

**Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Agronomía y Veterinaria**



“Trabajo Final Presentado para Optar al Grado de Ingeniero Agrónomo”

**“Comportamiento de variedades de soja
frente a enfermedades de fin de ciclo en el área rural de Jovita”**

**Pablo I. Biancotti
DNI: 30.375.047**

**Director: Ing. Agr. Guillermo J. March
Co-Director: Ing. Agr. (Dra.) Adriana D. Marinelli**

**Río Cuarto-Córdoba
Marzo de 2015**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: “Comportamiento de variedades de soja frente a enfermedades de fin de ciclo en el área rural de Jovita”

Autor: Pablo I. Biancotti

DNI: 30.375.047

Director: Ing. Agr. Guillermo J. March

Co-Director: Ing. Agr. (Dra.) Adriana D. Marinelli

Aprobado y corregido de acuerdo a las sugerencias del Jurado Evaluador:

Ing. Agr. Guillermo J. March_____

Fecha de presentación: ___/___/_____

Aprobado por Secretaría Académica: ___/___/_____

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a:

A mi familia en especial por su incondicional apoyo en este largo camino de la vida.

A Milagros por su compañerismo, tolerancia y empuje en esta última etapa de mi carrera.

A mis amigos de facultad que compartieron inolvidables momentos juntos a este lindo recorrido.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Guillermo March, por compartir sus conocimientos, su dedicación y hacerme simple todo lo complejo.

A la Ing. Agr. (Dra) Adriana Marinelli, por su apoyo incondicional desde lo profesional y lo humano.

Al Ing. Agr. Claudio Oddino, por estar siempre predispuesto a colaborar con lo que resultase necesario.

A la UNRC que me abrió sus puertas para formarme como ser humano y profesional de una carrera a la cual hoy me permite ejercer con pasión.

INDICE DE TEXTO

RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
INTRODUCCIÓN	1
HIPÓTESIS	4
OBJETIVO	4
MATERIALES y MÉTODOS	4
Enfermedades de fin de ciclo que afectan el follaje	5
Enfermedades de fin de ciclo latentes	6
Análisis Estadístico	7
RESULTADOS y DISCUSIÓN	7
Enfermedades de fin de ciclo del follaje	7
Enfermedades de fin de ciclo latentes	15
CONCLUSIONES	20
BIBLIOGRAFÍA CITADA	21

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Caracterización de variedades de soja incluídas en ensayo de comportamiento a enfermedades de fin de ciclo. Área rural de Jovita, campaña agrícola 2007/08.....	5
Cuadro 2. Escala nominal ordinal de severidad del tizón del tallo y vaina de la soja (<i>Phomopsis</i> spp.).....	6
Cuadro 3. Comparación de medias de incidencia y ABCPE de variedades de soja frente a infecciones naturales por la mancha foliar causada por <i>Alternaria</i> sp. Área rural de Jovita, campaña agrícola 2007/08	8
Cuadro 4. Comparación de medias de incidencia final y ABCPE de variedades de soja frente a infecciones naturales por la mancha ojo de rana causada por <i>Cercospora sojina</i> . Área rural de Jovita, campaña agrícola 2007/08	10
Cuadro 5. Comparación de medias de incidencia final y ABCPE de variedades de soja frente a infecciones naturales por la mancha marrón causada por <i>Septoria glycines</i> . Área rural de Jovita, campaña agrícola 2007/08.....	12
Cuadro 6. Comparación de medias de incidencia final y ABCPE de variedades de soja frente a infecciones naturales por la mancha marrón causada por <i>Pseudomonas syringae</i> . Área rural de Jovita, campaña agrícola 2007/08.....	13
Cuadro 7. Comparación de medias de incidencia final de enfermedades del follaje en variedades de soja frente a infecciones naturales. Área rural de Jovita, campaña agrícola 2007/08.....	15
Cuadro 8. Incidencia e Índice de Severidad del tizón del tallo y vaina causada por <i>Phomopsis sojiae</i> en variedades de soja frente a infecciones naturales. Área rural de Jovita, campaña agrícola 2007/08.....	16
Cuadro 9. Incidencia e Índice de Severidad de la antracnosis causada por <i>Colletotrichum</i> sp. en variedades de soja frente a infecciones naturales. Área rural de Jovita, campaña agrícola 2007/08.....	17
Cuadro 10. Comparación de la Incidencia e Índice de Severidad del tizón del tallo y vaina (<i>Phomopsis sojiae</i>) y de la antracnosis (<i>Colletotrichum</i> sp.) en variedades de soja frente a infecciones naturales. Campaña agrícola 2007/08, área rural de Jovita.....	17

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lluvias decádicas y mensuales desde diciembre 2007 a abril 2008. Establecimiento “La Amelia”, área rural de Jovita.....	4
Figura 2. Curvas de progreso de mancha foliar producida por <i>Alternaria</i> spp. Establecimiento “La Amelia”, área rural de Jovita. Campaña agrícola 2007/08.....	8
Figura 3. Curvas de progreso de mancha ojo de rana causada por <i>Cercospora sojina</i> . Establecimiento “La Amelia”, área rural de Jovita. Campaña agrícola 2007/08.....	9
Figura 4. Curvas de progreso de mancha marrón (<i>Septoria glycines</i>). Establecimiento “La Amelia”, área rural de Jovita. Campaña agrícola 2007/08.....	11
Figura 5. Curvas de progreso de tizón bacteriano (<i>Pseudomonas syringae</i>). Establecimiento “La Amelia”, área rural de Jovita. Campaña agrícola 2007/08.....	13
Figura 6. Incidencia final de enfermedades del follaje en variedades de soja frente a infecciones naturales. Campaña agrícola 2007/08, área rural de Jovita.....	15

RESUMEN

Las enfermedades foliares y latentes de fin de ciclo de la soja (EFC), se presentan cada año con intensidad variable en la región de influencia de la UNRC. Con el objetivo de evaluar el comportamiento de distintas variedades, se implantó un ensayo en el área rural de Jovita en un lote en el cual no se había sembrado soja en las dos campañas previas. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, se sembró manualmente el día 20 de enero de 2008. Entre fines de febrero y marzo se realizaron tres evaluaciones de incidencia (% de folíolos afectados sobre el tallo principal) de las enfermedades foliares en 20 plantas de los dos surcos centrales de cada parcela (cuatro surcos a 0,52 m x 10 m largo). A partir de los datos obtenidos para la comparación entre las variedades se consideraron la incidencia final y se estimó el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE). Las enfermedades latentes se analizaron antes de la cosecha y se usó el Índice de Severidad (IS) que surge de la incidencia (% de plantas afectadas) y la severidad (escala de 0-4). Los datos generados se compararon mediante ANAVA y la prueba de comparación de medias de Duncan ($p < 0,05$). La comparación de los cultivares frente a EFC del follaje (mancha foliar-*Alternaria* sp.; mancha marrón-*Septoria glycines*, mancha ojo de rana-*Cercospora sojina* y tizón bacteriano-*Pseudomonas syringae*) y las EFC latentes (tizón del tallo y vaina-*Phomopsis sojiae* y antracnosis-*Colletotrichum* sp.) permitió detectar diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las variedades de soja. Las enfermedades que generalmente tuvieron mayor intensidad fueron mancha marrón y tizón bacteriano, la de menor intensidad la mancha ojo de rana e intermedia la mancha foliar por *Alternaria* sp. En el caso de las EFC latentes, la antracnosis mostró mayores valores de intensidad que el tizón del tallo y vaina. El ABCPE fue mejor parámetro epidemiológico que la incidencia final para detectar diferencias entre las variedades frente a las EFC del follaje. La introducción constante de nuevas variedades en cada región productora obliga a su evaluación permanente frente a infecciones naturales por las enfermedades.

Palabras clave: *Glycine max*, *Alternaria* sp., *Septoria glycines*, *Cercospora sojina*, *Pseudomonas syringae*, *Phomopsis sojiae*, *Colletotrichum* spp., incidencia final, ABCPE.

Soybean varieties behavior front end of cycle diseases in rural areas of Jovita

ABSTRACT

Foliar and latent soybean diseases (EFC) occur each year with varying intensity in the region of influence of the UNRC. In order to evaluate the performance of different varieties, a field trial was implanted in the rural area of Jovita, on a field where soybean crops had not been planted in the previous two agricultural years. The experimental design was a randomized complete block with four replicates, being planted manually on January 20, 2008. Between late February and late March, three incidence assessments (% of affected leaflets on main stem) of foliar diseases in 20 plants from the two central rows of each plot (four rows at 0,52 m x 10 m of long). From the data obtained for comparison between varieties were considered the final incidence and estimated the Area Under Disease Progress Curve (AUDPC). Meanwhile latent diseases were evaluated before harvest, being used in this case the Severity Index (SI) that arises from the incidence (% of plants affected) and severity (scale of 0-4). The data generated were compared by ANOVA and mean comparison of Duncan test ($p < 0,05$). The comparison of soybean cultivars against EFC foliage (leaf-spot *Alternaria* sp., *Septoria glycines*-brown spot, frog-eye spot-*Cercospora sojina*, and bacterial blight-*Pseudomonas syringae*) and latent EFC (pod and stem blight-*Phomopsis sojiae*, and anthracnose-*Colletotrichum* sp.) allowed us to detect statistically significant differences ($p < 0,05$) among varieties. The EFC foliage which generally had higher intensity were brown spot and bacterial blight, lower intensity the frog eye leaf spot and intermediate intensity the spot foliar-*Alternaria* sp. In the other hand, the latent EFC anthracnose showed higher intensity (incidence and IS) to the pod and stem blight, but not always the differences were significant. The AUDPC was better epidemiological parameter than the final incidence to detect differences between varieties against foliage diseases. The introduction of new varieties each agricultural year in the different producing region, requires permanent evaluation against natural infection diseases.

Key word: *Glycine max*, *Alternaria* sp., *Septoria glycines*, *Cercospora sojina*, *Pseudomonas syringae*, *Phomopsis sojiae*, *Colletotrichum* spp., final incidence, AUDPC.

Comportamiento de variedades de soja frente a enfermedades de fin de ciclo en el área rural de Jovita

INTRODUCCION

La soja, *Glycine max* (L.) Merrill, es originaria de China y fue utilizada durante miles de años en Asia, tanto en alimento humano y animal como en el tratamiento de algunas enfermedades. El cultivo se ha expandido actualmente a la mayor parte del mundo, y es una de las principales fuentes de aceite y proteína vegetal (Sinclair y Backman, 1989).

