

Título: TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN DE AGROQUÍMICOS EN CULTIVOS EXTENSIVOS

Editores: Juan José Olivet
Juana Villalba
Daniel Schenzer

Equipo de trabajo: Rodolfo Pienika, João Paulo Cunha, Willy Chiaravalle, María E. Cassanello, Oscar Bentancur, Adela Ribeiro, Juan D. Chalkling, Jorge Volpi, Marcelo Areosa, Carlos Diego Picos, Washington Armand Pilon

Serie: FPTA N° 53

© 2013, INIA

Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia del Tecnología del INIA

Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay
<http://www.inia.org.uy>

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Esta publicación no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr., MSc., PhD. Álvaro Roel - Presidente

D.M.T. V., PhD. José Luis Repetto - Vicepresidente



D.M.V. Álvaro Bentancur

D.M.V., MSc. Pablo Zerbino



Ing. Agr. Joaquín Mangado

Ing. Agr. Pablo Gorriti



FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

El Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA) fue instituido por el artículo 18º de la ley 16.065 (ley de creación del INIA), con el destino de financiar proyectos especiales de investigación tecnológica relativos al sector agropecuario del Uruguay, no previstos en los planes del Instituto.

El FPTA se integra con la afectación preceptiva del 10% de los recursos del INIA provenientes del financiamiento básico (adicional del 40/00 del Impuesto a la Enajenación de Bienes Agropecuarios y contrapartida del Estado), con aportes voluntarios que efectúen los productores u otras instituciones, y con los fondos provenientes de financiamiento externo con tal fin.

EL FPTA es un instrumento para financiar la ejecución de proyectos de investigación en forma conjunta entre INIA y otras organizaciones nacionales o internacionales, y una herramienta para coordinar las políticas tecnológicas nacionales para el agro.

Los proyectos a ser financiados por el FPTA pueden surgir de propuestas presentadas por:

a) los productores agropecuarios, beneficiarios finales de la investigación, o por sus instituciones.

b) por instituciones nacionales o internacionales ejecutoras de la investigación, de acuerdo a temas definidos por sí o en acuerdo con INIA.

c) por consultoras privadas, organizaciones no gubernamentales o cualquier otro organismo con capacidad para ejecutar la investigación propuesta.

En todos los casos, la Junta Directiva del INIA decide la aplicación de recursos del FPTA para financiar proyectos, de acuerdo a su potencial contribución al desarrollo del sector agropecuario nacional y del acervo científico y tecnológico relativo a la investigación agropecuaria.

El INIA a través de su Junta Directiva y de sus técnicos especializados en las diferentes áreas de investigación, asesora y facilita la presentación de proyectos a los potenciales interesados. Las políticas y procedimientos para la presentación de proyectos son fijados periódicamente y hechos públicos a través de una amplia gama de medios de comunicación.

El FPTA es un instrumento para profundizar las vinculaciones tecnológicas con instituciones públicas y privadas, a los efectos de llevar a cabo proyectos conjuntos. De esta manera, se busca potenciar el uso de capacidades técnicas y de infraestructura instalada, lo que resulta en un mejor aprovechamiento de los recursos nacionales para resolver problemas tecnológicos del sector agropecuario.

El Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria contribuye de esta manera a la consolidación de un sistema integrado de investigación agropecuaria para el Uruguay.

A través del Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA), INIA ha financiado numerosos proyectos de investigación agropecuaria a distintas instituciones nacionales e internacionales. Muchos de estos proyectos han producido resultados que se integran a las recomendaciones tecnológicas que realiza la institución por sus medios habituales.

En esta serie de publicaciones, se han seleccionado los proyectos cuyos resultados se considera contribuyen al desarrollo del sector agropecuario nacional. Su relevancia, el potencial impacto de sus conclusiones y recomendaciones, y su aporte al conocimiento científico y tecnológico nacional e internacional, hacen necesaria la amplia difusión de estos resultados, objetivo al cual se pretende contribuir con esta publicación.

PRÓLOGO

Esta publicación presenta los principales resultados y conclusiones del Proyecto FPTA 260, así como aspectos metodológicos de los trabajos llevados a cabo. El mismo fue llevado adelante por el grupo de Tecnología de Aplicación de Agroquímicos de la Facultad de Agronomía, conjuntamente con el Instituto de Mecánica de los Fluídos e Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería.

El Proyecto se orientó a la obtención de resultados experimentales en tecnología de aplicación de agroquímicos o fitosanitarios en los cultivos de trigo y soja.

CONTENIDO

| | Página |
|--|---------------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 11 |
| 1.1 Aspectos metodológicos | 11 |
| 1.2 Objetivos | 12 |
| 2. APLICACIONES TERRESTRES EN TRIGO | 13 |
| 2.1 Control de enfermedades de hoja en trigo | 13 |
| 2.2 Control de fusariosis en trigo | 19 |
| 2.3 Conclusiones: aplicaciones para el control de enfermedades en trigo | 20 |
| 3. APLICACIONES TERRESTRES EN SOJA | 21 |
| 3.1 Conclusiones: aplicaciones terrestres en soja | 35 |
| 4. AGRADECIMIENTOS | 36 |
| 5. BIBLIOGRAFÍA | 36 |

Juan José Olivet*
Juana Villalba**
Daniel Schenzer***

*Departamento de Suelos y Aguas Facultad de Agronomía Universidad de la República.

**Departamento de Protección Vegetal Facultad de Agronomía Universidad de la República.

***Instituto de Mecánica de los Flúidos e Ingeniería Ambiental Facultad de Ingeniería Universidad de la República.

Optimización de la tecnología de aplicación en cultivos extensivos

Proyecto FPTA 260

Período de Ejecución: Mar. 2009-May. 2012

1. INTRODUCCIÓN

El éxito de una aplicación depende del tipo de objetivo, la forma de acción del producto, la técnica de aplicación, la vegetación presente y las condiciones ambientales en el momento de la aplicación (Fishel, 1997; Luchini y Andréa, 2002). Para el éxito de la aplicación es necesario el estudio de las relaciones entre el tipo de objetivo a ser alcanzado, la forma de acción del producto y la técnica para su aplicación. Las decisiones van a depender entonces de si el objetivo es combatir una plaga, una enfermedad o maleza, de dónde está ubicado en la planta, del estado de desarrollo del cultivo, de si el producto es sistémico o inmóvil, etc.

Una de las principales causas de pérdidas de productos fitosanitarios al ambiente es la deriva. La intensidad de las pérdidas dependen de las condiciones al momento de la aplicación, siendo el viento uno de los principales factores en determinarla, interaccionando con la tecnología utilizada y con características del agroquímico.

La tecnología ha desarrollado dispositivos para disminuir las pérdidas por deriva, con la creación de nuevas boquillas, ya sean dotada de pre-orificio o con inducción de aire, aumenta así el diámetro de gotas y disminuye la proporción de aquellas más propensas a la deriva. Sin embargo, existen opiniones encontradas en cuanto a la eficacia de las mismas. Al aumentar el tamaño de gota manteniendo constante el volumen de aplicación necesariamente se estará disminuyendo la cantidad de gotas formadas. ¿Es posi-

ble que esto conlleve a la disminución de la eficacia de los tratamientos?

Por otra parte, en la búsqueda de mayor eficiencia operacional han ido disminuyendo las tasas de aplicación con que se distribuyen los fitosanitarios ¿Puede afectar esto la efectividad de los tratamientos?

En este contexto se han planteado varios experimentos en cultivos comerciales para dilucidar algunas de estas interrogantes y contribuir al uso racional de fitosanitarios.

1.1 Aspectos metodológicos

En este proyecto, para evaluar las distintas tecnologías de aplicación se utilizaron trazadores como metodología de estimación de los depósitos en plantas. Los trazadores usados fueron: el colorante alimentario azul brillante (F.D.&C. N° 8), y los trazadores fluorescentes Blankophor (Blankophor BA 267%®, Lanxees) y Tinopal (Tinopal® CBS-X, Basf).

Los trazadores tiene como requisito, no alterar las propiedades físico-químicas del caldo ni de los productos usados. Como ventaja puede mencionarse que permiten la colecta en un blanco u objetivo natural, hojas o suelo. En general son sustancias de fácil manipulación, bajo costo; permiten el muestreo en un tiempo prudencial, sin degradarse por el sol, sin ser absorbidos por las hojas de las plantas y son de fácil cuantificación en laboratorio a través de cromatógrafos, espectrofotómetros o fluorímetros, dependiendo del trazador usado. Una ven-

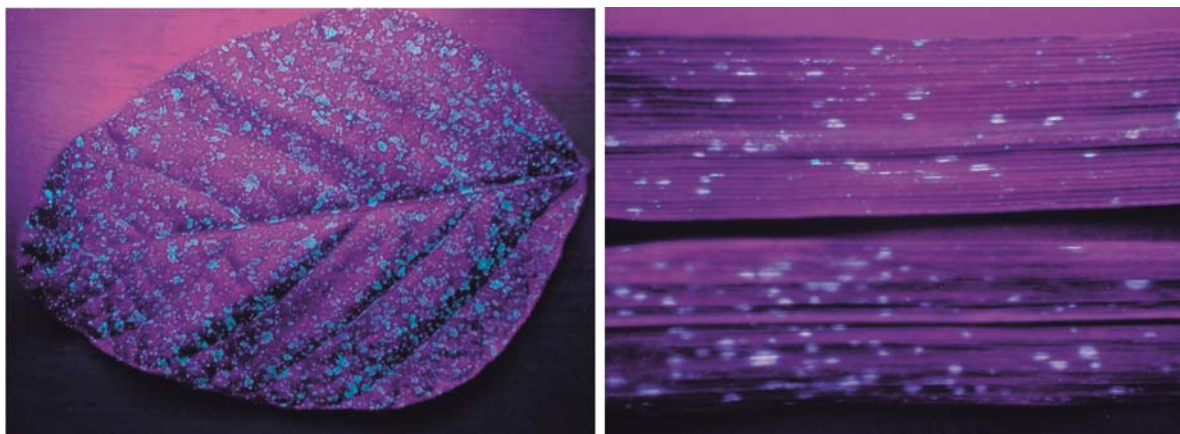


Figura 1. Hoja de soja (izq..) y trigo (der.) fotografiadas bajo luz negra.

taja adicional es que permiten la evaluación con muchas repeticiones, y permiten el uso de modelos de análisis más adecuados a la distribución que presente la aplicación. Algunos trazadores, particularmente los fluorescentes, permiten no solo la cuantificación de la sustancia que alcanza a las diferentes partes del objetivo, sino que, cuando se iluminan con luz negra, permiten caracterizar en forma cualitativa y cuantitativa la distribución del depósito sobre el blanco (Figura 1). El uso de trazadores es un método efectivo, pero siempre se lo deberá relacionar a la eficiencia biológica de los tratamientos (Holownicki *et al.*, 2002).

El azul brillante, es un colorante usado en la industria alimenticia; presenta las ventajas de bajo costo, fácil manipulación, fácil preparación de las muestras y fácil cuantificación por espectrofotometría. Rezende *et al.*, (2011) constataron para este trazador una excelente recuperación, de 100, 93 y 93% en portabios de vidrio y 2 especies *Phaseolus vulgaris* y *Brachiaria plantaginea*, respectivamente. Otra de sus ventajas es el tiempo que permite para la manipulación a campo. Pinto, *et al.* (2007) determinaron una estabilidad a la exposición solar de 5 horas, tiempo suficiente para la colecta de todas las muestras a campo. Según Palladini *et al.* (2005) no se degrada con la luz solar hasta 8 horas, no es absorbido por las hojas y no modifica la tensión superficial del caldo, no modificando, entonces, las propiedades físicas relevante del caldo.

La metodología usada para la evaluación de depósitos con trazadores consiste en aplicar el caldo con los productos y el trazador. Se procede al muestreo, retirando hojas, tallos, plantas enteras, flores o espigas según corresponda. Ya en laboratorio, las muestras se lavan con un solvente (normalmente agua destilada), se retira el residuo y se procede a la cuantificación. Previamente se relaciona la absorbancia o la fluorescencia (según sea el trazador elegido) con la concentración de soluciones preparadas a partir de una solución patrón, relación para la cual se ajusta una curva. A partir de allí, los resultados podrán expresarse en cantidad de trazador o volumen de aplicación recogidos por unidad de superficie de muestra (normalmente superficie foliar).

En la Figura 2 se presenta como ejemplo el ajuste realizado para el trazador Azul Brillante. Se cuantificó la absorbancia de soluciones de concentración conocida mediante un espectrofotómetro, a una longitud de onda de 630 nm (Palladini *et al.*, 2005; Villalba *et al.*, 2009). Similares curvas de calibración fueron obtenidas para los demás trazadores con coeficientes de determinación superiores al 99%.

