

## CONTROL QUÍMICO DE ROYA ASIÁTICA DE LA SOJA Y ENFERMEDADES DE FIN DE CICLO EN LA REGIÓN SUDOESTE DE LA PROVINCIA DEL CHACO

G. J. R. Quintana<sup>1\*</sup>, C. A. Sasovsky<sup>2</sup>

EEA INTA Las Breñas – Ruta N° 94, Las Breñas, Chaco, Argentina; C.C. 38 C.P 3722 Tel-Fax: 03731-460033 e-mail: <sup>1</sup>gquintana@correo.inta.gov.ar; <sup>2</sup>invesbre@correo.inta.gov.ar

**Palabras Claves:** control químico, soja, enfermedades de fin de ciclo, *Phakopsora pachyrhizi*, fungicidas.

### INTRODUCCIÓN:

El cultivo de soja (*Glycine max*) ha tomado una importancia trascendental para la economía de la provincia del Chaco, aportando los departamentos que conforman la región del Sudoeste Chaqueño el 55% de la superficie provincial sembrada con este cultivo.

Se estima que a nivel mundial las enfermedades provocan mermas de rendimiento en el cultivo de soja del orden del 10 al 15%, estimándose estas pérdidas en el orden del 5 al 8% para la Argentina. (Botta, 2003; Distefano, 2003)

Existen más de 100 enfermedades fúngicas que afectan al cultivo en el mundo, de las cuales solo 35 tienen importancia económica. (Sinclair et al. 1980).

En la República Argentina, durante la última campaña, han tomado importancia un grupo de enfermedades que conforman el denominado complejo de Enfermedades de Fin de Ciclo (EFC), que afectan al cultivo de soja preferentemente en los estadios reproductivos y pueden provocar pérdidas entre el 5 y 40%, según regiones y condiciones climáticas imperantes durante cada campaña (Ploper et al. 2003a, Arias et al. 2004, Vallone et al. 2003).

Dentro de este complejo encontramos, entre otras, a la Mancha Marrón (*Septoria glycinis*), Tizón de las Hojas y Mancha Púrpura (*Cercospora kikuchii*), Mancha Ojo de Rana (*Cercospora sojina*), Mildiu (*Peronospora manshurica*), Antracnosis (*Colletotrichum truncatum*), Mancha Anillada (*Corynespora cassicola*), Tizón de la Vaina y del Tallo (*Diaporthe phaseolorum var. Sojae*), Oidio (*Microsphaera diffusa*) y Mancha por Alternaria (*Alternaria spp.*) (Díaz et al, 2005).

Estas enfermedades pueden afectar la producción del cultivo al reducir el área fotosintética, provocar senescencia foliar prematura, pérdida de fotoasimilados, destrucción de tejidos, reducción de turgencia y pérdida de calidad de semillas. (Ploper et al., 2003b)

Cabrera et al. (2004) destacan la elevada incidencia de EFC en la región NEA., mientras que para la región del SO Chaqueño Guan et al. (2003), determinaron que la enfermedad más importante fue Tizón de las Hojas y registraron mermas del rendimiento del 14.8%.

A fines de Abril de 2004 se oficializa en la región la presencia de Roya Asiática de la Soja (*Phakopsora pachyrhizi*), la cual es considerada como la enfermedad de mayor potencial destructivo para el cultivo registrando pérdidas de rendimiento que pueden alcanzar el 90% estimándose durante la campaña 2001/2002 pérdidas del 60% en Paraguay (Morel et al. 2002), y entre 30 a 75% en Brasil (Yorinori et al. 2004).

El principal efecto de esta enfermedad es una rápida defoliación y el consecuente acortamiento del ciclo del cultivo (Hartman et al. 2004).

Para el manejo eficiente de estas enfermedades es necesario recurrir métodos culturales, biológicos y químicos.

Entre las medidas para el primer método citado se pueden nombrar la elección de fecha y densidad de siembra, la rotación de cultivos, esta última relacionada con las EFC, dada la capacidad de los inóculos de perdurar en los rastrojos (Vallone, 1997) y el control de malezas.

Entre los métodos biológicos encontramos el uso de cultivares resistentes, con el inconveniente de no contar con niveles aceptables de resistencia para EFC (Ploper et al.

2003b), como tampoco para Roya Asiática de la Soja (RAS). En esta última si bien existen genes dominantes para resistencia, el patógeno presenta elevada variabilidad genética y ha quebrado la resistencia introducida en cultivares.

Por último dentro de los métodos químicos se destaca la aplicación de fungicidas foliares.

