

ENFERMEDADES FOLIARES DE LA SOJA: MOMENTO DE APLICACIÓN DE FUNGICIDAS Y RENDIMIENTO

FORMENTO AN.

Grupo Factores Bióticos y Protección Vegetal
Profesional del INTA – EEA Paraná

Introducción

Diversas técnicas agrícolas, indefectible y naturalmente asociadas a lograr una mayor productividad de los cultivos han sido incorporadas en un proceso dinámico de corto plazo en la última década en Argentina. Entre ellas, la introducción de organismos genéticamente modificados, la utilización del herbicida glifosato, el empleo de distintos fertilizantes según sus componentes, formulaciones, dosis, ubicación y momentos de aplicación a la planta, el control de insectos y el manejo de los umbrales de intervención química y recientemente, los fungicidas, han podido ser validadas en el mediano plazo. Sin embargo la diversidad de los ambientes productivos, la utilización de genética variada, la prevalencia de patologías específicas precisamente identificadas, la disponibilidad de maquinaria adecuada y un conocimiento cierto en el uso de insecticidas y herbicidas, condujo a diversos procesos complejos que hizo dudar acerca de la necesidad de usar fungicidas en el cultivo de soja en algunas áreas determinadas, por ejemplo en el noreste argentino.

El incremento de la superficie sembrada con soja (*Glycine max* L.) Merrill. en

Argentina y otros factores tecnológicos permitieron que en 20 años la producción pasara de 2.5 a 40 millones de toneladas anuales y se proyecta un total de 52 millones de toneladas para el año 2016.

Entre Ríos fue otra de las provincias que aumentó más de un 23% el área dedicada a la oleaginosa en el último quinquenio alcanzando 1.285.000 ha en el ciclo agrícola 2006/07 (SIBER, 2007). Esta característica asociada al monocultivo o secuencias cortas con gramíneas, han definido un panorama sanitario variable pero con un crecimiento sostenido de las enfermedades, de los daños y pérdidas en las últimas campañas agrícolas. Sin embargo, las estimaciones provinciales (SIBER, 2007) demostraron que en el ciclo 2006/07, el rendimiento medio fue de 2587 kg/ha, lo que significó un aumento de 654 kg/ha con respecto al ciclo anterior (1933 kg/ha) y un total de 840.654 toneladas más de producción (33.82%) aún con la ocurrencia de eventos climáticos desfavorables a la aplicación oportuna de agroquímicos y a la cosecha de la soja.

La manifestación visible de las distintas enfermedades es variable según la tecnología aplicada, las condiciones climáticas conductivas anuales que favorecen el incremento de algunas y la

disminución de otras, los genotipos y las diferentes etapas fenológicas. Esta caracterización epidemiológica exige de un relevamiento constante del progreso de las enfermedades desde su inicio hasta el momento en que alcanzan valores que se consideran actualmente como “umbrales” en el tercio medio inferior y/o superior de una planta de soja.

Cuando se consideran los microorganismos patógenos es altamente probable determinar en un cultivo un complejo de enfermedades y no patologías aisladas. Las enfermedades foliares prevalentes en la región centro oeste, norte y sur entrerriano durante el ciclo 2006/07 fueron: tizón bacteriano (61.3%), mancha marrón (38.5%), tizón foliar (23.6%), roya asiática (21.4%), pústula bacteriana (9.3%), mildiu (4.6%) y antracnosis (1.1%) sobre un estudio de más de 1200 casos (Formento, datos no publicados).

Desde 1998 (Formento, 2005) en que se evalúan anualmente las enfermedades de soja en Entre Ríos en forma sistemática, se ha demostrado la importancia de las enfermedades de fin de ciclo (EFC), entre ellas la mancha marrón (*Septoria glycines*), tizón foliar (*Cercospora kikuchii*) y el tizón bacteriano (*Pseudomonas syringae* pv. *glycines*) con características endémicas; otras manchas foliares como antracnosis (diversas especies de *Colletotrichum*), *Alternaria*, *Corynespora asiicola* y *Phyllosticta sojicola* aparecen esporádicamente y el mildiu (*Peronospora manshurica*) y el oídio (*Microspheera diffusa*) se observan como enfermedades emergentes en el último quinquenio. La mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) y

Bipolaris australiensis han sido recientemente identificadas.

