



**COMPORTAMIENTO DE CULTIVARES DE SOJA
FRENTE A MANCHA MARRÓN DE LA HOJA
CAUSADA POR *Septoria glycines***

Tesis presentada para optar al título de *Magister Scientiae* de la
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

Ariel Hernán Barbieri

**Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad Nacional de La Plata**

**COMPORTAMIENTO DE CULTIVARES DE SOJA
FRENTE A MANCHA MARRÓN CAUSADA POR *Septoria*
*glycines***

Ing. Agr. Ariel Hernán Barbieri

Director:

Ph. D. Antonio Ivancovich (Ing. Agr.)

Co-director:

Ph. D. Pedro Balatti (Ing. Agr.)

Jurado:

Ph. D. Rosanna N. Pioli (Ing. Agr.)

Ing. Agr. Ángela Norma Formento

Ph. D. Marcelo A. Carmona (Ing. Agr.)

Fecha de defensa de la tesis:

04 de Septiembre de 2015

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a:

A mis padres por el apoyo en esta etapa de la vida.

A Yesica por acompañarme en este camino brindándome cada día su amor,
confianza y estímulo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme conservado en la palma de su mano en este camino.

A mis amigos, especialmente a Nabil por haber compartido momentos hermosos en La Plata.

A la familia Peralta por haberme brindado cobijo y colaboración durante la realización de la maestría.

A Antonio Ivancovich por su dedicación constante para el desarrollo de esta tesis.

A Pedro Balatti por los consejos y colaboración en la redacción de esta tesis.

A la UNLP por posibilitarme acrecentar el conocimiento agronómico.

A INTA por proveer las instalaciones necesarias para la realización del ensayo de tesis.

A los técnicos del sector ecofisiología de INTA Pergamino (especialmente al Ing. Agr. Santiago Meira) por permitirme utilizar el ensayo de la RECSO.

A Rodrigo Altamirano por la colaboración y consejos en el análisis estadístico de los datos.

ÍNDICE GENERAL

	Páginas
Dedicatoria	I
Agradecimientos	II
Índice general	III
Índice de tablas	V
Índice de figuras	VIII
Resumen	X
Abstract	XI
1- Introducción	1
1-1. Origen y difusión de la soja	1
1-2. Importancia de la Soja en la Argentina	1
1-3. Problemática de las enfermedades en soja	2
1-4. Mancha marrón: agente causal, sintomatología y ciclo del patógeno	4
1-5. Manejo de la mancha marrón	8
1-6. Resistencia genética a enfermedades	9
1-7. Resistencia genética a <i>Septoria glycines</i>	9
2- Objetivos e hipótesis	11
2-1. Objetivo general	11
2-2. Objetivos específicos	11
2-3. Hipótesis	12
3- Materiales y métodos	13
3-1. Datos del ensayo	13
3-2. Cultivares evaluados	13

3-3. Manejo del ensayo	15
3-4. Diseño experimental	15
3-5. Evaluaciones de mancha marrón de la hoja	16
3-6. Altura de la planta con síntomas	17
3-7. Severidad de los síntomas foliares	18
3-8. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad	20
3-9. Defoliación	20
3-10. Análisis estadístico de los datos	22
4- Resultados y Discusión	23
4-1. Efecto de las condiciones climáticas sobre la mancha marrón de la hoja	23
4-2. Comportamiento de los cultivares frente a la mancha marrón de la hoja	26
4-3. Cultivares pertenecientes al GM III L.....	30
4-4. Cultivares pertenecientes al GM IV C.....	31
4-5. Cultivares pertenecientes al GM IV L.....	33
4-7. Evaluaciones en R6 como indicadoras de la infección	35
4-6. Defoliación de los cultivares	37
5- Conclusiones.....	40
6- Propuesta de proyectos futuros.....	41
7- Bibliografía	42
8- Anexos	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cultivares de soja de los GM III L, IV C y IV L utilizados en el ensayo..	14
Tabla 2. Altura de la planta con síntomas (APS %), severidad de mancha marrón de la hoja y categoría de reacción en los cultivares evaluados en el ciclo agrícola 2011-12. Valores promedio de las tres repeticiones en cada estadio fenológico...	26
Tabla 3. Altura de la planta con síntomas (APS %), severidad de mancha marrón de la hoja y categoría de reacción en los cultivares evaluados en el ciclo agrícola 2012-13. Valores promedio de las tres repeticiones en cada estadio fenológico....	27
Tabla 4. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) de la altura de la planta con síntomas (APS) y severidad (%) en los dos ciclos ensayados en los cultivares de GM III L.....	30
Tabla 5. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) de la APS y severidad (%) en los dos ciclos evaluados en los cultivares de GM IV C.....	32
Tabla 6. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) elaborado a partir de la altura de la planta con síntomas (APS) y la severidad (%) en los dos ciclos evaluados en los cultivares de GM IV L.....	33
Tabla 7. Relación entre la altura de la planta con síntomas (APS) y la severidad de los síntomas foliares de <i>S. glycines</i> en R5 y R6 y el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) para dichos parámetros.....	36
Tabla 8. Defoliación en R7 (%) en los cultivares evaluados en el ciclo agrícola	37

2011-12 y 2012-13. Valores promedio de las tres repeticiones.....

Tabla 9. Relación entre la Defoliación (%) y los ABCPE de la APS y de la severidad (Sev) entre los cultivares pertenecientes a cada grupo de madurez (GM) evaluados en los ciclos agrícolas 2011-12 y 2012-13..... 37

Tabla 10. Relación entre la defoliación y la altura de la planta con síntomas (APS) y la severidad de los síntomas foliares (Sev.) de *S. glycyines* en R5 y R6 en los dos ciclos agrícolas evaluados..... 39

Tabla 11. Altura de la planta con síntomas (% APS), severidad (%) y defoliación en R7 (%) promedio de mancha marrón de la hoja en cultivares de GM III L. Ciclo agrícola: 2011/12..... 52

Tabla 12. Altura de la planta con síntomas (% APS), severidad (%) y defoliación en R7 (%) promedio de mancha marrón de la hoja en cultivares de GM IV C. Ciclo agrícola 2011/12..... 52

Tabla 13. Altura de la planta con síntomas (% APS), severidad (%) y defoliación en R7 (%) promedio de mancha marrón de la hoja en cultivares de GM IV L. Ciclo agrícola 2011/12..... 53

Tabla 14. Altura de la planta con síntomas (% APS), severidad (%) y defoliación en R7 (%) promedio de mancha marrón de la hoja en cultivares de GM III L. Ciclo agrícola 2012/13..... 53