En América, fue introducida en 1765 a Georgia (EE.UU.) y posteriormente a Illinois (EE.UU.) en 1851, desde donde se multiplicó y diseminó (Sinclair y Backman, 1989). En Argentina, aunque los primeros ensayos se realizaron entre 1910 y 1920 en Córdoba, la expansión sostenida del cultivo se inició a fines de la década del 60, cuando representaba el 0,06% de la producción mundial (Pascale, 1989).

En América del Sur la superficie sembrada con soja se incrementó notablemente entre las campañas 1990/91 y 2001/02, en Brasil 106%, en Argentina 170%, en Paraguay y Bolivia 125%. En la campaña 2002/03 la producción de estos países superó por primera vez a la producción de EE.UU. La demanda de soja y sus subproductos continuó creciendo, fundamentalmente por la entrada de China a los mercados de demanda (Rossi, 2007).

Desde el año 2000 a la fecha, Argentina pasó de 10 a 20 millones de hectáreas, y Brasil de casi 14 a 29,5 millones. Tasas de crecimiento superiores al 5% anual. Entre ambos países, agregaron casi 1,7 millones de hectáreas por año, hasta llegar a las 49,5 millones actuales. El resto de los países-Paraguay, Uruguay y Bolivia- suman unas 5,5 millones de hectáreas. Argentina y Brasil plantan tres Uruguay entero solo de soja. De este modo, la cosecha sudamericana de soja alcanza hoy el 55% del total mundial. Decir que la producción de cereales en ese grupo apenas participa con el 6% mundial, nos permite calibrar la relevancia de la oleaginosa. Quizás no hubo crecimientos tan expresivos en otro lugar del mundo, ni siquiera en los Estados Unidos durante el período de la revolución verde. La expansión sudamericana se ha dado claramente por ampliar la frontera agrícola. Y desde hace un tiempo se suma la intensificación: elevar los rendimientos y la producción por superficie. Todavía es esperable que sigan potenciándose ambos efectos. Sudamérica tiene un gran potencial y un largo camino por recorrer dada su frontera agrícola, sus países producen cerca de 300 millones de toneladas de granos, mientras que solo Estados Unidos, supera los 460 millones (Perez Rocha, 2014).

La sostenibilidad productiva de la soja depende fundamentalmente de factores bióticos, entre los que se destacan las enfermedades, malezas y plagas. En el mundo se citan más de 100 enfermedades que afectan al cultivo de soja, de las cuales solo 35 tienen importancia económica. En Argentina se identificaron 30 enfermedades (Baigorri, 2008);

encontrándose entre las más importantes las denominadas enfermedades de fin de ciclo (EFC), que causan importantes reducciones en los rendimientos; llegando a incluso provocar la pérdida total de la producción de un lote (Ploper, 1993).

Técnicos y productores señalan la creciente importancia de las EFC como factor limitante de la producción nacional de soja. El reconocimiento de la importancia de estas enfermedades se produce a partir de la implementación del monitoreo de lotes comerciales para detectar la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), que permitieron también “descubrir” a estas enfermedades. Además, es necesario destacar como contribución a este “descubrimiento”, los aumentos registrados en la producción y en la calidad de semilla generados por el uso de fungicidas aplicados para el control de las EFC en numerosos lotes (Molina *et al.*, 2004).

Las EFC poseen características particulares que las hacen diferentes a las enfermedades que productores y técnicos estaban acostumbrados a manejar en otros cultivos extensivos. Entre estas características diferentes deberíamos comenzar por la propia definición del nombre común de estas enfermedades; así, se entiende por EFC a un grupo de enfermedades cuyos síntomas se manifiestan normalmente en estados reproductivos intermedios y avanzados (Vallone *et al.*, 1997). Si bien los síntomas que causan se tornan más conspicuos en estas etapas del cultivo, la mayoría de los patógenos que las provocan están presentes en etapas previas, en algunos casos provocando infecciones latentes sin posibilidad de observación directa a campo (asintomáticas), debido a los prolongados períodos de incubación del patógeno, o formando estructuras reproductivas que contribuyen a aumentar la presión de inóculo en las etapas de mayor susceptibilidad de la planta. Como consecuencia de lo anterior, hay un aumento de la severidad hacia el fin de ciclo que incluso se puede confundir con la senescencia natural, pudiendo muchas veces pasar desapercibido, lo que dificulta la toma de decisión.

Estas características de las EFC son de gran importancia, ya que la espera de la visualización de los síntomas y fructificaciones (como puede ser costumbre para otras enfermedades en cultivos como trigo, maíz, cebada, maní) puede llevar a un atraso en la toma de la decisión química en relación al período crítico de generación de rendimiento del cultivo de soja y no lograr consecuentemente el impacto deseado. Como lo señalan Carmona *et al.* (2003, 2004), las EFC constituyen un complejo de enfermedades que como tal ofrece inherentemente mayores obstáculos para el diagnóstico y su cuantificación individual.

Por lo general, los principales patógenos causantes de las EFC son hemibiotróficos, los que además de usar a la semilla como un medio efectivo de dispersión, se caracterizan por extraer nutrientes de tejidos muertos (rastrojo) y producir inóculo en ellos (March *et al.*, 2010). Junto con la expansión de la soja en el país ha crecido la superficie bajo siembra directa; por lo que la combinación de monocultivo y siembra directa, genera frecuentemente

excelentes condiciones para la multiplicación y supervivencia de los patógenos causantes de las EFC.

Entre las principales EFC que afectan el follaje en Argentina se citan la mancha marrón (*Septoria glycines*), el tizón foliar (*Cercospora kikuchii*), la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*), el mildiú (*Peronospora manshurica*), el oídio (*Microsphaera difussa*), el síndrome de la muerte repentina (*Fusarium solani*) y la roya de la soja (*Phakopsora* sp.), y entre las latentes que se observan previo a la cosecha principalmente en los tallos tenemos el tizón del tallo y vaina (*Phomopsis* spp.) y la antracnosis (*Colletotrichum* spp.) (Wrather *et al.*, 2001; Carmona *et al.*, 2003; Ploper *et al.*, 2005; Maumary, 2008; Mueller *et al.*, 2010; Littardo *et al.*, 2011).

La mayoría de estas enfermedades han sido detectadas en las áreas sojeras de departamentos del norte y sur de nuestra provincia a través de trabajos de monitoreo (Marinelli *et al.*, 2006, 2008). Más recientemente se ha señalado en nuestra región a la mancha púrpura del tallo causada por *C. kikuchii* (García *et al.*, 2009), siendo éste el patógeno de más elevada frecuencia de detección en las muestras de semillas evaluadas en los años 2007 a 2011 en el centro-sur de Córdoba y este de San Luis (García *et al.*, 2012).

Las pérdidas que en conjunto producen las enfermedades en soja han sido estimadas entre 7%, 10% y 20%, variando según región productora y campaña agrícola (Wrather *et al.*, 1997, 2001; Vallone, 2002; Carmona, 2003; Vallone *et al.*, 2003; Arias *et al.*, 2004). En trabajos realizados en la región productora de soja de nuestra provincia, se estimaron pérdidas de cosecha por distintas EFC que afectan tallo y raíces actuando solas o simultáneamente, que oscilaron entre 1 y 8 qq/ha, y estuvieron notablemente relacionados a las rotaciones largas y al monocultivo respectivamente (March *et al.*, 2007).

Algunas de las EFC señaladas, afectaron con distinta intensidad variedades de soja incluidas en ensayos realizados en Pozo del Molle, Olaeta, Río Cuarto y Gral. Cabrera, en el marco de tesis de grado de nuestra facultad (Vázquez *et al.*, 2003; Marinelli *et al.*, 2005; Género *et al.*, 2010; Palazesi *et al.*, 2010;), y en los monitoreos de lotes comerciales (Marinelli *et al.*, 2006, 2008).

A los fines de contribuir a evaluar el comportamiento que frente a enfermedades presentan las variedades de soja sembradas en nuestra región productora, y de esta manera disponer de información actualizada y obtenida de acuerdo a metodologías de experimentación en las distintas zonas productoras de influencia de la UNRC, se llevó a cabo el presente estudio.

HIPÓTESIS

Las variedades de soja muestran diferente comportamiento frente a las enfermedades de fin de ciclo.

OBJETIVO

Evaluar el comportamiento de variedades de soja frente a las enfermedades de fin de ciclo en infecciones naturales en el área rural de Jovita (Córdoba).

MATERIALES y MÉTODOS

A fin de cumplir con el objetivo planteado, el 20 de enero de 2008 se sembró un ensayo de variedades de soja en el Establecimiento “La Amelia”, ubicado a 7 km al oeste de la localidad de Jovita, sur de la provincia de Córdoba. En el lote del ensayo se habían sembrado con anterioridad maní (campana 2005/06), maíz (campana 2006/07) y trigo (invierno del 2007); lo que significó que en el mismo no se observará la presencia de rastrojo de soja. El retraso en la fecha de siembra se debió a la falta de lluvias que caracterizó a esta campana agrícola (Figura 1).

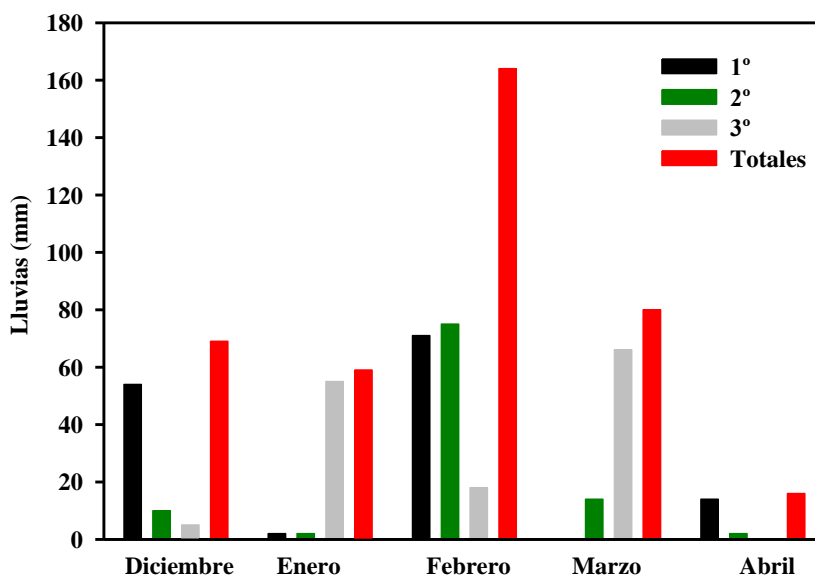


Figura 1. Lluvias decádicas y mensuales desde diciembre 2007 a abril 2008. Establecimiento “La Amelia”, área rural de Jovita.

