvez et al. (2005) quienes comparando diferentes tipos de boquillas en la cobertura de hojas de soja encontraron que las boquillas de gotas más finas tenían mejor cobertura en los estratos inferiores y que la cantidad de impactos fue mayor a la menor velocidad de aplicación.

En el cuadro 12 se puede apreciar que con las gotas de tamaño medio se obtuvo la mayor cantidad de impactos en el estrato superior del follaje mientras que en la evaluación con las tarjetas hidrosensibles la densidad de impactos por encima del follaje fue el doble con gotas finas (cuadro 10). Esto indicaría que las hojas dan mejor idea de los tratamientos. Similar resultado obtuvo Cunha et al. (2005) comparando la deposición sobre un cultivo de poroto con boquillas de abanico plano y de cono hueco; según el autor una de las probables razones de que la deposición de las boquillas cono hueco fuera inferior a la obtenida con abanico para los distintos tratamientos sería la baja presión de trabajo utilizada que no le permitiera generar suficiente turbulencia.

Cuadro 13. Impactos.cm<sup>-2</sup> en hojas en el estrato superior y medio

Tamaño gota	Momen to	Veloc. km.h <sup>-1</sup>	Estrato superior			Estrato medio		
			Haz	Envés	Total	Haz	Envés	Total
Muy Gruesa	Día	12	12.1 b	6.5 c	18.6 b	5.4 b	1.7 ab	7.1 a
Muy Gruesa	Noche	12	14.5bc	15.3 d	29.8 c	12 c	0.3 a	12.3 b
Muy Gruesa	Día	20	3.7 a	28.5 e	32.2 c	2.1 a	3 b	5.1 a
Muy Gruesa	Noche	20	19.3 c	0.1 a	19.4 b	13.3 cd	0.1 a	13.4b
Media	Día	12	50.5 e	2.5 b	53.0 d	14.1 cd	0.4 ab	14.5 b
Media	Noche	12	72.9 f	1.1 ab	74.0 ef	49 f	0.1 a	49.1 d
Media	Día	20	38.7 d	41.3 f	80.0 f	9.3 bc	2.9 b	12.2 b
Media	Noche	20	67.1 f	0.1 a	67.2 e	15.1 d	0.1 a	15.2b
Fina	Día	15	24.3 c	41.3 f	65.6 e	33 e	0.1 a	33.1 c
Fina	Noche	15	-	-	-	-	-	-

Nota: Medias identificadas con igual letra no difieren significativamente entre sí con  $p \leq 0,05$  según la prueba de comparación de razones de verosimilitud ( $\chi^2$ ).  
Tratamiento FN15 Parcela perdida. Total: Haz + Envés

Hubo una disminución en el número de impactos por unidad de área a medida que se descende desde el estrato superior al estrato medio del cultivo para todas las parcelas. Similares resultados encontró Barcellós et al. (1998), comparando penetración de gotas generadas con boquillas de cono y abanico plano en el cultivo de soja donde los valores registrados en la entrefila disminuían desde lo alto del cultivo hasta el estrato inferior indicando la interferencia de las gotas por las hojas superiores. Al comparar el estrato superior con el estrato medio se aprecia que hubo una disminución en la penetración de la pulverización del orden de 31 al 84 %.

Las interacciones entre los diferentes factores no son claras ni concluyentes por lo que no se puede afirmar que las gotas finas fueron las que tuvieron mayor penetración del follaje, sin embargo la tendencia muestra que las gotas medias y gruesas registraron la mitad de impactos que las gotas finas. Antuniassi et al. (2004), Cunha et al. (2006) compararon diferentes tipos de boquillas en la cobertura de hojas de soja y encontraron que las boquillas de gotas finas y muy finas tenían mejor cobertura en los estratos inferiores. Para estos últimos autores, la mayor penetración de las gotas finas podría deberse a que durante la aplicación en su ensayo no se presentaron condiciones meteorológicas adversas que causaran deriva y evaporación apreciables.

## 4.2 CHINCHES

#### 4.2.1 Evolución de la población de chinches post tratamiento

La evolución de la población de chinches de *P. guildinii* y *N. viridula* se registró en tres momentos efectuados inmediatamente previo a la pulverización del insecticida y a los siete y nueve días de efectuada la misma. El cuadro 14 muestra la comparación de contrastes de los factores principales.