Los hongos que producen enfermedades en el cultivo de soja pueden ser controlados eficazmente por la aplicación adecuada de diferentes fungicidas, lo que ha sido demostrado en forma reiterada en los últimos 10 años del cultivo en Argentina. Cuando las infecciones son tempranas con defoliaciones superiores al 30% en R3, la aplicación de fungicidas mezclas (estrobilurinas y triazoles) o triazoles solos, son altamente efectivas en el control de las enfermedades foliares. En siembras normales, tardías o en resiembras con infecciones moderadas a severas de mancha marrón (entre el 15 y 20% en el tercio medio) con defoliación temprana del tercio inferior se hallaron diferencias de más del 40% en el rendimiento con una aplicación a comienzos de floración (R1) y del 19%, a comienzos de R6 (Formento, 2005a y b).

El control de roya asiática (RAS) en diferentes momentos según el inicio de la epidemia u oportunidad del momento de aplicación permitió obtener un promedio de 420 kg/ha (18%) cuando se utilizaron mezclas de estrobilurinas y triazoles o triazoles más carbendazim (Formento, 2005c).

El objetivo del presente trabajo fue determinar el momento oportuno de aplicación del control químico para minimizar el efecto de las enfermedades foliares y su efecto negativo sobre el rendimiento de la soja (*Glycine max*).

Materiales y Métodos

En el ciclo agrícola 2006/07 en el Dpto Paraná (ER) se realizó un ensayo sobre un cultivar de soja del GM VI sembrado el 30/11/07 en un suelo de aptitud agrícola Argiudol ácuico Serie Tezanos Pinto. Se empleó un sistema de siembra directa, con una secuencia soja/trigo y una distancia entre líneas de 0.52 metros. La unidad muestral fue una parcela de 26 m² (2.6 x 10 m) con una frecuencia de 4 repeticiones ubicadas en un diseño de bloques completamente aleatorizados. El manejo del área del ensayo mantuvieron al cultivo libre de malezas y plagas durante todo su ciclo.

Se evaluaron las enfermedades presentes en la fecha de pulverización en parcelas testigo y en parcelas con distintos momentos de aplicación (R2, R3, R4, R5 y R6). La fecha de cosecha fue el 04/05/07 sobre una parcela de 8.32 m². Se utilizó un fungicida mezcla (trifloxistrobin más cyproconazole) con una dosis de 300 cc/ha, aplicado con una mochila de gas carbónico a presión constante con un volumen de 150 l/ha con pastillas de cono hueco (TXA 8002 VK).

Se evaluaron las condiciones ambientales en el momento de aplicación y se

marrón (*S. glycines*), tizón foliar por *C. kikuchii* y roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) con el uso de las escalas de Martins *et al.*, (2004) para las EFC y de Ploper *et al.*, (2006) para la RAS. Los porcentajes de incidencia y severidad de las enfermedades fueron transformados al arcoseno de la raíz cuadrada de x (%) y las medias de los tratamientos fueron comparadas con LSD al 5%. El análisis de todas las variables se realizó con el programa estadístico S.A.S Versión 8.0.

Resultados y Discusión

Las primeras enfermedades observadas entre los estados vegetativos V9 – V11 hasta R2 (plena floración) fueron el tizón bacteriano ocasionado por *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* con una alta incidencia y una severidad del 15% en el tercio medio inferior y la mancha marrón (*S. glycines*) con una incidencia del 10% y una severidad del 5% en la mitad inferior de la planta, sin alcanzar el umbral de intervención que se ha fijado en 20%.

En los diferentes momentos de aplicación del fungicida se registró la presencia e importancia de las enfermedades (Tabla 1).

efectuaron lecturas en R6 de las principales enfermedades foliares presentes mancha

Tabla 1: Fechas, estados fenológicos y enfermedades presentes en los diferentes momentos de aplicación de fungicidas.

Estado fenol.	Fecha aplicación	Enfermedades fúngicas		
		Mancha marrón (<i>S. glycines</i>)	RAS (<i>P. pachyrhizi</i>)	Otras
R2	01 febrero	I: 10% - S: 5%	0	-
R3	12 febrero	I: 10% - S: 10%	I: 3% - S: Tr.	-
R4	22 febrero	I: 25% - S: 10%	I: 5% - S: Tr.	Mildiu: I: 50% - S: Tr.
R5	05 marzo	-	I: 13.3% - S: Tr.	Tizón foliar: I: 10% - S: 5%
R6	19 marzo	-	I: 95% S: >50%	Tizón foliar: I: 20% - S: 15%

I: folíolos afectados en la mitad inferior de la planta. S: área foliar afectada.

Tr.: Trazas.