En el estudio se incluyeron 11 variedades de soja pertenecientes a distintos grupos (III, IV y V) y semilleros (Cuadro 1).

Cuadro 1. Caracterización de variedades de soja incluídas en ensayo de comportamiento a enfermedades de fin de ciclo. Área rural de Jovita, campaña agrícola 2007/08.

Variedad	Ciclo	Crecimiento	Semillero
DM 3500	III Medio	Indeterminado	Don Mario
DM 3700	III Largo	Indeterminado	Don Mario
FN 4.10	IV Corto	Indeterminado	Ferías del Norte
ALM 4200	IV Corto	Indeterminado	Marchioni
A 4613	IV Largo	Indeterminado	Nidera
DM 4800	IV Largo	Indeterminado	Don Mario
DM 4870	IV Largo	Indeterminado	Don Mario
SPS 4900	IV Largo	Indeterminado	SPS
DM 50048	V Corto	Indeterminado	Don Mario
NA 5485	V Medio	Indeterminado	Nidera
DM 5.5	V Medio	Indeterminado	Don Mario

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, siendo las parcelas correspondientes a cada variedad en cada bloque de cuatro surcos separados a 0,52 m y 10 m de longitud. La siembra manual se realizó a una densidad de 20-21 semillas/m lineal.

En pre-siembra se realizó un barbecho químico a fin de controlar las malezas presentes, para lo cual se usó la mezcla de 3 l de glifosato y 0,5 l de 2,4-D por ha.

Enfermedades de fin de ciclo que afectan el follaje

El seguimiento y cuantificación de las EFC que afectan el follaje se efectuó cada dos semanas sobre 10 plantas seguidas, ubicadas aproximadamente en el centro de cada uno de los dos surcos centrales de cada parcela (20 plantas en total), desde los primeros estadios reproductivos hasta madurez fisiológica del cultivo, lo que significó la realización de tres evaluaciones.

La incidencia de cada enfermedad se estimó sobre los folíolos de las hojas del eje principal de las plantas según:

$$\text{Incidencia: } \frac{\text{N}^\circ \text{ de folíolos con síntomas} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ total de folíolos}}$$

En cada fecha de evaluación, dos plantas de cada parcela se llevaron al laboratorio de Fitopatología (FAV-UNRC), para la confirmación del diagnóstico realizado a campo a través de la observación en lupa y microscopio en caso de ser necesario.

En el caso de las EFC que afectan el follaje se calculó el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) a fin de estimar el efecto total de enfermedad:

$$\text{ABCPE: } \sum_i^{n-1} [(Y_i + Y_{i+1})/2](T_{i+1} - T_i)$$

donde **n** es el número de evaluaciones, **Y_i + Y_{i+1}** corresponde a dos valores consecutivos de incidencia, y **T_{i+1}-T_i** al período de tiempo transcurrido entre las evaluaciones de ambos valores de incidencia. En otras palabras, cada ABCPE parcial se estima según la fórmula para calcular la superficie de un trapecio, siendo sus bases las evaluaciones consecutivas de la incidencia, y la altura el periodo entre dos evaluaciones, dividido por 2. Su suma da el ABCPE que se identifica con el efecto total de enfermedad (Campbell y Madden, 1990).

Por otro lado, se analizó el comportamiento de cada variedad de manera independiente, frente a las EFC que afectan el follaje, considerando la incidencia final como parámetro de intensidad.

Enfermedades de fin de ciclo latentes

Por su parte, en el caso de las EFC que generalmente permanecen en latencia durante el cultivo (principalmente tizón de tallo y vaina-*P. sojae*, y antracnosis-*Colletotrichum* spp., en nuestra región), la incidencia y severidad se determinaron considerando la presencia del signo del patógeno en tallos y/o vainas a madurez fisiológica.

La incidencia se evaluó como % de plantas afectadas y la severidad según escala la escala nominal ordinal desarrollada por Marinelli *et al.* (2007). Esta escala consta de cinco grados (0-4) considerando síntomas y signo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Escala nominal ordinal de severidad del tizón del tallo y vaina de la soja (*Phomopsis* spp.).

Grado	Descripción
0	Planta asintomática.
1	Síntoma y signo en un solo sector de la planta, primeros nudos de tallo principal o de una rama
2	Síntoma y signo en varios sectores de la planta.
3	Síntoma y signo en toda la planta.
4	Signo en las vainas.

En base a la escala propuesta y considerando el porcentaje de plantas con cada grado de severidad (Y) se calculó el índice de severidad (IS) según:

$$IS: \frac{XY_0 + X_1Y_1 + X_2Y_2 + X_3Y_3 + X_4Y_4}{100}$$

donde IS es el Índice de severidad, X el % de plantas para cada grado de severidad e Y el grado de severidad (0 - 4). Esta fórmula, propuesta por March *et al.* (2002), para evaluar el

Mal de Río Cuarto en maíz, permite ponderar la intensidad de una enfermedad considerando en un mismo índice los parámetros epidemiológicos de incidencia y severidad.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante el análisis de la varianza (ANAVA) y prueba de Duncan de comparación de medias ($p < 0,05$), evaluando la incidencia y severidad final, utilizando el Programa INFOSTAT (Di Rienzo, *et al.* 2014).

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Según se señalara, en el área del ensayo (establecimiento “La Amelia”, zona rural de Jovita), las lluvias fueron escasas, tanto antes de la siembra como durante el desarrollo del cultivo (388 mm de diciembre a marzo inclusive), lo que repercutió no solo en su evolución sino también en la presentación y progreso de las enfermedades, según se analizará en este trabajo.

Desde la siembra (20 de enero) al 29 de marzo (última evaluación de las enfermedades del follaje) las lluvias fueron de solo 178 mm (164 mm en febrero), con la particularidad de registrarse lluvias abundantes en marzo recién los días 28 y 30, por lo que no influyeron en el progreso de las enfermedades ya que la última evaluación fue efectuada el 29 de marzo.

Además de las escasas lluvias durante marzo previo a la última evaluación, las temperaturas máximas superaron los 30 °C durante la mayor parte de los días, lo que significó un marcado estrés hídrico en el cultivo y condiciones adversas a la dispersión del inóculo e infecciones.

Enfermedades de fin de ciclo del follaje

Las enfermedades del follaje que se presentaron en este ensayo fueron la mancha foliar por *Alternaria* sp., la mancha marrón (*S. glycines*), la mancha ojo de rana (*C. sojina*) y el tizón bacteriano (*Pseudomonas syringae* pv *glycinea*). Por su parte, las enfermedades latentes que se registraron previo a la cosecha fueron causadas por *P. sojiae* y *Colletotrichum* spp.

En un ensayo similar realizado por Palazesi *et al.* (2010) en Río Cuarto (CAMDOCEX), durante prácticamente el mismo período de evaluación, también se identificó al tizón foliar (*C. kikuchii*) y al mildiu (*P. manshurica*). No así, la mancha foliar por *Alternaria* sp. Es interesante señalar que estos autores incluyen entre las variedades evaluadas a algunas utilizadas en el ensayo realizado en “La Amelia” (DM 3500, DM 3700, DM 4800, A 4613, DM 5.5). Esta sola diferencia entre las enfermedades identificadas en ambos ensayos realizados en zonas productoras del sur de Córdoba, nos señala la

importancia de evaluar el comportamiento de las variedades de soja frente a infecciones naturales en distintos ambientes.

En la figura 2 se graficaron las curvas de progreso de la mancha foliar por *Alternaria* sp.

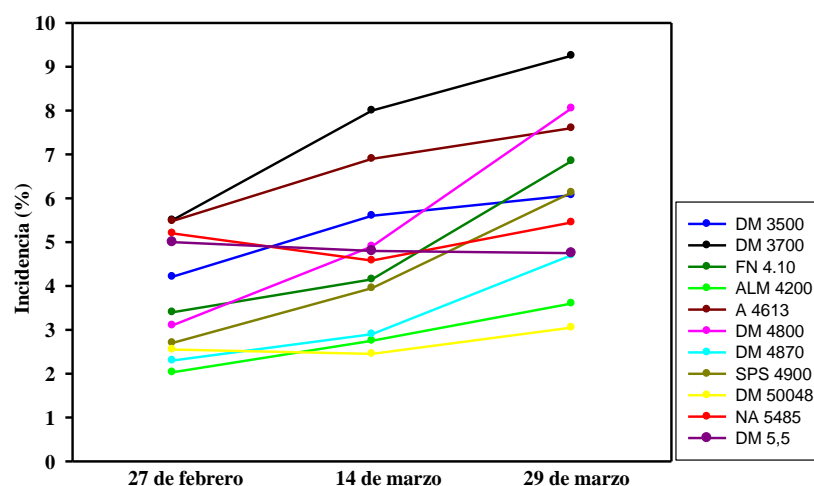


Figura 2. Curvas de progreso de la mancha foliar por *Alternaria* spp. Establecimiento “La Amalia”, área rural de Jovita. Campaña agrícola 2007/08.

Según se observa en esta figura, la mancha foliar por *Alternaria* sp. no alcanzó el 10% de incidencia final en la variedad más afectada (DM 3700). El ANAVA y la comparación de medias tanto de la incidencia final como especialmente del ABCPE, permitió detectar diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las variedades (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de medias de incidencia y ABCPE de variedades de soja frente a infecciones naturales por la mancha foliar causada por *Alternaria* sp. Área rural de Jovita, campaña agrícola 2007/08.*

Variedad	Incidencia (%)	Variedad	ABCPE
DM 50048	3,1 a	DM 50048	80,3 a
ALM 4200	3,6 ab	ALM 4200	82,0 a
DM 4870	4,7 abc	DM 4870	98,5 ab
NA 5485	4,8 abc	SPS 4900	119,0 bc
DM 5.5	5,5 abcd	FN 4.10	142,8 cd
DM 3500	6,1 bcde	NA 5485	149,3 d
SPS 4900	6,1 bcde	DM 5.5	150,5 d
FN 4.10	6,9 cdef	DM 4800	158,3 d
A 4613	7,6 def	DM 3500	161,3 d
DM 4800	8,1 ef	A 4613	201,8 e
DM 3700	9,3 f	DM 3700	231,0 f

*Comparación de medias según prueba de Duncan ($p < 0,05$).

