

Ensayo sobre calidad de aplicación aérea de fungicidas en el cultivo de soja – Primera experiencia: Cañada Rosquín (Santa Fe), enero 2005 –

Autores: *Pedro Daniel Leiva* (INTA Pergamino, pdleiva@pergamino.inta.gov.ar)
Margarita Sillón (Facultad de Agronomía – Esperanza (S. Fe), msillon@yahoo.com.ar)
Jorge Borsarelli (Cooperativa AFA – San Martín de las Escobas; ingborsarelli@sme.com.ar)
Gerardo Capello (Crompton Química SACI; capelge@cromptoncorp.com.ar)

I N D I C E

Agradecimientos.....	1
A-Introducción y antecedentes.....	2
B-Finalidad.....	4
C-Objetivos específicos.....	4
D-Materiales y métodos.....	4
1-Tratamientos.....	4
2-Orden de mezclado.....	5
3-Equipos pulverizadores.....	5
3a-Aéreo.....	5
4-Condiciones del lote, parcelas y cultivo.....	5
5-Condiciones climáticas.....	6
6-Calidad del agua.....	6
7- Evaluación de cobertura de gotas.....	7
8-Patometría.....	7
9-Cosecha.....	7
10-Evaluación económica.....	8
E-Análisis de resultados.....	8
1-Tratamientos aéreos.....	8
1a- Impactos totales.....	8
1b- Impactos arriba y penetración.....	9
3-Uniformidad de aplicación.....	10
4-Evaluación de enfermedades.....	10
5-Diferenciales de rendimiento.....	11
6-Resultados económicos.....	11
F- Conclusiones y recomendaciones.....	12
1-Cobertura de gotas y control fúngico.....	12
2-Análisis técnico-económico.....	13
3-Aditivos y tecnología de aplicación.....	13
4-Recomendaciones estratégicas.....	13
G-Bibliografía de consulta y contactos.....	13



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, prestadores 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 algunos casos) 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 el servicio de aplicación aérea correspondió a:

Stiefel Hermanos: Arturo (piloto), Raúl y Erica Stiefel. Roberto Badino (auxiliar de pista)

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

Ing. Jorge Borsarelli, Cooperativa AFA, San Martín de las Escobas (Santa Fe)

Inga. Margarita Sillón, Fitopatóloga de la FA-Esperanza (UNLitoral)

Ing. Agr. Gerardo Capello, Crompton Química S.A.

Ing. Agr. Enrique Taylor, asesor privado

Ing. Agr. Carlos Grosso, asesor privado

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

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

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

Ings. Agrs. Antonio Wojzsko, *Crompton Química SACI*

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 y 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 sistémico que actúa en forma curativa (triazol). Se recomienda aplicar esta mezcla durante los estadíos reproductivos (R3 a R5), 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, es necesario alcanzar el tercio inferior del canopeo con el fungicida, teniendo en cuenta el lugar de inicio de la infección y el comportamiento de los fungicidas recomendados, cuya movilidad está 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 es necesario 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 adecuado de la enfermedad.

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), 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 esta 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, la mayoría 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 (espaciamento, 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 probaron 9 alternativas aéreas, que incluyen 4 volúmenes de caldo total: 10 – 15 – 17 y 25 lt/ha, aceite antieaporante: mineral (a 1 y 2 lt/ha) y de soja (a 1 lt/ha); y tensioactivo siliconado Silwet (Crompton Química SACI) a dosis de 100 cc cada 100 litros de caldo de aspersión. No se realizaron tratamientos terrestres. Se utilizó un único fungicida y dosis, OPERA de Basf, The

Chemical Company, (Pyraclostrobin + Epoxico) a 500 cc/ha de formulado. La fecha del tratamiento fue el 03/01/05.