Tabla 15. Altura de la planta con síntomas (% APS), severidad (%) y defoliación en R7 (%) promedio de mancha marrón de la hoja en cultivares de GM	IV	C.	Ciclo	agrícola	
2012/13.....					54
Tabla 16. Altura de la planta con síntomas (% APS), severidad (%) y defoliación en R7 (%) promedio de mancha marrón de la hoja en cultivares de GM	IV	L.	Ciclo	agrícola	
2012/13.....					54
Tabla 17. Precipitaciones, temperaturas medias, máximas y mínimas diarias durante el ciclo del cultivo.				Ciclo	
2011/12.....					66
Tabla 18. Precipitaciones, temperaturas medias, máximas y mínimas diarias durante el ciclo del cultivo.				Ciclo	
2012/13.....					68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Síntomas de mancha marrón (<i>Septoria glycines</i>) en hoja (izquierda) y en tallos (derecha).....	5
Figura 2. Picnidios (izquierda) y conidios (derecha) de <i>Septoria glycines</i>	6
Figura 3. Ciclo biológico de <i>Septoria glycines</i>	7
Figura 4. Vista general del ensayo de la RECSO en el ciclo agrícola 2012/13.....	16
Figura 5. Evaluación de altura de la planta con síntomas (APS) de <i>S. glycines</i> , 50 % de APS.....	18
Figura 6. Escala de severidad para mancha marrón de la hoja (<i>S. glycines</i>) adaptada de: Martins <i>et al.</i> (2004).....	19
Figura 7. Ejemplo de defoliación en parcela en estadio fenológico R7.....	21

Figura 8. Temperaturas media, mínima y máxima y precipitaciones registradas en el ciclo agrícola 2011/12.....	25
Figura 9. Temperaturas media, mínima y máxima y precipitaciones registradas en el ciclo agrícola 2012/13.....	25
Figura 10. Evolución de la altura de la planta con síntomas (APS) de <i>S. glycines</i> en los cultivares de soja y su relación con el umbral de control (25 % de APS). Ciclo 2011/12.....	29
Figura 11. Evolución de la altura de la planta con síntomas (APS) de <i>S. glycines</i> en los cultivares de soja y su relación con el umbral de control (25 % de APS). Ciclo 2012/13.....	29
Figura 12. Síntomas de <i>S. glycines</i> sobre hojas de cultivares de GM III L: SK 3.5 (izq.), RA 349 (centro) y Bio 380 (der.).....	31
Figura 13. Síntomas de <i>S. glycines</i> en hojas de cultivares de GM IV C: NS 4009 (izq.), NS 4213 (centro) y AS 4201 (der.).....	33
Figura 14. Síntomas de <i>S. glycines</i> en hojas de cultivares de GM IV L: Bio 4.70 (sup. izq.), SRM 4839 (sup. central), ACA 4990 (der.), Bio 4.80 (inf. izq.) y DM 4712 (inf. central).....	35
Figura 15. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) elaborado a partir de la altura de la planta con síntomas (APS) en los cultivares evaluados en ambos ciclos	65
Figura 16. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) elaborado a partir de la severidad (%) en los cultivares evaluados en ambos ciclos.....	65

RESUMEN

Entre los factores que afectan la producción de soja, las enfermedades ejercen un rol clave, siendo las más importantes las enfermedades de fin de ciclo (EFC). En la pampa húmeda, la EFC más importante es la mancha marrón de la hoja causada por el hongo *Septoria glycines*. Esta se controla principalmente con aplicaciones de fungicidas foliares. La acción limitada del fungicida, sumado a que rápidamente los patógenos desarrollan resistencia a los mismos, hace que sea importante utilizar cultivares resistentes a la enfermedad. El objetivo de esta investigación fue identificar cultivares de soja con diferentes comportamiento frente a la mancha marrón de la hoja causada por el hongo *Septoria glycines*. Se evaluó la enfermedad a través de la altura de las plantas con síntomas de la enfermedad y la severidad de la misma en el estadio fenológico R6 y la defoliación en R7 considerándose como parámetro indicador de la severidad de la

enfermedad. Se evaluaron 11 cultivares pertenecientes a un ensayo de la Red de Evaluación de Cultivares de Soja (RECSO) de los grupos de madurez III largo, IV corto y IV largo. Los resultados de los ensayos demostraron que los cultivares respondieron de manera diferencial a la mancha marrón de la hoja: entre los cultivares del grupo de madurez III largo, los cultivares RA 349 y Bio 380 manifestaron mejor comportamiento que el cultivar SK 3.5. Entre los del grupo de madurez IV largo se destacó el Bio 4.70 por manifestar mejor comportamiento que los demás cultivares del grupo. Si bien las evaluaciones en R6 fueron indicadoras del nivel de infección de mancha marrón en los cultivares, este nivel se correlacionó mejor con las evaluaciones en R5, demostrando la importancia de evaluar cada estadio fenológico reproductivo. La defoliación no fue un buen parámetro para estimar la infección por *Septoria glycines*.

ABSTRACT

The so called late season diseases are among the factors affecting soybean production in Argentina. In the main soybean region brown spot, caused by *Septoria glycines* is the most important late season disease, being managed mainly by fungicide applications. However since the control of the pathogen is limited and the possibility of fungal resistant to fungicides, the use of resistant cultivars of soybean is a key factor. The goal of this research was to identify resistant cultivars to *Septoria glycines*. In order to do that symptoms and severity of the disease were evaluated at R6 and R7 growth stages. Eleven cultivars included in the soybean cultivars evaluation program (RECSO) belonging to maturity groups late III, early IV and late IV. The results of this research showed differential behaviour among the cultivars to brown spot, where RA 349 and Bio 380 (late group III) were less susceptible than SK 3.5. Among the cultivars of late

IV group Bio 4.70 was the less susceptible. Better correlation was found between evaluation at R5 rather than at R6 and level of brown spot. The defoliation parameter was not a good estimation of infection.

1- INTRODUCCIÓN

1-1. Origen y difusión de la soja

La soja (*Glycine max* (L) Merr.) tiene como centro de origen el continente asiático y numerosos autores sugieren que fue domesticada por primera vez aproximadamente en el siglo XI a. C. en el norte y centro de China. Fue introducida en EE.UU. en el año 1765 desde donde se multiplicó y diseminó.