Para el control de las enfermedades objetivos de este trabajo, la bibliografía cita fungicidas pertenecientes al grupo de las estrobirulinas, triazoles y bencimidazoles. (Ploper, 2003c; Ivancovich et al. 2002; Godoy et al. 2004; CASAFE, 2001).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia de diferentes grupos químicos de fungicidas en el control de enfermedades foliares fúngicas bajo condiciones de infección natural en el SO Chaqueño.

### MATERIALES Y MÉTODOS:

Durante la campaña 2004-2005, en la EEA INTA Las Breñas, Dpto. 9 de Julio, provincia del Chaco, se llevó adelante un ensayo a campo con fungicidas. Se utilizó la variedad Anta 82 RR sembrada el 18/01/2005 en sistema de Siembra Directa a 52 cm. entre surcos. El Diseño experimental fue en Bloques Completos al Azar con tres repeticiones y parcelas experimentales constituidas por 6 surcos de 5 m de largo. Las pulverizaciones fueron realizadas sobre los cuatro surcos centrales de cada parcela utilizando una mochila a gas carbónico, de presión constante, con barra de cuatro picos a 0.5m y pastillas de cono hueco, arrojando un caudal de 170 l ha<sup>-1</sup>.

Se evaluaron fungicidas pertenecientes a tres grupos químicos y una mezcla (triazol + estrobirulina), los cuales se aplicaron en tres diferentes momentos (R3; R6 y R3 + R6 de la escala Fehr y Caviness).

Tabla 1: *grupos químicos y principios activos evaluados en el ensayo.*

GRUPO QUIMICO	PRINCIPIO ACTIVO	FORMULACIÓN CONCENTRACIÓN	DOSIS (cm <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )
Bencimidazoles	Carbendazim	SC 50%	500
Triazoles	Tebuconazole	EW 25%	400
Estrobirulinas	Azoxistrobina	SC 25%	300
Estrobirulina + Triazol	Pyraclostrobin + Epoxiconazole	SE 13.3% + 5%	500

Las aplicaciones correspondientes a R3 fueron realizadas el 17/03/05 con temperatura de 23°C y HR del 67%; el 16/04/05 se realizan las aplicaciones correspondientes al segundo momento (R6), las condiciones ambientales fueron: temperatura de 16,2°C y HR 87%.

Tabla 2: *Conformación de los tratamientos según grupo químico y momento de aplicación*

Tratamiento	Momento de Aplicación
Testigo sin tratar	
Mezcla (Testigo Sano)	R1-R3-R5
Estrobirulina	R3
Triazol	R3
Bencimidazol	R3
Mezcla	R3
Triazol	R6
Bencimidazol	R6
Mezcla	R6
Estrobirulina	R3 + R6
Triazol	R3 + R6
Bencimidazol	R3 + R6

Para evaluar el control de RAS se consideraron en la planta tres tercios, muestreándose al azar los tercios superior y medio en el estado R7, el tercio inferior no fue muestreado debido a la defoliación provocada por EFC. Cada muestra estuvo compuesta por 10 folíolos. La evaluación de severidad se realizó a través del porcentaje de área foliar afectada con

síntomas de RAS. Realizándose esta valoración en gabinete utilizando una lupa estereoscópica de 30x.

El control de EFC se determinó a través de la severidad de las enfermedades de mayor incidencia (Tizón de las Hojas y Mancha Marrón). La severidad de Mancha Marrón se determinó como el porcentaje de la altura de la planta afectado por síntomas. En tanto que para Tizón de las Hojas, la severidad se determinó como el porcentaje del área foliar afectada.

En estado R8 fueron evaluadas la densidad de plantas expresadas en plantas ha<sup>-1</sup>. Se determinó el rendimiento en grano, corrigiendo la humedad del grano a 13.5%.

Los datos de severidad de enfermedades fueron transformados al seno del arco de la raíz cuadrada del porcentaje (Calzada Benza, 1964). La distribución Normal de todos los datos fue determinada mediante la prueba de Shapiro-Willks modificada por Mahibbur y Govindarajulu y se utilizaron ANOVA, MANOVA, Análisis de Conglomerados y Análisis de Componentes Principales (ACP).

### **RESULTADOS:**

Las enfermedades observadas durante el ciclo del cultivo fueron Mancha Marrón (*Septoria glycines*), Tizón de las Hojas y Mancha Púrpura (*Cercospora kikuchii*), Mildiu (*Peronospora manshurica*), Tizón Bacteriano (*Pseudomonas syringae pv. syringae*) Mancha Ojo de Rana (*Cercospora sojina*), Antracnosis (*Colletotrichum truncatum*) y Pústula Bacteriana (*Xanthomonas campestris*).