Cuadro 14. Número de individuos mayores de 0.5 cm cada 25 golpes de red para los distintos tratamientos evaluados en los distintos momentos de la evaluación

Factor		Día 0	Día 7	Día 9
Tamaño Gota	Muy Gruesa	4,9 b	2,0 a	0,94 a
	Media	4,0 b	2,1 a	0,96 a
	Fina	2,4 a	1,5 a	0,88 a
Velocidad(km.h <sup>-1</sup> )	Vel.12	4,2 a	2,2 b	0,96 a
	Vel.21	3,1 a	1,5 a	0,89 a

Nota: Medias identificadas con igual letra no difieren significativamente entre sí con  $p \leq 0,05$  según la prueba de comparación de razones de verosimilitud ( $\chi^2$ ).

El análisis factorial muestra que el control obtenido con distintos tamaños de gota fue similar estadísticamente para los tres tipos y se mantiene en las dos observaciones, mientras que la velocidad de avance es la que marca la diferencia al ser algo mayor a 21 km.h<sup>-1</sup> el día 7. El cuadro 15 presenta los promedios del número de individuos obtenidos para los distintos momentos de muestreos.

Cuadro15. Número de chinches (mayores de 0,5cm) en 25 redadas para los distintos tratamientos

Tamaño Gota	Velocidad (Km.h <sup>-1</sup> )	Día 0	Día 7	Día 9
Muy Gruesa	12	5,1 b	2,5 a	1,3 a
Muy Gruesa	21	4,7 b	1,6 a	0,7 a
Media	12	4,0 b	2,7 a	1,0 a
Media	21	4,1 b	1,6 a	0,9 a
Fina	12	3,7 ab	1,7 a	0,7 a
Fina	21	1,5 a	1,3 a	1,2 a
Testigo		5,5 b	8,0 b	3,2 b

Nota: Medias identificadas con igual letra no difieren significativamente entre sí con  $p \leq 0,05$  según la prueba de comparación de razones de verosimilitud ( $\chi^2$ ).

En las observaciones de los días 7 y 9 posteriores a la aplicación, no se detectaron diferencias en el control entre los diferentes tamaños de gota y velocidades de avance utilizadas y todos los tratamientos se diferenciaron del testigo sin tratar, lo cual coincide con los resultados de Olivet y Zerbino (2003).

#### 4.2.1.1 Evaluación eficiencia control por Henderson y Tilton

Para la población de chinches se realizó el cálculo de eficiencia de control de los diferentes tratamientos que se muestran en el cuadro 16 por la fórmula establecida en 1976 de Henderson y Tilton por adecuarse más a la población heterogénea de insectos que inicialmente había entre las diferentes parcelas y porque esta fórmula toma en cuenta la variación existente entre parcelas. Su fórmula de cálculo es la siguiente.

$$\text{Eficiencia control (\%)} = 100 * \left( 1 - \frac{n \text{ Co pre T} * n \text{ T post}}{n \text{ Co post T} * n \text{ pre T}} \right)$$

Donde: n Co pre T: es la población de insectos control previo al tratamiento  
n Co post T: es la población testigo sin aplicación  
n T post : es la población de insectos post aplicación  
n pre T : es la población de insectos pre aplicación

Cuadro16. Eficiencia de control (%) de Chinche por la ecuación de Henderson y Tilton

Tamaño Gota	Velocidad( km.h <sup>-1</sup> )	Dia 7	Dia 9
Muy Gruesa	12	66,3	56,2
Muy Gruesa	21	76,6	74,4
Media	12	53,6	57
Media	21	73,2	62,3
Fina	12	68,4	67,5
Fina	21	40,4	37,5

Los porcentajes de control más altos en las observaciones del día 7 se corresponden con tratamientos de gotas gruesas y medias a la velocidad más alta, seguido por los tratamientos de gota fina y gruesa a 12 km.h<sup>-1</sup>. En las observaciones del día 9, la gota gruesa a 21 km.h<sup>-1</sup> sigue teniendo el mayor porcentaje de control de chinches seguido de la gota fina a 12 km.h<sup>-1</sup>. La más baja eficiencia de control fue ejercido por las gotas finas a la mayor velocidad de aplicación.