1.2 Objetivos

El objetivo general del Proyecto fue optimizar la tecnología de aplicación en los principales cultivos de secano (soja y trigo) para aumentar la eficacia y reducir la contaminación ambiental de los tratamientos para el control de plagas y enfermedades.

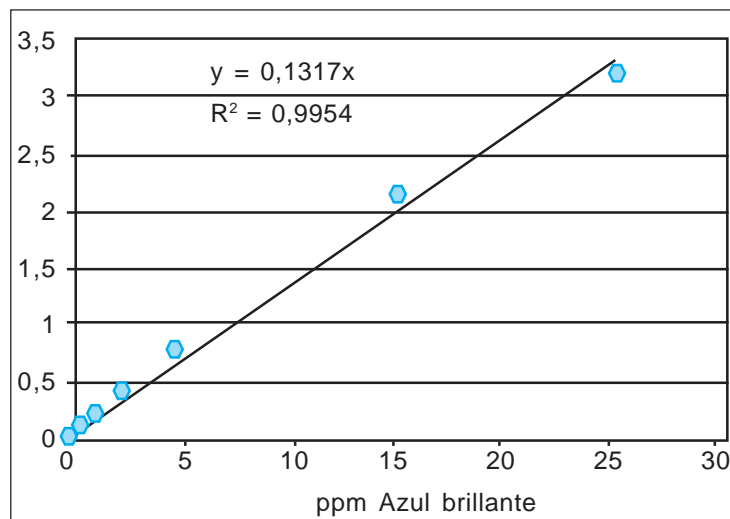


Figura 2. Curva de calibración para absorbancia de cantidades conocidas del trazador Azul Brillante. Laboratorio de Análisis químico de la EEMAC.

2. APLICACIONES TERRESTRES EN TRIGO

El trigo en Uruguay actualmente ocupa el segundo lugar en área sembrada de cultivos, luego de soja, con 553 mil hectáreas sembradas en el año 2010 (Anuario DIEA, 2010). Ha incrementado su área de siembra del 2002 al 2010 en casi cuatro veces. Una de las principales problemáticas asociadas al cultivo, es el manejo sanitario. Las principales enfermedades detectadas han sido, Manchas de hoja, Royas de hoja y Fusariosis de la espiga. La cantidad de aplicaciones de fungicidas para el cultivo de trigo viene siendo muy variable, desde 1 a 3 dependiendo de la susceptibilidad del cultivar, la presencia de rastrojos y la fecha de siembra.

2.1 Control de enfermedades de hoja en trigo

Las enfermedades de hoja en trigo se asocian a momentos del cultivo donde éste presenta gran cantidad de área foliar (pleno macollaje a floración). La densidad del cultivo genera un microclima que hace propicio el desarrollo de la enfermedad, especialmente en los estratos inferiores, y es desde ahí que evoluciona la enfermedad. Por otra parte, la siembra sobre rastrojos aumenta la fuente de inóculo lo que favorece el desarrollo de la enfermedad anticipadamente. La efica-

cia del fitosanitario para controlarla no depende exclusivamente del agroquímico, y la dosis usada, sino también de la colocación y distribución del pulverizado en el objetivo, donde se ubica la enfermedad.

Existe el convencimiento de que las aplicaciones con gotas de menor diámetro y mayores volúmenes de aplicación producen mejores resultados biológicos por su mayor penetración en el cultivo y mayor densidad de impactos. Por otra parte, se ha generalizado el uso de adyuvantes con el fin de mejorar la cobertura y potenciar la acción fitosanitaria. Estos factores han sido evaluados en la deposición del pulverizado en las hojas de trigo, la distribución y la relación con la eficiencia biológica de los fungicidas.

En el presente trabajo el volumen de aplicación fue evaluado en 2 niveles, 88 y 158 l ha⁻¹ y sus interacciones con el uso de adyuvantes y dos tamaños de gota. La deposición en el cultivo de trigo no se vio afectada para aplicaciones de 88 o 158 l ha⁻¹, tampoco por la aplicación con gotas finas o muy gruesas o el uso de adyuvante.

La interacción de volumen de aplicación y uso de adyuvante, fue la causa de las mayores variaciones entre tratamientos. El uso del adyuvante sólo fue beneficioso en la deposición sobre las hojas de trigo para la aplicación con el volumen de 158 l ha⁻¹. Cuando las aplicaciones

fueron realizadas sin la utilización del adyuvante el volumen de 88 l ha⁻¹ generó mayores cantidades de depósitos sobre las hojas del cultivo en comparación a las aplicaciones realizadas con el volumen mayor. Se interpreta que el elevado volumen necesita del efecto adherente que ocasiona el adyuvante para asegurar la deposición del caldo sobre la hoja del cultivo (Cuadro 1).

El volumen tampoco determinó diferencias para los tamaños de gota muy gruesa y fina (Figura 3).

La enfermedad fue bien controlada, a los 15 y 30 días de aplicación del fungi-

cida presentó niveles de control independiente de la tecnología utilizada para la aplicación del fungicida (Figura 4). El testigo sin fungicida presentaba un nivel de severidad de 40%.

Estos resultados fueron concordantes con los de deposición, para los dos volúmenes de aplicaciones variando el tamaño de gota y uso o no de adyuvante la deposición no había presentado diferencias significativas.

El interés de conocer si los tamaños de gotas aportan una llegada al cultivo diferente es trascendente más allá de lo

Cuadro 1. Deposición $\mu\text{g cm}^{-2}$ de trazador en las hojas de trigo

| Volumen de aplicación (l ha ⁻¹) | Adyuvante | Deposición ($\mu\text{g cm}^{-2}$) |
|---|-----------|--------------------------------------|
| 88 | Sin | 0,7782 a ¹ |
| 158 | Con | 0,5658 ab |
| 88 | Con | 0,5101 ab |
| 158 | Sin | 0,3909 b |

¹P < 0,05.

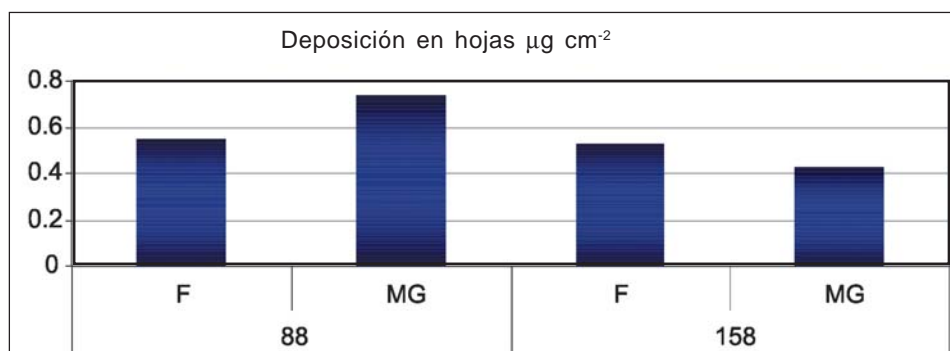


Figura 3. Deposición de caldo para cada volumen según el tamaño de gota.

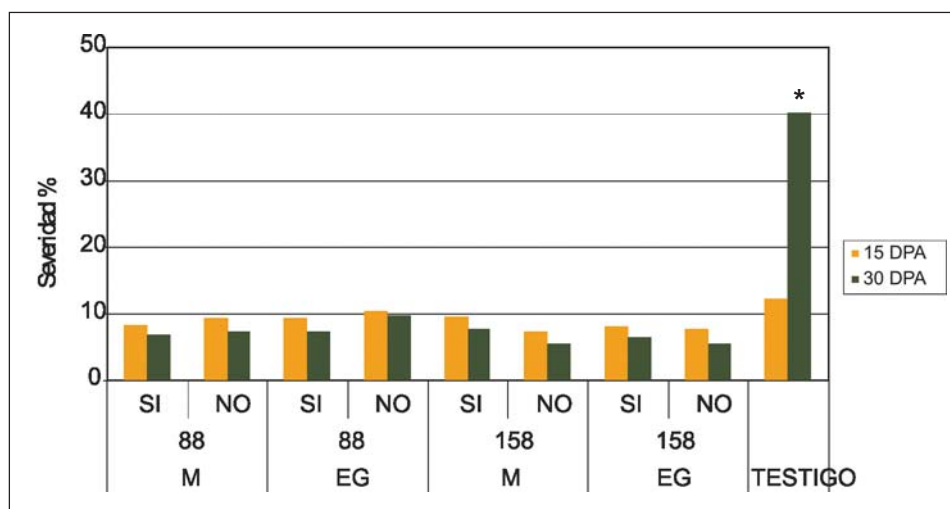


Figura 4. Severidad de Mancha a los 15 y 30 días post- aplicación. (*P < 0,05).

Cuadro 2. Evaluación de la deposición del pulverizado sobre hojas de trigo

| Tamaño de gota | Boquilla | Dv 0,5 (µm) | Deposición µg/cm ² | Rendimiento kg/ha |
|-----------------------|----------|-------------|-------------------------------|---------------------|
| Extremadamente gruesa | AI110015 | 499 | 1,012 ^{ns} | 4293 b ¹ |
| Media | TT110015 | 270 | 1,020 | 4099 b |
| Fina | XR110015 | 186 | 1,079 | 4418 b |
| Testigo | - | - | - | 3616 a |
| Hoja | | | | |
| Segunda | | | 1,163 b ¹ | |
| Tercera | | | 0,912 a | |

¹P < 0,05.

biológico. En efecto, las pérdidas al ambiente por deriva sí mantienen una relación directa, mayores son las pérdidas cuánto más pequeñas son las gotas generadas en la pulverización.

La evaluación de diferentes tamaños de gota clasificadas como fina, media y extremadamente gruesa, generadas por las boquillas XR, TT y AI, respectivamente fueron evaluadas en la deposición en el cultivo, en el control de mancha amarilla y en el rendimiento de trigo a una tasa de aplicación de 125 l ha⁻¹.

No se obtuvieron diferencias entre boquillas en la cantidad depositada ni en el desarrollo de mancha amarilla; solo se obtuvieron diferencias de rendimiento respecto al testigo sin tratar. El uso de diferentes tamaños de gota no resultó en diferencias en la penetración, la interacción tratamiento por hoja (hoja inmediatamente por debajo de la hoja bandera y la siguiente) no fue significativa (P = 0,58). La deposición en la hoja 3 (segunda por debajo de la hoja bandera) fue aproximadamente el 80% de lo depositado en la hoja 2 (Cuadro 2).

La aplicación del fungicida, determinando un rendimiento superior en 650 kg/ha

comparado con el testigo sin fungicida, reflejó la efectividad del fungicida. Esta diferencia se produjo a pesar de que las diferencias en medidas en severidad no fueron estadísticamente significativas.

El aumento del número de aplicaciones con equipos autopropulsados que operan a mayor velocidad, ha posibilitado la realización de aplicaciones a menor volumen del que era habitual en años anteriores. Esto es un parámetro requerido considerando que determina mayores rendimientos operacionales. En este sentido, se evaluaron los volúmenes de 32, 60 y 102 l ha⁻¹ y dos tamaños de gota (Cuadro 3) en la deposición y control de enfermedades foliares.

No se detectaron efectos del tamaño de gota, volumen de aplicación ni tampoco interacción de los factores principales en la deposición en las hojas de trigo, colectado en los estratos superior (hoja bandera) e inferior (2 hojas debajo de hoja bandera) del cultivo (Figura 5).

Si bien desde el punto de vista fisiológico no era importante la deposición en el estrato inferior, ya que en ese momento ya se encontraba prácticamente expandida la hoja bandera, no existieron

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos

| Tratamiento | Volumen (l ha ⁻¹) | Boquilla | Velocidad (km h ⁻¹) | Presión (kPa) | Tamaño de gota (µm) | Tamaño de gota* |
|-------------|-------------------------------|----------|---------------------------------|---------------|---------------------|-----------------|
| 1 | 32 | AI110015 | 20 | 250 | 544 | Muy gruesa |
| 2 | 60 | | 18 | 400 | 499 | Muy gruesa |
| 3 | 102 | | 16 | 400 | 499 | Muy gruesa |
| 4 | 32 | TXA80015 | 20 | 250 | 157-181 | Fina |
| 5 | 60 | | 18 | 400 | 157 | Fina |
| 6 | 102 | | 16 | 400 | 157 | Fina |

*: ANSI/ASAE S572.1 MAR2009.