Al primer momento de aplicación (R3), la enfermedad presente predominante fue Mancha Marrón con una baja severidad e incidencia, el nivel de defoliación no superaba el 20% y las manchas foliares se concentraban, en el tercio inferior con bajo nivel.

Las primeras pústulas de RAS se detectaron el 12/04/05 cuando el cultivo se encontraba en estado R6, en ese momento la severidad de esta enfermedad no alcanzaba a 0.5%.

El ANOVA para la variable rendimiento no detectó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, presentado un  $p = 0,60$  y C.V. = 9.43%.

Para las variables severidad de las diferentes enfermedades se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

Al realizar MANOVA encontramos diferencias altamente significativas entre tratamientos con un  $p < 0,0001$ .

El Análisis de Conglomerados (cluster) agrupa a los tratamientos en tres conjuntos, que se diferencian en su comportamiento tanto del testigo sano, como del testigo enfermo (Fig. 1). La correlación cofenética hallada fue de 0,91.

Encadenamiento promedio (average linkage)

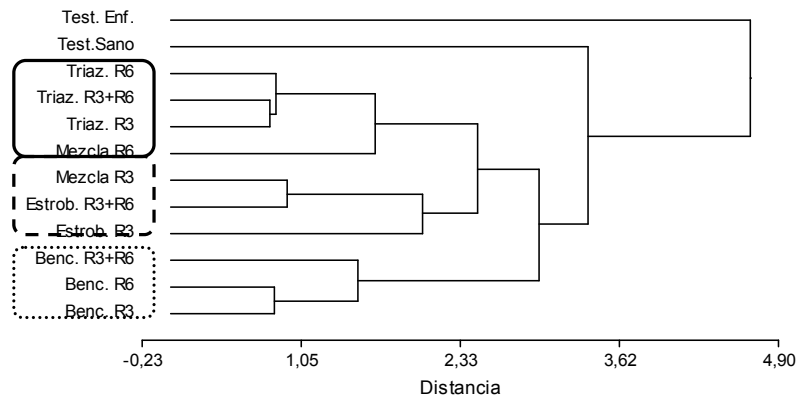


Fig. 1: Dendrograma del análisis de conglomerados

Tabla 3: Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>), severidad (%) para enfermedades y promedios para cada agrupamiento por conglomerado

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO kg ha <sup>-1</sup>	ROYA_SUP	ROYA_MED	T. HOJA	M. MARRON
Test.Sano	2732	7,2	7,4	25	31
Benc. R3	2536	19,2	32	44,2	40,6
Benc. R6	2598	17,6	29	39,4	39,9
Benc. R3+R6	2641	22,7	27,2	34,8	35,2
Promedio	2592	20	29	39	39
Mezcla R3	2458	10	10,9	27	33,9
Estrob. R3	2357	16,4	23,1	36,1	37,3
Estrob. R3+R6	2481	6,2	11,9	33,3	33,9
Promedio	2432	11	15	32	35
Triaz. R3	2382	6,5	3	45,8	42,4
Triaz. R6	2451	5,2	10,3	44,1	41,8
Triaz. R3+R6	2462	3,5	2,5	47,4	41,2
Mezcla R6	2609	5,8	9,1	41	39,9
Promedio	2476	5	6	45	41
Test. Enf.	2309	23,8	34,9	53,2	54,1

ROYA\_SUP: roya en el tercio superior; ROYA\_MED: roya en el tercio medio; T. HOJA: Tizón de la Hoja; M. MARRON: Mancha Marrón

El ACP (Fig. 2) explica el comportamiento de los diferentes tratamientos. Los dos primeros componentes representan el 88% de la variabilidad total del ensayo.

Tabla 3: Autovalores, % y %acumulado.

Autovalores			
Lambda	Valor	Proporción	Prop. Acum.
1	2,77	0,55	0,55
2	1,63	0,33	0,88
3	0,49	0,1	0,98
4	0,07	0,01	0,99
5	0,04	0,01	1

Tabla 4: Valores de los autovectores sobre la CP1 y CP2.

Autovectores		
Variables	CP1	CP2
kg/ha	-0,38	0,4
T. Hoja	0,49	-0,34
M. Marrón	0,55	-0,24
ROYA_SUP	0,39	0,59
ROYA_MED	0,4	0,57

Todos los tratamientos se comportaron de forma diferente al testigo sano, quien presentó el rendimiento más alto y bajos niveles de severidad de RAS y EFC, y al testigo enfermo, quien presentó el rendimiento más bajo y los niveles más altos de severidad de RAS y EFC.