A similitud de lo comprobado por Pérez Brandan *et al.* (2009) y Palasezi *et al.* (2010), al analizar el comportamiento de cultivares frente a infecciones naturales por enfermedades en soja, el ABCPE permitió una separación más marcada entre los mismos, frente a la mancha foliar por *Alternaria*.

Como se señaló anteriormente, la mancha foliar por *Alternaria* sp. no fue detectada en el ensayo efectuado este mismo año en Río Cuarto por Palasezi *et al.* (2010). Esta enfermedad no se encuentra ampliamente difundida en nuestra provincia, siendo generalmente pocas veces citada (Vázquez *et al.*, 2003; Marinelli *et al.*, 2006, 2008; Distéfano y Gadban, 2009; Género *et al.*, 2010; Distéfano, 2014). Incluso, de manera similar a lo registrado en la provincia de Córdoba, en otras regiones esta enfermedad es considerada de importancia menor cuando es comparada con otras enfermedades del follaje (Cabrera *et al.*, 2004; Litardo *et al.*, 2011).

De acuerdo con Gally (2006), este patógeno está asociado principalmente a la senescencia del cultivo; siendo transmitido por la semilla y a través del rastrojo infectado; por lo que es factible que en este ensayo haya sido introducida al lote a través de la semilla, ya que el lote hacía por lo menos tres campañas en que no se había sembrado soja. En un amplio trabajo analizando la carga fúngica de semilla de soja en muestras provenientes del sur de Córdoba y este de San Luis en las campañas 2007 a 2011 inclusive, García *et al.* (2012) señalan el incremento paulatino de este patógeno en la semilla.

En la figura 3 se han graficado las curvas de progreso de la mancha ojo de rana causada por *C. sojina*.

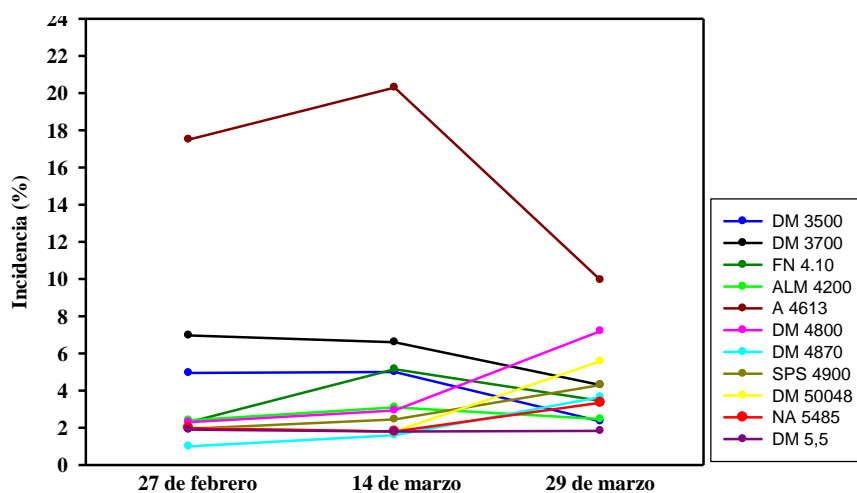


Figura 3. Curvas de progreso de la mancha ojo de rana por *Cercospora sojina*. Establecimiento “La Amelia”, área rural de Jovita. Campaña agrícola 2007/08.

Según se observa en esta figura, como en el caso de la mancha foliar por *Alternaria*, la mancha ojo de rana también tuvo muy baja incidencia final, oscilando entre 2 y 10%, destacando a la variedad A 4613 que mostró valores superiores al resto de las variedades en

todas las evaluaciones, pero no superando el 10% de incidencia final. El ANAVA y comparación de medias tanto de la incidencia final como especialmente del ABCPE, permitió detectar diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las variedades (Cuadro 4). Como en el caso de la mancha foliar por *Alternaria* sp., el ABCPE permitió detectar diferencias significativas entre algunas variedades que no se logró cuando se usó la severidad final.

Cuadro 4. Comparación de medias de incidencia final y ABCPE de variedades de soja frente a infecciones naturales por la mancha ojo de rana causada por *Cercospora sojina*. Área rural de Jovita, campaña agrícola 2007/08.*

Variedad	Incidencia (%)	Variedad	ABCPE
DM 5.5	1,8 a	DM 5.5	54,8 a
DM 3500	2,4 ab	DM 4870	59,3 a
ALM 4200	2,5 ab	NA 5485	67,5 ab
NA 5485	3,4 ab	SPS 4900	69,8 ab
FN 4.10	3,5 ab	DM 50048	83,5 ab
DM 4870	3,7 ab	ALM 4200	84,0 ab
SPS 4900	4,3 abc	DM 3500	85,5 ab
DM 3700	4,3 abc	DM 4800	92,6 b
DM 50048	5,6 bc	FN 4.10	121,5 c
DM 4800	7,2 cd	DM 3700	181,3 d
A 4613	9,9 d	A 4613	510,8 e

*Comparación de medias según prueba de Duncan ($p < 0,05$).

Como ya señaláramos, esta enfermedad fue también detectada en el ensayo efectuado este mismo año en Río Cuarto por Palazesi *et al.* (2010), lo que era de esperar ya que está ampliamente difundida en nuestra provincia y en todas las regiones sojeras de Argentina (Cabrera *et al.*, 2004; Marinelli *et al.*, 2006; Distéfano y Gadban, 2009; Género *et al.*, 2010; Litardo *et al.*, 2011; Sillón y Sierra, 2012; Distéfano, 2014).

Considerando las mismas variedades sembradas en este estudio y en el de Palazesi *et al.* (2010), los valores de incidencia final y de ABCPE del ensayo en Jovita fueron 3,3 y 4,5 veces inferiores en promedio respectivamente. Esta diferencia es atribuible a las mayores lluvias ocurridas en el CAMDOCEX durante el monitoreo de las enfermedades -más de 150 mm de diferencia-, y a la siembra sobre rastrojo de soja infectado en este último sitio. Es interesante señalar que, de acuerdo a Distéfano y Gadbán (2011), cuando se presentan condiciones ambientales altamente favorables a la enfermedad, el efecto del cultivo predecesor sobre la intensidad de esta enfermedad es superado por la presión de inóculo que se genera en la región productora, no obstante lo cual en condiciones normales es menor su intensidad en rotación como ocurrió en estos trabajos.

La variedad A 4613, una de las variedades que registró mayor intensidad (incidencia final, ABCPE) de la mancha ojo de rana en este ensayo y en el de Palazesi *et al.* (2010), también fue la de mayor intensidad en los ensayos realizados por Género *et al.* (2010) y Couretot y Ferraris (2010), es decir en diferentes sitios y en distintas campañas agrícolas. Es factible que esta particularidad sea por la cual esta variedad es frecuentemente usada en evaluaciones de tratamientos con fungicidas (Lago *et al.*, 2011; Couretot *et al.*, 2012).

En la campaña siguiente (2008/09) a la de este estudio, la mancha ojo de rana causó la mayor y más extendida epidemia que abarco la principal área sojera de Argentina, ocasionando severas pérdidas de cosecha (Carmona *et al.*, 2009). En campañas posteriores llegó a adquirir tal importancia que se realizaron numerosos estudios para su manejo, especialmente a través del uso de cultivares y de fungicidas (Alaggia *et al.*, 2010; Couretot *et al.*, 2009, 2012; Distéfano y Gadbán, 2010; Género *et al.*, 2010; Lago *et al.*, 2011; Marinelli *et al.*, 2010; Oddino *et al.*, 2010). De acuerdo con Distéfano y Gadbán (2010), el uso de variedades resistentes es la táctica más importante para el control de esta enfermedad, aunque lamentablemente su disponibilidad en el área pampeana central es escasa, por lo que la evaluación permanente de variedades en diferentes regiones debería ser una constante.

En la figura 4 se han graficado las curvas de progreso de la mancha marrón causada por *Septoria glycines*.

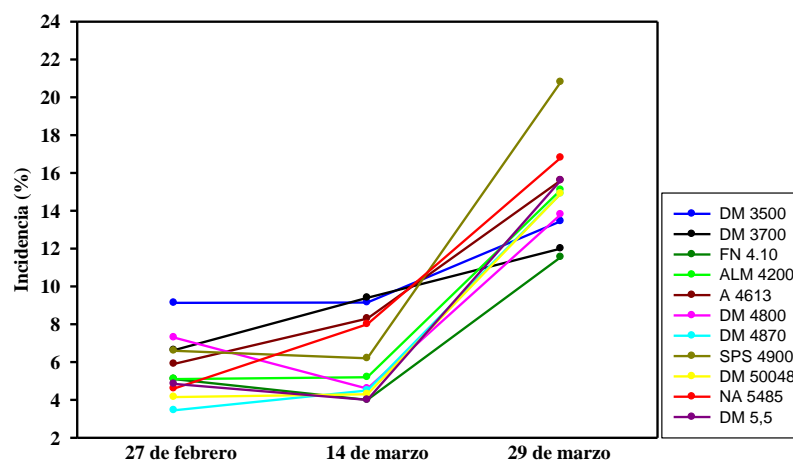


Figura 4. Curvas de progreso de mancha marrón por *Septoria glycines*. Establecimiento “La Amelia”, área rural de Jovita. Campaña agrícola 2007/08.

En general, en todos los cultivares del ensayo, mancha marrón alcanzó una incidencia final con valores más elevados que en los casos de la mancha foliar por *Alternaria* y que en la mancha ojo de rana. El ANAVA y comparación de medias tanto de la incidencia final y del ABCPE, permitió detectar diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) según consta en el cuadro 5. A diferencia de las enfermedades anteriormente evaluadas,

ambos parámetros de intensidad de enfermedad arrojaron resultados similares en la calificación de las variedades.