El desarrollo del cultivo de soja desde la implantación hasta la cosecha de evolución fenológica normal recibió un total de 1377.4 mm de lluvias ocurridas entre el 15/11/06 al 04/05/07 (Observatorio Meteorológico de la EEA Paraná) lo que favoreció la presencia de enfermedades ocasionadas por microorganismos necrotróficos como la mancha marrón (MM) ocasionada por *S. glycines*. Denominada además como mancha parda, es una enfermedad del complejo de EFC, se presenta desde estados fenológicos tempranos (hojas unifoliadas), se hace sintomática en hojas trifoliadas en estados reproductivos y parece disminuir su presencia en estados reproductivos medios (R4 – R5) por el efecto de la defoliación del tercio inferior de la planta. La abscisión de las hojas inferiores en la mayoría de los casos es consecuencia de la presencia de las necrosis y clorosis de la enfermedad, por el efecto sombreo de la canopia

superior, la presencia de trips, el déficit hídrico y el amarillamiento ocasionado por los requerimientos nutricionales de las hojas superiores. Los registros de MM en R6 (Figura 2) demuestran que la enfermedad comienza a reducir el área foliar sana entre R2 y R4; la aplicación en R5 y R6 serían tardías. La severidad se redujo en un 70, 73, 75 y 53% cuando las aplicaciones se realizaron en R2, R3, R4 y R5 respectivamente. Según Scandiani *et al.* (2006), la interacción hospedante – enfermedad – ambiente es determinante ya que para MM se hallaron respuestas significativas para uno de dos cultivares de GM IV ensayados, cuando se aplicaron fungicidas en R5 y R3+R5, pero no así en R3.

La presencia de los síntomas de *Cercospora kikuchii*, hongo causal del tizón foliar (TF), con coloración púrpura o rojizo en el medio superior de las plantas se observó hacia finales del ciclo

reproductivo (R5-R6) con niveles considerados bajos para los conocimientos actuales. Sin embargo puede observarse el efecto preventivo - curativo de las aplicaciones y la reducción en la manifestación visible de la enfermedad en un 72, 82, 83.5, 94.5 y 37% en R2, R3, R4,

R5 y R6, respectivamente. Se destaca el efecto curativo cuando se aplicó en R5 lo que indicaría su aparición tardía pero con importancia marcada como reductor del área fotosintética en la etapa crítica de llenado de granos (Figura 3).

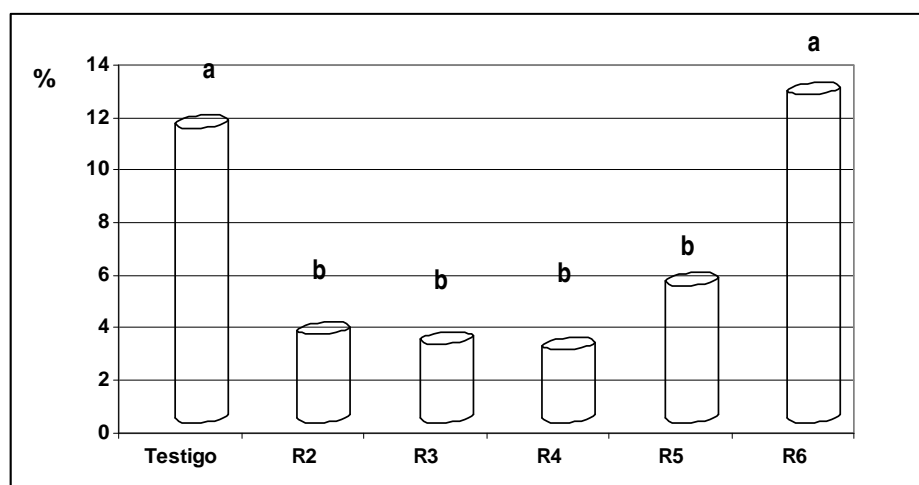


Figura 2: Severidad de mancha marrón (*S. glycines*) según momentos de aplicación de fungicidas en soja. Ciclo agrícola 2006/07. (R²=0.74; CV=23.3% y Pr>F=0.0003).