Se acompaña un listado con los tratamientos ensayados:

T1: 25

T2: 25 + S

T3: 15

T4: 15 + S

T5: (17) 15 + 2A + S

T6: (10) 8 + 2A

T7: (10) 8 + 2A + S

T8: (15) 14 + 1SOJA + S

T9: TESTIGO

T10: (15) 14 + 1A + S

Referencias:

Los números indican litros de agua por hectárea, aquellos entre paréntesis representan el volumen total de caldo
S: tensioactivo Silwet a 0.1% (Crompton Química SACI)

A: aceite mineral refinado parafínico al 85%, IshiOil (Ishihara SA)

SOJA: aceite de soja degomado

2-Orden de mezclado

Siempre se respetó el siguiente orden de mezclado: agua, tensioactivo, fungicida y aceite mineral. Para el caso de aceite de soja (T8), el procedimiento fue diferente: aceite de soja más tensioactivo, fungicida y agua en c.s.p. 15 lt/ha. 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 de última tecnología (año 2004), Air Tractor 502B (LV-ARA) turbo hélice (Air Tractor, Inc. TX, US) equipado con atomizadores rotativos Micronaire AU 5000 (Micron Sprayers LTD, Herefordshire-UK). Está equipado con nueve unidades rotativas en una configuración 4+5, abarcando el 70% de la envergadura alar. Dada la alta velocidad de trabajo (220 km/h), cada atomizador también estaba provisto de un aro deflector para facilitar la uniforme distribución del asperjado a lo largo del ancho de faja.

Las condiciones de trabajo fueron de: ancho de faja de 20 m, altura de vuelo 2.5 m y presión de 30 PSI.

El avión fue cargado desde un recipiente con agitación y transporte hidráulico, 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.

4-Condiciones del lote, parcelas y cultivo

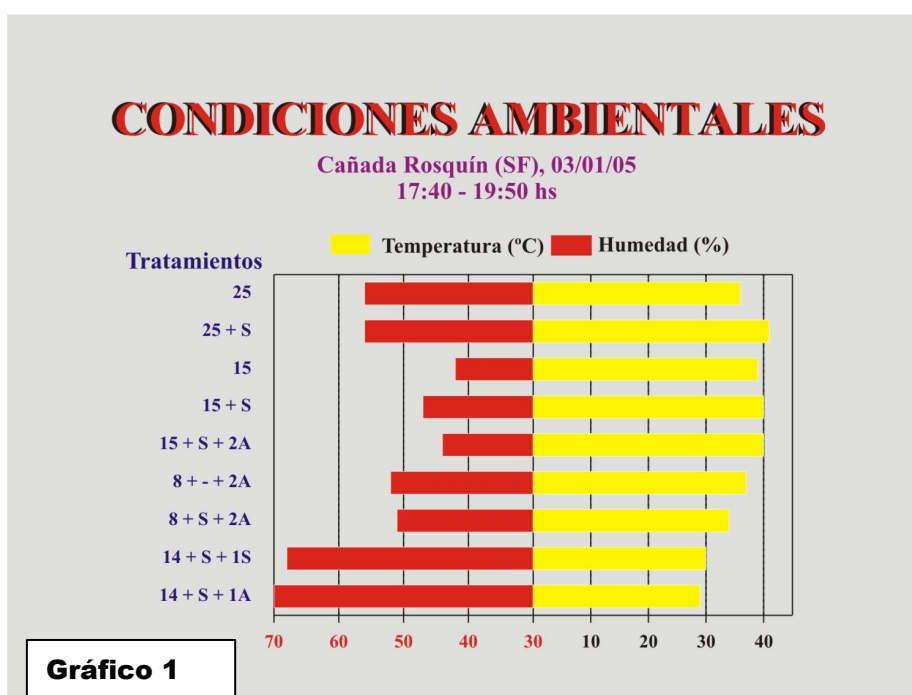
El lote está ubicado sobre la ruta 34, km 137.5 lado este, entre Cañada Rosquín y San Martín de las Escobas, con coordenadas GPS 31° 59' 03.43" S, 61° 36' 29.31" W

La superficie total del ensayo fueron 96 ha (1000 x 960 m), y cada tratamiento con 100 m de frente x 1000 de fondo (10 ha). Cada tratamiento recibió 5 pasadas del avión (20x5= 100 m)

El cultivo de soja fue de la variedad A-3901 (Nidera Semillas) sembrada el 10/10/04 a 52 cm entre líneas y una densidad de 23 plantas por metro lineal. El sistema de labranza fue convencional y el cultivo antecesor soja de primera. Las aplicaciones fueron todas a favor de los surcos el 03/01/05 por la tarde y con el cultivo en estado V₁₄/R₄ (Fher y Caviness, 1978), 90 cm de altura y 100% de cobertura de entresurco.