Las primeras siembras de soja en Argentina datan del año 1862, pese a lo cual el cultivo no terminó de introducirse hasta el año 1956. Durante la década del 60 el esfuerzo estuvo dedicado a investigación, conocimiento y promoción del cultivo, mientras que la década del 70 marcó el despegue del cultivo aumentando la superficie sembrada ininterrumpidamente (Giorda, 1997).

1-2. Importancia de la soja en la Argentina

La soja es uno de los cultivos claves del sector agrícola de la Argentina tanto en lo que hace al volumen de la producción como al volumen exportado, lo que tiene un fuerte impacto en la economía del país. En la campaña 2010/11 se sembraron 18,9 millones de hectáreas, con una producción total superior a 48 millones de toneladas (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, 2011).

Sin embargo, el rendimiento promedio fue de 2600 kg ha⁻¹ en la campaña 2010/11 lo que está muy lejos del rendimiento potencial estimado de 7000 kg ha⁻¹, esta diferencia se debe entre otras cosas al efecto de los factores bióticos y abióticos (Salvagiotti,

2009). Esto demuestra la importancia que tiene proteger al cultivo frente a las malezas, nematodos, artrópodos fitófagos y enfermedades.

1-3. Problemática de las enfermedades en soja

Las enfermedades se encuentran entre los factores más relevantes que afectan la producción de soja. Este cultivo es afectado desde el momento de la siembra hasta la cosecha incluido el período de almacenamiento, por diferentes enfermedades. Se ha calculado que las pérdidas de rendimiento provocadas por las enfermedades a nivel mundial oscilan entre un 10 a un 15% (Wrather *et al.*, 2001).

En la Argentina, las pérdidas por enfermedades oscilan entre el 10 y el 30% (Vallone *et al.*, 2003), lo que equivale a una pérdida económica equivalente a más de US\$ 1000 millones por año.

Durante las últimas décadas diferentes enfermedades han causado problemas sanitarios en el cultivo de soja. En la década del ochenta fue la podredumbre húmeda causada por *Sclerotinia sclerotiorum* (Ivancovich *et al.*, 1981; Sillón, 2007), la muerte de plántulas por “damping off” (causada por *Rhizoctonia solani* y *Fusarium spp.*) y los problemas de calidad de semillas causados por *Phomopsis sojae*, *Colletotrichum spp.*, y *Fusarium spp.* (Pioli *et al.*, 2000). Durante la década del noventa la soja fue afectada por el síndrome de la muerte repentina (*Fusarium tucumaniae*, *F. virguliforme* y otras especies de *Fusarium*) y el cancro del tallo causado por *Phomopsis phaseoli* var. *meridionalis* (Ivancovich *et al.*, 1992; Pioli, 1993, 1997).

A partir de la última década las enfermedades de soja prevalentes son las enfermedades de fin de ciclo (EFC) (Ivancovich, 1998; Vallone y Giorda, 1997; Ploper, 1998, 1999a y 2000) y la mancha ojo de rana (MOR) causada por *Cercospora sojina* Hara (Ivancovich

et al., 1999; Distéfano y Gadban, 2007; Ploper, 1999b; Ploper *et al.*, 2003). Esta última causó la epifitía más importante en los ciclos agrícolas 2009/10 y 2010/11 con pérdidas de rendimiento superiores a los 2300 kg ha⁻¹ en cultivares susceptibles (Distéfano y Gadbán, 2010).

Las EFC se caracterizan por desarrollar los síntomas y afectar al cultivo en estadios reproductivos intermedios y avanzados. Estas patologías provocan defoliación prematura y madurez anticipada del cultivo, lo que lleva a un desarrollo incompleto de granos, viéndose afectado el rendimiento del cultivo (Ben Doupnik, 1993).

Las EFC de mayor frecuencia en la región pampeana son: mancha marrón de la hoja (*Septoria glycines* Hemmi), tizón de la hoja (*Cercospora kikuchii* (T. Matsumoto y Tomoyasu) Chupp., antracnosis (*Glomerella glycines* (Hori) Lehman y Wolf, tizón de la vaina y tallo (*Phomopsis spp.*), mildiú (*Peronospora manshurica* (Naum.) Syd: Gäum), mancha anillada (*Corynespora cassiicola* (Berk y Curt.) Wei), mancha foliar por *Alternaria* (*Alternaria spp.*), pústula bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv *glycines* (Nakano) Dye.) y tizón bacteriano (*Pseudomonas siringae* pv *glycinea* (Coerper) Young, Dye y Wilkie).

Las EFC provocan disminuciones en el rendimiento que pueden alcanzar los 500 a 700 kg ha⁻¹ (Ivancovich *et al.*, 2008), reduciendo además, la calidad de la semilla (Ivancovich y Botta, 2003).

Las EFC se ven favorecidas por ciertas condiciones ambientales, la amplia superficie cultivada con soja, la utilización de variedades susceptibles y la falta de rotaciones con otros cultivos (Ivancovich, 2011). A esto, se suman los cambios en la tecnología del cultivo, como es entre otros la labranza cero, práctica que al no remover el suelo, hace

que los restos vegetales queden en la superficie del lote, lo que contribuye a aumentar principalmente la población de patógenos necrotróficos, que sobreviven la estación invernal en los rastrojos (Vallone y Gadbán, 2005; Distéfano y Gadban, 2007; Formento, 2005).

En la pampa húmeda o zona núcleo que comprende las provincias de Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba, la enfermedad que afecta con mayor frecuencia el follaje de los cultivos de soja es la mancha marrón de la hoja (Ivancovich *et al.*, 1987, 1993, 1994, 1995, 1998, 2000, 2011; Sillón, 2007; Distéfano y Gadban, 2008; Mantecón, 2008).

1-4. Mancha marrón: agente causal, sintomatología y ciclo del patógeno

La mancha marrón es causada por el hongo *Septoria glycines* Hemmi (Teleomorfo *Mycosphaerella uspenskajae* Mashk and Tomil), es una patología que ha provocado pérdidas de rendimiento en Canadá, China, Japón, Colombia, Alemania e India (Lee *et al.*, 1996; Pataky *et al.*, 1981; Williams and Nyvall, 1980; Young and Ross, 1978).

Si bien *S. glycines* afecta fundamentalmente a la soja a nivel foliar, ocasionalmente puede afectar tallos, vainas y semillas (Sinclair and Hartman, 1999). Los síntomas foliares son áreas irregulares necróticas rodeadas de un halo clorótico que se inician como pequeñas manchas amarillentas. Posteriormente se extienden, adquieren un color café pálido o gris amarillento y finalmente café oscuro, frecuentemente rodeadas por un estrecho halo amarillo (Lee *et al.*, 1996; Lim, 1979), carácter distintivo de la enfermedad (Sinclair and Hartman, 1999). Esta clorosis es producto de la acción de una toxina que sintetiza el hongo (Song *et al.*, 1993; 1994; Lee *et al.*, 1996) la cual causa además la caída de las hojas afectadas.

