



**Coadyuvante  
Organosiliconado**

***Ensayo sobre calidad  
de aplicación de funguicidas  
en el cultivo de soja,  
alternativas aéreas y terrestres  
– Segunda experiencia: Gral. Villegas  
(BA), enero 2005 –***



**Ensayo sobre calidad de aplicación de fungicidas en el cultivo de soja,  
alternativas aéreas y terrestres  
– Segunda experiencia: Gral. Villegas (BA), enero 2005 –**

Autores: *Pedro Daniel Leiva* (INTA Pergamino, [pdleiva@pergamino.inta.gov.ar](mailto:pdleiva@pergamino.inta.gov.ar))  
*Angela Norma Formento* (INTA Paraná, [nformento@parana.inta.gov.ar](mailto:nformento@parana.inta.gov.ar))  
*Fernando Scliar* (Coordinador Grupo El Labrador; [fernandoscliar@servicoopsa.com.ar](mailto:fernandoscliar@servicoopsa.com.ar))  
*Fernando Biffis* (Syngenta Agro SA; [fernando.biffis@syngenta.com](mailto:fernando.biffis@syngenta.com))

## INDICE

Agradecimientos.....	1
A-Introducción y antecedentes.....	2
B-Finalidad.....	4
C-Objetivos específicos.....	4
D-Materiales y métodos.....	4
1-Tratamientos.....	5
2-Orden de mezclado.....	5
3-Equipos pulverizadores.....	5
3a-Aéreo.....	5
3b-Terrestres.....	5
4-Condiciones del lote, parcelas y cultivo.....	6
5-Condiciones climáticas.....	6
6-Calidad del agua.....	7
7- Evaluación de cobertura de gotas.....	7
8-Patometría.....	8
9-Cosecha.....	8
10-Evaluación económica.....	8
E-Análisis de resultados.....	9
1-Tratamientos aéreos.....	9
1a- Impactos totales.....	9
1b- Impactos arriba y penetración.....	10
2-Tratamientos terrestres.....	10
3-Uniformidad de aplicación.....	12
4-Evaluación de enfermedades.....	12
5-Diferenciales de rendimiento.....	13
6-Resultados económicos.....	14
F- Conclusiones y recomendaciones.....	15
1-Cobertura de gotas y control fúngico.....	15
2-Análisis técnico-económico.....	15
3-Aditivos y tecnología de aplicación.....	15
4-Recomendaciones estratégicas.....	16
G-Bibliografía de consulta y contactos.....	17



### Agradecimientos

Este título no es una mera formalidad, todo lo contrario, ya que este trabajo no se hubiera podido realizar sin el esfuerzo conjunto de asesores técnicos, empresas de agroquímicos, prestadoras de servicio de aplicación, establecimientos agropecuarios, y el INTA. La magnitud de los recursos humanos, físicos y económicos que intervinieron así lo evidencian. Las empresas de agroquímicos solventaron todos los gastos operativos y aportaron (en este caso) los fitosanitarios; los aplicadores (tanto aéreos como terrestres) brindaron gratuitamente

sus servicios y tiempo, y los establecimientos aportaron personal de campo, tanto para las evaluaciones con tarjetas sensibles como para el seguimiento y las tareas de cosecha del ensayo. En la mayoría de los casos, el costo del fungicida fue absorbido por los mismos productores agropecuarios. El INTA aportó la conducción y diseño de las experiencias, el seguimiento y evaluación de lotes, la elaboración de informes y el compromiso de transferir, en forma compartida, los resultados obtenidos.

Para el diseño del protocolo de ensayo se contó con la experiencia de un consultor extranjero, Ing. Eduardo Cordeiro Araujo (*Agrotec Tecnología Agrícola e Industrial Ltda.*, Pelotas-RS, Brasil), quien aportó desinteresadamente valiosas sugerencias

El campo demostrador y los servicios de aplicación correspondieron a:

Ea. 30 de Abril (Gral. Villegas-BA)

Aviación Agrícola Carlos A. Beltramino, Sr. José Beltramino (piloto aeroaplicador)

Sr. Luis María Álvarez (Contratista, equipo Metalfor 2500)

Sr. Domingo Isauro Lavallé (Contratista, equipo Metalfor Múltiple 2750)

Para las evaluaciones de campo se contó con la colaboración de los siguientes profesionales:

Inga. Agra. Angela Norma Formento (Fitopatóloga de la EEA INTA Paraná)

Ing. Fernando Scliar (coordinador Grupo El Labrador)

Ing. Francisco Podestá (integrante de E.L.)

Ing. Ezequiel Paniago (integrante de E.L.)

Ing. Damián Abadi (integrante de E.L.)

Ing. Luciano Alcalá (integrante de E.L.)

Se agradece la contribución de los siguientes profesionales y empresas de fitosanitarios:

Ings. Daniel Courreges y Fernando Biffis, *Syngenta Agro SA*

Ing. Agr. Javier Pelosi, *Laboratorio Quimeco SA*

Ing. Agr. Antonio Wojzsko, *Crompton Química SA*

A todos ellos mi reconocimiento por el empeño en la tarea realizada.

**Daniel Leiva**

## **A- Introducción y antecedentes**

El éxito o fracaso en el control químico de plagas (malezas, insectos o enfermedades) depende de tres factores básicos: a) correcta elección de producto y dosis, b) momento oportuno de control, c) la calidad de aplicación del fitosanitario.

Desde hace unos pocos años en Argentina, algunos productores vienen aplicando fungicidas para el control de enfermedades de fin de ciclo (EFC), tanto para mejorar el rendimiento como la calidad de la semilla de soja. Los productos que han demostrado su eficacia, y más aún contemplando la amenaza de roya de la soja *Phakospora pachyrhizi*, están compuestos de un activo de contacto que actúa como preventivo (estrobirulina) más otro sistemático que actúa en forma curativa (triazol). Se recomienda aplicar esta mezcla durante los estadíos reproductivos (R<sub>3</sub> a R<sub>5</sub>), y siempre con severidades de ataque inferiores al 20%.

La observancia de estos factores (producto, dosis y momento oportuno), permite lograr incrementos de rinde promedio entre 3 y 4 q/ha, con máximos de 7 y mínimos de 1 q/ha, siempre hablando de EFC y según nivel de ataque y rendimiento potencial del cultivo. Hasta aquí podemos asegurar que existen en el mercado productos eficientes y que gran parte de los asesores están capacitados para el monitoreo y reconocen el correcto momento de aplicación.

Cabe preguntarse si la eficiencia de control es la misma para cultivos foliosos y cerrados, que para otros más abiertos. Para enfermedades como mancha marrón *Septoria glycines*, y más aún para roya asiática, donde es necesario alcanzar el tercio inferior con el fungicida, teniendo en cuenta el lugar de inicio de la infección, y el comportamiento de los fungicidas recomendados, con movilidad restringida a la hoja que alcanzan (mesosistemia).

¿ Resulta igualmente eficiente un tratamiento aéreo (entre 10-20 lt/ha) que otro terrestre a 150 lt/ha ?. ¿ Qué tipo de pastillas resulta mejor: cono hueco a alta presión o doble abanico plano a baja presión ?. ¿ En aplicaciones aéreas, qué volumen necesito aplicar ? ¿ Resulta conveniente el uso de coadyuvantes (aceite y tensioactivo) ?. Estos interrogantes corresponden a lo que se denomina *calidad de aplicación*, o sea que el fitosanitario alcance el lugar donde debe actuar y que permanezca absorbible hasta que se logre incorporar la dosis que ejerza un control eficiente.