Los tratamientos con bencimidazoles se agrupan diferenciándose por rendimiento y niveles de control de EFC y de RAS; La doble aplicación de bencimidazol (R3 + R6) presentó menores valores de severidad de EFC y mayor rendimiento.

La aplicación en R3 presentó la severidad más alta de EFC y los rendimientos más bajos. La aplicación en R6 presentó rendimientos intermedios entre las dos anteriores pero los valores de severidad de EFC fueron altos. Este grupo tuvo el menor grado de control de RAS no influyendo en esto el momento de aplicación, lo que coincide con lo expresado en el trabajo de Godoy et al. (2004), quienes encontraron menos eficientes en el control de RAS a los bencimidazoles, comparándolos con triazoles, estrobirulinas y mezclas y difiere de lo encontrado por Gadban et al. (2005) quienes no encontraron diferencias entre bencimidazoles y fungicidas pertenecientes los grupos anteriormente nombrados.

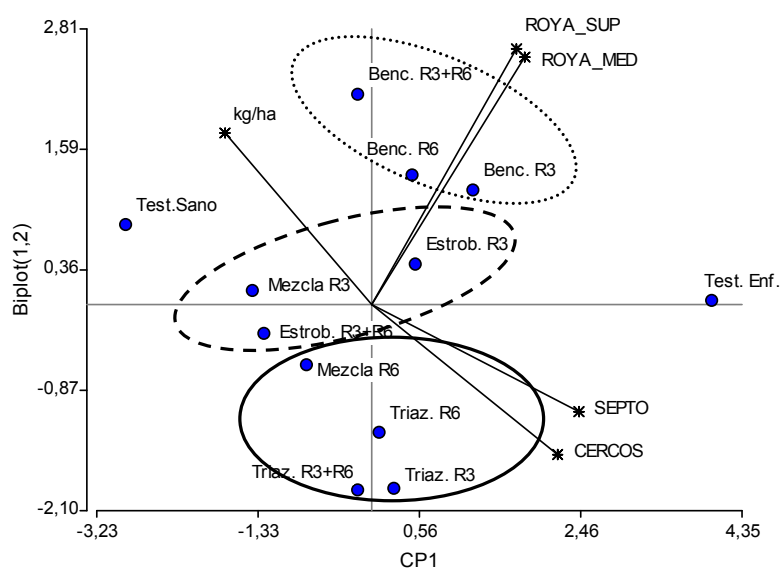


Fig. 2: Distribución de los tratamientos y de las variables según análisis de componentes principales.

Otro grupo quedó conformado por los tratamientos con triazoles y la mezcla R6, caracterizados por presentar los mayores niveles de control de RAS, bajo control de EFC y menores rendimientos. Todos los tratamientos con triazoles tuvieron un comportamiento similar. La doble aplicación y la aplicación temprana de triazoles (R3) presentaron mayor control de RAS que la aplicación tardía (R6), el tratamiento mezcla R6 demostró el mayor control de EFC, dentro del grupo, así como el rendimiento más alto, pero fue también el de menor grado de control de RAS.

Un tercer grupo quedó conformado por los tratamientos estrobirulina R3, estrobirulina R3 + R6; mezcla R3, caracterizándose por presentar rendimientos medios entre los dos grupos anteriores y niveles aceptables de control de enfermedades. Dentro del grupo el tratamiento estrobirulina R3, presenta el menor control de RAS y EFC, los demás tratamientos del grupo están a un mismo nivel presentando los mejores niveles de control de enfermedades del ensayo.

## CONCLUSIONES:

Las EFC tuvieron mayor incidencia sobre el rendimiento que la RAS.

RAS no influyó significativamente sobre los rendimientos debido a su presencia tardía en el cultivo.

Los grupos químicos evaluados se comportaron de forma diferente para el control de RAS ó EFC.

Los bencimidazoles presentaron muy bajo control de RAS y niveles aceptables de control de EFC.

Las estrobirulinas y mezclas presentaron el mejor control de enfermedades.

El triazol evaluado presentó los niveles más altos de control de RAS, pero fue deficiente en el control de EFC.

Las aplicaciones tardías, en R6 fueron menos eficientes en el control de enfermedades, principalmente en EFC.

Es necesario continuar con estudios a campo del control químico con fungicidas debido a las variaciones anuales de momento y grado de afectación de las enfermedades consideradas en el presente trabajo.

## BIBLIOGRAFIA:

ARIAS N., PELOSSI N., DE BATISTA J. y CARMONA M. 2004. Control of late stage soybean diseases in Entre Rios, Argentine. In: VII World Soybean Research Conference. Pag. 160. Documentos 228.