La mancha marrón de la hoja es una enfermedad que comienza en las hojas inferiores y las lesiones aparecen en ambos lados de la hoja. Estas pueden unirse y convertirse en manchas necróticas irregulares (Figura 1). En el centro de las lesiones más antiguas aparecen pequeños puntos globosos y negros (Figura 2) que son los picnidios, signos de la enfermedad (Ivancovich y Botta, 2003). En el interior de los mismos se producen conidios largos, hialinos y filiformes, con uno a tres septas (Figura 2) (Hartman and Lee, 1995). En condiciones de alta humedad o con agua disponible los picnidios expulsan los conidios dispuestos en largos *cirrus*. La diseminación del inoculo secundario ocurre a través de las gotas de agua de lluvia que salpican los tejidos (Kamicker and Lim, 1985; Yang, 2003), donde germinan los conidios (Hartman and Lee, 1995).



Figura 1. Síntomas de mancha marrón (*Septoria glycines*) en hoja (izquierda) y en tallos (derecha).

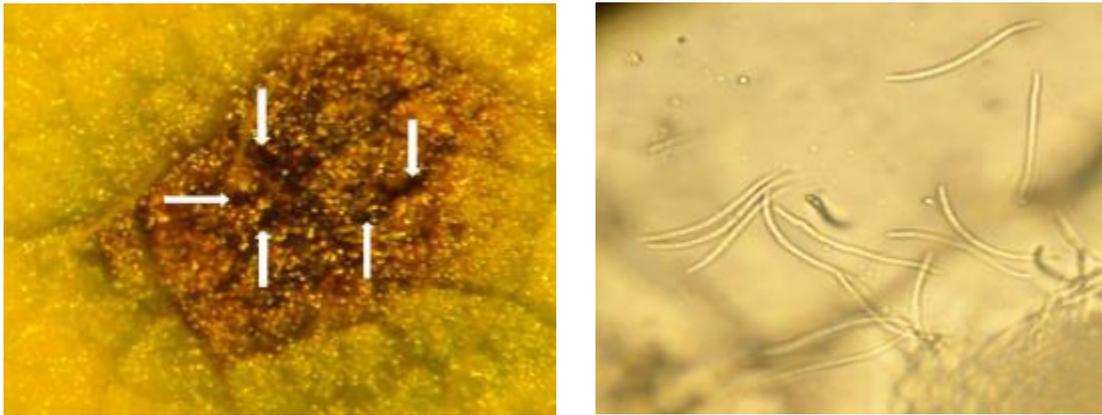


Figura 2. Picnidios (izquierda) y conidios (derecha) de *Septoria glycines*.

El hongo *S. glycines* sobrevive durante el invierno en forma de micelio y conidios dentro de picnidios, sobre semillas infectadas (o en el interior de ellas) y en restos de plantas enfermas en el campo (Sinclair and Hartman, 1999). En la bibliografía consultada no se ha encontrado referencias en cuanto a la fase teleomorfa del hongo en los campos de Argentina.

Los picnidios en los restos de plantas y en las semillas son las fuentes de inóculo primario, a partir del cual el patógeno se propaga a las plantas jóvenes principalmente a través de las salpicaduras causadas por la gota de lluvia. El período de incubación es de 7-10 días (Kungurtseva, 2009) y la infección se produce en las hojas inferiores comenzando generalmente a partir del estado fenológico V2 (según la escala de Fehr *et al.*, 1977). Las lesiones que se desarrollan en hojas unifoliadas y trifoliadas (Figura 3) constituyen la fuente de inóculo secundario (Hemmi, 1915; Mohamed, 1983). El patógeno a través del tubo germinativo de los conidios penetra en las hojas por los estomas y coloniza los espacios intercelulares, liberando toxinas que provocan la muerte de las células. El hongo también puede penetrar las vainas a través de los estomas y las semillas a través de la placenta y el funículo (Sullivan *et al.*, 2007).

Cuando las condiciones climáticas son favorables (temperatura cálida y humedad alta), la enfermedad progresa a lo largo de la planta provocando su senescencia prematura (Schuh and Adamowicz, 1993). Las hojas y tallos infectados se tornan de color marrón y los folíolos caen prematuramente, constituyendo el inóculo primario para el cultivo en la próxima campaña (Figura 3).

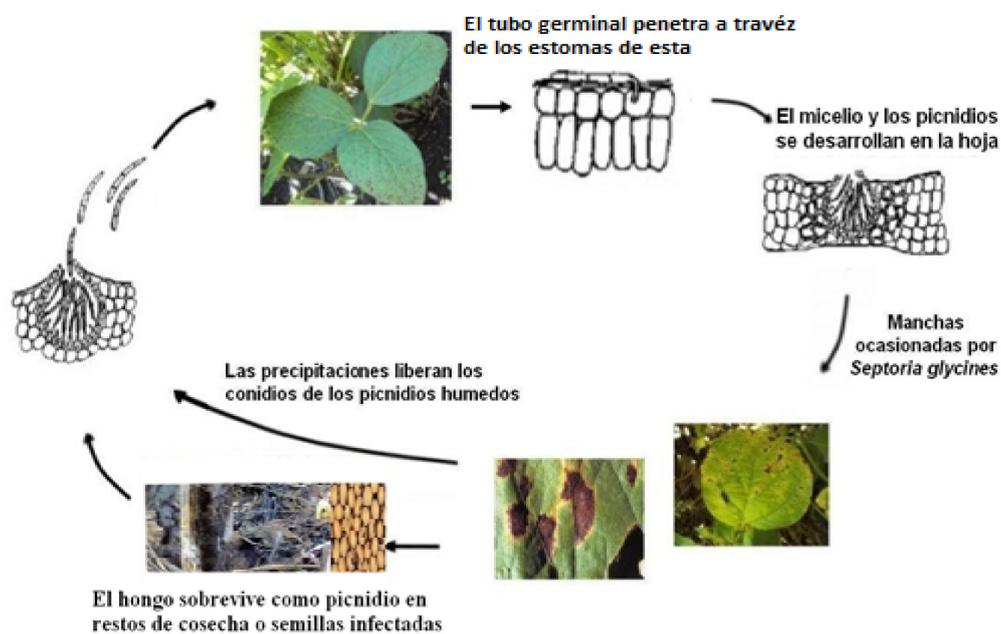


Figura 3. Ciclo biológico de *Septoria glycines*.