Los principales antecedentes sobre calidad de aplicación de fungicidas se encuentran en Brasil. Para control de EFC con equipos terrestres, R.S. Balardín & J.V. Bonini (Universidad Federal de Santa María, Brasil), concluyeron que los mejores rendimientos se obtienen empleando volúmenes de 120 lt/ha y pastillas de abanico plano de rango extendido (XR) y realizando las pulverizaciones por la mañana temprano.

Posteriormente, Antuniassi, UR et al. (2004) trabajando en conjunto con la Fundación Mato Grosso ([www.fundacaomt.com.br](http://www.fundacaomt.com.br)), para el control de roya de la soja comparó el desempeño de pulverizadores terrestres, equipados con pastillas de abanico plano de rango extendido vs. cono hueco, y tratamientos aéreos con distintos volúmenes de aplicación, entre 5 y 30 lt/ha, con y sin el uso de aceite de soja. Concluyeron que ambos sistemas son igualmente eficientes, habiendo obtenido resultados equivalentes al comparar el tratamiento terrestre de cono hueco y el aéreo de 12 lt/ha que contenía un litro de aceite de soja degomado. Las pastillas de cono hueco, superaron ampliamente los rendimientos logrados con abanico plano; los tratamientos aéreos a bajo volumen oleoso (BVO) resultaron superiores comparados al uso de alto volumen con agua y sin aceite.

Para poder generalizar la validez de estas conclusiones, resulta necesario analizar bajo qué condiciones tecnológicas y ambientales se realizaron estos ensayos. Las condiciones fueron de alta humedad relativa, entre 75-85%, y temperaturas moderadas, entre 25 y 30°C. Los equipos terrestres circulaban a baja velocidad, entre 7 y 10 km/h, y los trabajos aéreos se hicieron con el avión específico Ipanema (aeronave que sólo opera en Brasil), y con un sistema de aspersión rotativo, denominado de bajo volumen oleoso BVO, que trabaja con aceite de soja degomado.

Analizando la tecnología bajo nuestras condiciones, la realidad indica que para la época de efectuar los tratamientos en cultivos estivales, muy frecuentemente las condiciones de humedad relativa resultan críticas (por debajo de 55-60%). Los equipos terrestres son mayoritariamente automotrices y se desplazan a una velocidad, que como mínimo, duplica la de los ensayos de referencia. Los trabajos aéreos se hacen con todo tipo de aviones, tanto adaptados y añosos como específicos y de última generación, mayoritariamente equipados con barra aspersora y picos, que difieren en mucho de las aeronaves y sistema aspersor de la experiencia del Brasil.

Por todo lo expuesto, y a los efectos de generar información de base para recomendaciones a nivel local, se hace imprescindible realizar ensayos en el gran cultivo y bajo condiciones reales de trabajo a campo. Se planteó la ejecución de experiencias en grandes parcelas bajo cultivos de soja de alto potencial de rendimiento. En ellos se incluyeron variables como barra/picos vs sistemas rotativos para los aviones y distintos volúmenes de aplicación (entre 10 y 25 lt/ha) con el empleo de coadyuvantes (aceite y tensioactivo siliconado). Cuando ello fue posible, se

compararon los resultados entre tratamientos terrestres a alto volumen, con las variables de pastillas de doble abanico plano a baja presión, y cono hueco a alta presión.

Entre las evaluaciones realizadas se incluyó la determinación de cobertura de gotas –a dos niveles de la canopia-, para evaluar tanto coberturas medias como uniformidad aplicación, se realizó una patometría, registrando la evolución de la severidad entre tratamientos y testigo. Luego se tomaron las respuesta en rinde respecto a un testigo no tratado. Finalmente se hizo un análisis económico entre alternativas de aplicación.

En total se realizaron 7 ensayos, todos bajo condiciones críticas de aplicación (baja humedad relativa ambiente y alta foliosidad del cultivo) con la idea de agrupar los resultados según distintas condiciones de ambiente (climáticas y de cultivo), tipo de avión (adaptado y específico, motor a pistón y turbina) y sistema aspersor (barra/picos y rotativos). La finalidad que se persigue con estas experiencias es la generación de ámbitos de recomendación; debe considerarse a estas experiencias como un camino exploratorio para alcanzar tal finalidad.

Además de un elevado potencial de rinde del cultivo, es necesaria la presencia de enfermedades en niveles entre moderado y alto, para que los diferenciales de rinde entre alternativas de aplicación expresen con claridad cuáles son las de mejor resultado. Para el caso de estas experiencias, el reducido nivel o presión de enfermedad de los lotes quizá no permita obtener información precisa. No obstante, los valores hallados para mancha marrón *Septoria glycines*, ubicada en el tercio inferior de las plantas, podría relacionarse con las aplicaciones realizadas.

Con respecto a las críticas condiciones de humedad relativa, temperatura y tipo de canopeo, bajo las cuales estos ensayos fueron conducidos permiten asegurar que los mejores tratamientos lo serán aún más bajo una mejor condición de ambiente (clima y cultivo). No obstante, y siempre que resulte posible para obtener los mejores resultados, se recomienda hacer las aplicaciones bajo condiciones climáticas no limitantes, es decir humedad relativa mayor al 60%, temperatura menor a 25-28°C y un viento bien definido, entre 7-10 km/h.

## **B- Finalidad**

Generar ámbitos de recomendación para calidad de aplicación de fungicidas en el cultivo de soja en función de condiciones ambientales (humedad relativa y temperatura) y de cultivo (espaciamiento, altura y cobertura de entresurco) y en base a una respuesta de mejora técnico-económica en el rendimiento.

## **C- Objetivos específicos**

- a) Establecer el volumen mínimo de caldo de aspersión en condiciones críticas de aplicación para obtener los mejores resultados de control y/o los mayores rendimientos del cultivo
- b) Establecer la conveniencia del uso de aceite agrícola y tensioactivo siliconado
- c) Comparar los resultados de una pulverización aérea vs. una terrestre
- d) Comparar los resultados de aplicaciones terrestres con pastillas de cono hueco a alta presión y doble abanico plano a baja presión
- e) Comparar aplicaciones aéreas con barra/picos vs. atomizadores rotativos

## **D- Materiales y métodos**

Las evaluaciones conducentes para cumplir los objetivos específicos fueron: cobertura de gotas y uniformidad de aplicación, tanto sobre el canopeo como dentro del mismo; evaluación de incidencia y severidad de enfermedades (patometría); rendimientos respecto a un testigo sin tratar; y análisis económico de alternativas

Para definir el ambiente se tomaron las siguientes variables: las condiciones de tiempo atmosférico (humedad relativa ambiente, temperatura, viento y presión atmosférica) y condiciones de cultivo (espaciamento, cobertura de suelo, densidad de plantas y altura).

### 1-Tratamientos

Se ensayaron 9 alternativas de aplicación, que incluyen 4 volúmenes de caldo total: en aplicación aérea: 10 – 15 – 17 y 25 lt/ha, y sus combinaciones con aceite mineral antievaporante (Emultex de Texaco 85%) a 2 lt/ha, y tensioactivo siliconado X-Trim (Laboratorio Quimeco S.A.) a dosis de 300 cc cada 100 litros de caldo de aspersión. En aplicación terrestre se probaron dos volúmenes, ambos con pastillas cono hueco. Se utilizó un único fungicida y dosis, AMISTAR EXTRA de Syngenta Agro S.A. (Azoxistrobina + Cyproconazole) a 300 cc/ha de formulado. La fecha del tratamiento fue el 20/01/05.