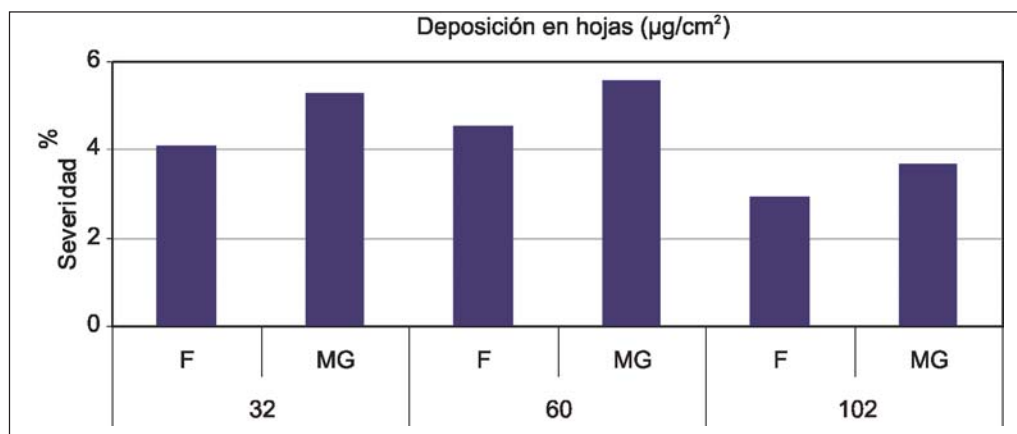


Figura 5. Medias de deposición ($\mu\text{g cm}^{-2}$) del trazador en hojas de trigo.

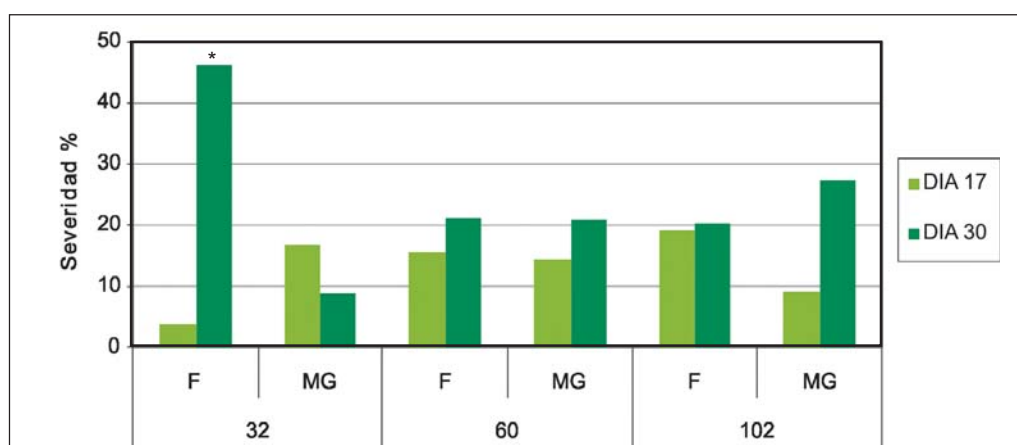


Figura 6. Severidad de Mancha amarilla en Hoja bandera a los 17 y 30 dpa (* $P < 0,05$).

diferencias en deposición en los diferentes estratos de la planta, independientemente del volumen usado.

En la hoja bandera, a los 17 días de aplicado el fungicida no se detectó un efecto del tamaño de gota y volumen de aplicación en el control de la enfermedad. A los 30 días, solamente se diferenció el tratamiento del volumen menor y gotas finas, con el mayor nivel de enfermedad, superando el 40 % de severidad de Mancha amarilla (Figura 6).

El bajo control de la enfermedad estuvo explicado por la alta infección que presentaba en ese momento, las condiciones climáticas, que propiciaron el desarrollo de la enfermedad y las características del propio cultivo, alta susceptibilidad y muy denso. En la evaluación de severidad de Roya, no se registró control de la enfermedad por la aplicación del fungicida con las distintas tecnologías de aplicación. Al igual que lo sucedido en Mancha, la gota fina aplicada con

el volumen más bajo fue el tratamiento que permitió el mayor desarrollo de la enfermedad (Figura 7).

Los mejores resultados de control en enfermedades se obtuvieron con aplicaciones de 60 l ha^{-1} , sin diferencias por el tipo de gota usada. Las gotas muy gruesas son de gran interés por el amplio rango de condiciones meteorológicas de aplicación y menor contaminación debido a menores derivas.

En igual experimento en el año 2011, tampoco se obtuvieron deposiciones diferentes en las hojas de trigo por el efecto de la variación de los volúmenes (32, 60 y 100 l/ha), de los tamaños de gota (fina y muy gruesa) y tampoco por las interacciones de estos dos factores. Aun sin diferencias estadísticas, la deposición correspondiente al volumen de 100 l ha^{-1} fue superior a los restantes volúmenes evaluados los menores volúmenes determinaron disminuciones de más de 30% en la deposición sobre las hojas de trigo. (Figura 8).

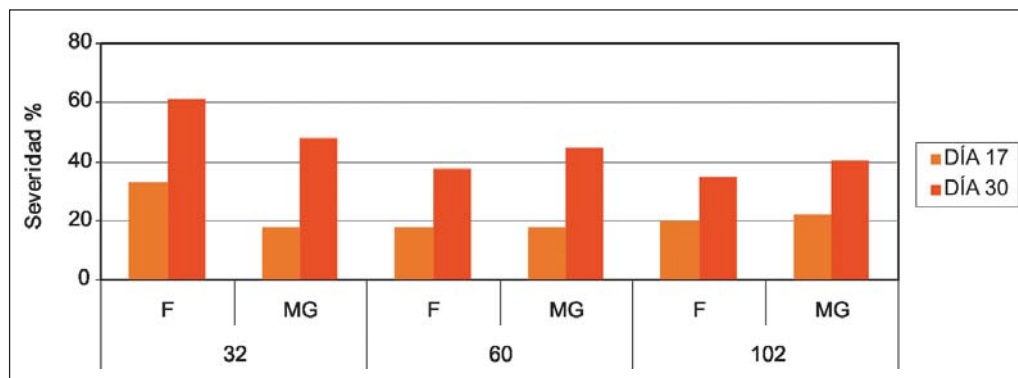


Figura 7. Severidad de Roya de hoja en la Hoja bandera a los 17 y 30 dpa.

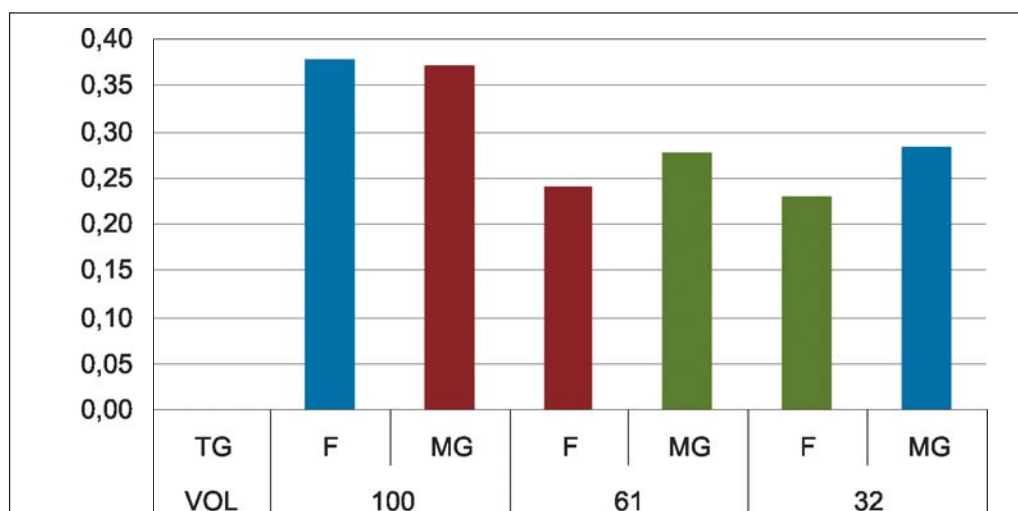


Figura 8. Deposición (µl/cm²) de trazador en las hojas de trigo para las combinaciones tamaño de gota (F: fina; MG: muy gruesa) y volumen de aplicación. tamaño de gota (F: fina; MG: muy gruesa) y volumen de aplicación.

No se detectaron diferencias en el control de la enfermedad por efecto del volumen o tamaño de gota evaluado para la aplicación del fungicida. Solamente fue significativa la aplicación del fungicida cuando se evaluó la severidad en la hoja bandera a los 16 dpa ($P= 0,025$) presentando una severidad de 9,9%, mientras que la severidad en la hoja bandera del testigo era de 18,9% (Cuadro 4).

La enfermedad evolucionó aún en los tratamientos que recibieron fungicida. El desarrollo de la misma fue más severo en el testigo; esto ocurrió en todas las hojas y aún en la hoja bandera que era la fuente de carbohidratos de la espiga (Figura 9).

Si bien no se detectaron diferencias estadísticas para las distintas combinaciones de volúmenes y tamaño de gota, en contraposición con los resultados de

Cuadro 4. Medias de severidad para las 3 fechas y por hoja analizada

| Días post-tratamiento | Tratamiento | Hoja 1 (Hoja bandera) | Hoja 2 | Hoja 3 |
|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------|--------|
| 9 | Testigo | 9,7 a ¹ | 18,3 a | 52,8 a |
| | Resto tratamientos | 4,6 a | 12,9 a | 37,2 a |
| 16 | Testigo | 18,9 a | 41,5 a | 79,7 a |
| | Resto tratamientos | 9,9 b | 29,0 a | 64,6 a |

¹ $P < 0,05$.

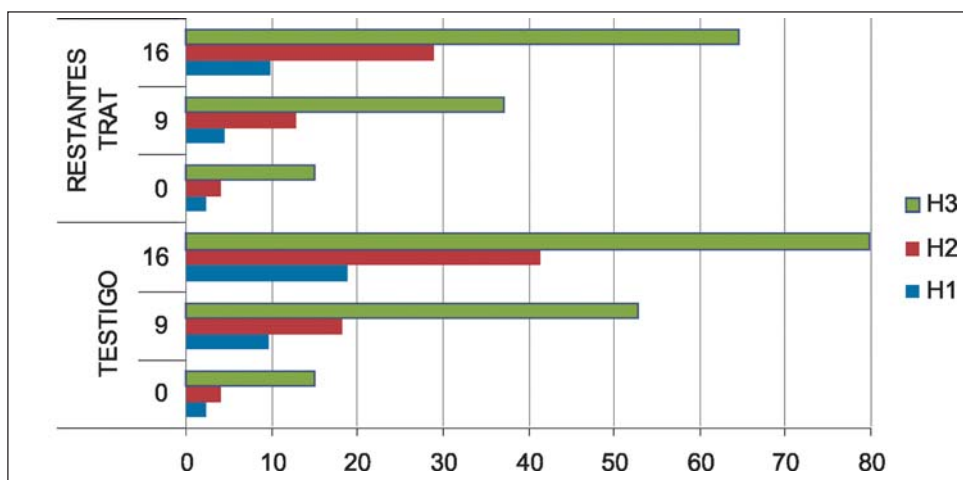


Figura 9. Evolución de la enfermedad para el testigo y para los tratamientos con fungicida para las H1, H2 y H3.

deposición, con el tratamiento de 100 l/ha y gota gruesa presentó mayor severidad en todas las hojas y para ambas fechas de evaluación. Cabe suponer que la elección de la boquilla para obtener gotas

gruesas y 100 l/ha, (se usó una AI11004) pudo producir escasa cobertura por su gran tamaño de gota y determinar así, menor control de la enfermedad (Figuras 10 y 11).

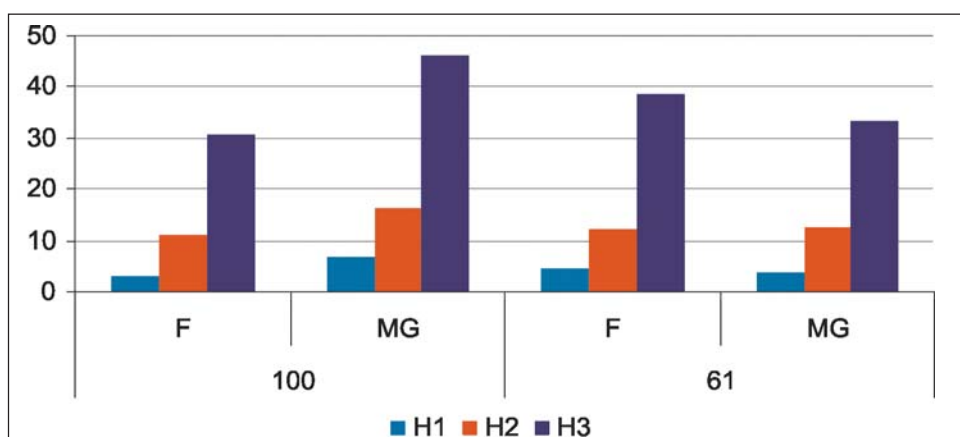


Figura 10. Evolución promedio de la enfermedad (% severidad) en las distintas hojas de trigo a los 9 dpa.