5-Condiciones climáticas

Los tratamientos se realizaron entre las 17:40 y 19:50 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 fueron de 38°C de temperatura, 50% de humedad relativa, 2 km/h de viento y 1004 mb de presión atmosférica. En el Gráfico 1 se detallan los parámetros correspondientes a cada tratamiento. Como dato adicional, en horas de medio día (antes de hacer el ensayo) se registró un chaparrón de baja intensidad.

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 de dureza moderada (Clasificación ASAE) con un valor de 150.3 mg, bicarbonatada sódica y levemente alcalina, con un valor de pH de 7.62.

CALIDAD DE AGUAS	
Cañada Rosquín (SFe)	
•	pH= 7.62
•	C.E.= 1.41 dS/m
	Residuo seco= 745 ppm
	Dureza= 150.3 mg
•	Aniones (ppm)
	Sulfatos= 42
	Bicarbonatos= 732
	Carbonatos= 0
•	Cationes (ppm)
	Calcio= 13.6
	Magnesio= 14.6
	Sodio= 247.5

Cuadro 1

Se desconoce la incidencia de la calidad del agua, tanto en la eficiencia biológica como la estabilidad de los caldos en agua, 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 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. Agr. Margarita Sillón de la Facultad de Agronomía de Esperanza, Santa Fe.

La evaluación de la situación inicial se realizó el 14/01/05 (11 d.d.a.), y la final el 25/02/05 (54 d.d.a.). Se tomaron 4 repeticiones por parcela y se sectorizó la planta en tercios para ubicar y cuantificar cada patología. Los datos se sometieron a un riguroso test estadístico (Tukey 5%).

9-Cosecha

La cosecha se realizó el 03/03/05 con máquina John Deere equipada con monitor de rendimiento. Se cosechó todo el ancho de parcela descartando las cabeceras (aprox. 8 ha).

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.

ANÁLISIS DE COSTOS		
Insumos y servicios en dólares		
Volumen (\$/ha)	Aditivo (\$/lt)	Soja
<i>ta</i>		
25 lt/ha= 8.0	Aceite min. = 1.54	Valor (\$/q) = 17
15 lt/ha= 7.0	Aceite soja = 0.93	Cosecha (%)= 8
10 lt/ha= 6.0	Silwet= 32.67	Comerc. (%)= 12
	Dosis= 100 cc/100 lt	Tasa de interés:
		12% anual, 3 meses
	Opera: 43.6	
	Dosis: 500 cc/ha	

Cuadro 2

Los insumos que participan en los tratamientos corresponden al fungicida OPERA (BASF The Chemical Company), los aceites (mineral y de soja) y el tensioactivo siliconado Silwet (Crompton Química SACI). Los servicios se refieren al costo diferencial según volumen aplicado, los correspondientes a la cosecha y comercialización se aplican plus de rendimiento.

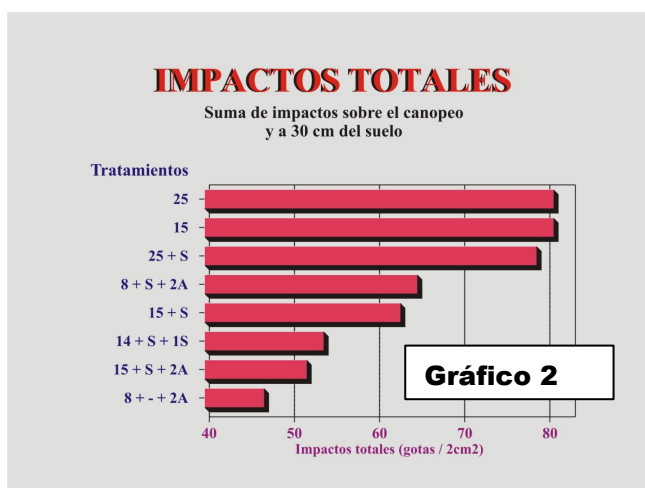
Los precios de fitosanitarios fueron tomados de la Revista Agromercado (Enero 2005), los valores por servicio de aplicación corresponden a una encuesta entre contratistas (elaboración propia), y los costos de cosecha y comercialización fueron consultados al Área de Estudios Económicos y Sociales del 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 cm²]. La comparación entre tratamientos permite rápidamente identificar aquellos que lograron una mejor cobertura del cultivo. Los datos del Gráfico 2 evidencian una amplia variación, 47 a 80 gotas/2 cm²; no obstante, el análisis estadístico no detectó diferencias significativas, probablemente debido a la alta variabilidad del parámetro (Cuadro 3).