**T1:** 25

**T2:** 25 + X

**T3:** 15

**T4:** 15 + X

**T5:** (17) 15 + 2A + X

**T6:** (10) 8 + 2A

**T7:** (10) 8 + 2A + X

**T8:** 130 lt/ha – Cono Hueco TXV12 - 4 Kg/cm<sup>2</sup> – 16 km/h

**T9:** 100 lt/ha – Cono hueco TXA8001KV – 4.5 kg/cm<sup>2</sup> – 17 km/h

**T10:** TESTIGO

#### Referencias:

Los números indican litros de agua por hectárea, aquellos entre paréntesis representan el volumen total de caldo  
X: tensioactivo X-Trim a 0.3% (Laboratorio Quimeco S.A.)

A: aceite mineral refinado parafínico al 85%, Emultex (Texaco)

### 2-Orden de mezclado

Siempre se respetó el siguiente orden de mezclado: agua, tensioactivo, fungicida y aceite mineral. Entre el agregado de una sustancia y otra se procedió a revolver con espátula de madera. La carga de los productos al avión se realizó a baldes.

### 3-Equipos pulverizadores

#### 3a- Aéreo

Se utilizó un avión específico año 1970 (matrícula LV-JRX), Pawnee PA 25 (Piper Aircraft, Lockhaven, PA-US) equipado con barra y 42 picos de cono hueco. Se utilizó el núcleo de turbulencia 45 y los disco difusores D8, D6 y D4, en orden decreciente de caudal. La orientación de los picos fue 45° hacia adelante para 15 y 25 lt/ha, el resto de los tratamientos a 90°. La disposición de los picos aspersores ocupa el 78% de la envergadura alar.

Las condiciones de trabajo fueron: 175 km/h de velocidad, ancho de faja de 18 m, altura de vuelo 2 m, presión de aspersión entre 35 y 45 PSI.

El avión fue cargado en forma manual y posteriormente se hizo el recálculo del volumen de aplicación, procediendo a medir el remanente de caldo de aspersión entre un tratamiento y el siguiente.

#### 3b- Terrestres

Se compararon dos modelos automotrices marca Metalfor, Mod. 2500 y Múltiple 2750, trabajando entre 8.2 y 12.8 km/h de velocidad, resp. En ambos modelos el distanciamiento

entre picos es 35 cm, el Modelo Metalfor 2500 tiene 64 pastillas y un ancho de trabajo de 22.5 m, y el modelo 2750 56 pastillas y un ancho de 19.60 m

El primer modelo está equipado con pastilla cono hueco Teejet TXA8001KV (codificación colores VisiFlo: naranja) trabajando a 4.5 kg/cm<sup>2</sup> de presión y arrojando un volumen de 100 lt/ha a una velocidad de trabajo de 8.2 km/h. El Mod. Múltiple 2750 con cono hueco Teejet TXV12 (codificación colores VisiFlo: marrón) trabajando a 4 kg/cm<sup>2</sup> de presión arrojando un volumen de 130 lt/ha a una velocidad de 12.8 km/h. Las reducidas velocidades de trabajo se deben en parte a que trabajaron atravesando los surcos de siembra.

Las diferencias entre pastillas está en su caudal para una misma presión (galones/minuto), la TXV12 tiene un caudal doble que la correspondiente a TXA8001KV. En consecuencia cabe esperar que el equipo Metalfor 2500, equipado con pastillas de orificio más pequeño, compense con una mayor producción de gotas finas el menor volumen de aplicación (23% menor que el Mod. Múltiple 2750).

#### 4-Condicionales del lote, parcelas y cultivo

El lote está ubicado al sur de la ruta 188, y a 8 km de la ciudad de Villegas (BA), en la Ea. 30 de Abril, lote N°4, con coordenadas GPS 35° 04'20.13" S, 63° 03'43.23" W

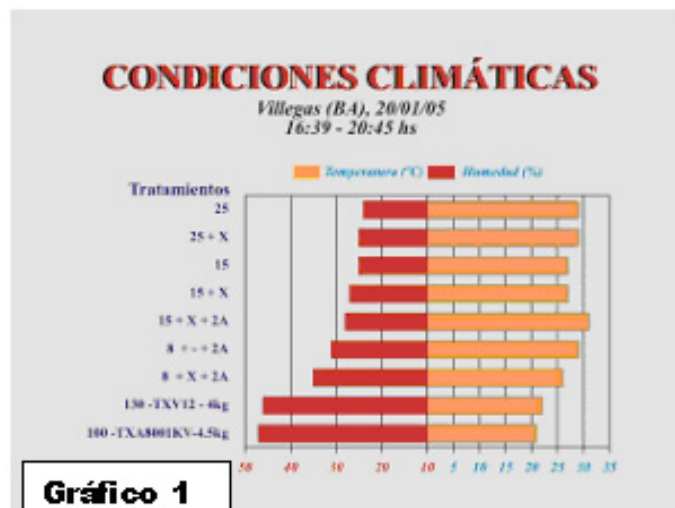
La superficie total del ensayo fue 28 ha (540 x 522.3 m), y cada tratamiento aéreo con 54 m de frente x 522.3 m de fondo (2.81 ha). Cada tratamiento aéreo recibió 3 pasadas del avión (18x3= 54 m). Ambos equipos terrestres aplicaron 1 vuelta (dos pasadas) en el tratamiento correspondiente, 45 m para el Metalfor Mod. 2500 y 39.2 m de ancho para el Mod. 2750.

El cultivo de soja correspondió a la variedad DM 3700 (Asociados Don Mario) sembrada en siembra directa el 02/11/04 a 42 cm entre líneas y una densidad de 12 plantas por metro lineal. El cultivo antecesor fue soja de primera, con alta incidencia de Mancha *marrón Septoria glycines*.

Las aplicaciones fueron se realizaron cruzando los surcos el 20/01/05 por la tarde y con el cultivo en estado V<sub>10</sub>/R<sub>4</sub> (Fher y Caviness, 1978), 80 cm de altura y 85% de cobertura de suelo.

#### 5-Condicionales climáticas

Los tratamientos se realizaron entre las 16:40 y 20:45 horas. En cada tratamiento se tomó la temperatura, el viento y humedad relativa. Los dos primeros parámetros se tomaron con un termo-anemómetro portátil modelo Skywatch Meteos (JDC Instruments, Suiza), y la humedad relativa ambiente con un higrómetro Skywatch Hygros (JDC Instruments, Suiza).



Las condiciones promedio, para tratamientos aéreos, fueron de 28°C de temperatura, 28% de humedad relativa, 5 km/h de viento y 1010 mb de presión atmosférica. En el Gráfico 1 se detallan los parámetros correspondientes a cada tratamiento.

Los tratamientos terrestres se realizaron a última hora de la tarde, en condiciones ambientales más favorables: 21°C de temperatura, 46.5% de humedad relativa, y poco viento, menor a 1 km/h.

## 6- Calidad del agua

El agua utilizada en la experiencia se analizó en un laboratorio privado (Consultora Suelos Pergamino, Lic. M.L. Rivero). Los datos más relevantes se resumen en el Cuadro 1. Se trata de un agua muy dura (según clasificación ASAE) con un valor de 240.5 mg de sales (2456 ppm de residuo seco), fuertemente bicarbonatada sódica y levemente alcalina, con un valor de pH de 7.98.



Se desconoce la incidencia de la calidad del agua, tanto en la eficiencia biológica como la estabilidad de los caldos, y sus mezclas con aceite y tensioactivos.