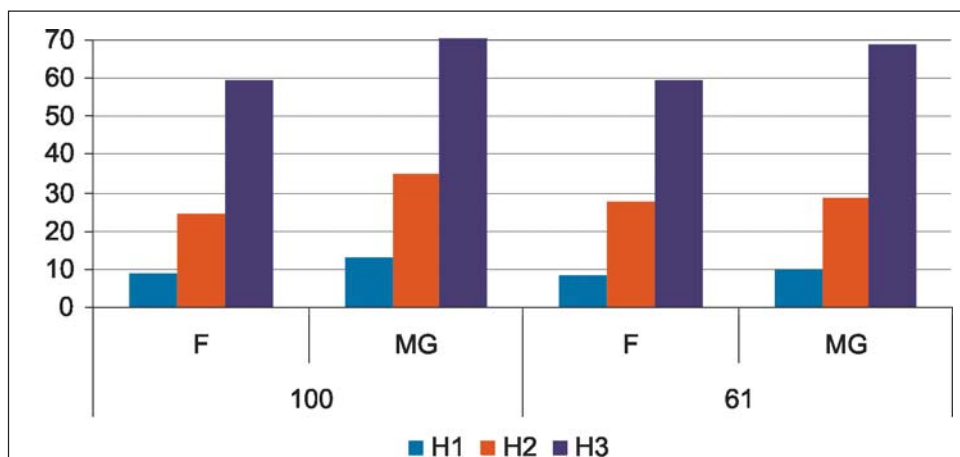


Figura 11. Evolución promedio de la enfermedad (% severidad) en las distintas hojas de trigo a los 16 dpa.

2.2 Control de fusariosis en trigo

La Fusariosis de espiga en trigo es una enfermedad que puede ocasionar pérdidas importantes en los rendimientos. La siembra de trigo sobre rastrojos favorece la sobrevivencia del hongo y el desarrollo de la enfermedad; por tanto, la primera medida de manejo es no sembrar sobre rastrojos que sirvan de fuente de inóculo.

Se han desarrollado fungicidas muy efectivos para el control de la enfermedad, pero el control de la misma con ellos no es satisfactorio. Se debe a que el éxito del tratamiento depende no solo del fungicida utilizado sino de realizar el control en el momento adecuado, cuando la mayoría de las anteras estén expuestas. Varios autores mencionan que la falta de uniformidad en la antesis durante la aplicación puede ser la causa del bajo control con fungicidas a campo. El manejo de la enfermedad está limitado por las condiciones de precipitaciones al momento de la aplicación, los costos y la preocupación por la presencia de residuos en el producto final.

En el entendido de que para asegurar el éxito en el control de Fusariosis es necesario lograr una buena cobertura de las espigas se experimentó con diferentes boquillas y tamaño de gotas buscando la optimización de la cobertura. Se

realizaron experimentos para evaluar la deposición de producto sobre las espigas; no se evaluó el control de la enfermedad porque entre los años 2009 y 2011 no se presentaron condiciones que determinaran la presencia de la enfermedad en los ensayos realizados.

Se evaluaron boquillas con diferente tamaño de gota y disposición de los abanicos. El tratamiento que propició la mayor deposición sobre la espiga, fue la aplicación con la boquilla de doble abanico plano, TJ60 8002 (Cuadro 5).

La deposición de la boquilla TJ60 8002 fue 73% superior a la de la boquilla XR 11002, ambas de gotas finas. Esto se supone debió ser ocasionado por el doble perfil de pulverización de la boquilla TJ60 8002. La deposición en las espigas ocasionada por la boquilla XR fue la menor, sin diferencias estadísticas con la boquilla (AI) con inducción de aire y gota gruesa.

Buscando mejorar la deposición sobre la espiga se evaluó el efecto del ángulo de colocación de la boquilla. La boquilla AI con un ángulo de inclinación de 45° hacia la dirección de marcha con respecto a la vertical determinó la mayor deposición sobre las espigas. Las boquillas de gotas finas o muy gruesas con dirección vertical del chorro no obtuvieron en ninguno de los dos años evaluados una buena deposición sobre las espigas (Cuadro 6).

Cuadro 5. Deposición promedio en las espigas ($\mu\text{g}/\text{espiga}$)

| Boquilla | Descripción de la boquilla | Tamaño de gota | DMV ¹ (μm) | Deposición ($\mu\text{g}/\text{espiga}$) |
|-----------|--------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--|
| AI 11002 | Abanico plano aire inducido | Extremadamente gruesa | 590 | 1,85 b ¹ |
| XR 11002 | Abanico plano | Fina | 219 | 1,49 b |
| TJ60 8002 | Doble abanico plano | Fina | ~175 | 2,58 a |

¹P < 0,05.

Cuadro 6. Tratamientos de inclinación de boquillas y deposición obtenida sobre las espigas

| Boquilla | Posición | DMV(μm) | Tamaño de gotas | Deposición ($\mu\text{g}/\text{espiga}$) |
|----------|----------|----------------------|-----------------|--|
| AI110015 | 45° | 499 | Muy gruesa | 26,3 a ¹ |
| XR110015 | Vertical | 186 | Fina | 22,9 b |
| TJ11002 | Vertical | 139 | Muy fina | 20,4 bc |
| AI110015 | Vertical | 499 | Muy gruesa | 19,9 c |

¹P < 0,05.

Cuadro 7. Tratamientos y deposición sobre las espigas de trigo

| Modelo de Boquilla | Posición | DMV(μm) | Tamaño de gotas | Deposición ($\mu\text{g/espiga}$) |
|--------------------|----------|----------------------|-----------------|-------------------------------------|
| AIXR110015 | Vertical | 228 | Medias | 115,4 a ¹ |
| AI110015 | 45° | 499 | Muy gruesas | 111,7 ab |
| XR110015 | 45° | 205 | Finas | 107,3 bc |
| XR110015 | Vertical | 205 | Finas | 105,3 bc |
| TJ10002 | Vertical | 139 | Muy finas | 97,4 c |
| AI110015 | Vertical | 499 | Muy gruesas | 93,7 c |

¹P < 0,05.

En este sentido, en un ensayo posterior se evaluaron dos boquillas de diferente tamaño de gota en dos ángulos de colocación, la boquilla de doble chorro (Twinjet), y una boquilla de aire inducido de reciente introducción en el mercado (AIXR) (Cuadro 7).

La mayor deposición sobre las espigas fue lograda con la boquilla de aire inducido (AIXR) con gotas medias. El efecto del ángulo de colocación fue más evidente con las boquillas de gotas extremadamente gruesas (AI) que con las de gotas finas (XR). A pesar de que no hubo grandes diferencias entre tratamientos, debe notarse que la Boquilla AI colocada en forma vertical y la boquilla de doble abanico (en este caso con gotas muy finas) produjeron la menor deposición.

Aunque no era de esperar el relativamente menor desempeño de la boquilla de doble abanico, que en ensayos anteriores se había desempeñado entre las mejores, la ausencia de viento y su efecto redistribuidor durante la aplicación puede estar explicando este comportamiento.

2.3 Conclusiones

Aplicaciones para el control de enfermedades en trigo

Volumen de aplicación: Tasas de aplicación de alrededor de 30 l/ha evidenciaron un menor control de enfermedades como mancha amarilla y roya de hoja, sobretodo cuando se trabajó con gotas finas. Las aplicaciones a más de 100 l/ha no produjeron mejoras ni en la deposición ni en la penetración ni en el control de enfermedades. Cuando este

volumen se produjo con gotas gruesas el resultado fue aún inferior porque en todos los casos presentó mayor desarrollo de mancha amarilla, asociado seguramente a que las gotas extremadamente gruesas pueden provocar escurrimiento con volúmenes altos. Por ello la adición de adyuvante se identificó como beneficiosa en el caso de volúmenes superiores a 100 litros.

Tamaño de gota: Aparecen tendencias a la mayor deposición con la utilización de gotas muy gruesas producidas por las boquillas antideriva de aire inducido, sin diferencias en la penetración en los estratos de trigo.

La utilización de gotas finas no produjo mayores deposiciones ni mejor control de enfermedades sino el efecto contrario, especialmente con tasas de aplicación muy bajas. En consecuencia, no se encuentran elementos que aconsejen su utilización.

Las aplicaciones terrestres con volúmenes entre 60 y 100 l/ha con gotas medias o muy gruesas parecen ser las más indicadas en el control de enfermedades foliares en trigo.

Tecnología para el control de Fusariosis en trigo

Tipo de boquilla y tamaño de gota: la deposición sobre las espigas de trigo fue incrementada con el uso de boquillas inclinadas frente a boquillas de descarga vertical. Las boquillas de doble abanico o boquillas de abanico simple inclinadas con respecto a la vertical produjeron un aumento en la deposición sobre las espigas en más de un ensayo. El uso de gotas finas y muy finas no se demostró superior en deposición sobre las espigas

en comparación con las gotas medias o muy gruesas.

La consecución de una adecuada deposición combinada con un buen control de la deriva indica la conveniencia de utilización de gotas gruesas o medias con boquillas que generen salida en un plano de descarga inclinado.

3. APLICACIONES TERRESTRES EN SOJA

La mejora en la penetración del pulverizado en el follaje del cultivo de soja es una permanente preocupación por parte de investigadores de las principales zonas de producción. La casi totalidad de los investigadores que dedican esfuerzos al cultivo de soja coinciden en que, independientemente de la tecnología de aplicación empleada, la llegada a la parte media o inferior se ve notoriamente reducida por la intercepción del caldo por la parte superior del cultivo (Antuniassi *et al.*, 2004, Boschini *et al.*, 2008, Hanna *et al.*, 2009, Barbosa *et al.*, 2009, Derksen *et al.*, 2006, entre otros). En cuanto al tipo de boquilla y tamaño de gotas, no se registran tantas coincidencias. Para Antuniassi *et al.* (2004), las boquillas que producen gotas finas propician mejor cobertura en los estratos medio y bajo, obteniendo la menor cobertura (medidas con tarjetas sensibles) con la boquilla de abanico plano de aire inducido de gotas muy gruesas (Cuadro 8). Sin embargo, las diferencias a favor de las gotas más finas no son tan evidentes cuando la evaluación se realiza mediante técnicas de recuperación de producto. Es así que los resultados de Cunha *et al.* (2006), Ozkan *et al.* (2006), Derksen *et al.* (2006), Villalba *et al.* (2009), Klein y Golus (2010), Cunha *et al.* (2011), coinciden en que la utilización de gotas finas no promueve

aumento en penetración, obteniendo iguales o mejores resultados con boquillas de gotas medias o gruesas.

Buena parte de los trabajos aquí presentados han tenido como objetivo poner un poco más de luz en estos aspectos, sobretodo en lo que hace a la mejora del control de plagas que se puede lograr con diferentes tecnologías de aplicación, asociado a los riesgos que cada tecnología conlleva en relación a la contaminación ambiental durante las aplicaciones.

En un cultivo de soja de segunda, variedad Don Mario 6800 en estado fenológico de V8 y con una altura promedio de 1,0 m se evaluaron aplicaciones con boquillas de Aire Inducido (AI11003VS), abanico plano de rango extendido (XR 11003VP) y cono hueco (TXA 8003VK). La aplicación fue realizada con un pulverizador autopropulsado dotado de boquillas a 0,35 m a 20 km/h y a una tasa de aplicación de 100 l/ha.

Las condiciones meteorológicas durante el ensayo fueron 27 °C, la humedad relativa 53% y la intensidad de viento promedio fue 1,0 m.s⁻¹.

Solo se registraron resultados a modo de tendencias, por un lado, a una mayor deposición general observada en la utilización de la mezcla de boquillas (Figura 12). No es posible contrastar este resultado con otros antecedentes debido a que no se registra en la bibliografía ningún trabajo en el cual se hayan combinado diferentes tipos de boquillas en cultivos bajos. En términos estrictamente especulativos, la combinación de boquillas aumentando el rango de tamaños de gotas, su velocidad y trayectoria podría estar aumentando la probabilidad de que ingresen al estrato medio del follaje, aprovechando mejor las «ventanas» del cultivo.

Cuadro 8. Descripción de los tratamientos

| Tratamiento | Boquillas | DMV (µm) | Tamaño de gota |
|-------------|-----------------|----------|-----------------|
| AI | AI11003 | 532 | Muy gruesa |
| XR | XR11003 | 225 | Fina |
| CH | TXA8003 | 203 | Fina |
| M | AI11003+XR11003 | 532+225 | Muy gruesa+Fina |

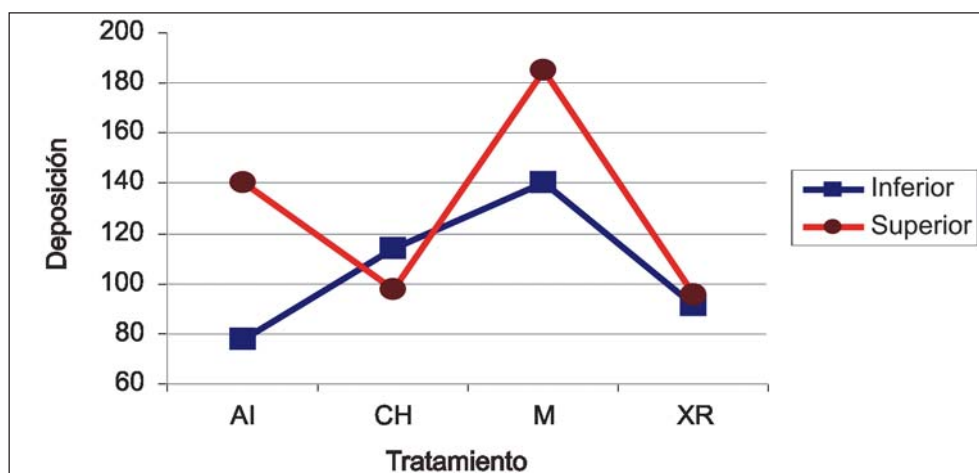


Figura 12. Deposición sobre las hojas ($\mu\text{g cm}^{-2}$).