BOTTA G. 2003. In: M. SILLON y A. IVANCOVICH (Eds.) Curso Actualización en diagnóstico de enfermedades de soja. Campaña 2002-2003. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional Del Litoral. Págs. 1-12

BOTTA G. e IVANCOVICH A. 2003. In: M. SILLON y A. IVANCOVICH. (Eds.) Curso Actualización en diagnóstico de enfermedades de soja. Campaña 2002-2003. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional Del Litoral. Págs. 15-16

CABRERA M. G., ALVAREZ R. E., RAIMONDO M.R., CÚNDOM M. A. y GUTIÉRREZ S. A. 2004. Importancia de las enfermedades de fin de ciclo de la soja (*Glycine max*), en el NEA. Comunicaciones científicas y tecnológicas 2004. Universidad nacional del Nordeste.

CASAFE. 2001. Guía de productos fitosanitarios para la Republica Argentina. Edic. 2001. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes.

DIAZ C. G., PLOPER L. D., GALVEZ M. R., GONZALEZ V., ZAMORANO M. A., JALDO, H. E., LOPEZ C. y RAMALLO J. C. 2005. Efecto de las enfermedades de fin de ciclo en el crecimiento de distintos genotipos de soja relacionado a la fecha de siembra. Agriscientia 2005, VOL. 22 (1): 1-7

DISTEFANO S. 2003. In: E. SATORRE (Ed.) El Libro de la soja 1º Edición. SEMA. Bs. As. Págs. 123-131.

CALZADA BENZA J. 1964. Métodos estadísticos para la investigación.. 2da. Ed. Lima-Perú.

GADBAN L. C., DISTEFANO S. G., BARRETA, M. J., LIOTTA M. y MASIERO B. 2005. Efectos de fungicidas foliares en la severidad de la roya de la soja (*Phakopsora pachyrhizi*). Información para extensión N° 97. Soja Actualización 2005. EEA Marcos Juárez.

GUAN J., YANG X.B, IVANCOVICH A. y NUTTER F.W. 2003. Using high-resolution satellite images to assess soybean yield losses caused by leaf blight in Argentina. In: American Phytopathological Society Annual Meeting 2003. Publication no. P-2004-0017-NCA.

GODOY C. V. y CANTERI M. G. 2004. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. Fitopatologia Brasileira VOL. 29:097-101.

HARTMAN G .L. y MILES M. L. 2004. Roya en la soja: importancia histórica y perspectiva de los EE.UU. Revista Técnica de AAPRESID. Soja en Siembra Directa Págs. 151-156

IVANCOVICH A. y BOTTA G. 2002. La roya de la soja en la Argentina. Revista de Tecnología Agropecuaria. EEA Pergamino. Vol. VII N° 21: 16-17

MOREL W. y YORINORI J. T. 2002. Situación de la roya de la soja en el Paraguay. Boletín de divulgación N° 44. CRIA Capitán Miranda. 8pp.

PLOPER L., GÁLVEZ R., GONZALES V., JALDO H., ZAMORANO M. A, CORONEL N. B., DIAZ G. C. y DEVANI M. 2003a. In: E. SATORRE (Ed.) El Libro de la soja 1º Edición. SEMA. Bs. As. Págs. 135-146.

PLOPER L., GÁLVEZ R., GONZALES V., JALDO H., ZAMORANO M. A y DEVANI M. 2003b. In: M. SILLON y A. IVANCOVICH (Eds.) Curso Actualización en diagnóstico de enfermedades de soja. Campaña 2002-2003. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional Del Litoral. Págs. 66-78

PLOPER L. D. 2003c. In: M. SILLON y A. IVANCOVICH (Eds.) Curso Actualización en diagnóstico de enfermedades de soja. Campaña 2002-2003. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional Del Litoral. Págs. 59-65.

SINCLAIR, J.B. y SURTLLEF. M.C. 1980. Compendio de enfermedades de la soja. Editorial Hemisferio Sur. Bs. As.

VALLONE S. y GIORDA L. (Eds.) 1997. Enfermedades de la soja en Argentina. Editar. Córdoba.

VALLONE S., SALINES L., GADBAN L. y MASIERO B. 2003. Comparación de la acción de una estrobirulina y un bencimidazol en distintos estadios fenológicos para el control de enfermedades de fin de ciclo. Campaña 2002/2003. Soja Actualización 2003. Información para extensión N° 81. INTA Marcos Juárez.

YORINORI J.T., NUNES Jr. y LAZAROTTO J. J. 2004. Roya "asiática" de la soja en Brasil: evolución, importancia económica y control. Revista Técnica de AAPRESID. Soja en Siembra Directa. 158-161