#### 4.2.2 Evaluación densidad de impactos.cm<sup>-2</sup> sobre el follaje

Los conteos visuales de los impactos sobre las hojas del cultivo de los estratos superior e inferior son presentados en el cuadro 17.

Cuadro 17. Número de impactos.cm<sup>-2</sup> en hojas de soja de los estratos superior y medio para tamaño de gota y velocidad

Factor		Estrato superior			Estrato medio		
		Haz	Envés	Total	Haz	Envés	Total
Tamaño de Gota	Muy Gruesa	64.5 a	29.8 a	94.3 a	39,8 a	0,9 b	40,8 a
	Media	93.1 b	42.6 b	135.7 b	61,6 b	0,5 a	62,2 b
	Fina	102 c	106.3 c	208.3 c	71,1 c	1,66 c	72,8 c
Velocidad (km.h <sup>-1</sup> )	12	85.2 a	50.0 a	135.2 a	65 b	0,94 a	66,2 a
	21	84.6 a	52.5 b	137.1 b	48,1 a	0,88 a	49 b

Nota: Medias identificadas con igual letra no difieren significativamente entre sí con  $p \leq 0,05$  según la prueba de comparación de razones de verosimilitud ( $\chi^2$ ).

Total: Haz + Envés

En todos los tratamientos a medida que pasan del estrato superior al inferior, hubo una disminución en el número de impactos por unidad de superficie, lo que indica la interferencia de las gotas por las hojas superiores, siendo las diferencias mayores para el número de impactos registrados en el envés de la hoja. Similares resultados encontró Barcellós et al. (1998), comparando penetración de gotas generadas con boquillas de cono y abanico plano en soja donde los valores registrados en la entrefila disminuían desde lo alto del dosel hasta el estrato inferior.

El tamaño de gota afectó la densidad de impactos en ambos estratos, el número de impactos se incrementó a medida que disminuyó el tamaño de gota; resultado que era esperable.

Respecto al efecto de la velocidad, en los cuadros se puede apreciar que en el estrato superior el número de impactos registrados en el haz fue similar para los dos tratamientos. Hubo diferencias entre ambas velocidades en el registro de impactos en el envés y en consecuencia en el número total de impactos. Esta diferencia a favor de la aplicación a mayor velocidad posiblemente esté asociada al hecho de que las aplicaciones fueron realizadas con un tamaño de gotas algo menor (ver cuadro 4). En el estrato inferior, el comportamiento fue el opuesto, la velocidad menor obtuvo mayor densidad de impactos.

## **5. CONCLUSIONES**

### **5.1 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CONTROL DE EPINOTIA**

El control de epinotia fue mayor en los tratamientos realizados con gotas muy gruesas que en los realizados con gotas de tamaño medio. El control fue similar cuando se aplicó a 12 y 20 km.h<sup>-1</sup>, en el día o la noche.

Todos los tratamientos se diferenciaron del testigo sin tratar.

Esto es relevante en la producción debido a que podemos lograr altos niveles de control del insecto en condiciones adversas para disminuyen los riesgos de deriva al utilizar gotas de mayor tamaño y aumentar él área tratada por jornada.

### **5.2 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CONTROL DE CHINCHES**

Los tratamientos con gotas muy gruesas, medias y finas y con dos velocidades de aplicación tuvieron un control de chinches similar. Se observó una tendencia a la disminución del porcentaje de control con la utilización de gotas finas. Todos los tratamientos se diferenciaron del testigo sin tratar.

Se observa las mismas consideraciones para la producción dadas en el ítem 5.1

### **5.3 DISTRIBUCIÓN DE LA PULVERIZACIÓN EN EL FOLLAJE**

La densidad de impactos sobre el follaje en el estrato superior fue mayor con el menor tamaño de gotas.

La densidad de impactos sobre el estrato medio obtenida en los dos ensayos disminuyó con el aumento de la velocidad evidenciando una disminución en la penetración, aunque ésta no se tradujo en una pérdida de control sobre Epinotia o chinches. En el estrato medio se observan menos impactos que en el superior. Particularmente en el envés donde los impactos observados en todos los casos fueron muy bajos.