Otros resultados relacionados a la combinación de boquillas, se obtuvieron del experimento realizado sobre cultivo de primera de soja, variedad Nidera 5009, con una altura aproximada de un metro y sembrado a 0,52 m entre surcos. Se utilizó un pulverizador autopropulsado con una tasa de aplicación 60 l/ha y velocidad de aplicación 15 km/h. Los productos utilizados fueron Carbaril 2,5 kg/ha + imidacloprid 1,5 l/ha + 30 cm³ de Speedwet. Los tratamientos realizados se describen en el Cuadro 9.

El análisis de varianza determinó diferencias significativas de deposición entre tratamientos, estratos y la interacción de los dos factores. El primer y más claro efecto es la diferencia entre los dos estratos analizados siendo la deposición en el estrato superior aproximadamente tres veces mayor que en estrato inferior (Cuadro 10). Los tratamientos que presentaron mayor deposición general fueron los de mayor tamaño de gota y aquellos con boquillas combinadas de diferente tamaño de gotas.

Los distintos tratamientos no presentaron diferencias en el control de chinches ni a los 3 ni a los 5 días post-aplicación. El contraste entre el testigo y el resto de los tratamientos en el día 3 fue levemente significativo (Prob. F= 0,0581) (Cuadro 11).

Como consecuencia de la baja población de lagartas existentes, no fue posible evidenciar diferencias en el control de lagartas por efecto de los tratamientos. El contraste del número de lagartas entre el testigo y el resto de los tratamientos en el día 5 fue significativo (Prob F <0,0001).

En otro experimento, con igual planteo de evaluar la combinación de boquillas, se utilizó un pulverizador autopropulsado a 17 km/h y 54 l/ha. La altura del cultivo era de 1,1 m y la distancia de surco era de 0,17 m (Cuadro 12).

El análisis de varianza determinó diferencias significativas entre tratamientos, estrato de la planta y también en la interacción tratamiento estrato (Cuadro 13).

Cuadro 9. Tratamientos realizados

| Nº | Tratamiento | Boquilla | Presión (bar) | Tamaño de gota (μm) | Tamaño de gota |
|----|-------------|-------------------|---------------|----------------------------------|-------------------|
| 1 | TTJ | TTJ6011002 | 3 | 240 | Media |
| 2 | TX | TXA8002 | 3 | 200 | Fina |
| 3 | AI | AI11002 | 3 | 532 | Muy gruesa |
| 4 | TT | TT11002 | 3 | 329 | Media |
| 5 | AI + TX | AI11002+TXA8002 | 3 | 532 + 200 | Muy gruesa + fina |
| 6 | TT + TX | TT11002 + TXA8002 | 3 | 329 + 200 | Media + fina |

Cuadro 10. Deposición sobre el follaje según tratamiento y estrato

| Tratamiento N° | Tratamiento | $\mu\text{g.cm}^{-2}$ | Tratamiento por estrato | | |
|----------------|----------------|-----------------------|-------------------------|---------|-----------------------|
| | | | Tratamiento | Estrato | $\mu\text{g.cm}^{-2}$ |
| 1 | TTJ | 0,099 a ¹ | 1 | I | 0,0745 a |
| 2 | TX | 0,165 ab | 2 | I | 0,0771 a |
| 5 | AI + TX | 0,220 bc | 6 | I | 0,0775 a |
| 3 | AI | 0,234 bc | 4 | I | 0,0881 ab |
| 6 | TT + TX | 0,241 c | 1 | S | 0,1237 ab |
| 4 | TT | 0,258 c | 3 | I | 0,1338 ab |
| | | | 5 | I | 0,1341 ab |
| | Estrato | | 2 | S | 0,2524 bc |
| | Inferior | 0,097 a | 5 | S | 0,3059 c |
| | Superior | 0,308 b | 3 | S | 0,3345 c |
| | | | 6 | S | 0,4044 c |
| | | | 4 | S | 0,4275 c |

¹P<0,05.**Cuadro 11.** Evolución del número de chinches y lagartas

| Tratamiento | Chinches | | | Lagartas | | |
|-------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|
| | Día 0 | Día 3 | Día 5 | Día 0 | Día 3 | Día 5 |
| 1 | 0,9 ab ¹ | 0,5 ^{ns} | 0,6 ^{ns} | 0,1 ^{ns} | 0,2 ^{ns} | 0,9 ab |
| 2 | 1,9 a | 0,6 | 1,5 | 1,0 | 0,3 | 0,1 ab |
| 3 | 0,8 ab | 0,2 | 0,7 | 0,3 | 0,1 | 0,2 b |
| 4 | 0,4 b | 0,8 | 0,1 | 0,7 | 0,2 | 0,1 ab |
| 5 | 1,1 ab | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 0,1 | 0,2 b |
| 6 | 0,9 ab | 0,7 | 0,7 | 0,9 | 0,3 | 0,3 b |
| Testigo | — | 1,0 | 0,6 | — | 0,6 | 1,7 a |

¹P<0,05.^{ns}: diferencias no significativas.**Cuadro 12.** Descripción de los tratamientos

| Tratamiento N° | Tratamiento | Boquilla | Tamaño de gota (μm) | Tamaño de gota |
|----------------|-------------|--------------------|----------------------------------|----------------|
| 1 | TTJ60 | TTJ6011002 | 240 | Media |
| 2 | TX | TXA8002 | 200 | Fina |
| 3 | AI | AI11002 | 532 | Muy gruesa |
| 4 | TT | TT11002 | 329 | Gruesa |
| 5 | TTJ60 + TX | TTJ6011002+TXA8002 | 240 + 200 | Media + Fina |
| 6 | TT + TX | TT11002+TXA8002 | 329 + 200 | Gruesa +Fina |

Cuadro 13. Deposición sobre el follaje según tratamiento y estrato

| Tratamiento | Deposición $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ | Tratamiento | Estrato | Deposición $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ |
|----------------|--------------------------------------|-------------|---------|--------------------------------------|
| TTJ60 | 81,07 a | AI | I | 28,85 a |
| TX | 82,95 a | TX | I | 38,36 ab |
| AI | 84,88 a | TTJ60 | I | 50,11 abc |
| TT + TX | 88,03 ab | TT | I | 64,28 abcd |
| TT | 91,56 ab | TT + TX | I | 69,14 abcd |
| TTJ60 + TX | 122,15 b | TTJ60 + TX | I | 92,85 bcde |
| | | TT + TX | S | 106,93 cde |
| | | TTJ60 | S | 112,03 de |
| Estrato | | TT | S | 118,84 de |
| Inferior | 57,26 a | TX | S | 127,55 e |
| Superior | 126,28 b | AI | S | 140,92 e |
| | | TTJ60 + TX | S | 151,45 e |

¹P < 0,05.

En este ensayo vuelve a ser clara la diferencia de deposición entre estratos; la deposición en el estrato superior fue más del doble que en el estrato inferior. La mayor deposición se obtuvo combinando boquillas de doble abanico con boquillas de cono hueco (TTJ60 + TX). Interesante destacar que esas dos boquillas utilizadas individualmente obtuvieron la menor deposición. Los resultados no son coherentes con los obtenidos en el ensayo anterior, donde las boquillas con gotas más finas habían tenido un comportamiento peor. Lo que sí es coincidente, es que la combinación de boquillas produjo un efecto positivo en la deposición.

Siguiendo con el objetivo de evaluar el efecto del tamaño de gota, la combinación de boquillas en la distribución del pulverizado y el control de lagartas en soja, se instaló un experimento en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (Cuadro 14). Sobre un cultivo de soja, variedad Agrosan 607, con espacia-

miento entre surcos de 0,5 m, se utilizó el insecticida Intrepid, a $120 \text{ cm}^3 \text{ ha}^{-1}$ a razón de 120 l ha^{-1} de caldo. La aplicación se realizó con una pulverizadora de enganche integral de 10 m de ancho, a 6 km h^{-1} .

La deposición obtenida con la boquilla de aire inducido fue la mayor; en este caso, la deposición con esta boquilla también fue superior en el estrato inferior. La combinación de las boquillas en este caso, produjo un resultado intermedio (Cuadro 15).

No se observaron diferencias de control de lagartas entre tratamientos ni entre los tratamientos y el testigo. Solo se detectaron diferencias entre fechas, siendo los conteos del día 7 y 10 menores que los de los días 0 y 3. Se observaron muchas lagartas muertas por hongos entomopatógenos. Las condiciones de grandes lluvias registradas antes y después de la aplicación del tratamiento podrían haber incidido en el resultado obtenido.

Otra alternativa para mejorar la deposición sobre el cultivo, es manejar la

Cuadro 14. Tratamientos realizados

| Tratamiento | Boquilla | Tamaño de gota (μm) | Tamaño de gota |
|-------------|------------------|----------------------------------|-----------------|
| 1 | AI11002 | 510 | Muy Gruesa |
| 2 | XR11002 | 205 | Fina |
| 3 | AI11002+XR 11002 | 510/205 | Muy Gruesa/Fina |
| 4 | TTJ11002 | 218 | Media |
| 5 | Testigo | --- | --- |

Cuadro 15. Deposición sobre el follaje

| Tratamiento | $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ | Tratamiento | Estrato | $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ |
|----------------|---------------------------|-------------|---------|---------------------------|
| TTJ | 1,1321 b | TTJ | I | 0,4057 a |
| XR | 1,1897 b | XR | I | 0,6062 ab |
| AI + XR | 1,3375 ab | AI + XR | I | 1,0156 bc |
| AI | 1,5917 a | AI | I | 1,4010 cd |
| | | AI + XR | S | 1,6595 d |
| Estrato | $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ | XR | S | 1,7732 d |
| Inferior | 0,8571 A | AI | S | 1,7824 d |
| Superior | 1,7684 B | TTJ | S | 1,8587 d |

¹P < 0,05.

altura de posicionamiento del aguilón respecto al cultivo. Se evaluó la aplicación con boquillas aplicando a la altura normal (40 a 50 cm) y a la menor altura posible, de forma tal que la barra de aplicación pasara en forma rasante con la parte superior del follaje del cultivo (Cuadro 16).

La disminución de la altura de aplicación al mínimo sobre el cultivo, provocó una disminución en la penetración tanto cuando se utilizó la boquilla de gotas extremadamente gruesas (AI) como

cuando se utilizó la boquilla de abanico plano con gotas finas (Cuadro 16). Seguramente se puede asociar este resultado a la imposibilidad del chorro producido de desarrollar su ángulo normal por chocar con la parte superior del follaje.

Viendo que, al igual que en el cultivo de trigo, la tasa de aplicación es una preocupación permanente, se realizaron experimentos con el objetivo de evaluar el efecto del tamaño de gota y la tasa de aplicación en la deposición de la pulverización de un cultivo en estado R4 (Cuadro 17).

Cuadro 16. Descripción de los tratamientos evaluados y deposición sobre las hojas

| Boquilla | Altura | DVM(μm) | Tamaño de gota | Promedio | Deposición ($\mu\text{g cm}^{-2}$) | | |
|----------|--------|----------------------|----------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------|
| | | | | | Estrato Superior | Estrato Medio | Sup/medio |
| AI11003 | Alta | 532 | Muy gruesa | 206,6 ^{ns} | 232,3 ^{ns} | 180,7 ^{ns} | 1,3 |
| AI11003 | Baja | 532 | Muy gruesa | 252,0 | 368,3 | 135,7 | 2,7 |
| XR11003 | Alta | 225 | Fina | 279,5 | 243,2 | 315,8 | 0,8 |
| XR11003 | Baja | 225 | Fina | 263,8 | 351,87 | 175,8 | 2,0 |

^{ns}diferencias no significativas.