Si bien la temperatura óptima para el desarrollo de la mancha marrón es de 28 °C, la enfermedad se desarrolla con temperaturas que oscilan entre 15 °C y 30 °C (Sinclair and Hartman, 1999). La esporulación del patógeno aumenta con períodos de mojado foliar entre 6 y 36 horas (Schuh and Adamowicz, 1993; MacNeill and Zalasky, 1957). Por ello, lluvias frecuentes, rocío abundante, y altas temperaturas son condiciones predisponentes para un ataque severo (Carmona *et al.*, 2010; Kungurtseva, 2009; Lim,

1980; Ross, 1982). La severidad de la mancha marrón en las fases reproductivas R6-R7 es indicadora de la pérdida de potencial de rendimiento (Sinclair and Hartman, 1999).

Cuando se producen ataques de alta severidad se adelanta la madurez del cultivo, pudiendo llegar a ocurrir de 2 a 4 semanas antes de lo normal, con lo cual se acorta el período de llenado de granos y con ello el peso de mil semillas disminuye (Bertelsen *et al.*, 2001; Cromey *et al.*, 2004). Por ello, a medida que aumenta el porcentaje de área foliar afectada por la enfermedad disminuye el peso de los granos y como consecuencia de esto el rendimiento (Young and Ross, 1978).

1-5. Manejo de la mancha marrón

En las últimas décadas, el concepto control de enfermedades (Zadoks and Schein, 1979) ha sido reemplazado por el de manejo integrado (Apple, 1977) que tiene como objetivo reducir el nivel de incidencia y severidad de la enfermedad a niveles compatibles con una alta producción. Entre las prácticas efectivas para el manejo de la enfermedad se encuentran la rotación de cultivos, el uso de semillas libres de patógeno, el tratamiento de semillas, la aplicación de fungicidas foliares y el uso de diferentes prácticas culturales (Carmona, 2006; Sinclair and Hartman, 1999).

Las EFC se controlan principalmente con aplicaciones de fungicidas foliares como son los triazoles, las estrobilurinas y los benzimidazoles (Cruz *et al.*, 2010; Mantecón, 2008). Estos reducen eficientemente la tasa de crecimiento de la enfermedad y el inóculo secundario a través del cual continúa la enfermedad, tienen una acción limitada en el tiempo, protegiendo directamente los órganos expuestos al fungicida e indirectamente a los que luego se desarrollen (Massaro, 2005). Esto, sumado a un

desarrollo rápido de resistencia de determinados patógenos a ciertos fungicidas, muestra la importancia de la utilización de cultivares resistentes a la mancha marrón.

En el INTA Pergamino en base a estudios realizados se ha desarrollado una recomendación para un uso eficiente de la aplicación de fungicidas, la cual consiste en considerar el umbral del 25 % de la altura de la planta con síntomas de mancha marrón (Ivancovich y Couretot, 2009).

1-6. Resistencia genética a enfermedades

La resistencia genética de las plantas a las enfermedades puede responder a una relación cualitativa que se conoce como relación gen a gen (Flor, 1956) o puede ser de carácter cuantitativa, es decir que un carácter está regulado por un conjunto de genes (Agrios, 2005). En el caso de la resistencia gen a gen, el gen de resistencia en la planta reconoce un gen de avirulencia en el patógeno y esto resulta en una interacción incompatible. El patógeno es reconocido y como resultado de esto la planta se defiende mediante diferentes mecanismos que se activan en respuesta a la infección del patógeno (Agrios, 2005).

1-7. Resistencia genética a *Septoria glycines*

Durante un largo tiempo se han buscado cultivares de soja resistentes a *S. glycines*. Distintos investigadores, luego de evaluar una cantidad importante de cultivares de soja, concluyeron que no existen cultivares resistentes a *S. glycines* (Lim, 1979, 1983; Song *et al.*, 1994). Sin embargo, Athow (1973) detectó diferencias en la susceptibilidad de los

genotipos de soja a *S. glycines*. En Brasil, se halló que los genotipos de soja presentaron diferencias en cuanto a la severidad de los síntomas foliares provocados por *S. glycines* (Almeida, 1980, 2001). También en Brasil, diferentes investigadores determinaron en la última década la presencia de cultivares con bajos niveles de resistencia a la mancha marrón y describieron además que la heredabilidad de la resistencia sería poligénica, determinada principalmente por efectos aditivos (Brogin *et al.*, 2003; Renata *et al.*, 2002). En base a estos estudios la resistencia se ajustaría a un modelo poligénico cuantitativo (QTL). Más recientemente, Juliatti *et al.*, (2006) en Brasil, sugirieron la existencia de resistencia genética completa a *S. glycines* en algunas líneas de soja. En Argentina, recientemente se encontró diferencias en el comportamiento frente a la mancha marrón entre cultivares de soja pertenecientes a los grupos de madurez V largo, VI y VII (Schutt de Varini y Santos, 2013).

Este trabajo de investigación es pionero en cuanto a la identificación de materiales con diferentes grados de resistencia a *Septoria glycines* en la pampa húmeda. Este sería el primer paso para poder lograr cultivares genéticamente resistentes a la mancha marrón. Los cultivares con mejor comportamiento sanitario quedarán disponibles para ser utilizados en programas de mejoramiento genético, pudiendo identificarse en ellos genes de resistencia para ser incorporados a genotipos de importancia agronómica.

2- OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2-1. OBJETIVO GENERAL

Identificar cultivares de soja con diferentes comportamientos frente a la mancha marrón de la hoja causada por el hongo *Septoria glycines*.

2-2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el comportamiento de un grupo de cultivares de soja frente a la mancha marrón de la hoja causada por *Septoria glycines*, mediante la evaluación de síntomas foliares en la planta, analizadas a través del área bajo la curva de progreso de la enfermedad.
- Analizar las evaluaciones de la altura de la planta con síntomas y la severidad en el estadio fenológico R6 como un indicador de la enfermedad para ambos parámetros.
- Evaluar en el estadio fenológico R7 la defoliación de cada cultivar como un parámetro indirecto para estimar la severidad de la infección por *Septoria glycines*.