ANÁLISIS ESTADÍSTICO	
COBERTURA DE GOTAS/ 2CM2	
Tratamientos	Total
25 + -- + -	81.33 a
15 + -- + -	80.67 a
25 + -- + S	79.00 a
8 + 2A + S	65.00 a
15 + -- + S	62.67 a
14 + 1S + S	54.33 a
15 + 2A + S	51.67 a
8 + 2A + -	47.00 a

CV= 46 %
LSD (p< 0.05)= 52.6

Cuadro 3

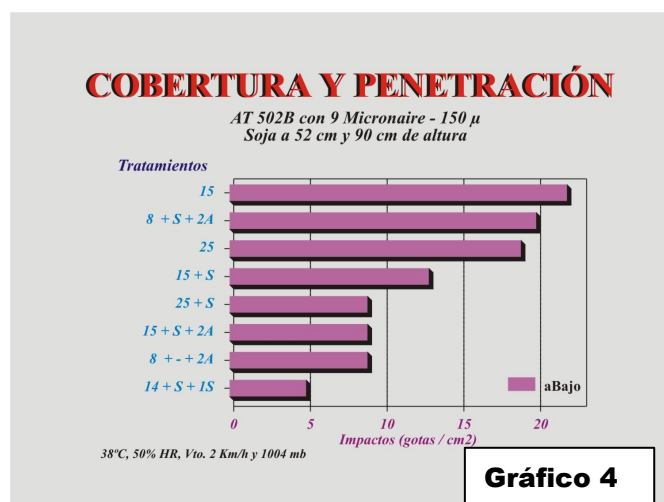
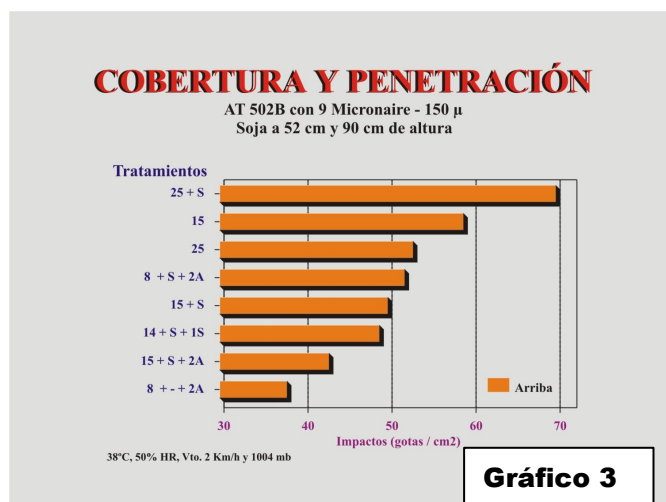
Se observa que los mejores resultados se lograron con volúmenes entre medio y altos (15 y 25 lt/ha) y sin el empleo de aceite (aprox. 80 gotas/2 cm²). El hecho de haber trabajado en condiciones poco limitantes, aunque no óptimas; de 50% de humedad relativa promedio, explican la falta de respuesta al uso de aceite.

Se lograron resultados equivalentes con 15+S y (10) 8+S+2A, aproximadamente 65 gotas/2 cm², donde el aceite mineral compensó el uso de un menor volumen de aplicación (Gráfico 2). Para volúmenes entre 15 y 17 lt/ha, 1 litro de aceite de soja resultó equivalente a 2 lt de aceite mineral (aprox. 54 gotas/2 cm²). Desafortunadamente, no se pudo evaluar la cobertura lograda con sólo 1 litro de aceite mineral emulsionable, para comparar ambos tipos de aceite a igualdad de dosis.

La cobertura más baja se logró con (10) 8+2A (47 gotas/2 cm²), llamando la atención la notable mejora de desempeño al agregar Silwet (8+2A+S= 65 gotas/ 2 cm²).