Cuadro 17. Tratamientos realizados

| Boquilla | Tasa de aplicación | Tamaño de gota (μm) | Tamaño de gota | Velocidad (km h^{-1}) |
|----------|--------------------|----------------------------------|----------------|----------------------------------|
| AI11002 | 50 | 486 | Muy gruesa | 20 |
| TT11002 | 50 | 300 | Media | 20 |
| TX 12 | 50 | 180 | Fina | 20 |
| AI11002 | 100 | 486 | Muy gruesa | 10 |
| TT11002 | 100 | 300 | Media | 10 |
| TX 12 | 100 | 180 | Fina | 10 |
| AI11002 | 150 | 486 | Muy gruesa | 7 |
| TT11002 | 150 | 300 | Media | 7 |
| TX 12 | 150 | 180 | Fina | 7 |

Los resultados indicaron una clara tendencia a la menor deposición con el tratamiento de gotas finas en relación a los demás tratamientos, tanto en el estrato superior como en el inferior (Cuadro 18). La deposición fue similar entre los distintos volúmenes utilizados, no encontrándose diferencias en utilizar 50, 100 o 150 l ha⁻¹.

También se incluyeron como variables de estudio el uso de adyuvantes y las interacciones con las condiciones ambientales al momento de la aplicación y tamaños de gotas contrastantes. Con este objetivo se instaló un ensayo en un

cultivo comercial donde la aplicación se realizó con un equipo autopropulsado a 16 km/h y un volumen de aplicación de 59 l ha⁻¹. En el Cuadro 19 se presenta la descripción de los tratamientos y boquillas utilizadas en cada tratamiento.

Las condiciones meteorológicas contrastantes que se buscaban con la aplicación al mediodía y por la noche se presentan en el Cuadro 20.

El tratamiento insecticida aplicado para el control de lagartas fue Fullback 480 (triflumurón) 50 cc/ha + Triclocib 500 SL (triclorfón) 1,6 l/ha.

Cuadro 18. Deposición en hoja (µg cm⁻²) según tamaño de gota

| Tamaño de gota | Deposición (µg cm ⁻²) | Tamaño de gota | Estrato | Deposición (µg cm ⁻²) |
|---------------------------|-----------------------------------|----------------|----------|-----------------------------------|
| Fina | 0,2198 b | Media | Superior | 0,5211 a |
| Media | 0,4787 a | Muy gruesa | Superior | 0,4605 ab |
| Muy gruesa | 0,4303 a | Media | Medio | 0,4203 ab |
| | | Muy gruesa | Medio | 0,4000 ab |
| Tasa de aplicación | | Fina | Superior | 0,2791 bc |
| 50 | 0,3762 a | Fina | Medio | 0,1606 c |
| 100 | 0,4213 a | | | |
| 150 | 0,3234 a | | | |

Cuadro 19. Descripción de los tratamientos

| Momento de aplicación | Tipo de adyuvante | Tamaño de gota | Boquilla |
|-----------------------|-------------------|----------------|----------|
| Mediodía | Sin | Fina | TXA 8002 |
| Mediodía | Aceite | Fina | TXA 8002 |
| Mediodía | Organosiliconado | Fina | TXA 8002 |
| Mediodía | Sin | Muy Gruesa | AI 11002 |
| Mediodía | Aceite | Muy Gruesa | AI 11002 |
| Mediodía | Organosiliconado | Muy Gruesa | AI 11002 |
| Noche | Sin | Fina | TXA 8002 |
| Noche | Aceite | Fina | TXA 8002 |
| Noche | Organosiliconado | Fina | TXA 8002 |
| Noche | Sin | Muy Gruesa | AI 11002 |
| Noche | Aceite | Muy Gruesa | AI 11002 |
| Noche | Organosiliconado | Muy Gruesa | AI 11002 |

Cuadro 20. Descripción de las condiciones meteorológicas durante las aplicaciones

| | Condiciones Nolimitantes noche | Condiciones limitantes mediodía |
|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Temperatura (°C) | 26 | 36 |
| Humedad relativa (%) | 73 | 45 |
| Velocidad de viento (km/h) | 14 | 11 |

Al analizar el efecto de la condición meteorológica en la aplicación (Figura 13), vemos que la deposición en la noche (temperatura= 26 °C; HR= 73%) determinó un 18% más de deposición con respecto a la aplicación en condiciones limitantes. Estos resultados son concordantes con los de la bibliografía, que mencionan que las condiciones de humedad relativa menor a 50% determinarían menor llegada al objetivo.

En la Figura 14 se presenta la deposición en hoja de soja según el momento de aplicación y el uso de adyuvante. El análisis estadístico no permite identificar mejoras en la deposición por el uso de adyuvante. Aún sin diferencias significativas, la deposición en condiciones de baja humedad fue algo superior cuando se le agregó al caldo de aplicación un adyuvante organosiliconado. En estas condiciones los tratamientos sin adyuvante y con aceite fueron los tratamientos que determinaron menor cantidad de depósitos sobre las hojas de soja.

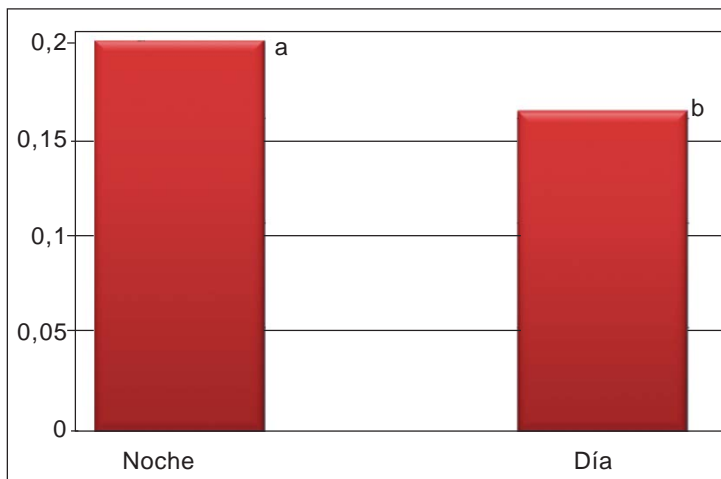


Figura 13. Deposición en hojas de soja (ul/cm²) para cada momento de aplicación.

También sin diferencias estadísticas, podemos decir que los adyuvantes determinaron una mayor deposición sobre las hojas de soja, con una pequeña ventaja para el adyuvante organosiliconado (Figura 15).

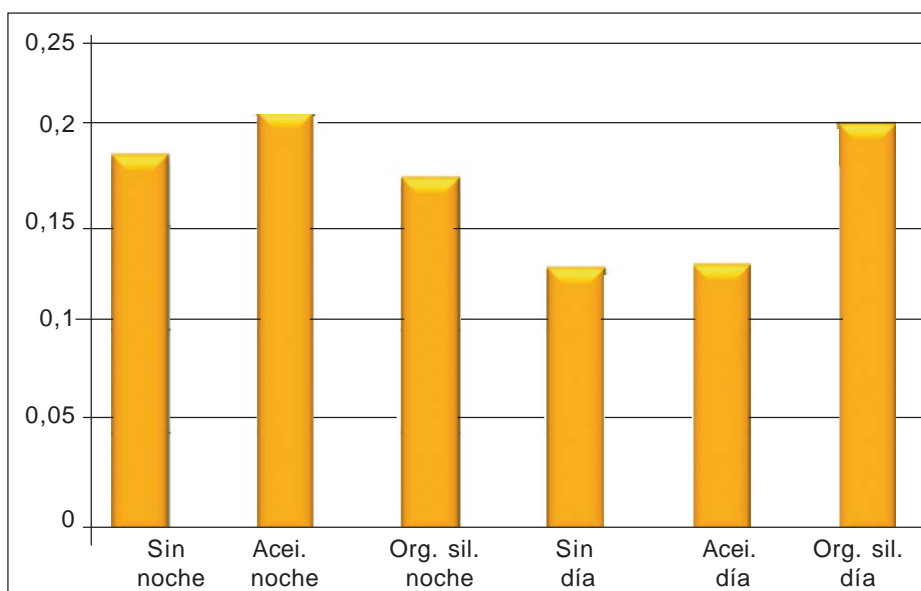


Figura 14. Deposición en hojas de soja (ul/cm²) para las variables momento y adyuvante utilizado.

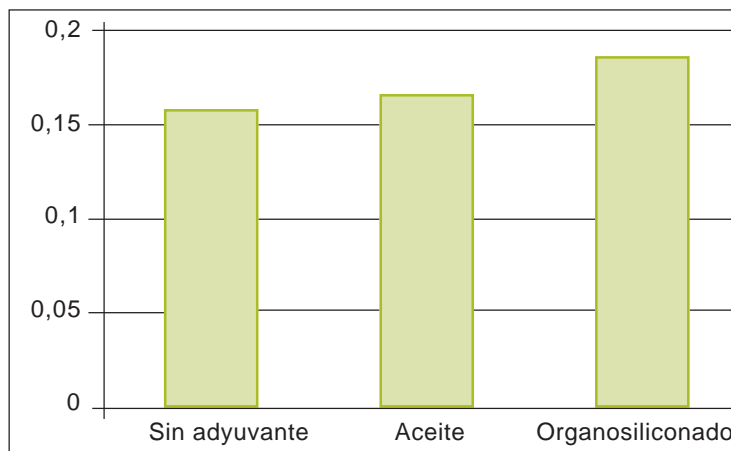


Figura 15. Deposición en hojas de soja (ul/cm²) por tipo de adyuvante.

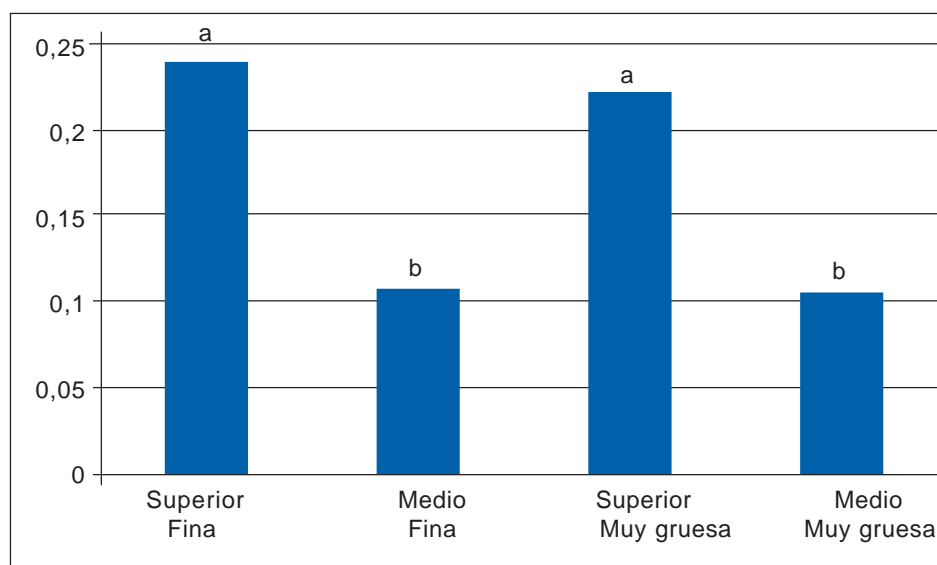


Figura 16. Deposición en hojas de soja (uL/cm²) según estrato y tamaño de gota.

Tampoco el tamaño de gota influyó sobre la deposición del caldo sobre las hojas de soja. Al igual que para experimentos anteriores, los tamaños de gota no determinaron diferencias en la cantidad de caldo depositado sobre las hojas. Por tanto, se reafirma que las aplicaciones con gotas muy gruesas serían favorables, porque, además de no incidir negativamente en la cantidad de producto que llega al objetivo, son menos susceptibles de sufrir pérdidas por deriva.

La deposición en los estratos más bajos del cultivo de soja, tal cual se comentó para otros experimentos, no está resuelta; en este caso fue menos de la mitad en el estrato inferior respecto a lo que se depositó en los estratos superiores. La dificultad para penetrar en el follaje del cultivo fue

independiente del tipo de gota utilizado en la aplicación (Figura 16).

La cantidad de lagartas totales y especialmente el grupo de lagartas consideradas grandes (L4-L6) en el momento previo a la aplicación era menor al umbral considerado para requerir su control (Cuadro 21).

Cuadro 21. Promedio de lagartas totales y lagartas en estadios grandes (L4-L6) en el momento previo a la aplicación

| Momento | N° lagartas/m | |
|---------|-----------------|---------|
| | Grandes (L4-L6) | Totales |
| Día | 3,90 | 4,32 |
| Noche | 3,13 | 3,43 |

Cuadro 22. Número de lagartas totales y grandes (L4- L5)/m lineal en la evaluación a los 3 días post-aplicación

| Momento aplicación | Adyuvante | Tamaño de gota | N° lagartas/m lineal | |
|--------------------|------------------|----------------|----------------------|--------------------|
| | | | Totales | Grandes |
| Día | Sin | F | 0,83 ^{ns} | 0,49 ^{ns} |
| Noche | Sin | F | 0,83 | 0,83 |
| Día | Sin | MG | 1,17 | 0,82 |
| Noche | Sin | MG | 1,33 | 1,16 |
| Día | Aceite | F | 2,18 | 2,22 |
| Noche | Aceite | F | 1,81 | 1,64 |
| Día | Aceite | MG | 1,03 | 0,55 |
| Noche | Aceite | MG | 0,66 | 0,49 |
| Día | Organosiliconado | F | 1,46 | 1,32 |
| Noche | Organosiliconado | F | 0,70 | 0,71 |
| Día | Organosiliconado | MG | 0,81 | 0,66 |

Se evaluó el control de las mismas a los 1, 3, 5 y 10 días post-aplicación; se presenta los valores del conteo a los 3 días, por considerarse el más importante a los efectos de la eficacia del control. Como se puede observar no fueron detectados efectos significativos de los factores estudiados en el control de lagartas (Cuadro 22).