El uso de gotas muy gruesas y medias se demostró eficaz en el control de insectos en soja, siendo su utilización una herramienta de gran potencial en la disminución de la deriva por aplicaciones en la agricultura.

## 6. RESUMEN

En Uruguay, se han reportado problemas en la eficacia de control de los tratamientos contra insectos en el cultivo de soja. Los objetivos de los ensayos fueron la evaluación del efecto del tamaño de gotas, la velocidad de aplicación y el momento de aplicación en la distribución del producto y el control de insectos mediante la utilización de un pulverizador terrestre autopropulsado. Se realizó el primer ensayo para el control de epinotia (*Epinotia aporema* W.) evaluando tamaño de gota (muy gruesas, medias y finas), momento y velocidad de aplicación. En el segundo ensayo para control de chinches (*Nezara viridula* L.; *Piezodorus guildinii* W.) se evaluó el efecto del tamaño de gotas y la velocidad de aplicación. Se agregó al caldo el trazador fluorescente Blankophor BA267%<sup>®</sup> al 1%. La densidad de impactos se midió en tarjetas sensibles al agua colocadas por encima del follaje y sobre hojas extraídas de dos estratos del cultivo. Los impactos sobre el follaje fueron determinados por conteo bajo microscopio estereoscópico y luz negra. La evolución de la población de *E.aporema* se determinó mediante el método de paño vertical en forma previa y posterior a la aplicación. La población de Chinches fue determinada mediante capturas con red entomológica. En el ensayo de *E. aporema* la densidad de impactos fue mayor con gotas medias y finas a pesar de lo cual la eficacia de control fue mayor con la utilización de gotas muy gruesas. El control de chinches fue similar para los tres tamaños de gota. El momento de aplicación no tuvo efecto en el control de *E. aporema*, las condiciones meteorológicas en los tratamientos de la tarde y al anochecer fueron similares. La densidad de impactos sobre el estrato medio disminuyó con el aumento de la velocidad de 12 a 21 km.h<sup>-1</sup>, sin embargo el control de *E. aporema* y chinches fue similar a ambas velocidades. Se destaca la utilización de gotas muy gruesas en el control de insectos en soja por su eficacia y potencial disminución de la deriva.

Palabras clave: Tamaño de gota; Chinches; *Epinotia aporema*; Momento de aplicación; Velocidad de aplicación.

## **7. SUMMARY**

In Uruguay, have been reported problems in the effectiveness of treatments against insects in soybean crops. The objectives of the trials were to evaluate the effect of droplet size, application speed and timing in product distribution and insect control with a ground self propelled sprayer. A trial was conducted to evaluate droplet size (very coarse, medium and fine), timing and application speed on the control of bean shoot borer (*E. aporema* W.). Another trial was conducted to evaluate the effect of droplet size and application speed on the control of stink bugs (*Nezara viridula* L.; *Piezodorus guildinii* W.). A fluorescent tracer Blankophor BA267%<sup>®</sup> was added in the tank sprayer at 1%. The density of impacts was evaluated with hydrosensitive cards above the top canopy. Impacts on the foliage were determined by counting under a stereo microscope, and black light. The evolution of the population of *E.aporema* was determined by the vertical beat sheet method before and after application. The evolution of the population of stink bugs was determined by the sweep net method. The density of impacts was higher with the use of medium and fine droplets but the control of the bean shoot borer was higher with the use of very coarse droplets. The stink bugs control was similar for the three droplet sizes. The application timing had not effect in controlling bean shoot borer in the treatment at midday and night but weather conditions were similar. The density of impacts at medium height decrease when the speed increases from 12 to 21 km.h<sup>-1</sup> while the control of stink bugs and bean shoot borer was similar for both speeds. Emphasizes the use of very large drops in the control of insects in soybean for its efficacy and drift potential reduction.