## 7- Evaluación de cobertura de gotas

Se utilizaron tarjetas sensibles al agua (Water Sensitive Paper, Syngenta – Switzerland) con dimensiones de 52x76 mm colocadas sobre el canopeo y dentro del mismo, a 30 cm del suelo. Las tarjetas se colocaron sobre las hojas del cultivo (sujetadas con abrochadora) y siempre respetando lo más posible una posición horizontal.





Por cada tratamiento se realizaron 4 repeticiones y a lo largo del eje central de cada parcela de tratamiento según se ilustra en la Figura 1. La unidad de muestreo fue una planta con dos tarjetas, una en la parte superior y otra bajo, sobre la hoja más próxima al suelo (en la práctica a 30 cm). Se tomaron dos plantas por repetición.

Los datos de cobertura, tanto arriba como abajo, son promedio de 8 tarjetas y 10 lecturas en cada una de ellas. Las tarjetas fueron recontadas utilizando una lupa binocular con platina iluminada marca Wild M5A (Wild Heerbrugg, Switzerland) con 12 aumentos y sobre recuadros de  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  o  $1 \text{ cm}^2$  según densidad de gotas. Los datos se sometieron a un test estadístico (LSD 5%). En total se utilizaron 144 tarjetas y se realizaron 1440 lecturas.

### 8-Patometría, evaluación de enfermedades

El trabajo fue realizado por la fotopatóloga Inga. Agra. Norma Formento y el Agr. Javier Vázquez, ambos profesionales de la EEA INTA Paraná (Entre Ríos).

Se realizó una única evaluación el 26/02/05 (35 d.d.a.) estando el cultivo en estado R5.5 (Fher y Caviness, 1978). Las evaluaciones fueron realizadas sectorizando la planta en tercios (superior, medio e inferior) para ubicar y cuantificar cada patología. Dado el bajo nivel de severidad registrado, no se efectuaron repeticiones.

### 9-Cosecha

La cosecha se realizó el 23/03/05 con máquina cosechadora, con plataforma de 23 pies de ancho, y tolva balanza. De cada parcela se tomó una superficie de 2422 m<sup>2</sup> (14 x 173 m), centrada sobre el eje longitudinal y descartando cabeceras.

### 10- Evaluación económica

Los incrementos de rinde respecto al testigo fueron evaluados por la metodología de Margen bruto diferencial. El Cuadro 2 agrupa y detalla los valores de los insumos y servicios para la tecnología de aplicación de fungicidas en el cultivo de soja.

<b>ANÁLISIS DE COSTOS</b>		
Insumos y servicios en dólares		
Volumen (\$/ha)	Aditivo (\$/lt)	Soja
<b>ta</b>		
25 lt/ha= 8,0	<i>Aceite min. = 1,54</i>	<i>Valor (\$/q) = 17</i>
15 lt/ha= 7,0		<i>Cosecha (%)= 8</i>
10 lt/ha= 6,0		<i>Comerc. (%)= 12</i>
<b>tt</b>	<i>X-Trim= 9,68</i>	
150 lt/ha= 4,5	<i>Dosis= 300 cc/100 lt</i>	<i>Pisoteo (%)= 3</i>
100 lt/ha= 4,0	<i>A-Extra: 77,4</i>	<i>Tasa de interés=</i>
	<i>Dosis: 300 cc/ha</i>	<i>12% anual, 3 meses</i>

Cuadro 2

Los insumos que participan en los tratamientos corresponde al fungicida Amistar Extra (Syngenta Agro S.A.), el aceite mineral y el tensioactivo siliconado X-Trim (Laboratorio Quimeco S.A.). Los servicios se refieren al costo diferencial según volumen aplicado, y los correspondientes a la cosecha y comercialización se aplican al plus de rendimiento.

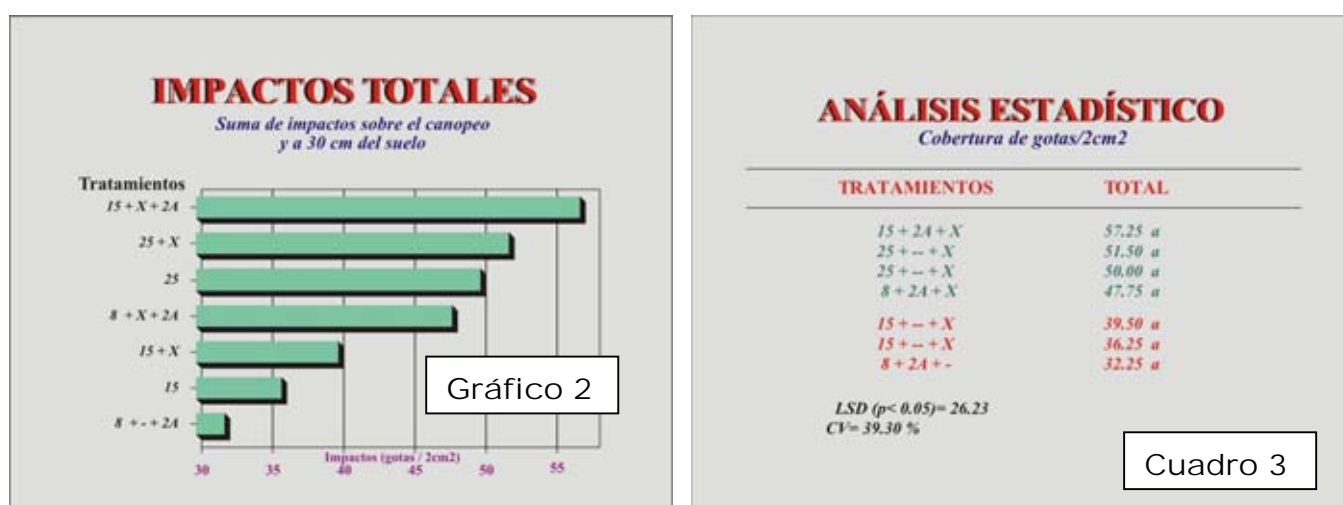
Los precios de fitosanitarios fueron tomados de la Revista Agromercado (Enero 2005), los valores por servicio de aplicación corresponden a una encuesta entre contratistas (elaboración propia), y los costos de cosecha y comercialización fueron consultados al Area de Estudios Económicos y Sociales del INTA Pergamino.

## E-Análisis de resultados

### 1-Tratamientos aéreos

#### 1a- Impactos totales

Este parámetro representa la suma promedio de impactos sobre el canopeo y dentro de él a 30 cm del suelo, y su unidad de medida es [gotas/2 cm<sup>2</sup>]. La comparación entre tratamientos permite rápidamente identificar aquellos que lograron una mejor cobertura del cultivo. Los datos del Gráfico 2 evidencian una amplia variación, 32 a 57 gotas/2 cm<sup>2</sup>; no obstante, el análisis estadístico no detectó diferencias significativas, probablemente debido a la alta variabilidad del parámetro (Cuadro 3).

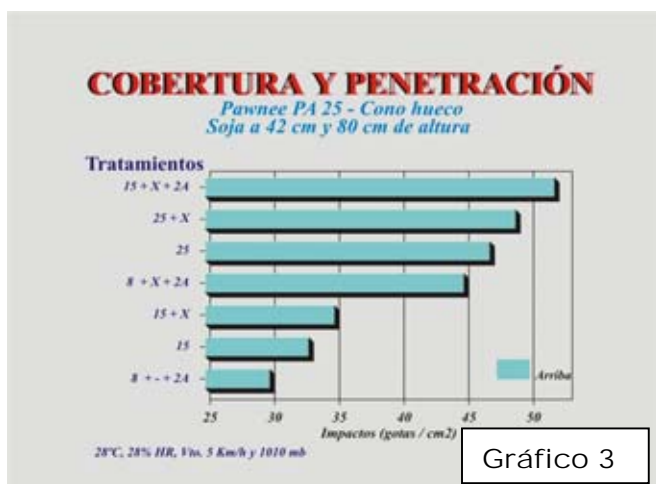


Los mejores resultados se lograron con el volumen más alto (25 lt/ha), seguidos de los volúmenes medios y bajos (15 y 10 lt/ha), pero en este caso con el empleo de aceite y tensioactivo X-Trim. Los resultados son consistentes con el hecho de haberse trabajado en condiciones muy críticas de humedad relativa ambiente (28% de HR promedio).