Continuando en la misma línea, se realizó un ensayo en la EEMAC con el objetivo de evaluar el efecto del uso de diferentes adyuvantes en la deposición del pulverizado en aplicaciones en diferentes condiciones meteorológicas y en el control de lagartas en el cultivo de soja. La aplicación se realizó con un equipo pulverizador de espalda presurizado a CO₂ ancho operativo de 2 m, boquillas TT 11001 y un volumen de aplicación de 100 l ha⁻¹.

Se evaluaron 4 tipos de adyuvantes y 2 momentos de aplicación (con y sin condiciones limitantes). Las condiciones de temperatura y humedad relativa, limitante y no limitante durante la aplica-

ción de los tratamientos, se describen en el Cuadro 23.

En el Cuadro 24 se presenta la descripción de los tipos de adyuvantes que fueron evaluados, el insecticida aplicado fue Lorsban a una dosis de 600 cc ha⁻¹ y Engeo a 200 cc ha⁻¹.

Al momento de la aplicación el cultivo se encontraba en R4, con una altura promedio de 1 m y cubriendo completamente el surco. El número de lagartas/m lineal era 7, de las cuales 6 se encontraban en estadios L1- L3, de la especie *Anticarsia gemmatalis*. El número de chinches era 0,5 por metro de surco. Los resultados del análisis de la deposición en las hojas de soja sólo indicaron diferencias estadísticas entre estratos. En este experimento no pudo detectarse efectos significativos del momento de aplicación ni del uso de adyuvante en la deposición del caldo en el cultivo de soja. En las Figuras 17 y 18 se presentan los promedios de deposición del caldo para las variables tipo de adyuvante y estrato del cultivo.

Cuadro 23. Descripción de las condiciones meteorológicas durante la aplicación

| | Condiciones No Limitantes | Condiciones Limitantes |
|----------------------------|---------------------------|------------------------|
| Temperatura (°C) | 23,5 | 28 |
| Humedad relativa (%) | 71 | 39 |
| Velocidad de viento (km/h) | 0 | 11 |

Cuadro 24. Descripción de los adyuvantes evaluados

| Tratamientos | Tipo de adyuvante | Nombre comercial | Dosis |
|--------------|-------------------|------------------|-----------|
| 1* | — | — | — |
| 2 | Aceite vegetal | Natura´Oleo | 0.5 L/ha |
| 3 | Aceite mineral | E.F.T. Saudu | 1 L/ha |
| 4 | No iónico | Speedwet Maxion | 100 cc/ha |
| 5 | Organosiliconado | Silwet | 50 cc/ha |

*Se aplicó el insecticida sin agregado de adyuvante.

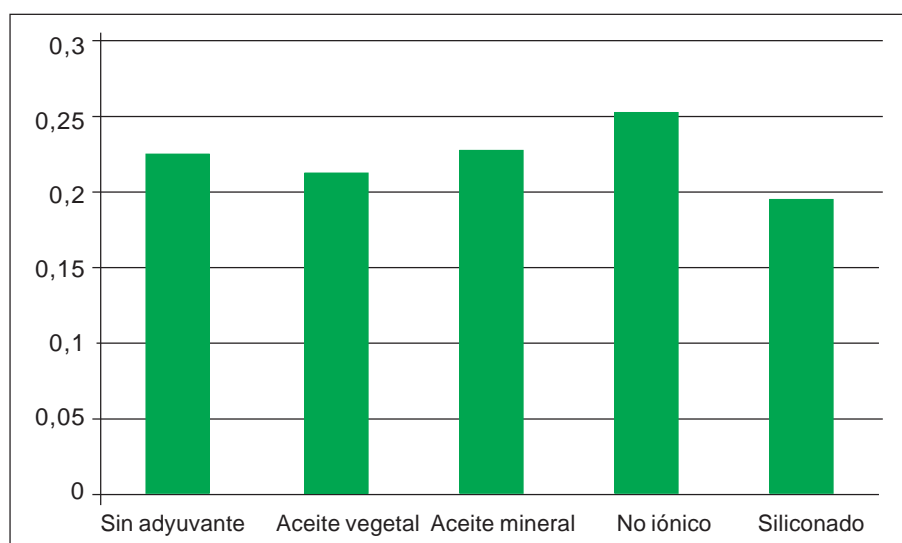


Figura 17. Deposición en hojas de soja (uL/cm²) según tipo de adyuvante.

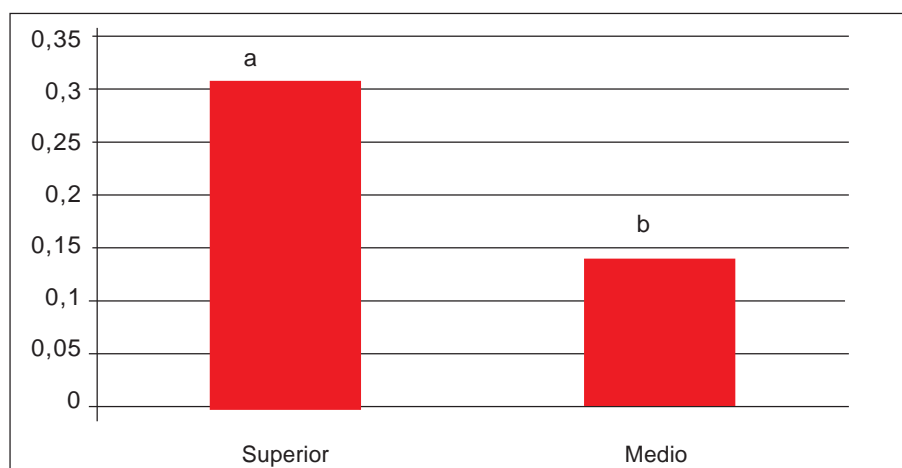


Figura 18. Deposición en hojas de soja (uL/cm²) según estrato del cultivo.

El control de lagartas no fue afectado por el tipo de adyuvante ni por las condiciones al momento de la aplicación, y el control fue total.

Otro de los aspectos evaluados fue el efecto de las características del cultivar y el marco de plantación interaccionando con el tamaño de gota utilizado (Fina y Muy Gruesa) en la deposición y el control de lagartas. Para ello se instaló el correspondiente ensayo en la EEMAC.

Las variedades evaluadas fueron A 5909 y DM 5.8i, sus características se presentan en el Cuadro 25, las 2 distancias de siembra evaluadas para igual densidad (350 mil plantas/ha) fueron 25 y 50 cm.

Las condiciones al momento de la aplicación eran de 27,9 °C de temperatura, humedad relativa 55% y viento oscilante con máxima de 11 km/h. Se aplicó Lorsban a una dosis de 800cc/ha, con un equipo hidráulico con ancho operativo de 10 m y un volumen de aplicación de 100 l/ha.

La deposición obtenida sobre las hojas de soja solo permitió detectar diferencias entre estratos, siendo la deposición en el estrato superior 60% mayor.

Se realizó el conteo de lagartas previo a la aplicación, a partir de un muestreo

con 2 paños verticales/parcela. El promedio de lagartas antes de la aplicación era de 12 por metro lineal donde el 90% eran lagartas en estados iniciales (L1 a L3). La evaluación de control del insecticida se realizó con igual metodología a los 2 y 4 días post-aplicación. No se detectaron diferencias entre tamaños de gota, cultivares o distancia entre surcos (Cuadro 26).

Es común pensar que otro factor que podría tener incidencia en la penetración del cultivo de soja es la presión de trabajo. Es claro que el aumento de presión conlleva a un aumento de la velocidad de salida del líquido de las boquillas y consecuentemente de la velocidad inicial de las gotas. ¿Podrían entonces llegar en menor tiempo y mantener mejor la trayectoria incluso habiendo viento?

Con el objetivo de evaluar esta hipótesis se diseñó un experimento evaluando el efecto de la presión operativa en la deposición del pulverizado en aplicaciones con diferente tamaño de gota. La variedad plantada era La tijereta TJS 2068, distancia entre surcos 0,38 m. El cultivo se encontraba en estadio R2 al momento de la aplicación, la altura media de las plantas era de 0,7 m. Se utilizó un equipo de arrastre de 3000 L de capacidad y 24 m de ancho operativo. La velocidad

Cuadro 25. Características de crecimiento de los cultivares evaluados

| Característica | Cultivar A 5909 | Cultivar DM 5.8i |
|--|--|--|
| Grupo | V largo | V largo |
| Hábito de crecimiento | Indeterminado | Intermedio |
| Tipo de planta | Erecta- ramificada | Gran frondosidad |
| Altura de planta (cm) en experimento al momento de la aplicación | 88 (siembra a 25 cm) 84 (siembra 50 cm) | 94 (siembra a 25 cm) 94 (siembra 50 cm) |
| Días a floración | 65 | 55 |
| Días a maduración | 160 | 130 |

Cuadro 26. Promedio de lagartas por metro de surco a los 2 y 4 días post- aplicación

| Cultivar | Distancia surcos | Lagartas/m lineal | |
|----------|------------------|-------------------|-------------------|
| | | 2 dpa | 4 dpa |
| DM 5.8i | 50 | 2,6 ^{ns} | 1,5 ^{ns} |
| DM 5.8i | 25 | 2,4 | 0,8 |
| A 5909 | 50 | 0,9 | 2,4 |
| A 5909 | 25 | 1,8 | 0,6 |

media del viento durante el ensayo fue de 19,6 km/h, la temperatura fue de 28 °C y la humedad relativa 52% (Cuadro 27).

En el Cuadro 28 se observan los efectos de los factores principales.

Estos resultados, indican que el aumento de presión de 3 a 6 bar no aumentó la deposición, sino lo contrario. Se estima que el menor tamaño de gotas producido al aumentar la presión y la importante presencia de viento produciendo deriva pudieran ser responsables de ese resultado.

Sin embargo, con respecto a la penetración, el resultado fue variable según la boquilla utilizada. En la Figura 19 se presenta el porcentaje de deposición del estrato medio en relación al superior para las dos presiones ensayadas.

Se presenta claramente beneficioso el aumento de presión en el caso de las boquillas de gotas más gruesas, AI y TT; no así con las boquillas de gotas más finas (TXA y XR). En condiciones de viento cercanas a 20 km/h como las que se dieron durante el ensayo, el uso de boquillas antideriva a presión algo más alta de lo usual puede ser una alternativa interesante por el aumento de la penetración y control de la deriva.

Otro factor que fue estudiado en soja buscando alternativas para la mejora de la penetración fue la colocación de boquillas inclinadas. El objetivo de este trabajo fue la modelación de las trayectorias que se podrían obtener con diferentes tamaños de gotas y ángulos de colocación de las boquillas sobre la barra de la

Cuadro 27. Tratamientos realizados

| Boquilla | Descripción | Presión (bar) | L/ha | Tamaño de gotas (µm) | Tamaño de gotas * |
|----------|-------------------------------|---------------|------|----------------------|-----------------------|
| AI110015 | abanico plano aire inducido | 3 | 59 | 527 | Extremadamente gruesa |
| AI110015 | | 6 | 83 | 459 | Muy gruesa |
| TT110015 | abanico plano deflector | 3 | 59 | 296 | Media |
| TT110015 | | 6 | 83 | 247 | Fina |
| XR110015 | abanico plano rango extendido | 3 | 59 | 198 | Fina |
| XR110015 | | 6 | 83 | 171 | Fina |
| TXA80015 | cono hueco | 3 | 59 | 170 | Fina |
| TXA80015 | | 6 | 83 | 146 | Muy Fina |

*Según ASABE S-572.

Cuadro 28. Análisis de deposición

| Tratamiento | Deposición(ng/cm ²) |
|----------------|---------------------------------|
| TT110015 | 261,95 a ¹ |
| TXA80015 | 417,40 ab |
| AI110015 | 468,72 bc |
| XR110015 | 568,23 c |
| Presión | |
| 6 | 363,10 a |
| 3 | 495,05 b |
| Estrato | |
| I | 232,49 a |
| S | 625,66 b |

¹P<0,05.

pulverizadora y un ensayo de campo para su validación.