Cuadro 5. Comparación de medias de incidencia final y ABCPE de variedades de soja frente a infecciones naturales por mancha marrón causada por *Septoria glycines*. Área rural de Jovita, campaña agrícola 2007/08.*

Variedad	Incidencia (%)	Variedad	ABCPE
FN 4.10	11,6 a	DM 5.5	77,3 a
DM 3700	12,0 a	DM 4870	78,3 a
DM 3500	13,5 ab	DM 50048	100,5 ab
DM 4800	13,8 ab	ALM 4200	105,3 bc
DM 50048	14,9 ab	SPS 4900	119,3 bcd
DM 4870	14,9 ab	FN 4.10	126,5 cde
ALM 4200	15,1 ab	NA 5485	139,5 def
A 4613	15,6 ab	DM 4800	150,5 ef
DM 5.5	15,6 ab	DM 3500	163,8 fg
NA 5485	16,8 b	DM 3700	180,80 g
SPS 4900	20,8 c	A 4613	419,3 h

*Comparación de medias según prueba de Duncan ($p < 0,05$).

Si consideramos las mismas variedades sembradas en este estudio y en el de Palazesi *et al.* (2010), se observa que los valores de incidencia final y de ABCPE del ensayo en Jovita fueron 1,7 y 6 veces inferiores en promedio para mancha marrón. Como en el caso de mancha ojo de rana, esta diferencia es atribuible a las mayores lluvias ocurridas en el CAMDOCEX durante el monitoreo de las enfermedades -más de 150 mm de diferencia-, y a la siembra sobre rastrojo de soja infectado en este último sitio.

Esta enfermedad está ampliamente difundida en la provincia de Córdoba, presentándose prácticamente todos los años (Vázquez *et al.*, 2003; Marinelli *et al.*, 2006, 2008; Género *et al.*, 2010; Distefano, 2014). En estudios de monitoreo de departamentos del sur de Córdoba y en provincia de Buenos Aires se comprobó que mancha marrón presenta mayor prevalencia que mancha ojo de rana (Litardo *et al.*, 2011; Marinelli *et al.*, 2006). Como en el caso de mancha ojo de rana se realizan frecuentemente ensayos para su control químico dada la falta de variedades resistentes (Couretot *et al.*, 2009, 2012; Sillón y Sierra, 2012).

En la figura 5 se han graficado las curvas de progreso del tizón bacteriano causado por *Pseudomonas syringae*.

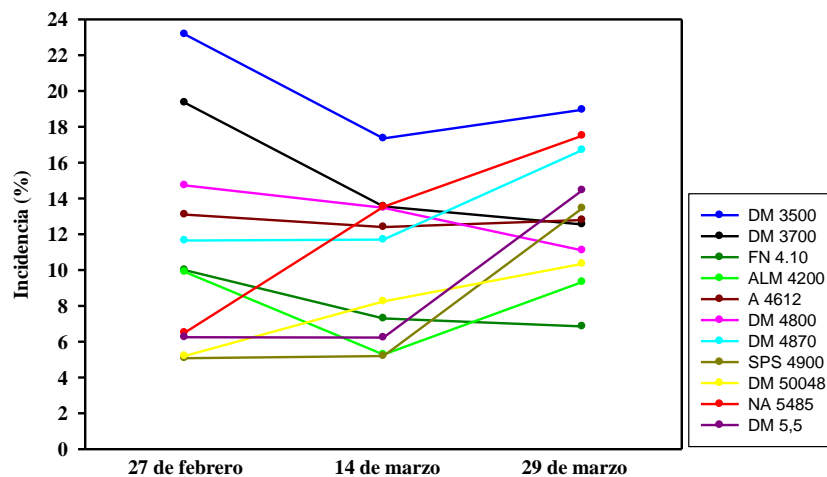


Figura 5. Curvas de progreso del tizón bacteriano por *Pseudomonas syringae*. Establecimiento “La Amelia”, área rural de Jovita. Campaña agrícola 2007/08.

Para la dispersión de las bacterias es muy importante la ocurrencia de lluvias frecuentes y abundantes, y para que causen infección la presencia de agua libre sobre los folíolos para poder alcanzar los sitios de penetración como estomas y/o heridas (Yang, 1997; Romero, 2007; Damicone, 2009). Sweets *et al.*, (2008) señalan que la falta de lluvias y las altas temperaturas son desfavorables al progreso de esta enfermedad, por lo que la influencia de éstas en nuestra región durante marzo, determinaron que en la mayoría de las variedades del ensayo se mantuviera o disminuyera su intensidad, aumentando levemente hacia fines de mes.

El ANAVA y la comparación de medias tanto de la incidencia final como especialmente del ABCPE, permitió detectar diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las variedades (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de medias de incidencia final y ABCPE de variedades de soja frente a infecciones naturales por tizón bacteriano causado por *Pseudomonas syringae*. Área rural de Jovita, campaña agrícola 2007/08.*

Variedad	Incidencia (%)	Variedad	ABCPE
FN 4.10	4,10 a	DM 5.5	213,3 a
ALM 4200	10,8 b	ALM 4200	223,5 a
DM 4800	11,2 b	FN 4.10	236,8 a
DM 3700	12,6 bc	DM 5.5	236,8 a
A 4613	12,7 bc	DM 4800	293,5 b
SPS 4900	13,5 bcd	DM 50048	306,8 b
DM 5.5	14,5 bcd	A 4613	380,3 c
DM 50048	14,9 bcd	NA 5485	382,0 c
DM 4870	16,7 bcd	DM 4870	388,5 c
NA 5485	17,5 cd	DM 3700	444,0 c
DM 3500	19,0 d	DM 3500	583,8 d

*Comparación de medias según prueba de Duncan ($p < 0,05$).

Como en el caso de la mancha ojo de rana y la mancha foliar por *Alternaria* sp., el ABCPE permitió detectar diferencias significativas entre algunas variedades que no se logró cuando se uso la severidad final.

En campañas anteriores a la de este estudio, de acuerdo con los resultados de monitoreos realizados en departamentos del sur de Córdoba, las bacteriosis están entre las enfermedades de mayor prevalencia e intensidad (Marinelli *et al.*, 2006, 2008). En este ensayo el tizón bacteriano alcanzó junto con la mancha marrón, mayor incidencia que las otras enfermedades del follaje, posiblemente porque ante la ausencia de lluvias en la mayor parte del mes de marzo, el rocío podría haber favorecido las infecciones. Si las condiciones ambientales no son favorables la bacteria permanece como epífita sobre la superficie de las hojas sin causar daño, pero si las condiciones ambientales le son favorables para “nadar” y alcanzar los sitios de entrada penetra a los folíolos causando infecciones (Romero, 2007; Mueller *et al.*, 2010).

A similitud de lo ocurrido con mancha marrón y mancha ojo de rana, en el ensayo efectuado en el CAMDOCEX (Palazesi *et al.*, 2010), los valores de incidencia final y ABCPE promedio de las mismas variedades, son menores en el ensayo de Jovita, siendo en este caso de prácticamente el 50%. Si bien las bacterias no se multiplican en el rastrojo y disminuyen paulatinamente su presencia, éste es considerado la principal fuente de inóculo (Yang, 1997; Damicone, 2009), por lo que son necesarias las rotaciones para eliminarlas del lote. De allí que la presencia del rastrojo en el CAMDOCEX y las mayores lluvias en este sitio, habrían favorecido su mayor incidencia.

Al evaluar el comportamiento de cada variedad de manera independiente (Cuadro 7 y Figura 6), se observa que el tizón bacteriano por *P. syringae* y la mancha marrón por *S. glycines* fueron las que en general alcanzan mayor incidencia, mientras que la mancha ojo de rana (*C. sojina*) fue la de menor incidencia, excepto en la variedad A 4613. Por su parte, la mancha foliar por *Alternaria* sp., tuvo valores intermedios en la mayoría de las variedades.

Cuadro 7. Comparación de medias de incidencia final de enfermedades del follaje en variedades de soja frente a infecciones naturales. Área rural de Jovita, campaña agrícola 2007/08.*

Patógeno	DM 3500	DM 3700	FN 4.10	ALM 4200	A 4613	DM 4800
<i>Cercospora sojina</i>	2,4 a	4,3 a	3,5 a	2,8 a	15,0 b	7,2 a
<i>Alternaria sp.</i>	6,8 b	9,3 b	6,9 b	3,2 a	7,6 a	7,8 ab
<i>Septoria glycines</i>	13,5 c	12,0 b	11,6 c	14,7 c	15,6 b	13,8 c
<i>Pseudomonas syringae</i>	19,0 d	12,6 b	6,9 b	10,8 b	12,7 b	11,1 bc
Patógeno	DM 4870	SPS 4900	DM 50048	NA 5485	DM 5.5	
<i>Cercospora sojina</i>	3,4 a	4,3 a	5,6 a	3,4 a	1,8 a	
<i>Alternaria sp.</i>	4,7 a	6,1 a	3,1 a	5,5 a	4,8 b	
<i>Septoria glycines</i>	14,9 b	20,8 c	10,4 b	16,8 b	15,6 c	
<i>Pseudomonas syringae</i>	16,7 b	13,5 b	14,9 c	17,5 b	14,5 c	

*Comparación de medias según prueba de Duncan ($p < 0,05$).