Cabe destacar el desempeño de los coadyuvantes (aceite y tensioactivo) por su contribución para lograr mejoras en la cobertura (Gráfico 2). Por ejemplo, para un volumen de 15 lt/ha, el uso de tensioactivo X-Trim incrementó la cobertura en 4 gotas (40 vs 36 gotas/2 cm<sup>2</sup>); adicionando aceite (2 lt/ha) a la combinación anterior, la cobertura se volvió a incrementar en otras 17 gotas/2 cm<sup>2</sup> (57 vs 40 gotas/2 cm<sup>2</sup>). Para el volumen de 10 lt/ha, que ya tiene incorporado el aceite, el tensioactivo manifestó una mejora más importante, con un incremento de 16 gotas/2 cm<sup>2</sup>, 48 vs. 32 gotas/2 cm<sup>2</sup>.

## 1b- Impactos arriba y penetración

De la comparación de los Gráficos 3 y 4, se concluye que abajo llega en promedio 6-7% de los gotas que alcanza la parte superior del canopeo, 3 vs 46 gotas/cm<sup>2</sup>; a excepción de la combinación de 15 lt/ha más tensioactivo X-Trim, y la de ésta más 2 lt/ha de aceite mineral, donde el nivel de penetración se duplicó, alcanzando el 12%, 5 vs. 44 gotas/cm<sup>2</sup>.



El análisis estadístico, con un elevado coeficiente de variación (CV=75%), no detectó diferencias entre tratamientos (Cuadro 4).

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO**  
Cobertura de gotas/cm<sup>2</sup>

Tratamientos	aBajo
15 + 2A + X	5.00 a
15 + - + -	4.50 a
15 + - + -	3.25 a
25 + - + -	3.00 a
25 + - + X	2.75 a
8 + 2A + X	2.50 a
8 + 2A + -	2.00 a

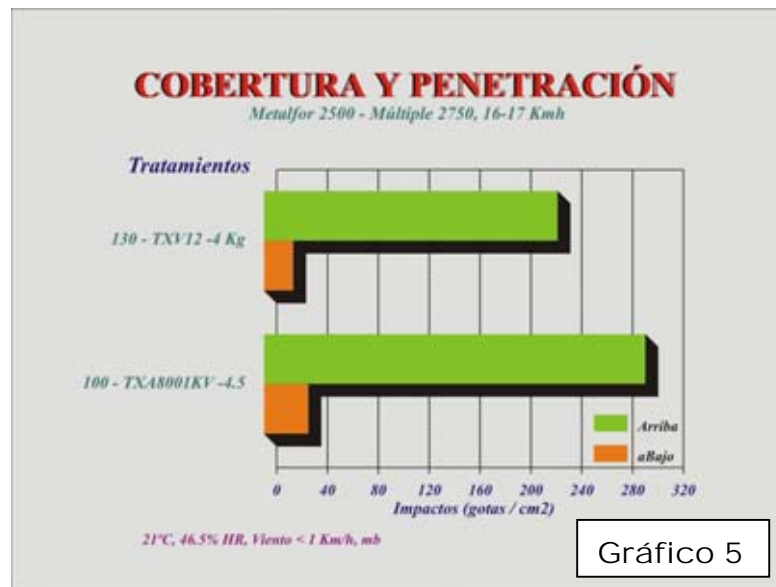
LSD ( $p < 0,05$ ) = 3,659  
CV = 74,97%

Cuadro 4

## 2-Tratamientos Terrestres

Los tratamientos terrestres lograron una cobertura de gotas muy superior a los aéreos (Gráfico 5), resultando más significativas las diferencias en la parte inferior del canopeo. En promedio la penetración del terrestre (para 100 y 130 lt/ha con cono hueco), resultó entre 8 a 10 veces superior al aéreo, 25-30 vs 3 gotas/cm<sup>2</sup>; en la parte superior del canopeo esta diferencia resultó sólo 6 veces más, 240 vs. 42 gotas/cm<sup>2</sup> (Gráficos 4 y 5).

Estas diferencias deben adjudicarse tanto al mayor volumen de aplicación, como a mejores condiciones de humedad y temperatura, 46.5 vs. 28% de humedad y 21 vs. 28°C de temperatura.



La observación de la cantidad de gotas arriba (Gráfico 5), induce a pensar que por la interposición del follaje y el tamaño mediano de la gota, se necesita una fuerte cobertura sobre el canopeo, entre 230 y 300 gotas/cm<sup>2</sup>, para que logren penetrar entre 23-35 gotas/cm<sup>2</sup>, es decir sólo un 10%. Desde el punto de vista biológico, numerosas opiniones -aún las más exigentes- coinciden en opinar que no hay mejoras en control por encima de 50-70 gotas/cm<sup>2</sup>, es decir, entre 4 y 5 veces más que lo recomendado.

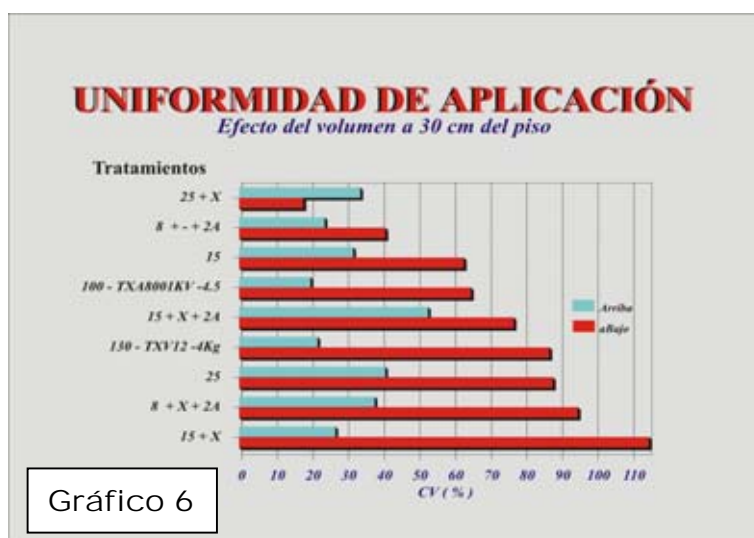
En consecuencia, se sugiere el empleo del *túnel de viento* para forzar la apertura del follaje y la reducción del tamaño de gotas, factores que aumentarían significativamente una mayor cobertura en las partes inferiores del cultivo, y también el envés de las hojas. Quizá podría reducirse el volumen de aplicación, pero no la dosis del fitosanitario. Como ventajas adicionales, se podría circular a mayor velocidad, llevar el botalón más elevado (cerca de 1 m) e independizarse de las condiciones del viento reinante, con lo cual se aumentaría la capacidad operativa de los equipos terrestres (Degania Sprayers, Israel; Martínez Peck, 2004).