1b- Impactos arriba y penetración

De la comparación de los Gráficos 3 y 4, se observa que abajo llega en promedio el 30% de los gotas que alcanza la parte superior del canopeo (15 vs 50 gotas/cm²).



La cantidad de impactos que alcanzó la parte inferior del cultivo osciló entre 5 y 20 impactos/cm² (Gráfico 4). Los valores más altos correspondieron a los volúmenes de: 15 lt/ha, 10 lt/ha (8+S+2A) y 25 lt/ha, resp. Los valores más bajos (entre 5 y 8 gotas/cm²) a los volúmenes: 25+S, 17 (15+S+2A), 10 (8+2A) y 15 (14+S+1SOJA). En una situación intermedia (entre 10 y 15 gotas/cm²) se ubicó el volumen 15+S.

El análisis estadístico, con un coeficiente de variación muy elevado (CV=70%), no detectó diferencias entre tratamientos (Cuadro 4).

Cuadro 4

ANÁLISIS ESTADÍSTICO
cobertura de gotas/cm²

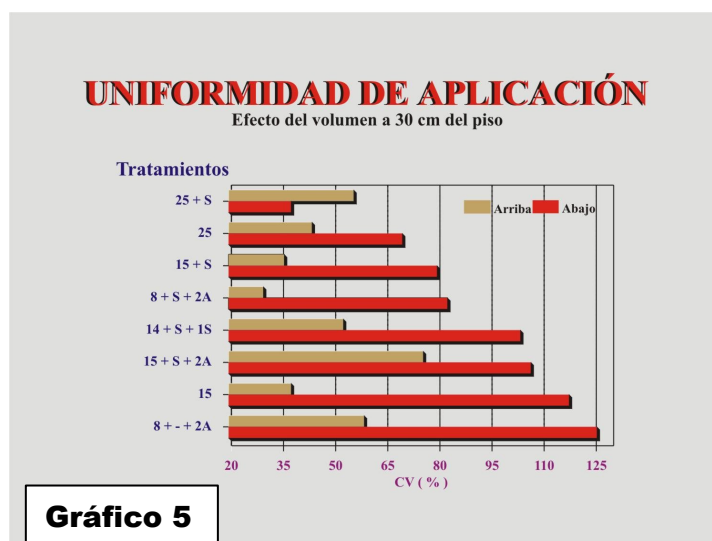
Tratamientos	aBajo
15 + - + -	22.00 a
8 + 2A + S	19.67 a
25 + - + -	18.67 a
15 + - + S	13.00 a
25 + - + S	9.33 a
8 + 2A + -	9.00 a
15 + 2A + S	8.67 a
14 + 1S + S	5.00 a

LSD ($p < 0.05$) = 16.2
CV = 70 %

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.

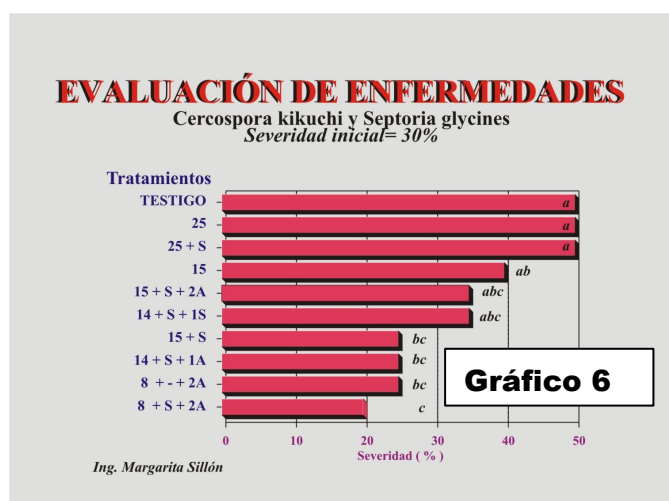
Analizando el Gráfico 5 pueden observarse dos aspectos importantes. Para cualquier tratamiento, siempre la uniformidad de aplicación es significativamente mayor sobre el canopeo que dentro de él, 49 vs 91% de coeficiente de variación, resp. Además, los tratamientos con mayor uniformidad en el interior de la canopia fueron: 25 lt/ha con y sin Silwet, 15+S y 10 lt/ha (8+2A+S). Podemos concluir en base a estos datos que para un mismo volumen de aplicación, el agregado de Silwet favoreció una mayor uniformidad de aplicación (Gráfico 5).