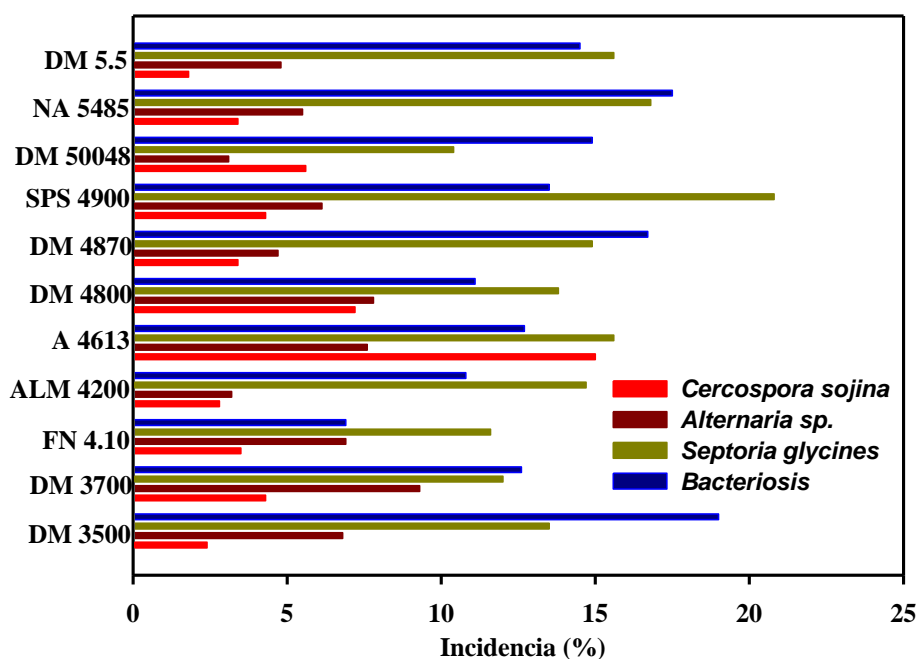


Figura 6. Incidencia final de enfermedades del follaje en variedades de soja frente a infecciones naturales. Campaña agrícola 2007/08, área rural de Jovita.

Enfermedades de fin de ciclo latentes

El tizón del tallo y de la vaina y la antracnosis se evaluaron al momento de la cosecha, por tratarse de enfermedades que expresan sus síntomas a la senescencia del cultivo (McGee, 1983). Los valores de incidencia e Índice Severidad (IS) del tizón del tallo y vaina correspondientes a cada variedad constan en el cuadro 7.

Cuadro 8. Incidencia e Índice de Severidad del tizón del tallo y vaina por *Phomopsis sojae* en variedades de soja frente a infecciones naturales. Área rural de Jovita, campaña agrícola 2007/08.*

Variedad	Incidencia (%)	Variedad	IS (0-4)
SPS 4900	20,0 a	SPS 4900	0,20 a
NA 5485	20,0 a	NA 5485	0,20 a
DM 3700	20,0 a	DM 3700	0,20 a
DM 50048	27,0 ab	DM 50048	0,27 ab
FN 4.10	27,0 ab	A 4613	0,27 ab
A 4613	27,0 ab	FN 4.10	0,33 ab
DM 3500	33,0 abc	DM 5.5	0,40 ab
DM 4800	33,0 abc	DM 3500	0,40 ab
DM 5.5	38,8 bc	DM 4800	0,40 ab
ALM 4200	46,0 c	ALM 4200	0,47 ab
DM 4870	46,0 c	DM 4870	0,53 b

*Comparación de medias según prueba de Duncan ($p < 0,05$).

Los valores de incidencia del tizón del tallo y vaina oscilaron entre 20 y 46%, mientras que el IS fue inferior a 0,5, excepto en la variedad DM 4870. Si se comparan estos valores con los correspondientes obtenidos en las mismas variedades del ensayo de Palazesi *et al.* (2010) en el mismo año, se comprueba que en este último los valores de incidencia e IS fueron tres y cinco veces superiores, respectivamente.

Si bien se ha comprobado que *Phomopsis* sp. es un importante patógeno presente en la semilla de soja usada en nuestra región productora (García *et al.*, 2012), la siembra sobre rastrojo de soja en el ensayo de Palazesi *et al.* (2010) sería el factor determinante de los mayores valores de intensidad registrados en dicho ensayo. En efecto, según lo demostró Milos *et al.* (2005) en estudios de campo realizados en el CAMDOCEX, el rastrojo infectado presente en el mismo lote es la principal fuente de inóculo causante de infecciones en el cultivo, dispersándose según la dirección de los vientos prevalentes hasta 30 m de distancia. Por su parte, March *et al.*, (2005) corroboró estos resultados al comprobar que, mientras en rotaciones la incidencia del tizón solo depende de las infecciones del inóculo presente en la semilla utilizada, cuando se siembra sobre rastrojo de soja infectado los valores se incrementan paulatinamente hasta la cosecha.

Argentina es líder mundial en adopción de siembra directa, abarcando el 79% del área de cultivo en el país (Aapresid, 2013). El monocultivo y la importancia que tiene la dispersión de *P. sojae* desde rastrojo de soja infectado serían, entre otras, las razones que hacen del tizón del tallo y de la vaina una de las enfermedades fúngicas endémicas en toda el área productora y una de las más importantes en el centro sur de Córdoba (Cuniberti *et al.*, 2003; Marinelli *et al.*, 2007; García *et al.*, 2012;). De allí los trabajos realizados en nuestra región con el objetivo de evaluar su control químico (March *et al.*, 2005; Marinelli *et al.*, 2011; Zuza *et al.*, 2012).

En el cuadro 9 se registraron los valores de incidencia e IS de la antracnosis.

Cuadro 9. Incidencia e Índice de Severidad de la antracnosis por *Colletotrichum* sp. en variedades de soja frente a infecciones naturales. Área rural de Jovita, campaña agrícola 2007/08.*

Variedad	Incidencia (%)	Variedad	IS (0-4)
A 4613	33,0 a	A 4613	0,33 a
NA 5485	33,0 a	NA 5485	0,40 a
DM 3700	33,0 a	DM 3700	0,40 a
DM 3500	37,5 a	DM 3500	0,40 a
DM 4800	40,0 ab	DM 50048	0,47 a
ALM 4200	46,0 ab	FN 4.10	0,53 ab
DM 50048	46,0 ab	DM 4800	0,53 ab
DM 5.5	46,0 ab	DM 5.5	0,60 ab
FN 4.10	47,0 ab	SPS 4900	0,60 a
SPS 4900	53,0 b	ALM 4200	0,60 ab
DM 4870	67,0 c	DM 4870	0,87 b

*Comparación de medias según prueba de Duncan ($p<0,05$).

Los valores de incidencia de antracnosis oscilaron entre 33 y 67%, es decir que prácticamente fueron el 50% superior que los correspondientes valores promedio de incidencia del tizón del tallo y vaina. En 4 de los 11 cultivares (A 4613, NA 5485, DM 3700 y DM 3500) la incidencia fue significativamente menor que la correspondiente a los cultivares SPS 4900 y DM 4870. Por su parte 6 cultivares (DM 4800, ALM 4200, DM 50048, DM 5.5 y FN 4.10) tuvieron una incidencia significativamente menor que la correspondiente a DM 4870 (cuadro 9).

Cuadro10. Comparación de la Incidencia e Índice de Severidad del tizón del tallo y vaina (*Phomopsis sojae*) y de la antracnosis (*Colletotrichum* sp.) en variedades de soja frente a infecciones naturales.

Campaña agrícola 2007/08, área rural de Jovita.*

Patógeno	DM 3500	DM 3700	FN 4.10	ALM 4200	A 4613	DM 4800
<i>Phomopsis sojae</i>	33,0 a	20,0 a	27,0 a	43,0 a	27 a	33,0 a
<i>Colletotrichum</i> sp.	37,5 a	33,0 a	47,0 b	46,0 a	33 a	40,0 a
	DM 4870	SPS 4900	DM 50048	NA 5485	DM 5.5	
<i>Phomopsis sojae</i>	46,0 a	20,0 a	29,7 a	20,0 a	38,8 a	
<i>Colletotrichum</i> sp.	67,0 b	53,0 b	46,0 b	33,0 b	46,0 a	

*Comparación de medias según prueba de Duncan ($p<0,05$).

Por su parte, el IS osciló entre 0,33 y 0,87 (Cuadro 9) por lo que también fue mayor que para el tizón. En estudios efectuados en campañas posteriores se mantiene esta relación, ya que se comprobó que mientras el IS de la antracnosis era mayor a 2,3 el tizón del

tallo y vaina era inferior a 2,0 (Marinelli *et al.*, 2011; Zuza *et al.*, 2012), lo que estaría indicando su importancia creciente en nuestra región productora. De allí los ensayos de control químico de la antracnosis iniciados en estos trabajos.

Cabrera *et al.* (2001) mencionan a la antracnosis debida a *C. truncatum* como causando severas pérdidas en las áreas sojeras de la región NE de Argentina (Chaco, Corrientes, Formosa y norte de Santa Fe). Estos autores atribuyen a las escasas lluvias y su distribución irregular registrada en la campaña 2000/01 en esa región, acompañadas de altas temperaturas, como factores climáticos que favorecieron la enfermedad, es decir una situación similar a la registrada en la región del ensayo y campañas posteriores.

Considerando los ensayos de evaluación de cultivares de soja frente a enfermedades, realizados en la región centro-sur de Córdoba (Vázquez *et al.*, 2003; Marinelli *et al.*, 2005; Género *et al.*, 2010; Palazesi *et al.*, 2010), es interesante señalar que en ninguno de ellos se registró la presencia de roya de la soja (*P. pachyrizi*) como así tampoco del oídio (*Microsphaera difussa*). En los monitoreos de lotes comerciales efectuados por Marinelli *et al.*, (2006, 2008) en las dos campañas previas (2005/06 y 2006/07), tampoco se había registrado roya pero si oídio.

Es claro que si bien hay enfermedades que están presentes en todos estos estudios, como mancha ojo de rana, mancha marrón, tizón bacteriano y tizón del tallo y vaina, hay otras que solo son citadas en algunos de ellos, como la mancha foliar por *Alternaria* sp., el mildiú, el tizón foliar, la antracnosis y la podredumbre húmeda por *Sclerotinia sclerotiorum*.

Los resultados de este trabajo y los obtenidos en otros realizados en nuestra región, nos señalan la importancia de la carga fúngica de la semilla utilizada, el rastrojo de cultivos anteriores de soja y la influencia del clima -especialmente las lluvias-, en la presentación de las enfermedades causadas por patógenos hemibiotróficos.