2-3. HIPÓTESIS

- Los cultivares comerciales de soja difieren en su comportamiento frente al patógeno *Septoria glycines* diferenciándose entre sí en las características evaluadas: altura de la planta con síntomas y severidad de dichos síntomas foliares.
- Las evaluaciones de altura de la planta con síntomas y de severidad en el estadio fenológico R6 se correlacionan con los valores de área bajo la curva de progreso de la enfermedad para cada parámetro.
- El porcentaje de defoliación de cada cultivar en R7 se correlaciona con los valores de área bajo la curva de progreso de la enfermedad para la altura de la planta con síntomas y la severidad de dichos síntomas foliares.

3- MATERIALES Y MÉTODOS

3-1. Datos del ensayo

Los estudios se realizaron en un lote de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA Pergamino (33° 56' S: 60° 34' O) durante los ciclos agrícolas 2011/12 y 2012/13 sobre un suelo Argiudol Típico de textura franco-limosa, Serie Pergamino. Se evaluaron diferentes cultivares de soja pertenecientes a la Red de Evaluación de Cultivares de Soja (RECSO) implantados por el Grupo Ecofisiología de INTA Pergamino.

La historia del lote (soja en el ciclo 2010/11 con presencia de síntomas de mancha marrón de la hoja) aseguró un alto nivel de *S. glycines* en los rastrojos, el cual fue el inóculo inicial para el desarrollo de la enfermedad en los cultivares. Se confirmó la presencia del inóculo en el ensayo realizando una observación por parcela, para identificar picnidios de *S. glycines* en el rastrojo.

Durante todo el período del ensayo se realizó el monitoreo de las condiciones meteorológicas (precipitaciones, temperatura mínima, media y máxima) con una estación meteorológica de la EEA INTA Pergamino. Los datos climáticos se utilizaron en la interpretación de los resultados del ensayo.

3-2. Cultivares evaluados

De los cultivares evaluados por la RECSO, se seleccionaron 11 pertenecientes a los grupos de madurez (GM) III y IV, por ser los más utilizados en la región norte de la provincia de Buenos Aires donde la mancha marrón es la enfermedad principal. Para poder realizar comparaciones entre cultivares se los diferenció en tres categorías en función de su grupo de madurez (Tabla 1):

- Cultivares de GM III largo (III L)
- Cultivares de GM IV corto (IV C)
- Cultivares de GM IV largo (IV L)

Tabla 1. Cultivares de soja de los GM III L, IV C y IV L utilizados en el ensayo.

Grupo de madurez	Cultivar
III L	SK 3.5
III L	RA 349
III L	Bio 380
IV C	NS 4009
IV C	NS 4213
IV C	AS 4201
IV L	Bio 4.70
IV L	SRM 4839
IV L	ACA 4990
IV L	Bio 4.80
IV L	DM 4712

3-3. Manejo del ensayo

En la campaña 2011/12 el ensayo se sembró el 23-11-2011, utilizando una labranza superficial con rastra de discos previa a la siembra. En la campaña 2012/13 se realizó siembra directa el 13-11-2012. En ambos ciclos agrícolas se sembró una densidad de 35 semillas por m², utilizando una distancia entre surcos de 0,52 metros.

3-4. Diseño experimental

Los cultivares se ubicaron en un diseño experimental en bloques completamente aleatorizados con 11 tratamientos (cultivares), 3 repeticiones y un tamaño de parcela de 4 surcos de ancho por 5 metros de largo (Figura 4).



Figura 4. Vista general del ensayo de la RECSO en el ciclo agrícola 2012/13.

3-5. Evaluaciones de mancha marrón de la hoja

El comportamiento de los cultivares infectados naturalmente se evaluó a través de la evolución de los síntomas foliares en los estadios fenológicos reproductivos en que se presentó la enfermedad. A partir de dichos síntomas se realizaron aislamientos con la finalidad de confirmar el agente causal *S. glycines*. Técnicos del sector fitopatología de INTA Pergamino confirmaron la presencia de *Septoria glycines* como agente causal de las manchas evaluadas.

Se realizaron evaluaciones periódicas a partir del momento de detección de los primeros síntomas foliares de la enfermedad hasta el estadio fenológico R6 (Fehr and Caviness,

1977). En cada evaluación se realizaron cuatro observaciones por parcela tomando como referencia el total de plantas presentes en un metro lineal de surco. Se evaluaron las plantas de los surcos centrales (segundo y tercer surco) de cada parcela y tomando de estos los tres metros centrales. De este modo se evitó el efecto “bordura” producido en los límites de cada parcela.

Entre los posibles parámetros para evaluar comportamiento de cultivares frente a una enfermedad, en este trabajo se decidió utilizar la altura de la planta con síntomas (APS) y la severidad de los síntomas foliares ya que son métodos simples y confiables para evaluar los niveles de mancha marrón en cultivares. Para definir con mayor exactitud el comportamiento de los cultivares, en ensayos futuros podrían complementarse con otros métodos de evaluación como son la severidad foliar y comportamiento según tipo de lesión.

3-6. Altura de la planta con síntomas

La altura de la planta con síntomas de mancha marrón se evaluó en forma visual, estimándose para cada parcela la altura a la cual llegan los síntomas de la enfermedad, expresada como porcentaje de la altura total del canopeo de la planta (100 %). Se observaron síntomas que progresaron desde el estrato inferior hasta el superior del canopeo como se ejemplifica en la Figura 5 (Ivancovich y Couretot, 2009).