Keywords: Droplet size; Stink Bugs; *Epinotia aporema*; Timing; Application speed.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

1. ALZUGARAY, R. 2004. Daños por insectos en la producción de semilla de leguminosas forrajeras. Avispita, epinotia, apion, míridos. Montevideo, INIA. 24 p. (Serie Técnica no.141).
2. ANTUNIASSI, U. R.; CAMARGO, T.V.; BONELLI, M. A. P. O.; ROMAGNOLE, E.W.C.2004. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: Sintag-Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos(3º., 2004, Botucatu-SP).Trabalhos apresentados. São Paulo, FEPAF. pp. 48-51.
3. \_\_\_\_\_.;\_\_\_\_\_.;SIQUERI,F.;VELINI,E.D.;CAVENAGHI,A.L.;FIGUEIREDO, Z.N.;BONELLI,M.A.P.O.;ROCHA CORREA, M; DE SIQUIERA J.L.; MARQUES,J.R. 2005a. Tecnologias para aplicação terrestre. (en línea). In: Antuniassi,U. ed. Tecnologia de aplicação de defensivos. Botucatu, UNESP. pp.18-22. Disponible en <http://www.sindag.org.br/Uploads/documentos/art13.pdf>
4. \_\_\_\_\_.;\_\_\_\_\_.;SIQUERI,F.;VELINI,E.D.;CAVENAGHI,A.L.;FIGUEIREDO, Z.N.;BONELLI,M.A.P.O.;ROCHA CORREA, M; DE SIQUIERA , J.L.; MARQUES,J.R. 2005b. Tecnologias para aplicação aérea. In: Antuniassi,U. ed. Tecnologia de aplicação de defensivos. Botucatu, UNESP. pp.23-27. Disponible en [http://www.sindag.org.br/Uploads/documentos/art\\_13.pdf](http://www.sindag.org.br/Uploads/documentos/art_13.pdf)
5. ARROYO,L.; KAWAMURA,N. 2003. Biología y ecología de Piezodorus guildinii Westwood en soya. (en línea) .Artículos de Investigación, Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia. no.2: 4. Consultado 14 oct. 2008. Disponible en <http://www.cetabol.cotasnet.com.bo/infmi/nuevo.pdf>
6. ASABE. 2006. STANDAR ASAE S572 spray nozzle classification by droplet spectra. St. Joseph, MI, ASABE. pp. 438-440.
7. BALAN, M.G., ABI-SAAB, O.J.G.; SILVA, C.G. 2004. Deposição de três pontas de pulverização em diferentes horários. In: Sintag-Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos (3º., 2004, Botucatu-SP).Anais.São Paulo, FEPAF. pp.96-99.
8. BALARDIN, R.S.; BONINI, J.V.; GOSENHEIMMER, A.; MENEGHETTI, R.C.; MAFFINI, A.A.2004. Efeito do horário e do volumen de aplicação de

fungicidas na eficácia do controle de doenças foliares na cultura da soja. *In*: Simposio Internacional de Iniciação Científica(12º.,2004, USP). Resumos. no.2933. São Paulo, Universidade de São Paulo.1 p.

9. BARCELLOS, L.C.; CARVALHO, Y. C.; DA SILVA, A. L.1998. Estudo sobre a penetração de gotas de pulverização no dossel da cultura da soja [*Glycine max.*(L.) Merrill]. *Engenharia na Agricultura* (Viçosa). 6(2):81-94.
10. BAUER, F.C.; RAETANO, C.G. 2004.Distribuição volumétrica de calda produzidas pelas pontas pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. *Planta Danhina*. 22 (2): 275-284.
11. BENTANCOURT, C.M.; SCATONI, I.B. 2006. Lepidópteros de importancia económica en Uruguay. Reconocimiento, biología y daños de las plagas agrícolas y forestales. 2ª ed. Montevideo, Hemisferio Sur/Facultad de Agronomía. 437 p.
12. BOLLER,W.; FORCELINI,C.A.; AGEMANN,A.; TRES,I. 2004. aplicação de fungicida para o controle de oídio em soja, com diferentes pontas de pulverização e volumes de calda. *In*: Sintag-Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos (3º., 2004, Botucatu-SP).Anais.São Paulo, FEPAF. pp.17-20.
13. BRAGACHINI, M.; VON MARTINI, A.; MENDEZ, A. 2003. Pulverizadoras en Argentina. Proyecto Agricultura de precisión. Manfredi, INTA.24 p.
14. CARLTON,J.B.; BOUSE,L.F.; KIRK,I.W.1995. Electrostatic charging of aerial spray over cotton. *Transactions of the ASAE*. 38 (6):1641-1645.
15. CUNHA, J.P.A.R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C. 2005. Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda.*Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 9(1):133-138.
16. \_\_\_\_\_; FIALHO DOS REIS, E.; DE OLIVEIRA SANTOS, R.2006. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volumen de calda. (en linea). *Ciencia Rural*. 36 (005):1360-1366. Consultado jul. 2008. Disponible en <http://www.redalyc.uaemex.mx>
17. CHIARAVALLE, W.; CASTIGLIONI, E. 2008. La intensificación agrícola y la carga de plaguicidas en el ambiente. *In*: Encuentro Uruguayo de Soja (1º., 2008, Montevideo). Resúmenes. s.n.t. pp.