La razón que explica la mayor cobertura de gotas abajo con un menor volumen asperjado por el equipo Metalfor 2500, 35 vs. 23 gotas/cm<sup>2</sup>, se debe a un menor tamaño de gota y a su menor velocidad de avance (ver detalles en **D-3b**). Como dato ilustrativo, cuando se produce una reducción a la mitad en el diámetro de la gota, el número de gotas se multiplica por 8. La trayectoria de la gota durante la pulverización está sometida a una composición de movimiento, horizontal hacia delante y vertical hacia abajo debido a la presión del flujo; reduciendo la velocidad por debajo de los 12 km/h se incrementa progresivamente la penetración del asperjado (Martínez Peck,R; 2004).

La masa de follaje se comporta como un secuencia progresiva de zarandas, de mayor a menor tamaño de orificio a medida que nos acercamos al suelo. Se interpreta en consecuencia, que abajo sólo llegan gotas chicas, por lo tanto es necesario una alta producción de las mismas. Comparando las pastillas de pulverización TXA8001KV (en Metalfor 2550 del Gráfico 5) respecto a TXV12 (del Modelo Múltiple 2750), la primera produjo un 30% más de gotas arriba, 300 vs 231 gotas/cm<sup>2</sup>; y un 50% más de gotas abajo, 35 vs 23 gotas/cm<sup>2</sup>. Las diferencias de valores según ubicación, evidencian que la pastilla TXA8001KV produjo mayor cantidad de gotas de pequeño diámetro.

### 3-Uniformidad de aplicación

Resulta importante destacar que entre dos tratamientos con similares promedio de impactos, el aplicado de manera más uniforme (menor coeficiente de variación) resulta ventajoso por una dosis más homogénea.



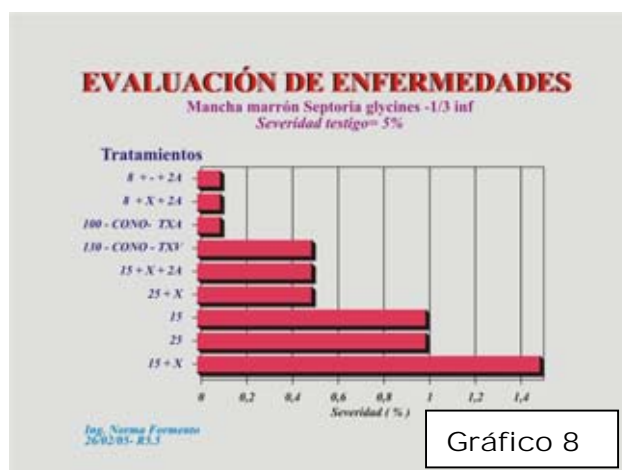
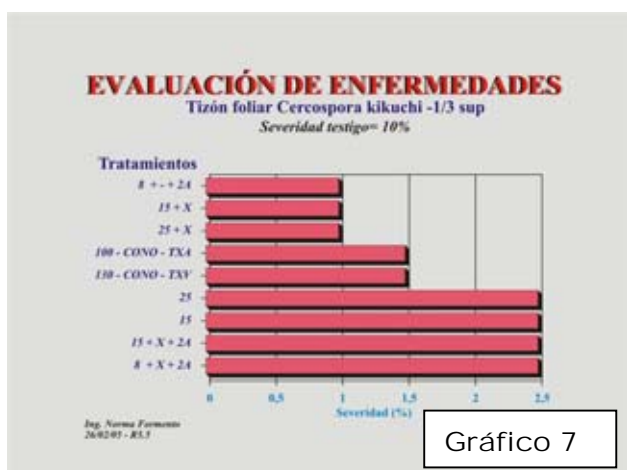
Analizando el Gráfico 6 pueden observarse dos aspectos importantes. Para cualquier tratamiento, siempre la uniformidad de aplicación es significativamente mayor sobre el canopeo que dentro de él, 32 y 72% de coeficiente de variación, resp.. Además, los tratamientos de aplicación más uniforme en el interior de la canopia fueron: 25 lt/ha con X-Trim, 10 (8+2A) y 15 lt/ha.

### 4-Evaluación de enfermedades

Las enfermedades de fin de ciclo presentes fueron: tizón foliar *Cercospora kikuchi* en el tercio superior de las plantas, y mancha marrón *Septoria glycines* en el inferior.

La patometría realizada el 26/02/05 (37 d.d.a.) registró en los testigos una severidad del 10% para el tizón foliar y 5% para mancha marrón. En ese momento el cultivo se encontraba al estado de medio grano, R<sub>5.5</sub> (Fher y Caviness, 1978).

Los resultados de control químico con Amistar Extra fueron muy satisfactorios para ambas enfermedades, con valores mínimos entre 70-75%, y máximos de 90-95% (Gráficos 7 y 8).

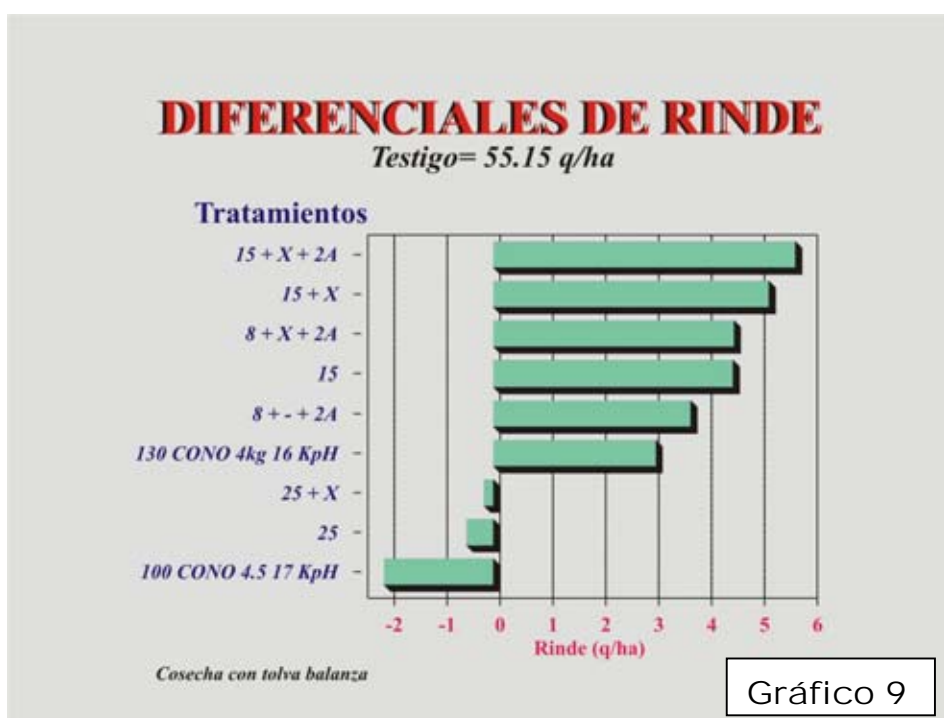


Los mejores resultados de control de *Septoria* (localizada abajo) se lograron con los tratamientos aéreos a 10 lt/ha con aceite: (10) 8+2A, (10) 8+2A+X, y los tratamientos terrestres (Gráfico 8). Para *Cercospora* (localizada arriba) los mejores resultados se dieron con: 25+X, 15+X, (10) 8+2A, y los tratamientos terrestres (Gráfico 7).

En un intento para relacionar control y cobertura de gotas para distintos niveles del canopeo, para *Septoria* la correlación resultó negativa considerando tratamientos aéreos. Los mejores controles coinciden con las coberturas más bajas (Gráficos 2 y 8). Algo similar sucede con *Cercospora* para el volumen (10) 8+2A (Gráficos 2 y 7).