4-Evaluación de enfermedades

La situación de severidad inicial para EFC (03/01/05, 30 d.d.a.) fue del 30%. Las enfermedades presentes fueron Mancha marrón *Septoria glycines* y Tizón foliar *Cercospora kikuchi*, la primera ubicada en el tercio inferior de la planta y la segunda en el superior.

La severidad final por tizón foliar alcanzó un valor máximo del 50% (Gráfico 6). Los incrementos respecto al valor testigo fueron debidos a tizón bacteriano; las disminuciones se debieron a la emisión de folíolos sanos donde se encuentra la mancha marrón (Cuadro 5).



ANÁLISIS ESTADÍSTICO
Severidad inicial= 30%

Tratamientos	Final	Comentarios
25	50 a	C. kikuchi
25 + S	50 a	C. kikuchi
TESTIGO	50 a	Sept. 35% altura
15	40 ab	C. kikuchi
15 + S + 2A	35 abc	C. kikuchi
14 + S + 1S	35 abc	20% Sept., 15% Cerc.
15 + S	25 bc	dilución
14 + S + 1A	25 bc	20% Sept., 5% Cerc.
8 + - + 2A	25 bc	dilución
8 + S + 2A	20 c	dilución

Tukey (p<0.05)= 4.823
CV= 25.43%

Ing. Margarita Sillón

Cuadro 5

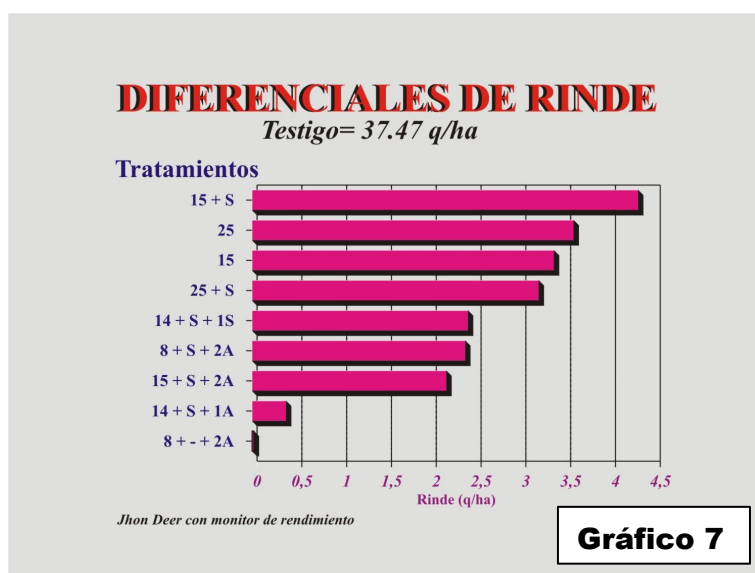
Las diferencias estadísticas (Cuadro 5) se establecen entre: 25, 15 y 10 (8+2A) lt/ha, las tres alternativas con y sin Silwet. También resultó significativa la diferencia entre 15 lt/ha y 10 (8+2A+S)

Llama la atención la falta de consistencia entre el control de enfermedades y los resultados de cobertura de gotas (Gráficos 2 y 6). Los máximos valores de severidad (50%), coinciden con los mayores valores de cobertura (aprox. 80 gotas/2 cm²).

5-Diferenciales de rendimiento

El rendimiento del testigo fue moderado/alto, **37.5 q/ha**. Los diferenciales de rinde oscilaron entre 4.3 y 2.2 q/ha, en el 75% de las alternativas de aplicación. Estos valores son los que se logran con frecuencia en la práctica para el control de EFC en el cultivo de soja.

Los mejores tratamientos coinciden con los mayores valores de cobertura de gotas: 15 y 25 lt/ha (con y sin Silwet) y sin el uso de aceites (Gráfico 7).