Por el contrario, en el caso de roya -que tanta atención generó entre técnicos y productores. Por su particularidad de ser un parásito obligado, el inóculo debe provenir desde regiones alejadas a la nuestra, a través de un “puente verde” conformado por cultivos de soja, donde se construiría paulatinamente el potencial inóculo, y coincidir su llegada a la región centro-sur de Córdoba con condiciones climáticas adecuadas para infecciones por este patógeno. Lo que según registró SINAVIMO (Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas Agrícolas), ocurrió excepcionalmente, y siempre hacia fines de nuestros cultivos. En el caso de oídio -otro parásito obligado-, el factor determinante que significó que fuera detectado excepcionalmente desde entonces (com. pers. Ing. Agr. Claudio Oddino), fue la extendida nevada de invierno del 2007, que abarcó gran parte de nuestra región productora, la cual habría eliminado el inóculo presente en los rastrojos infectados, por lo que al no estar presente sus formas de resistencia (cleistotecios) solo podrá aparecer por la llegada de inóculo exógeno a la región (com. pers. Dra. Adriana Marinelli). Llama la

atención que siendo el oídio dispersado por el viento a largas distancias (Sweets *et al.*, 2008), solo se haya detectado excepcionalmente en nuestra región desde 2007.

Por otra parte, es interesante señalar el empleo del ABCPE como parámetro para evaluar el comportamiento de variedades, ya que permitió demostrar diferencias que no se detectaban al emplear la intensidad (incidencia o severidad) final, que solo significa una valoración puntual en el tiempo. Esta metodología es particularmente útil cuando se han realizado pocas evaluaciones o las curvas de progreso son irregulares (Campbell y Madden, 1990; March *et al.*, 2012) como ha ocurrido en este trabajo. Jeger y Viljanen-Rollinson (2001), destacan especialmente a la evaluación de la resistencia de cultivares a enfermedades mediante el ABCPE, como una de las áreas donde mayor aplicación ha encontrado esta metodología.

Si bien, el uso de variedades resistentes es el método más económico y confiable para el manejo de las enfermedades, de acuerdo con Giorda y Baigorri (1997), esta táctica no siempre es factible de utilizar pues a veces el nivel de resistencia es inadecuado, o no se ha desarrollado para algunas de las enfermedades más importantes en una región productora.

Considerando lo analizado en este trabajo, la dinámica de introducción constante de nuevas variedades que hacen cada año los semilleros, obliga a su evaluación permanente frente a infecciones naturales por las enfermedades que afectan la soja.

CONCLUSIONES

- No obstante el bajo volumen de lluvias durante la campaña agrícola 2007/08, las EFC foliares y latentes de la soja estuvieron presentes en el ensayo realizado en Jovita.
- El comportamiento de los cultivares de soja frente a EFC del follaje (mancha foliar-*Alternaria* sp.; mancha marrón-*Septoria glycines*, mancha ojo de rana-*Cercospora sojina* y tizón bacteriano-*Pseudomonas syringae*) y las EFC latentes (tizón del tallo y vaina-*Phomopsis sojae* y antracnosis-*Colletotrichum* sp.) detectadas en este ensayo, fue diferente.
- En el caso de la EFC del follaje las enfermedades que generalmente tuvieron mayor intensidad fueron la mancha marrón y el tizón bacteriano, y la de menor intensidad fue la mancha ojo de rana, teniendo *Alternaria* sp. una posición intermedia.
- En el caso de las EFC latentes, la antracnosis mostró mayores valores de intensidad que el tizón del tallo y vaina.
- La intensidad de las EFC foliares y latentes detectadas en el área del ensayo (Jovita), fue marcadamente inferior que las correspondientes en el CAMDOCEX (Río Cuarto), para las mismas variedades en el mismo ciclo.
- El Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad fue mejor parámetro epidemiológico que la incidencia final para detectar diferencias entre las variedades frente a las EFC del follaje.
- La introducción constante de nuevas variedades en cada región productora obliga a su evaluación permanente frente a infecciones naturales por las enfermedades.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- AAPRESID 2013. Un largo y sinuoso camino. En: www.aapresid.org.ar/blog/un-largo-y-sinuoso-camino.htm. Consultado: 07-08-2013.
- ALAGGIA, F., ANGELINO, L., BADANO PÉREZ, M., BATISTELLA, A., BUSQUET, C., RAGGI, S., SABATTINI, J. y WAIGAND, C. 2010. *Mancha ojo de rana en cultivos de soja (Cercospora sojima H - Glycine max L.)*. Universidad Nacional de Entre Ríos-FCA. *Monografía*. 16 p.
- ARIAS, N., PELOSSI N., DE BATISTA J. y CARMONA, M. 2004. Control of late stage soybean diseases. **VII World Soybean Research Conference**. Entre Ríos, Argentina. p: 160-162.
- BAIGORRI, H. E. J., TRONFI, E., VALDEZ, M., VECCHIO, D., FERNADEZ, REUTER, H., HERNANDEZ, L., 2008. Análisis conjunto de la red tester de soja campañas 2005/6, 2006/7 y 2007/8. En Red Tester de Soja. Campaña 2007/08. Aceitera General Deheza. 11 p.
- CABRERA, M.G., CÚNDOM, M.A., ÁLVAREZ, R.E. RAIMONDO, M.R. y PAZ, J.R. 2001. La antracnosis de la soja en el nordeste de Argentina. **XXXIV Congreso Brasileiro y XI Congreso Latino-Americano de Fitopatología**. São Pedro, SP, Brasil. p: 22-31.
- CABRERA, M.G. ÁLVAREZ, 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 Universidad Nacional del Nordeste, *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*: 27:19-21.
- CAMPBELL, C.L. y MADDEN, L.V. 1990. *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. John Wiley & Sons. 532 p.
- CARMONA, M. 2003. Daños y pérdidas causadas por enfermedades. Importancia del Manejo Integrado. Ubicación estratégica de fungicidas foliares. **Jornadas Técnicas de Manejo Integrado de enfermedades en cultivos extensivos**. La Rural, Bs. As. p:10-15.
- CARMONA, M., PLOPER, L.D., GRIJALVA, P., GALLY, M. y BARRETO, D. 2003. *Enfermedades de fin de ciclo del cultivo de soja*. Guía para su reconocimiento y manejo. Editado por Syngenta. 20 p.
- CARMONA, M., GALLY, M., GRIJALVA, P., SUGIA, V. y JAEGGI, E. 2004. Frequency and chemical control of causal pathogens of soybean late season diseases in the Pampeana. **VII Conferencia Mundial de Soja**. Foz de Iguazú, Brasil. p:156-159.
- CARMONA, M.A., SCANDIANI, M. y LUQUE, A. 2009. Severe Outbreaks of Soybean Frogeye Leaf Spot Caused by *Cercospora sojina* in the Pampean Region, Argentina. *Plant Disease*. 93:966-979.

- COURETOT, L., MOUSEGNE, F y FERRARIS, G. 2009. Caracterización de la respuesta a la aplicación de fungicidas foliares para el control de mancha marrón de la hoja y mancha ojo de rana en soja bajo un ambiente de stress hídrico. *Agrolluvia*. 32:7-8.
- COURETOT, L. y FERRARIS, G. 2010. Caracterización sanitaria de variedades de soja. *Agromercado* 159:11-13.
- COURETOT, L., MAGNONE, G., FERRARIS, G. y RUSSIAN, H. 2012. Eficacia de nuevas moléculas de fungicidas para el control de mancha marrón y mancha ojo de rana en soja. En: www.inta.gov.ar/documentos/eficacia-de-nuevas-moleculas-de-fungicidas-para-el-control-de-mancha-marron-y-mancha-ojo-de-rana-en-soja.htm. Consultado: 03-06-2013.
- CUNIBERTI, M., HERRERO, R., VALLONE, S. y BAIGORRI, H. 2003. Calidad industrial, rendimiento y sanidad de la soja en la región central del país. Campaña 2002/03. *Soja: Actualización 2003*. 81:1-9.
- DAMICONE, J. 2009. Bacterial blight outbreaks on soybean. Oklahoma State University Extension, *Pest e-alerts* vol. 8, N° 27. 4 p.
- DI RIENZO J.A., CASANOVES, F., BALZARINI, M.G., GONZALEZ, L., TABLADA, M. Y ROBLEDO, C.W. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, - FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- DISTÉFANO, S.G y GADBÁN, L.C. 2009. Panorama fitopatológico del cultivo de soja en la campaña 2008/09. En: www.agrolluvia.com/inta-marcos-juarez-panorama-fitopatologico-de-cultivo-de-soja-mancha-ojo-de-rana.pdf. Consultado: 03-03-2014
- DISTÉFANO, S.G y GADBÁN, L.C., 2010. Evaluación de cultivares de soja frente a “mancha ojo de rana” (*Cercospora sojina*). En: www.inta.gov.ar/mjuarez/info/documentos/soja/mor_reco10.pdf. Consultado: 5-03-2014
- DISTÉFANO, S.G y GADBÁN, L.C. 2011. Manejo de la “mancha ojo de rana” (*Cercospora sojina*) con rotaciones y aplicación de fungicidas foliares. *SOJA, Actualización 2011. Informe de Actualización Técnica* N° 21: 31-34.
- DISTÉFANO, S.G. 2014. Informe sanitario de la campaña de soja 2012/13. En: www.inta.gov.ar/informe-sanitario-de-la-campana-de-soja-2012-13/htm. Consultado: 03-03-2014.
- GALLY, T. 2006. Enfermedades de la semilla de soja en Argentina. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. 78: 86-90.
- GARCIA, J., MARCH, G., ODDINO, C., FERRARI, S., TARDITI, L. y MARINELLI A. 2009. Transmisión por semilla y detección temprana de *Cercospora kikuchii* y *C. sojina*, en cultivo de soja. **Jornadas Fitosanitarias Argentinas**. Córdoba, Argentina. p: 110-115.