### 5-Diferenciales de rendimiento

EL rendimiento del testigo fue muy alto, **55.2 q/ha**. Los diferenciales de rinde oscilaron entre 3 y 5 q/ha en el 70% de los tratamientos (Gráfico 9). Estos valores son los se que observan en la práctica para en control de EFC en soja en campos de productores de la Región Pampeana.



El mejor rendimiento es coincidente con el tratamiento de mayor cobertura de gotas, tanto en la parte superior como inferior del cultivo, (17) 15+2A+X, con 60.9 q/ha, y 5.7 q/ha por encima del testigo (Gráficos 3, 4 y 9). Un resultado muy próximo se obtuvo con 15+X. Incrementos de rinde similares entre si fueron logrados con 15 lt/ha y (10) 8+2A+X, con 59.7 q/ha. En este caso el uso de aceite compensó el 30% de reducción del volumen.

El volumen de aplicación más alto, 25 lt/ha, prácticamente no afectó el rinde, por el contrario se ubicó 51 kg/ha debajo del testigo. La situación mejoró con el agregado de X-Trim, donde la pérdida bajó a 18 kg/ha. No obstante, los valores de pérdida deben atribuirse a problemas de muestreo.

El mejor resultado físico utilizando *tratamientos terrestres* se dió utilizando 130 lt/ha de agua, con un plus de 3 q/ha y un rinde final de 58.5 q/ha. Si adicionamos la pérdida por pisoteo (valor significativo en función de haber aplicado perpendicular a los surcos) sobre la base de 60.9 q/ha, esta alcanza los 2 q/ha (3%), y el rendimiento habría sido 60.5 q/ha, valor equivalente al mejor tratamiento aéreo.

Concluyendo, se obtuvieron resultados físicos muy próximos con avión a (17) 15+2A+X y terrestre a 130 lt/ha con cono hueco. No resulta sencillo interpretar el resultado del otro tratamiento terrestre, a 100 lt/ha, que habiendo obtenido una cobertura de gotas superior, rindió 2 q/ha por debajo del testigo (Gráficos 5 y 9).

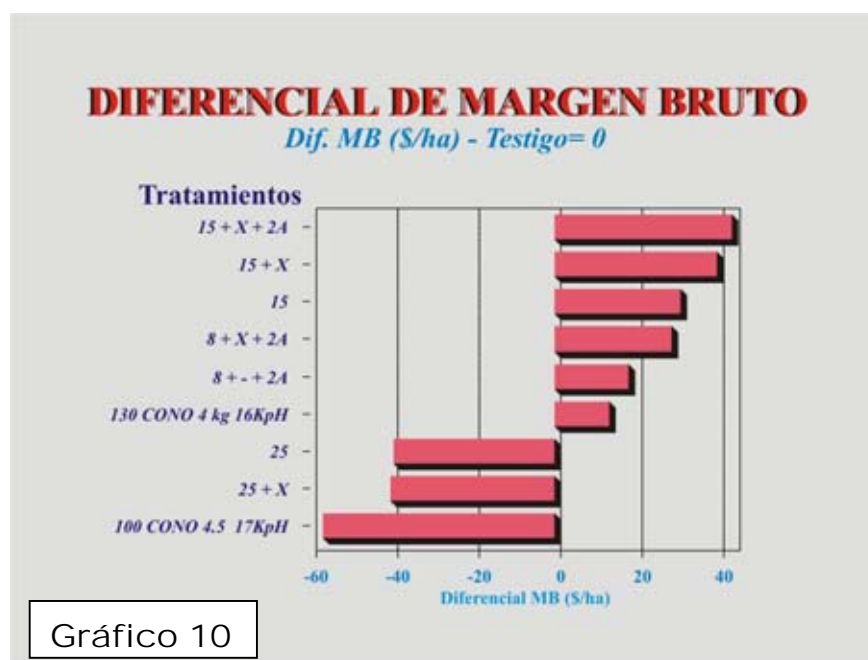
Una estrategia para reducir las pérdidas por pisoteo es, trabajar siempre a favor de los surcos; y no estrechar las líneas de siembra por debajo de 52 cm.

Una alternativa a explorar, para intentar explicar las menores respuestas en aplicación terrestre, es la posible incidencia de la mala calidad del agua (**ver D-6**). Comparadas al avión, las sales inciden 9 veces más en el terrestres, motivo por el cual podrían haber incidido negativamente en el desempeño del fungicida.

## 6-Resultados económicos

El margen bruto diferencial de cada alternativa (MB) representa el balance entre mejores rindes y mayores costos.

Un valor negativo de MB se interpreta como que el beneficio económico es mayor si el tratamiento no se hubiese realizado. Comparten esta situación el mayor volumen aéreo (25 lt/ha) y el tratamiento terrestre a 100 lt/ha, con una pérdida económica entre \$ 40-60/ha (Gráfico 10).



El tratamiento de mejor resultado económico, (17) 15+2A+X, es consistente en términos de rendimiento físico y cobertura de gotas (Gráficos 2 y 9), arrojando un margen diferencial de algo más que \$40/ha (Gráfico 10).

Considerando los tratamiento aéreos con MB positivo, se pueden observar dos aspectos de mucha importancia, el resultado económico mejora al incrementar el volumen de aplicación hasta 17 lt/ha de caldo total (Gráfico 10); y se logra también una mejora con el agregado del tensioactivo siliconado X-Trim, entre 8.9 y \$10.6/ha, para 15 lt/ha sin coadyuvantes y para 10 lt/ha con aceite, resp. El agregado de aceite mineral a 15 lt/ha más tensioactivo permite mejorar los resultados económicos otros \$3.7/ha. A modo de recomendación en situaciones críticas, el agregado de coadyuvantes (tensioactivo y aceite) a 15 lt/ha de agua permite mejoras el MB en \$ 12.6/ha.

## F- Conclusiones y recomendaciones

### 1-Cobertura de gotas y control fúngico

- La cobertura promedio de los tratamientos terrestres, en la parte inferior del cultivo, fue el 10% de la correspondiente a la superior, 240 vs 25-30 gotas/cm<sup>2</sup>. Para tratamientos aéreos esta relación alcanzó resultó un 8% promedio, 42 vs 3 gotas/cm<sup>2</sup>
- Los equipos pulverizadores terrestres, comparados al promedio de los tratamientos aéreos, obtuvieron una cobertura de gotas 6 veces mayor sobre el cultivo, y 9 veces mayor dentro de él en su parte más baja.
- La alternativa de tratamiento aéreo que logró la mejor cobertura de gotas fue (17) 15+2A+X, con 52 gotas/cm<sup>2</sup> en la parte superior y 5 gotas/cm<sup>2</sup> en la inferior.
- Los tratamientos terrestres mejoraron la cobertura utilizando pastillas cono hueco de bajo caudal (0.1 gal/min.), alta presión, 4.5 kg/cm<sup>2</sup>, y baja velocidad de avance, 8 km/h.
- El nivel de enfermedades en el testigo fue bajo, entre 5 y 10% de severidad para *Septoria* y *Cercospora*, resp. Para ambas patologías los resultados de control fueron elevados, en el orden de 75% utilizando Amistar Extra.