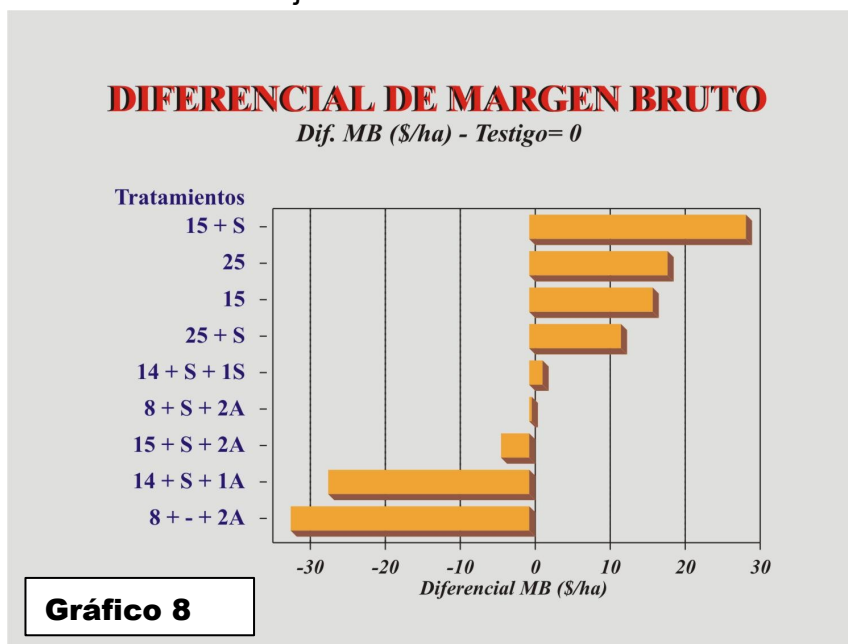
Se observa que, en general, el agregado de Silwet mejora los rindes, situación que se evidencia más a menor volumen de aplicación. Comparando 8+2A (con y sin Silwet) la diferencia es de 2.4 q/ha, para 15 lt/ha de 0.94 q/ha, y esa ventaja se pierde cuando se empleó Silwet con 25 lt/ha de caldo, habiéndose en este caso registrado una leve merma, de – 0.4 q/ha.

Comparando aceites, de diferentes tipos y volúmenes de aplicación, y siempre junto con tensioactivo siliconado, se observa que con aceite mineral parafinado se obtiene una ganancia en rinde de 1.8 q/ha cuando se incrementa la cantidad de 1 a 2 lt/ha. Utilizando aceite de soja a 1 lt/ha, los incrementos se aproximan a 2 q/ha. Los siguientes tratamientos resultan aproximadamente equivalentes: 14+1SOJA+S y 15+2A+S; donde para esta experiencia 2 lt de aceite mineral equivalen a uno de soja.

6-Resultados económicos

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

El mejor resultado económico se logró con 15 lt/ha más Silwet, \$ 28.9/ha (Gráfico 8). Márgenes equivalentes se lograron con volúmenes de agua entre 15 y 25 lt/ha, 16.5 y \$18.5/ha resp. Los valores de MB negativo coinciden con tratamientos que incluyeron aceite, o levemente positivo cuando se usó aceite de soja.



Un valor negativo de MB debe interpretarse como que el beneficio económico es mayor cuando el tratamiento no se realiza. Comparten esta condición las siguientes alternativas (Gráfico 8): (10) 8+2A, (15) 14+1SOJA+S y (17) 15+2A+S. El agregado de Silwet a la primer alternativa mejora sensiblemente el resultado de MB, -\$31.8/ha a \$0.35/ha. Para las condiciones de este ensayo, el uso de aceite mineral (1 y 2 lt/ha), y para volúmenes de caldo entre 10-15 lt/ha, resultó antieconómica. El aceite de soja en cambio, evidenció una leve ventaja económica.

El agregado de Silwet a 25 lt/ha reduce el MB en -\$6.2/ha, sugiriendo que en condiciones de humedad relativa no limitantes, resulta antieconómico utilizar tensioactivo siliconado con altos volúmenes de aplicación.

En la práctica el uso de aceite no es recomendable cuando la humedad relativa ambiente no es un factor limitante (> 60%); esta experiencia demostró que en esos casos, no se logra un mayor rendimiento físico ni económico, por lo tanto, se desaconseja su uso.