18. DERKSEN, R.C.; ZHU, H.; OZKAN, H.E.; DORRANCE, A.E.; KRAUSE, C. 2006. Effects of air assisted and conventional spray delivery systems on management of soybeans diseases. *Aspects of Applied Biology*. (77): 415-422.
19. DE LOS CAMPOS,G.;PEREIRA, G.1998.La actividad agrícola de secano en el Uruguay.(en línea).Montevideo, Facultad de Agronomía. 23 p. Consultado set. 2008. Diponible en [http://www.fagro.edu.uy/~ccss/docs/economagricola/EA2\\_La%20actividad%20agr%EDcola%20de%20secano.pdf](http://www.fagro.edu.uy/~ccss/docs/economagricola/EA2_La%20actividad%20agr%EDcola%20de%20secano.pdf)
20. GALVEZ,M.R.;VINCIGUERRA,H.F.;RODRIGUEZ,W.;SABATÉ,S.;SOLDINI, E. A. ;DEVANI, M.R.;OLEA, I.L.; PLOPER,L.D. 2005. Evaluación de la penetración del asperjado producido por diferentes boquillas en aplicaciones terrestres orientadas al control de la roya de la soja. (en línea). Tucuman, INTA. 9 p. Consultado may. 2008. Disponible en <http://www.eaac.org.ar/roya/Evaluacion-boquillas.roya.pdf>.
21. GAMBA, F.; FERRAZINI, H. 2005. Ensayo de control químico y tecnología de aplicación para la roya de la soja. (en línea). Paysandú, Facultad de Agronomía.5 p. Consultado oct. 2008. Disponible en [http:// www.chasque.net/dgsa// Informesyproy/Archivos/informe\\_timbo.pdf](http://www.chasque.net/dgsa//Informesyproy/Archivos/informe_timbo.pdf)
22. GAZZIERO,D.L.P. et al.2006.Deposição de glyphosate aplicado para controle de plantas daninhas em soja transgênica.Planta Danhina.24(1):173-181.
23. GORDON, B.; NICHOLLS, J.; DORR, G.; GAVAN, S.; BYRNES, M. 2002. Field evaluation and droplet spectrum analysis for the electrostatic system for use in cotton. Queensland, University of Queensland.Australia. 14 p.
24. HANNA H.M.; ROBERTSON A.;CARLTON W.M.;WOLF R.E.2006. Effects of nozzle type and carrier application on the control of leaf spot diseases of soybean. In: Annual International Meeting (2006, Portland, Oregon). Proceedings. St. Joseph, MI, ASABE. p. irr.
25. HARDI<sup>®</sup> INTERNATIONAL. 2005. Control of Asian Soybean. (en línea).Davenport, IA.3 p. Consultado jul. 2008. Disponible en [http:// www.stopsoybeanrust.com/images/hardirc.pdf](http://www.stopsoybeanrust.com/images/hardirc.pdf)
26. HIRSCHY, A.H. 2006. Desarrollo del cultivo de la soja en Uruguay. (en línea). In: Mercosoja; Congreso de Soja del MERCOSUR(3°.2006, Rosario, Argentina). Trabajos presentados. Rosario, ACSOJA. pp.107-110.