### 2-Análisis técnico-económico

- La ganancia promedio en el rinde para tratamientos aéreos con Amistar Extra fue de 4.75 q/ha, con escasa variabilidad entre alternativas de aplicación, CV= 16%. Considerando equipo terrestre a 130 lt/ha, la ganancia fue menor, alrededor de 3 q/ha.
- Los resultados de margen económicos variaron entre un máximo de \$ 43.5/ha y mínimo de \$ 18.2/ha, con un promedio de \$ 32.3/ha, valor de mayor variabilidad que los rendimientos, CV= 31% (a consecuencia del valor de los insumos).
- Considerando la mejor alternativa terrestre, el margen de ganancia resultó menor que en tratamientos aéreos, \$ 12.9/ha, y un 60% debajo del promedio general.
- Los mejores resultados técnico-económicos se obtuvieron con las siguientes alternativas en aplicación aérea: (17) 15+2A+X, 15+X y 15 lt/ha; seguidos de los tratamientos a 10 lt/ha: 8+2A+X y 8+ 2A
- Resultados técnico-económicos equivalentes se obtuvieron con: 15 lt/ha y (10) 8+2A+X; esto también puede interpretarse como: se puede reducir el volumen de caldo total un 30% utilizando coadyuvantes.
- Para el mejor resultado técnico-económico, (17) 15+2A+X, el fungicida a dosis de control incide un 68.9% en el costo total del tratamiento, el servicio de aplicación un 20.7%, el aceite mineral un 9.1% y el tensioactivo siliconado X-Trim 1.3%.
- El costo del tratamiento con Amistar Extra bajo la opción (17) 15+2A+X es de 2 q/ha, y 1.8 sin el empleo de aceite mineral.

### 3-Aditivos y tecnología de aplicación

- Con el uso de tensioactivo siliconado X-Trim se logró una ganancia de rinde entre 70-80 kg/ha utilizando volúmenes entre 10 y 15 lt/ha. Con aceite mineral la ganancia fue 50 kg/ha cuando se la añadió al volumen de 15 lt/ha más tensioactivo. El tensioactivo y el aceite tienen un costo de 5 y 20 kg/ha netos de soja, resp.
- Cuando se usó un volumen de 25 lt/ha se registró una pérdida física entre 18-50 kg/ha, que puede considerarse igual al testigo. En otras palabras, ese volumen de aplicación no funcionó, quizá a consecuencia del tamaño de gota grande que se utilizó. Esto debe alertar, tanto al productor como al asesor técnico, proclives a demandar altos volúmenes de aplicación, sobre la conveniencia de monitorear con tarjetas sensibles la calidad de aplicación y dejar testigos para evaluar rindes en lotes de producción.
- El resultado del tratamiento terrestre a 130 lt/ha y una velocidad de trabajo intermedia, 13 km/h, incluye una pérdida del orden del 3% debida al pisoteo (aprox. 2 q/ha); si incorporamos este valor al rendimiento cosechado, su valor resulta equivalente al mejor



tratamiento con avión. No es recomendable reducir el volumen de aplicación, ya que una reducción del 23% provocó una pérdida de magnitud equivalente al pisoteo del equipo.

#### 4-Recomendaciones estratégicas

- En un escenario con baja severidad de ataque de enfermedades de fin de ciclo (5-10%) y potencial de rinde elevado (55-60 q/ha), la aplicación de fungicidas con avión resultó técnica y económicamente ventajosa. Para aplicaciones preventivas podría recomendarse como un seguro ante situaciones de alta severidad de EFC y con posibilidades de recupero de la inversión, aún en situaciones de baja incidencia.
- Se demostró que aún bajo condiciones climáticas críticas (humedad relativa del 30%), el avión es una herramienta eficiente para la aplicación de fungicidas. Para estas condiciones de ambiente (clima y cultivo) se recomienda un volumen en torno a los 15 lt/ha, mejorando el margen económico cuando se usan coadyuvantes; tanto el tensioactivo siliconado X-trim agregado al agua, como la combinación de éste con aceite mineral emulsionable.
- Resulta importante recalcar que las diferencias técnico-económicas entre alternativas constituyen la expresión del concepto **Calidad de Aplicación**, ya que el fitosanitario y su dosis, como el momento de aplicación, fueron los mismos.
- Se recomienda siempre realizar los tratamientos en condiciones próximas al óptimo, es decir, con humedad relativa por encima del 60%, temperatura no mayor a los 25-28°C y viento entre 7-10 km/h. No obstante, los volúmenes y aditivos que aquí se recomiendan aseguran la mejor calidad de aplicación bajo un amplio rango de situaciones de ambiente.

## G-Bibliografía de consulta y contactos

- Antuniassi, U.** 2004. Aplicação aérea no controle da ferrugem da soja. FCA/UNESP – Botucatu – Sao Paulo, Brasil. 8p. e-mail: [ulises@fca.unesp.br](mailto:ulises@fca.unesp.br); [www.fundacaomt.com.br](http://www.fundacaomt.com.br)
- Araujo, E.** 2004. Agrotec Tecnología Agrícola e Industrial Ltda. Pelotas RS, Brasil. Comunicación personal, setiembre/diciembre. [www.agrotec.etc.br](http://www.agrotec.etc.br)
- Balardín, R.S. y Bonini, J.V.** 2004. Tecnología de aplicação de fungicidas na cultura da soja. Tese de maestranza, presentación PowerPoint . Departamento de Defensa Fitosanitaria, Universidad Federal de Santa María, RS, Brasil. 50p. e-mail: [rsbalardin@balardin.com.br](mailto:rsbalardin@balardin.com.br)
- Degania Sprayers, Israel.** 2003. El túnel de viento, mejores resultados a nivel de campo. Traducido por el Ing. Agr. Pedro Daniel Leiva. Estación Experimental Agropecuaria INTA Pergamino. Pergamino, Buenos Aires. 15p. (inédito). E-mail: [pdleiva@pergamino.inta.gov.ar](mailto:pdleiva@pergamino.inta.gov.ar)
- Distefano de Vallone, S.** 2003. Ensayo de fungicidas foliares y coadyuvante agrícola Silwet L Ag (Crompton Química S.A.) para el control de enfermedades de fin de ciclo en soja - Campaña 2002/03. EEA INTA Marcos Juárez. 6p. e-mail: [svallone@central.inta.gov.ar](mailto:svallone@central.inta.gov.ar)
- Ivancovich, A, Zini, E., Botta, G., Méndez, M.** 2004. Primera prueba (ensayo) de fungicidas para el control de la roya de la soja en Argentina. EEA INTA Pergamino, 6p. [www.inta.gov.ar/pergamino/novedades.htm](http://www.inta.gov.ar/pergamino/novedades.htm) , e-mail: [ivancovich@pergamino.inta.gov.ar](mailto:ivancovich@pergamino.inta.gov.ar)
- Kirk, IW; Bouse, LF; Carlton, JB; Franz, E; Latheef, MA; Wrihgt, JE, Wolfenbarger, DA.** 1994. Within-canopy spray distribution from fixed-wing aircraft. Transactions of the ASAE 37(3):745-752. e-mail: [i-kirk@tamu.edu](mailto:i-kirk@tamu.edu)
- Martínez Peck, R.** 2004. Estrategias de pulverización frente a la roya de la soja. Revista de los CREA N° 287, setiembre. pp 72-82 . e-mail: [rmpeck@sinectis.com.ar](mailto:rmpeck@sinectis.com.ar)
- Portal MEGABIO** Tecnología de aplicación de fungicidas en brasil para el cultivo de soja. 17/10/2004. 4p. [www.megabio.com.br/ambiente\\_2](http://www.megabio.com.br/ambiente_2).
- Vilela de M. Monteiro, M.** 2004. Manual de operações para aplicações aéreas em BVO (Baixo volume oleoso). CBB, Centro Brasileiro de Bioaeronática. Sorocaba-San Paulo, Brasil. 29p. e-mail: [bioaeronautica@terra.com.br](mailto:bioaeronautica@terra.com.br)