F- Conclusiones y recomendaciones

1-Cobertura de gotas y control fúngico

- La cobertura promedio de los tratamientos aéreos en la parte inferior del cultivo fue el 30% de la correspondiente a la parte superior, 50 vs 15 gotas/cm²
- El nivel de enfermedades en el testigo fue alto, un 30% inicial y 50% final, para *Septoria* y *Cercospora*. La ubicación de cada patología es diferencial, *Septoria* se ubica abajo y *Cercospora* arriba.
- Los resultados del control químico fueron variables: del orden del 60% utilizando el volumen de 15 lt/ha, incluyendo 2 lt/ha de aceite mineral y Silwet; 50% de control para 15 lt/ha más Silwet sólo o de éste junto al aceite; 30% con 15 lt/ha y aceite de soja; el resultado más deficiente fue con 15 lt/ha sólo.

2-Análisis técnico-económico

- La ganancia promedio de rinde para tratamientos aéreos con OPERA fue de 3 q/ha, con una variabilidad entre alternativas del 30%
- El margen económico varió entre un máximo de \$28.9/ha y mínimo de \$0.35/ha, con un promedio general de \$13.04/ha, valor más fluctuante que los rendimientos (CV=83%).
- Los mejores resultados técnico-económicos se lograron con las alternativas: 15 y 25lt/ha, con y sin tensioactivo. Todos ellos sin el uso de aceite, dado que la humedad relativa no fue limitante.
- Los resultados con diferencial de margen negativo fueron los aplicados con aceite, para 10 y 15 lt/ha: (17) 15+2A+S, (15) 14+1A+S y (10) 8+2A. La alternativa que alcanzó un margen de indiferencia (MB=0) fue (10) 8+2A+S.
- Para la mejor opción técnico-económica, 15+S con \$28.9/ha de MB, el fungicida a la dosis de control incide un 74.4% en el costo del tratamiento, 23.9% el servicio de aplicación y, sólo el 1.7% al tensioactivo siliconado Silwet.
- El costo del tratamiento con OPERA bajo la opción 15+S equivale a 1.79 q/ha netos de soja.

3-Aditivos y tecnología de aplicación

- Con el uso del tensioactivo Silwet se obtuvo 94 kg/ha de ganancia en rinde para volúmenes de 15 lt/ha, y 238 kg/ha para volúmenes de 10 lt/ha; y una caída de 39 kg/ha para 25 lt/ha. Esto nos permite inferir que los mejores resultados se logran en bajos volúmenes de aplicación.
- El tensioactivo y el aceite se pagan con 5 y 20 kg/ha netos de soja, resp.
- Si comparamos aceite de soja vs el mineral parafinado, el primero logró una ganancia adicional de 2 q/ha.

4-Recomendaciones estratégicas

- Con moderada incidencia de EFC (=30%) y potencial de rinde medianamente alto (37.5 q/ha), la aplicación de fungicidas con avión resultó técnica y económicamente conveniente. Para una estrategia de aplicaciones preventivas se determinó que al menos resulta posible el recupero de la inversión.
- Se demostró que bajo buenas condiciones (HR aprox. 50%) el avión es una herramienta eficiente para aplicar fungicidas en el cultivo de soja. El sistema de atomizadores rotativos evidenció una notable capacidad de penetración del asperjado, del orden del 30%, con 15 gotas promedio en la posición más baja de la canopia.
- Para las condiciones de ambiente de este ensayo (clima y cultivo), se recomienda un volumen de 15 lt/ha, mejorando el margen económico agregando tensioactivo siliconado Silwet.

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; www.fundacaomt.com.br

Araujo, E. 2004. Agrotec Tecnología Agrícola e Industrial Ltda. Pelotas RS, Brasil. Comunicación personal, setiembre/diciembre. www.agrotec.etc.br

Balardín, R.S. y Bonini, J.V.. 2004. Tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura da soja. Tese de maestría, presentación PowerPoint . Departamento de Defensa Fitosanitaria, Universidad Federal de Santa María, RS, Brasil. 50p. e-mail: rsbalardin@balardin.com.br

Distefano de Vallone, S. 2003. Ensayo de fungicidas foliares y coadyuvante agrícola Silwet L Ag (Crompton Química) 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

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 , e-mail: 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

Portal MEGABIO Tecnología de aplicación de fungicidas en brasil para el cultivo de soja. 17/10/2004. 4p. 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