Consultado 18 ago. 2008. Disponible en <http://www.acsoja.org.ar/mercosoja2006/Contenidos/Foros/propintelct04.pdf>

27. HOFFMANN-CAMPO, C. B.; PANIZZI, A. A.; MOSCARDI, F.; CORREA-FERRREIRA, B.S.; OLIVEIRA, L.J.; SOSA-GOMEZ, D.R.; CORSO, I.C.; GAZZONI, D.L.; DE OLIVEIRA, E.B. 2000. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. Londrina, EMBRAPA soja. 70 p.(Circular Técnica no.30).
28. JACTO CHILE. (en línea). Santiago de Chile. 2 p.Consultado nov. 2008. Disponible en <http://www.viarural.cl/agricultura/pulverizacion-accesorios/jacto/otros-productos/boquillas.htm>
29. LILJESTROM, G.; ROJAS-FAJARDO, G.2005 Parasitismo larval de Crocidosema (=Epinotia) aporema (Lepidoptera: Tortricidae) en el noreste de la provincia de Buenos Aires.Argentina.(en línea) Revista Sociedad Entomológica Argentina. 64(1-2): 37-44. Consultado oct. 2008. Disponible en [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0373-56802005000100009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0373-56802005000100009&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0373-5680.
30. LORIER, E. 2005. Taxonomía de insectos y estado actual del conocimiento en la sistemática del orden Orthoptera en el Uruguay. In: Langguth, A. ed. Biodiversidad y taxonomía, presente y futuro en el Uruguay. Montevideo, UNESCO. pp. 57-69.
31. MAGNO. 2008. Catálogo MAGNOJET. (en línea).Ibaiti, Pr-Brasil. Consultado 18 ago. 2008. Disponible en [http://www.magnojet.com.br/portal/esp/internas/tecnologia\\_bicos\\_pulverizacao](http://www.magnojet.com.br/portal/esp/internas/tecnologia_bicos_pulverizacao).
32. MARQUEZ, L. 1998. Técnicas y maquinaria para la aplicación de agroquímicos. Unidad de Educación Permanente y Postgrados. Montevideo, Facultad de Agronomía. 214 p.
33. MAZIERO, H. 2006. Estudo de tecnologias de aplicação e inseticidas para o controle de percevejos fitófagos na cultura da soja. Tesis de maestría. Santa Maria, RS, Brasil. Universidade Federal de Santa María 34 p.
34. OLIVET, J.J.; ZERBINO, S. 2003. Tecnología de aplicación de insecticidas en soja. (en línea). In Día de Campo Manejo de Cultivos y Pasturas en Siembra Directa (2003, La Estanzuela). Programa ampliado de cultivos de verano. La Estanzuela, INIA. p 5. Consultado jun. 2008. Disponible en <http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/le/ad/2003/ad310.pdf>

35. \_\_\_\_\_. 2007. Tecnologías de aplicación en el control de insectos en soja. (en línea). In Jornada de Cultivos de Verano (2007, Dolores). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 33-42 (Actividades de Difusión no.505). Consultado jul. 2008. Disponible en <http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ad/ad505.pdf>
36. OZKAN, H.E.; ZHU, H.; DERKSEN, R.C.; GULER, H.; KRAUSE, C.R. 2006a. Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control Asian Soybean Rust. In: International Advances in Pesticide Applications (2006, Robinson College, Cambridge, UK). Proceedings. Aspects of Applied Biology. 77: 423-431.
37. \_\_\_\_\_. 2006b. Spraying recommendations for soybean rust. (en línea). Columbus, The Ohio State University. Consultado jul. 2008. Disponible en <http://ohioline.osu.edu/aex-fact/pdf/0526.pdf>
38. PALLADINI, L.A. 2000. Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações. Tesis de Doctorado. São Paulo, Brasil. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Câmpus de BOTUCATU. Faculdade de Ciências Agronômicas. 111 p.
39. RIBEIRO, A. F. 2007. Fluctuaciones de poblaciones de *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemíptera: Pentatomidae) y caracterización de sus enemigos naturales en soja y alfalfa. Tesis de maestría. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 70 p.
40. RISSO, D. 2006. Situación del cultivo de soja en Uruguay y sistema de colecta de regalías. (en línea). In: Mercosoja; Congreso de Soja del MERCOSUR (3º.,2006, Rosario, Argentina). Trabajos presentados. Rosario, ACSOJA. pp.216-219 Consultado 18 ago. Disponible en <http://www.acsoja.org.ar/mercosoja2006/Contenidos/Foros/propintelct04.pdf>
41. SANTOS, A. 2009. Aspectos económicos de la cadena productiva de la soja. In: Taller Regional de la OEA (2009, Montevideo). Sustentabilidad de la cadena productiva de la soja en Uruguay y la Región. Montevideo, Fundación ECOS. Consultado 18 abr. 2009. Disponible en <http://www.oas.org/dsd/0environmentlaw/trade/Soja/TallerOEA-AlvaroSantos.pdf>.
42. SOUZA, R.T.; CASTRO, R.D.; PALLADINI, L.A. 2007. Depósito de pulverização com diferentes padrões de gotas em aplicações tardias na cultura do algodoeiro. Engenharia Agrícola. no. 27: 75-82.