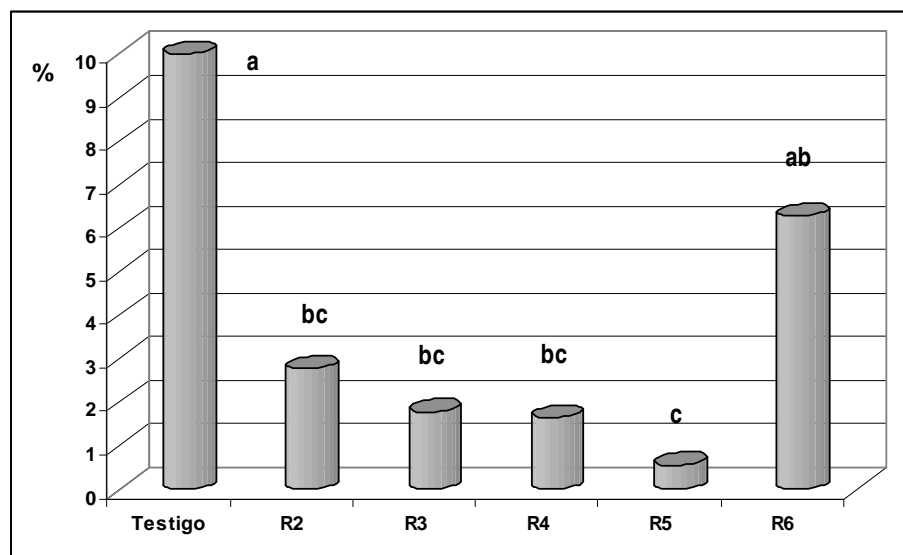


Figura 3: Severidad de tizón foliar por *Cercospora* según momentos de aplicación de fungicidas en soja. Ciclo agrícola 2006/07. (R²=0.67; CV=31.4% y Pr>F=0.0043).

Carmona *et al.* (2006) determinaron para EFC que las aplicaciones en el Sur de Santa Fe (ciclo 2004/05) efectuadas en R3 fueron más eficientes que las realizadas en R5 y que en años con precipitaciones superiores al promedio histórico retrasar la aplicación hasta R5 aumenta el riesgo epidemiológico. En el ciclo 2005/06, se determinó para un cultivar del GM VIII sembrado a fines de diciembre (Humboldt, Santa Fe) que el momento óptimo para la aplicación de mezclas de estrobilurinas y triazol fue R4; menor efecto sobre el

rendimiento se determinó en R2 y R5.5 en relación a la presencia y progreso de la MM y TF (Sillón, 2007).

La roya asiática (*P. pachyrhizi*) se detectó en R3 con una incidencia del 3% y una severidad inicial de trazas (1 pústula). La evolución de la RAS fue lenta hasta mediados del mes de marzo (R5), es decir que durante 30 días aproximadamente se mantuvo con niveles bajos de incidencia y severidad, hasta que comienza una etapa de desarrollo exponencial hasta la madurez (Figura 4).

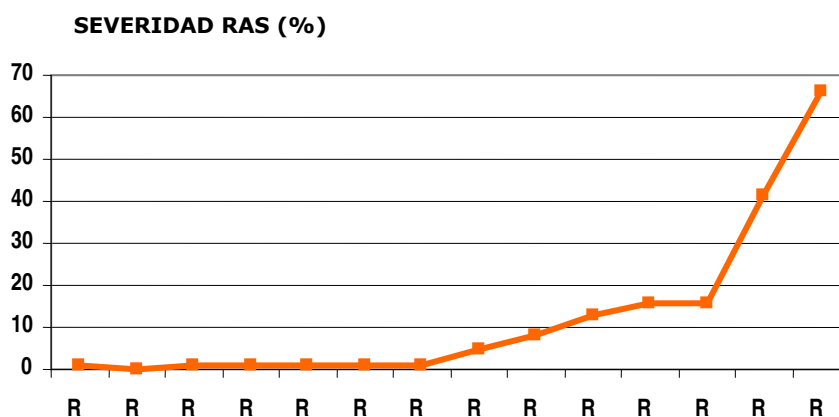


Figura 4: Severidad de la RAS según estados fenológicos de la soja. Ciclo agrícola 2006/07.

Los niveles de I y S registrados en R6 para la RAS (Tabla 2) a los 46, 34, 24 y 14 días después de la aplicación (dda) en R2, R3, R4 y R5 respectivamente, muestran la acción preventiva del fungicida mezcla de

estrobilurina más triazol y la reducción de la manifestación de la enfermedad con diferencias estadísticas altamente significativas según el momento de aplicación y el progreso de la epifitía.

Tabla 2: Incidencia y severidad de la RAS en R6. Ciclo agrícola 2006/07.