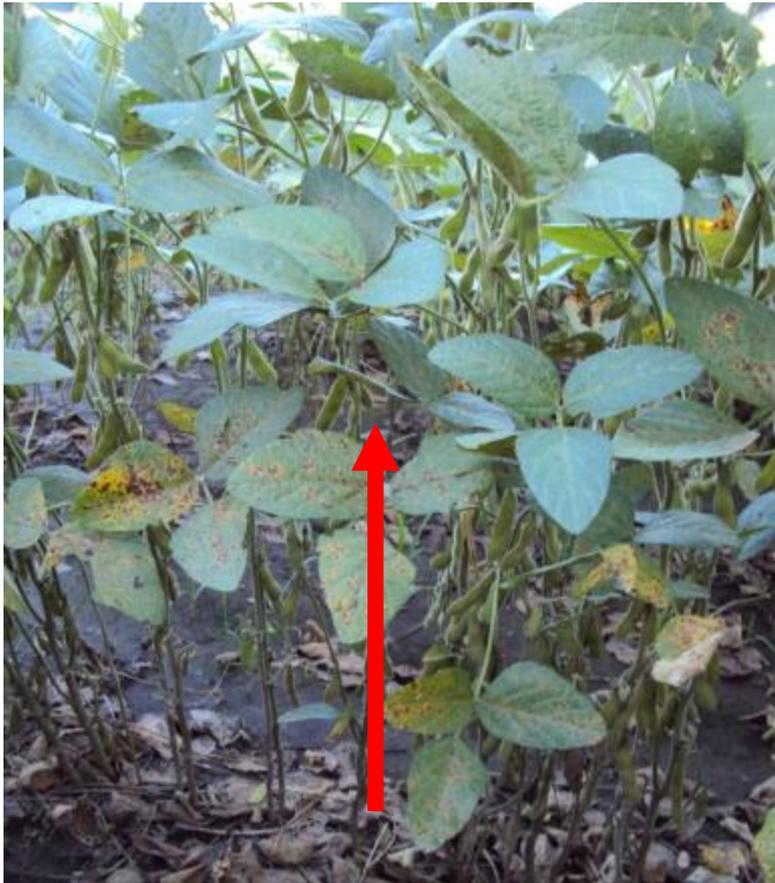


Figura 5. Evaluación de altura de la planta con síntomas (APS) de *S. glycines*, 50 % de APS.

3-7. Severidad de los síntomas foliares

La severidad de los síntomas se evaluó en porcentaje de área foliar afectada, utilizando la escala diagramática para la cuantificación del complejo de enfermedades foliares de final de ciclo en soja (Martins *et al.*, 2004.), en la cual se considera el porcentaje del área foliar con síntomas de la enfermedad (Figura 6). Para esto se tomaron diez folíolos al azar de plantas presentes de cada estación de muestreo con síntomas de mancha marrón, los cuales fueron comparados con la escala. Una vez asignado el valor de

severidad para cada folíolo (sev fol), se calculó la severidad promedio observada para cada cultivar evaluado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Severidad (\%)} = ((\% \text{ sev fol}_1 + \% \text{ sev fol}_2 + \dots + \% \text{ sev fol}_{10})/10)$$

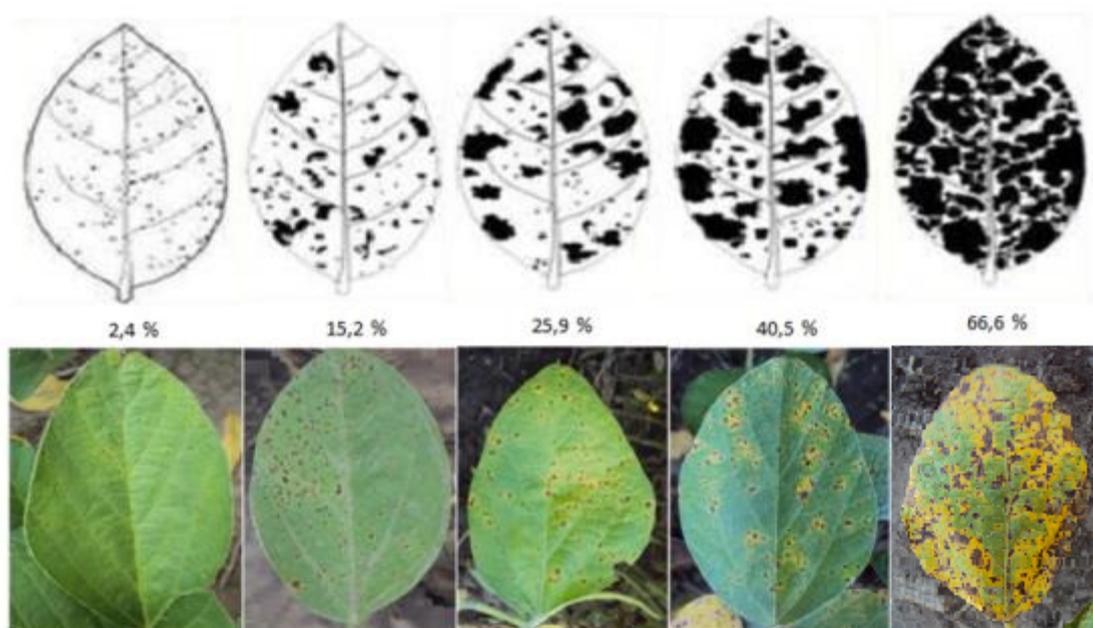


Figura 6. Escala de severidad para mancha marrón de la hoja (*S. glycines*) adaptada de: Martins *et al.* (2004).

Basado en los valores de APS y de severidad de los síntomas foliares en el estadio fenológico R6 se sugirieron las siguientes categorías de reacción para los cultivares:

	APS (%)	Severidad (%)
Resistente (R):	0 – 10	0 – 10
Moderadamente resistente (MR):	10,1 – 25	10,1 – 20
Moderadamente susceptible (MS):	25,1 – 50	20,1 – 30
Susceptible (S):	50,1 – 100	30,1 – 100

La categoría de reacción de cada cultivar estuvo determinada por el valor máximo de APS o de severidad evaluado en el estadio fenológico R6.

3-8. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad

Como parámetro epidemiológico para caracterizar el comportamiento de los cultivares ante infecciones de *S. glycines* se utilizó el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE). Este parámetro, es una representación gráfica de la intensidad de la enfermedad en función del tiempo que permite resumir en un solo valor el total de la enfermedad. El ABCPE fue calculado mediante la fórmula propuesta por Campbell and Madden (1990):

$$\text{ABCPE} = \sum ((Y_i + Y_{i+1}) / 2) * (t_{i+1} - t_i)$$

Dónde: Y_i representa la observación correspondiente al tiempo i , Y_{i+1} es la observación correspondiente al tiempo $i + 1$ (t_i), t_i es el número de días a partir de la primer evaluación hasta el día de la i -enésima evaluación (R6).

Los valores utilizados para construir el ABCPE fueron la APS y la severidad.

3-9. Defoliación

En el estadio fenológico R7 (según la escala de Fehr and Caviness, 1977) se evaluó el porcentaje de defoliación de las parcelas como una forma indirecta para estimar la severidad de la infección. La evaluación se realizó estimando visualmente el porcentaje de hojas trifoliadas caídas de la planta, considerando como 100 % el total de las mismas presentes en el estadio fenológico anterior (R6). Si bien, el método más exacto es

contabilizar el número de nudos que quedaron sin hojas, el método de estimación visual de la defoliación es sencillo y confiable ya que en experiencias realizadas en INTA Pergamino se correlacionó muy bien con diferentes niveles de mancha marrón (Couretot *et al.*, 2013; Ferraris y Couretot, 2011).