- GARCIA, J., TARDITI, L., ODDINO, C., FERRARI, S., MARCH, G. Y MARINELLI, A. 2012. Sanidad de la semilla de soja en el centro-sur de Córdoba y el este de San Luis. Período 2007-2011. *Análisis de Semillas*. 23: 92-96.
- GÉNERO, J., CASCE, J., SEMENZIN, M., GARCIA, J., MARINELLI, A., MARCH, G.J. y ODDINO. 2010. Comportamiento de variedades de soja frente a enfermedades foliares en Pozo del Molle, provincia de Córdoba. *SOJA, Actualización 2010*. 17: 107-113.
- GIORDA, L.M. y H. BAIGORRI. 1997. *El cultivo de la soja en la Argentina*. (L.M. Giorda y H. E. J. Baigorri, eds.). INTA C.R. Córdoba. Editar. San Juan. p: 237-241.
- JEGER, M.J. y VILJANEN-ROLLINSON, S.L.H. 2001. The use of the area under the disease-progress curve (AUCPC) to assess quantitative disease resistance in crop cultivars. *Theoretical and Applied Genetic*. 102: 32-40.
- LAGO, M.E., MARCOLINI, P.A., GARCÍA, A.V. y FERRARI, N.M. 2011. Aplicación oportuna de fungicidas para control de mancha en ojo de rana en soja. En: www.inta.gov.ar/documentos/aplicacion-oportuna-de-fungicidas-para-control-de-mancha-en-ojo-de-rana-en-soja-1.pdf. Consultado: 23-4-2014.
- LITARDO, M.C., GLLY, T.A., VERGARA, M.V., RUFFO, G. y WEINGANDT, V.C. 2011. Situación epidemiológica de enfermedades de fin de ciclo y roya de la soja en la provincia de Buenos Aires. **Quinto Congreso de la Soja del Mercosur**. Rosario, Argentina. p: 1-4.
- MARCH, G.J., ORNAGHI, J.A., GIUGGIA, J., RAGO, A.M. y LENARDON, S.L. 2002. Systemic insecticides to control *Delphacodes kuscheli*, and the “Mal de Río Cuarto” virus on maize. *International Journal of Pest Management*. 48: 127-132.
- MARCH, G.J., MARINELLI, A., CANAL, L., CRENNNA, C., COSTABELLA, L. y ODDINO, C. 2005. Efectos de fungicidas curasemillas sobre infecciones endofítica por *Phomopsis sojae*. *Soja, Actualización 2005*. 97: 1-4.
- MARCH, G.J., TARANTOLA, D., MARINELLI, A., ODDINO, C. y ZUZA, M. 2007. Pérdidas de cosecha por podredumbre carbonosa (*Macrophomina phaseolina*), marchitamiento (*Fusarium* spp.) y tizón del tallo y vaina (*Phomopsis* spp.) de la soja. *SOJA, Actualización 2007*. 7: 35-40.
- MARCH, G.J., ODDINO, C.M. y MARINELLI, A.D. 2010. *Manejo de Enfermedades de los Cultivos según Parámetros Epidemiológicos*. Biglia Impresores, Córdoba. 193 p.
- MARCH, G.J., MARINELLI, A. y ODDINO, C. 2012. *Análisis del progreso de Epidemias y Pérdidas que Causan*. Manual Curso de Especialización en Protección Vegetal. Universidad Católica de Córdoba. 86 p.
- MARINELLI, A., McARGO, D., ODDINO, C., MARCELLINO, J., MERILES, J., BENITEZ G. y VARGAS GIL, S. 2005. Sanidad de cultivares de soja en el área de Olaeta, Córdoba. Campaña 2003-2004. *Soja, Actualización 2005*. 45: 8-12.

- MARINELLI, A., ODDINO, C., VARGAS GIL, S., ZUZA, M., MERILES, J., GARCIA, J. y MARCH, G. 2006. Prevalencia de enfermedades foliares de la soja en dptos. del norte y sur de Córdoba. Ciclo 2005. **XII Jornadas Fitosanitarias Argentinas**. Catamarca, Argentina. p: 225-226.
- MARINELLI, A., ODDINO, C., ZUZA, M., SEIA, J. y MARCH, G.J., 2007. Influencia del origen de la semilla y el rastrojo infectado sobre la incidencia y severidad del tizón del tallo y vaina de la soja (*Phomopsis* spp.). *SOJA, Actualización 2007*. 7: 41-46.
- MARINELLI, A., ODDINO, C., VARGAS GIL, S., ZUZA, M., GARCÍA, J., CONFORTO, C. y MARCH, G.J. 2008. Prevalencia e incidencia de enfermedades de la soja en dptos. del norte y sur de Córdoba - 2006/07. En: Resúmenes **1º Congreso Argentino de Fitopatología**. Córdoba, Argentina. p: 157-159.
- MARINELLI, A., GARCÍA, J., TARDITI, L., FERRARI, S., D'ERAMO, L., MARCH, G.J. y ODDINO, C. 2010. Pyraclostrobin + Epoxiconazole: su efecto sobre enfermedades foliares y latentes de la soja y la repuesta en rendimiento y calidad de la semilla. Top ciencia BASF, 2010. 20: 15-17.
- MARINELLI, A., GARCÍA, J., CARDETTI, C., MARCH, G. y ODDINO, C. 2011. Efecto del momento de cosecha sobre la calidad de semilla de soja. **2º Congreso Argentino de Fitopatología**. AAF, Mar del Plata. p. 312.
- MAUMARY, R. 2008. Estudio de las principales enfermedades del cultivo de soja en la región centro-norte de Santa Fe. **1º Congreso Argentino de Fitopatología**. Córdoba, Argentina. p. 77.
- McGEE, D. C. 1983. Epidemiology of soybean seed decay by *Phomopsis* sp. and *Diaporthe* spp. *Science and Technology*. 11: 719-729.
- MILOS, M., MARINELLI, A., ODDINO, C. y MARCH, G.J. 2005. Dispersión del inóculo del tizón del tallo (*Phomopsis sojaea-Diaporthe phaseolorum*) desde rastrojo de soja infectado. *SOJA, Actualización 2005. Información para Extensión N° 97: C-5 a C-7*.
- MOLINA, J., CARMONA, M., BABBITTS, S., GALLY, M., SUGÍA, V. y GRIJALVA, P. 2004. Effect of foliar fungicides application on soybean seed quality. **27th ISTA Congreso seed Symposium**. Budapest, Hungría. p: 53.
- MUELLER, D., ALISON, R., SISSON, A. y TYLKA, G. 2010. *Soybean Diseases*. Iowa State University Extension. 40 p.
- ODDINO, C., MARINELLI, A., GARCÍA, J., TARDITI, L., FERRARI, S., D'ERAMO, L. y MARCH, G. 2010. Efecto de fungicidas sobre la intensidad de mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) y el rendimiento del cultivo de soja. *SOJA, Informe de Actualización Técnica*. 17: 101-106 p.

- PALAZESI, M., MARINELLI, A., GARCIA, J., MARCH, G y ODDINO, C. 2010. Evaluación de variedades de soja frente a enfermedades foliares en el área de Río Cuarto. Campaña 2008/09. *SOJA, Actualización 2010*. 17: 115-120 p.
- PASCALE, A. J. 1989. Evolución del cultivo de soja en Argentina. *Revista de la Asociación Argentina de la Soja*. 9: 9-17.
- PÉREZ BRANDAN, C., DIAZ, C.G., CARMONA, M., y MARCH, G. 2009. Comportamiento de variedades de soja frente a infecciones naturales de la podredumbre carbonosa (*Macrophomina phaseolina*) en la provincia de Salta (Argentina). *SOJA, Actualización 2009*. 14: 41-45 p.
- PEREZ ROCHA, L. 2014. Mercosoja. En: www.el-observador-com-uy/noticia/274451/mercosoja. Consultado: 24-4-2014.
- PLOPER, L.D. 1993. Síndrome de la muerte súbita: nueva enfermedad de la soja en el noroeste argentino. *Avance Agroindustrial* 54: 5-9.
- PLOPER, L.D. 2005. La roya de la soja en Argentina. Campaña 2004/2005. *El cultivo de la soja en el Noroeste Argentino*. 29: 127-129.
- ROMERO, A.M. 2007. Manejo integrado de enfermedades bacterianas en cultivos extensivos. En: www.agro.uba.ar/noticias/node/164. Consultado: 24-4-2014.
- ROSSI, R. 2007. La soja que viene. *Suplemento agropecuario Clarín*. 11: 10-11.
- SILLÓN, M.R. y SIERRA, G. 2012. Retrospectiva de enfermedades en soja. En: www.horizonteadigital.com/investigacion/ha46/Analisis-restropectivo.pdf. Consultado: 24-4-2014.
- SINCLAIR, J.B. y BACKMAN, P.S. 1989. *Compediun of soybean diseases*. 3rd Ed. APS Press. St. Paul, MN, EE.UU. 106 p.
- SWEETS, L.E., WRATHER, A. y WRIGHT, S. 2008. *Integrated Pest Management. Soybean Diseases*. University of Missouri Extension IPM 1002. 28 p.
- VALLONE, S. 2002. Enfermedades de la soja. *IDIA XXI*: 68-74.
- VALLONE S. y GIORDA L. 1997. Enfermedades de la soja en la Argentina. En: **El cultivo de soja en Argentina** (L.M. Giorda y H. Baigorri, eds) Agro 1. Editar, Córdoba. EEA INTA Marcos Juárez. p: 213-244.
- VALLONE, S., SALINES, L., GABDAN, L. y MASIERO, B. 2003. Comparación de la acción de una estrobilurina y un bencimidazol en distintos estadios fenológicos de soja para el control de enfermedades de fin de ciclo. Campaña 2002/03. *SOJA, Actualización 2003*. 81: 13-15.
- VÁZQUEZ, G., MARCELLINO, J., MARCH, G.J., ODDINO, C. y MARINELLI; A. 2003. Sanidad de cultivares de soja (*Glycine max*) en Gral. Cabrera. Campaña Agrícola 2002/03. *SOJA, Informe de Actualización para Extensión*. 97: 13-15.

- WRATHER, J.A., ANDERSON, T.R., ARSYAD, D.M., GAI, J., PLOPER, L.D., PORTA-PUGLIA, A., RAM, H.H. y YORINORI, J.T. 1997. Soybean disease loss estimates for the top ten soybean-producing countries in 1994. *Plant Disease* 81: 107-110.
- WRATHER, J.A., ANDERSON, T.R., ARSYAD, D.M., TAN, Y., PLOPER, L.D., PORTA-PUGLIA, A., RAM, H.H. y YORINORI, J.T. 2001. Soybean disease loss estimates for the top ten soybean-producing countries in 1998. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 23: 115-121.
- YANG, X.B. 1997. Bacterial blight and brown spot. Iowa State University Extension. 2 p.
- ZUZA, M., DEMARCHI, A, GARCÍA, J., MARCH, G., MARINELLI, A., RAGO, A. y ODDINO, C. 2012. Comportamiento de variedades y efecto de fungicidas foliares frente a enfermedades latentes en soja. En: Resúmenes **XIV Jornadas Fitosanitarias Argentina**. Potrero de Funes, San Luis. p: 373-374.