43. SPRAYING SYSTEMS CORPORATION. 2007. Catálogo 50-E. (en línea). Wheaton, Illinois. 192 p. Consultado 18 ago. 2008. Disponible en <http://www.teejet.com>
44. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCION DE INVESTIGACIONES ESTADISTICAS AGROPECUARIAS.2008. Encuesta intención de siembra campaña primavera 2007-08. (en línea). Montevideo. pp. 81-87. Consultado set. 2008. Disponible en [http://www.mgap.gub.uy/Diea/Anuario2008/Anuario2008/pages/DIEA-Anuario-2008-cd\\_087.html](http://www.mgap.gub.uy/Diea/Anuario2008/Anuario2008/pages/DIEA-Anuario-2008-cd_087.html).
45. \_\_\_\_\_. MINISTERIO DE INDUSTRIAS. DEFENSA AGRÍCOLA. 1916. Memoria de los trabajos realizados contra la langosta, invasión del 1915-1916. Montevideo, Imprenta Nacional. 444 p.
46. VILLALBA, J.T. 2007. Interferência de pontas e volumes de pulverização na deposição em duas cultivares de soja. Tesis de Doutorado. São Paulo, Brasil. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Câmpus de BOTUCATU. Faculdade de Ciências Agrônômicas. 72 p.
47. WALKER, J.T.; HUITINK, G.1993. Penetration of Tilt® into a rice canopy. Transactions of the ASAE. 36(2):327-332.
48. WOLF, R.E.; DAGGUPATI, N.P.2006. Nozzle type effect on soybean canopy penetration. In: ASABE Annual International Meeting (2006, Portland). Proceedings. St. Joseph, MI, ASABE. p. irr.
49. ZERBINO, M. S.; ALZUGARAY, R. 1994. Plagas. (en línea). Montevideo, INIA. pp. 119-142 (Boletín de Divulgación no. 47). Consultado may. 2009. Disponible en [http://eemac.edu.uy/dmdocuments/cereales\\_y\\_cultivos\\_industriales\\_A/cultivos\\_de\\_verano/plagas/Zerbino\\_Alzugaray\\_BOLETIN\\_DIVULGACION\\_47-INIA-Soja.pdf](http://eemac.edu.uy/dmdocuments/cereales_y_cultivos_industriales_A/cultivos_de_verano/plagas/Zerbino_Alzugaray_BOLETIN_DIVULGACION_47-INIA-Soja.pdf)
50. ZHU, H.; ROWLAND, D.L.; DORNER, J.W.; DERKSEN,R.C.; SORENSEN, R.B. 2002.Influence of plant structure, orifice size, and nozzle inclination on spray penetration into peanut canopy. Transaction of the ASAE. 45(5):1295-1301.

51. \_\_\_\_\_.; DERKSEN R.C.; OZKAN H.E.; GULER H.; BRAZEE R.D.; REDING M.E.; KRAUSE, C.R. 2006. Development of a canopy opener to increase spray deposition and coverage inside soybean canopies. In: ASABE Annual International Meeting. (2006, Portland, Oregon). Proceedings. St. Joseph, MI, ASABE. p. irr.