Una vez que las gotas salen de la boquilla, la fricción con el aire modifica tanto su dirección como su velocidad. La magnitud de esos efectos depende fundamentalmente del tamaño de las gotas. El ensayo fue realizado en un cultivo de soja, variedad Don Mario 3700. La distancia entre surcos era de 0,19 m y con una población de 385.000 plantas por hectárea y la altura del cultivo era de 0,7 m. Las aplicaciones se realizaron con un pulverizador autopropulsado con boquillas a 0,35 m y 75 l ha⁻¹. La velocidad fue de 15 km/h, la presión de trabajo de 4,5 bar y la altura de aplicación de 0,5 m sobre el cultivo. Para poder visualizar las gotas, se instaló una pantalla de tela de color

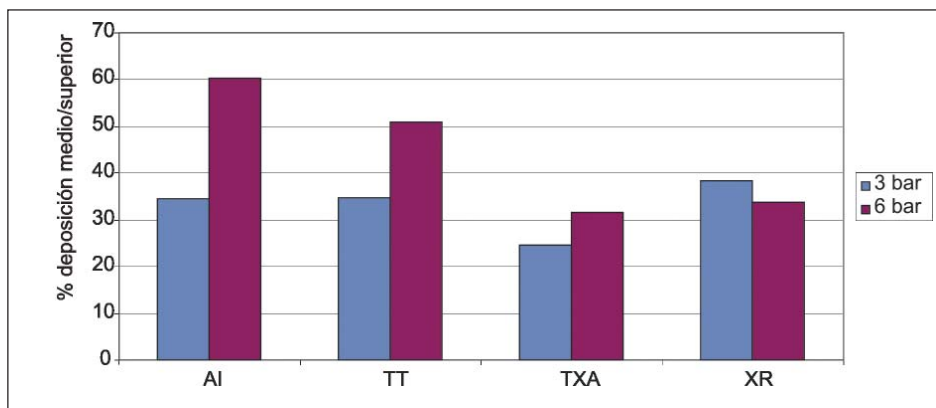


Figura 19. Porcentaje de deposición en el estrato medio en relación al superior según presión de trabajo y tipo de boquilla.

oscuro (Figura 20), la cual ofició de fondo en las filmaciones, colocando la cámara

sobre un trípode. Los tratamientos realizados se detallan en el Cuadro 29.



Figura 20. Pulverizador utilizado y montaje de cámara de filmación.

Cuadro 29. Tratamientos realizados

| Boquilla | Ángulo de colocación | Tamaño de gota* | DMV**(µm) |
|------------|----------------------|-----------------|-----------|
| XR110015P | Vertical | Muy Fina | 181 |
| XR110015VP | 45° hacia adelante | Muy Fina | 181 |
| AI110015VS | Vertical | Gruesa | 487 |
| AI110015VS | 45° hacia adelante | Gruesa | 487 |

*Según norma ASAE S-572 FEB04.

**Tamaño de gotas según el fabricante (Teejet).

En la Figura 21 se observa una imagen instantánea de la pulverización con la boquilla AI (gota muy gruesa) orientada verticalmente. En la misma el equipo se estaba trasladando de derecha a izquierda. Se aprecia el efecto de la velocidad de arrastre del equipo en las trayectorias. Sin embargo, también se le debe atribuir parte de la trayectoria inclinada al efecto del viento, que en ese instante soplabla en la misma dirección del equipo.

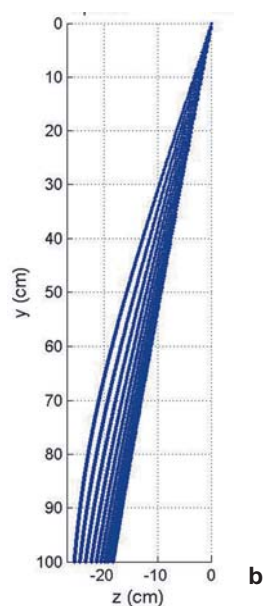


Figura 21. Trayectoria de las gotas con boquillas AI110015, orientación vertical. a) visualización, b) modelación.

La figura 22b indica el comportamiento previsto por el modelo, donde el efecto del ángulo de 45° hacia delante previsto por el modelo predecía una dirección de alcance al cultivo en forma marcadamente inclinada.

Sin embargo, el efecto del viento en sentido contrario (Figura 22a), hace que ese efecto prácticamente desaparezca.

En forma concordante, la deposición obtenida con las dos boquillas utilizadas

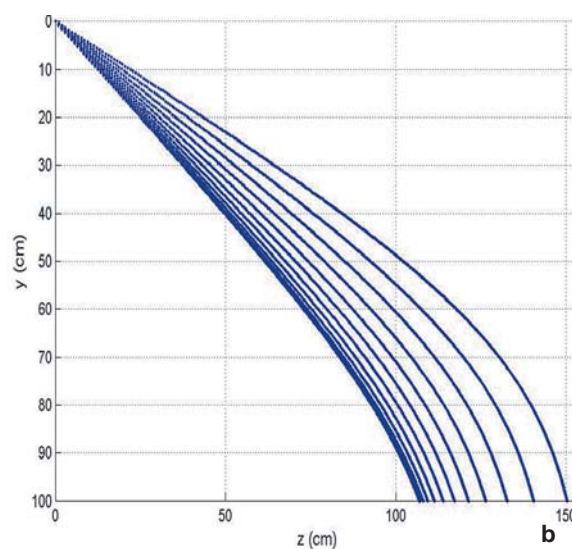


Figura 22. Trayectorias con boquillas AI, orientación 45°; a) visualización, b) modelación.

Cuadro 30. Deposición de trazador sobre el follaje

| Factor | Nivel | Deposición (ng.cm ⁻²) |
|----------|----------|-----------------------------------|
| Boquilla | AI110015 | 0,95 a ¹ |
| | XR110015 | 1,10 a |
| Angulo | 0° | 1,06 a |
| | 45° | 0,99 a |
| Estrato | Superior | 1,20 a |
| | Inferior | 0,86 b |

¹P<0,05.

en posición vertical y hacia delante 45° no demostró ningún efecto significativo, salvo entre estratos, donde la deposición en la parte inferior se vio claramente reducida (Cuadro 30).

3.1 Conclusiones: aplicaciones terrestres en soja

Combinación de boquillas. Los resultados de deposición y penetración no fueron concluyentes en cuanto a beneficios de combinar boquillas en la barra.

Algunos resultados marcaron una tendencia a una mayor deposición de gotas gruesas y finas combinadas, aunque los resultados no fueron suficientemente categóricos para su amplia recomendación.

Altura de aplicación. Alturas de aplicación por debajo de las recomendadas producen disminución de la deposición, aumento de la variabilidad de los depósitos y disminución de la penetración.

Tasa de aplicación. No se obtuvieron diferencias en deposición y penetración por el uso de tasas de aplicación entre 50 y 150 l/ha. Sin embargo, al evaluar la interacción entre tasas de aplicación y tamaño de gotas, el uso de gotas finas a la menor tasa de aplicación produjo la menor deposición y penetración en el cultivo

Tamaño de gota. En la mayoría de los ensayos realizados las gotas gruesas o muy gruesas obtuvieron mayor deposición y penetración.

En todos los ensayos se obtuvo mayor deposición en el estrato su-

perior comparado con el obtenido en el tercio medio de las plantas.

Momento de aplicación. Condiciones de temperatura y humedad limitantes, determinaron un 18% menos de deposición del caldo de aplicación sobre el cultivo de soja comparada a condiciones meteorológicas no limitantes.

Adyuvantes. Las ventajas del uso de adyuvante en condiciones de humedad y temperatura limitantes no fueron claras. En el primer experimento hubo una tendencia a mayor deposición con el uso de organosiliconado; sin embargo en el experimento con equipo manual, la tendencia fue a mayor deposición con el agregado de aceite mineral y de adyuvante no iónico. La tendencia mostrada por el organosiliconado en las condiciones extremas de baja humedad y alta temperatura fue independiente del tamaño de gota, por tanto, no se encuentran argumentos para el uso de gotas finas.

Distancia entre surcos. La siembra a distancias entre surcos menores no determinó una menor deposición en el cultivo de soja independientemente del hábito de crecimiento del cultivar sembrado. Tampoco tuvo efecto en la penetración del pulverizado en el perfil vegetal.

Presión de trabajo. El aumento de la presión de trabajo produjo una disminución general de la deposición. Sin embargo, produjo un aumento de la penetración en el estrato medio con el uso de boquillas de gotas gruesas y muy gruesas no así con gotas finas o muy finas.

Angulo de colocación de las boquillas. La utilización de boquillas con gotas muy finas y gruesas inclinadas con respecto a la dirección de avance no provocó mejoras ni en la deposición ni en la penetración del cultivo de soja.

Control de insectos. No se encontraron diferencias de control de insectos (lagartas y chinches) con los diferentes tamaños de gota evaluados, combinaciones de boquillas, momento de aplicación, distancia entre surcos y uso de adyuvantes.

4. AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento al Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria que confió la financiación a nuestro grupo de trabajo para la realización de este Proyecto.

A la familia Schaffner por disponer de sus cultivos y equipos para la realización de ensayos, y a la empresa Tafilar, que a través de la disposición de sus técnicos propiciaron la realización de los diferentes experimentos en cultivos comerciales.

5. BIBLIOGRAFÍA

- 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: III Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos, 2004, Botucatu, FEPAF.
- BARBOSA, R. N ; GRIFFIN, J. L.; HOLLIER, C. A.** 2009. Effect of spray rate and method of application in spray deposition. Applied Engineering In Agriculture, v 25 (2), p. 181-184.
- BOSCHINI, L.; CONTIERO, R.L.; MACEDO JÚNIOR, E.K.; GUIMARÃES, V.F.** 2008. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da vazão e do tipo de bico hidráulico na cultura da soja. Acta Sci. Agron. Maringá, v. 30, p. 171-175.
- CUNHA, J.P.A.R.; REIS, E. F; SANTOS, R. O.** 2006. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. Ciência Rural, v 36, p. 1360-1366.
- CUNHA, J.P.A.R.; SILVA, R.A.M.; OLIVET, J.J.** 2011. Avaliação de pontas e volumes de pulverização na aplicação de fungicida na cultura da soja (*Glycine max*(L.) Merrill) Rev. Fac. Agron. (LUZ), v. 28, p. 344-360.
- 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, v. 77, p. 415-422.
- FISHEL, F.** 1997. Pesticides and the Environment. University Extension, University of Missouri-Columbia. 6 p.
- HANNA, H. M.; ROBERTSON, A. E.; CARLTON, W. M.; WOLF R. E.** 2009. Nozzle and carrier application effects on control of soybean leaf spot diseases. Applied Engineering in Agriculture, v. 25, p. 5-13.
- HOLOWNICKI, R.; DORUCHOWSKI, G.; SWIECHOWSKI, W.; JAEKEN, P.** 2002. Methods of evaluation of spray deposit and coverage on artificial targets. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. V.5. n1. Disponible en: <http://www.ejpau.media.pl>
- KLEIN, R.; GOLUS, J.** 2010. Evaluation of Soybean (*Glycine max*) Canopy Penetration With Several Nozzle Types and Pressure. International Advances in Pesticide Application 2006, Robinson College, Cambridge, UK, p. 35-39.
- LUCHINI, L.C; ANDRÉA, M.M.** 2002. Dinâmica de Agrotóxicos no ambiente. En: Ministério do Meio ambiente, agricultura, Forum Nacional de Secretários de (Org.). Programa de Defesa Ambiental Rural- Textos Orientadores. Brasília, p. 27-44.
- OZKAN, H.E., ZHU, H., DERKSEN, R.C., GULER, H., KRAUSE, C.R.** 2006. Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control Asian Soybean Rust. Aspects of Applied Biology v. 77, p. 423-431.
- PALLADINI, L.A.; RAETANO, C.G.; VELINI, E.D.** 2005. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. Scientia Agrícola, Piracicaba, v.62, n.5, p.440-445.
- PINTO, J.R.; LOECK, A.E.; SOUZA, R.T. DE; LOUZADA, R.S.** 2007. Estabilidade à

exposição solar dos traçantes azul brilhante e amarelo tartrazina utilizados em estudos de deposição de pulverização. Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v.13, n.1, p.105-107.

REZENDE, D.T.; RAETANO, C.G.; POGETTO, M. H.F.A.D.; COSTA, S.I.; VIEIRA, B.C. MASTRIA, G. 2011. Tracers extraction

on different surface targets. In: V SINTAG - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos, Cuiabá/MT.

VILLALBA, J.; MARTINS, D.; COSTA, N.V.; DOMINGOS, V.D. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estádio R1. Ciência Rural, v. 39, p. 1738-1744, 2009.

Impreso en Editorial Hemisferio Sur S.R.L.
Buenos Aires 335
Montevideo - Uruguay

Depósito Legal 363-251/13