Tratam.	Incid. RAS (%)	Sev. RAS (%)
Testigo	100 a	18,0 a
R2	62,5 b	0,9 c
R3	62,5 b	3,6 b c
R4	79,2 b	5,1 b
R5	75,0 b	2,6 b c
R6	100 a	15,8 a
R2	0.68	0.79
CV (%)	22.3	32.2
Pr>F	0.001***	<.0001***

Letras iguales significan diferencias no significativas según la prueba LSD al 5%. ***: muy significativo

La severidad se redujo entre el 94.5 y el 14% cuando se aplicó en R2 y R6 respectivamente, con una reducción promedio del 84% en las parcelas tratadas entre R2 y R5. Las aplicaciones en R2 (sin detección de RAS) y en R3 (con un nivel de Trazas) registraron los menores valores de incidencia; la severidad fue baja cuando se aplicó preventivamente en R2 (1 de febrero) y la enfermedad se detectó el 12 de febrero en el ensayo; en R3 y en R5 (5 de marzo) ya que la epifitias comienza una faz exponencial a partir del 13 de marzo. La aplicación en R6 fue tardía no diferenciándose los niveles de RAS con los del testigo.

El rendimiento de granos fue marcadamente afectado por las EFC y la RAS se determinándose diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos (Tabla 3). El incremento promedio del rendimiento de las parcelas

tratadas con respecto al testigo fue de 612,4 kg/ha, destacándose que los mayores rendimientos obtenidos en las momentos R4 y R5 estaría relacionado con el efecto aditivo de los daños de las tres enfermedades foliares principales (RAS, MM y TF).

El número de granos/m² no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos lo que indicaría que si bien la epifitias se inició temprano en R3, la definición del número de destinos no fue afectada por la cantidad de área foliar fotosintéticamente activa hasta finales de R5. Por esta misma razón, se determinaron diferencias estadísticas altamente significativas en el peso de 1000 granos de las parcelas tratadas respecto al testigo en los tratamientos realizados en R4 y en R5.

Tabla 3: Rendimiento y PMG de soja según momentos de aplicación de fungicidas. Ciclo agrícola 2006/07.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)		Peso Mil Granos (g)	
Testigo	3072,98	a	141,85	a
R2	3519,01	a b	157,43	a b
R3	3607,50	a b	153,00	a b
R4	3799,67	b	161,38	b
R5	3791,74	b	162,85	b
R6	3707,56	b	159,45	a b
R2	0.77		0.56	
CV	6.9		5.0	
Pr>F	0.004***		0.020*	

Letras iguales indican diferencias no significativas según la prueba LSD al 5%. ***: altamente significativo *: significativo

Conclusiones

El momento de aplicación de fungicidas para el control químico de las principales enfermedades de la soja, mancha marrón (*Septoria glycines*), tizón foliar (*Cercospora kikuchii*) y roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) es variable según la interacción hospedante-patógeno-ambiente y manejo tecnológico.

La elección del momento oportuno con el fungicida adecuado según el progreso de las enfermedades permite obtener un mayor rendimiento ya sea por aumento del número o peso de los granos.

Agradecimientos

Al Ing. Agr. Daniel Peruzzi y a AAPRESID por compartir nuestro trabajo.

Bibliografía

- CARMONA M., LÓPEZ ACHÁVAL P., GALLY M. y F. SAUTUA 2006. Uso de mezclas de azoxistrobina y triazoles para el control de las enfermedades de fin de ciclo en el cultivo de soja. Resúmenes expandidos. Mercosoja 2006. p. 322-325
- FORMENTO AN 2005a. Enfermedades de Fin de Ciclo de la Soja en Entre Ríos. En: Primera Jornada Regional de Fungicidas y Tecnología de Aplicación del Cono Sur. Bolsa de Comercio. Rosario. Santa Fe. p. 65-70.
- FORMENTO AN 2005b. Control de Enfermedades de Fin de Ciclo y Roya Asiática en el cultivo de soja. Paraná (Entre Ríos). En: Ensayos en Siembra Directa. AAPRESID. p. 69-77.
- FORMENTO AN 2005c. Roya Asiática de la Soja en Entre Ríos. Estimación de

pérdidas. Control químico. Perspectivas para la campaña 2005/06. En: Primera Jornada Regional de Fungicidas y Tecnología de Aplicación del Cono Sur. Bolsa de Comercio. Rosario. Santa Fe. p. 71-76.

SCANDIANI M., RUBERTI D. y E. QUIROGA 2006. Control de enfermedades de fin de ciclo. Resúmenes expandidos. Mercosoja 2006. p. 362-365

SIBER 2007. Estimación del Área Sembrada. Rendimiento y Producción de Soja. Provincia de Entre Ríos. Campaña 2006/07.

SILLÓN M 2007. Red Nacional de Ensayos de Fungicidas. Campaña 2005-06. Programa Nacional de Roya de la Soja. SAGPyA. p. 27-35