La defoliación por *S. glycines* es causada por una patotoxina, la cual produce la caída de las hojas y podría causar la anticipación de la madurez del cultivo (Song *et al.*, 1993; 1994; Lee *et al.*, 1996). Para este parámetro también se realizaron cuatro estaciones de muestreo por parcela tomando como referencia el promedio de la totalidad de las plantas de un metro lineal de surco.



Figura 7. Ejemplo de defoliación en parcela en estadio fenológico R7.

3-10. Análisis estadístico de los datos

Los datos obtenidos en las evaluaciones fueron analizados estadísticamente utilizando el software Statistica 7.1 y el Infostat versión 2013. Se utilizaron test paramétricos y no paramétricos en los casos necesarios, en caso de coincidir se mantuvo los resultados del análisis paramétrico. Se realizaron análisis de la varianza (ANOVA), test de Tukey al 0.05% para comparar medias y análisis de regresión para determinar correlaciones entre las evaluaciones en R6 y R7 y los niveles de infección. Se realizó análisis de regresión entre la defoliación y el ABCPE de la APS y la severidad de los cultivares de cada grupo de madurez.

4- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4-1. Efecto de las condiciones climáticas sobre la mancha marrón de la hoja

La enfermedad de fin de ciclo predominante en el ensayo durante los dos ciclos evaluados fue la mancha marrón de la hoja causada por *S. glycines*. Este resultado coincide con lo observado en otros ciclos agrícolas en la pampa húmeda por Ivancovich (1987, 1993, 1994, 1995, 1998, 2000, 2011), Sillón (2007), Distéfano y Gadban (2008). Además de esta enfermedad, en los estadios fenológicos finales (R6-R7) de algunos de los cultivares evaluados, se observaron síntomas de tizón de la hoja causado por *Cercospora kikuchii* y de mancha ojo de rana causada por *Cercospora sojina* pero con incidencia en hojas menor al 5 % y baja severidad.

Las precipitaciones durante el ciclo 2011/12 estuvieron por debajo del promedio histórico, presentando valores inferiores a la demanda ambiental desde noviembre hasta finales del mes de enero (Figura 8). El déficit de agua en el suelo provocado por estas condiciones, sumado a altas temperaturas, afectó el crecimiento y desarrollo del cultivo y a su vez, fueron condiciones no predisponentes para la ocurrencia de la enfermedad. Durante los meses de febrero y marzo se registraron precipitaciones abundantes (Anexo III), las cuales, sumadas a temperaturas templadas, favorecieron el ascenso de conidios de *S. glycines* hacia la parte superior de las plantas. En estas condiciones se registró la presencia de la enfermedad a partir del estadio fenológico R4.

En el ciclo 2012/13 se registraron condiciones climáticas favorables tanto para el crecimiento de los cultivares como para el ascenso de la mancha marrón durante los primeros estadios reproductivos. A partir de principios del mes de enero hasta mediados

de febrero las precipitaciones fueron menores al promedio histórico y con valores de temperaturas superiores a 30 °C (Figura 9), por lo cual disminuyeron las infecciones de *S. glycines* en los estadios reproductivos intermedios de los cultivares. A partir de mediados de febrero se registró una mayor frecuencia de precipitaciones y temperaturas templadas, condiciones predisponentes para el ascenso de la mancha marrón en los estadios reproductivos avanzados de los cultivares. Se registró presencia de la enfermedad a partir del estadio fenológico R2.

La presencia de la enfermedad en los estratos superiores del canopy de las plantas coincidió con lo observado por Lim (1980), Ross (1982), Kamicker and Lim (1985), Yang (2003) y Hartman and Lee (1995), difundiéndose desde el rastrojo y hojas inferiores hacia las superiores a través del salpicado ocasionado por las gotas de lluvia. Los períodos con precipitaciones frecuentes y temperaturas moderadas favorecieron la dispersión y desarrollo de *S. glycines* en las plantas, coincidiendo con lo observado por Schuh and Adamowicz (1993) y Carmona *et al.* (2010).

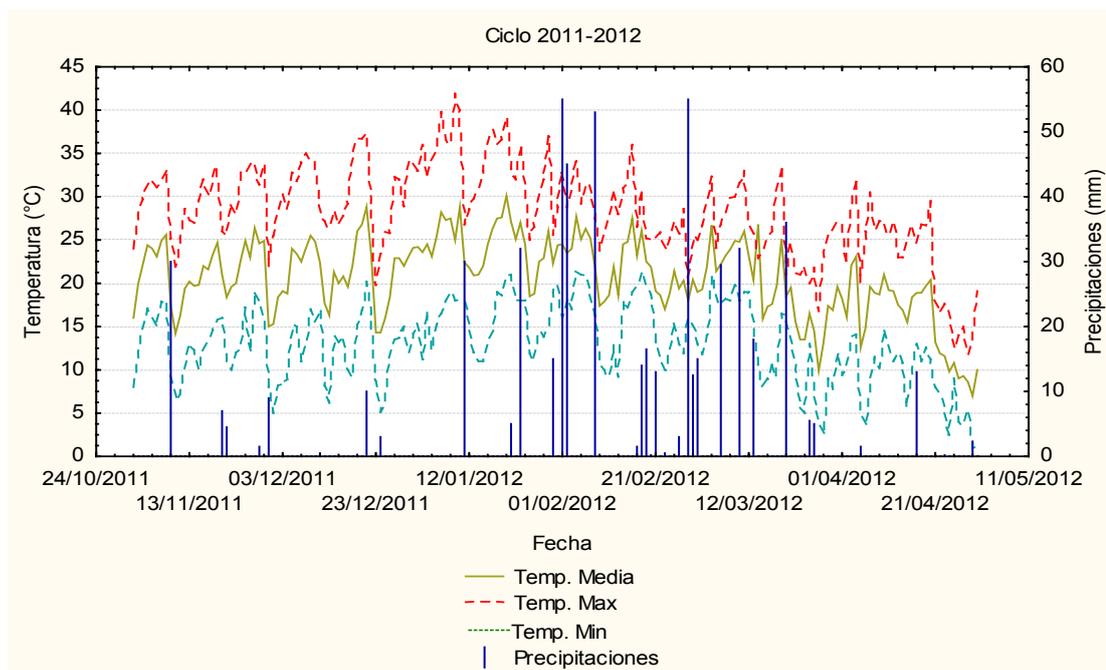


Figura 8. Temperaturas media, mínima y máxima y precipitaciones registradas en el ciclo agrícola 2011/12.

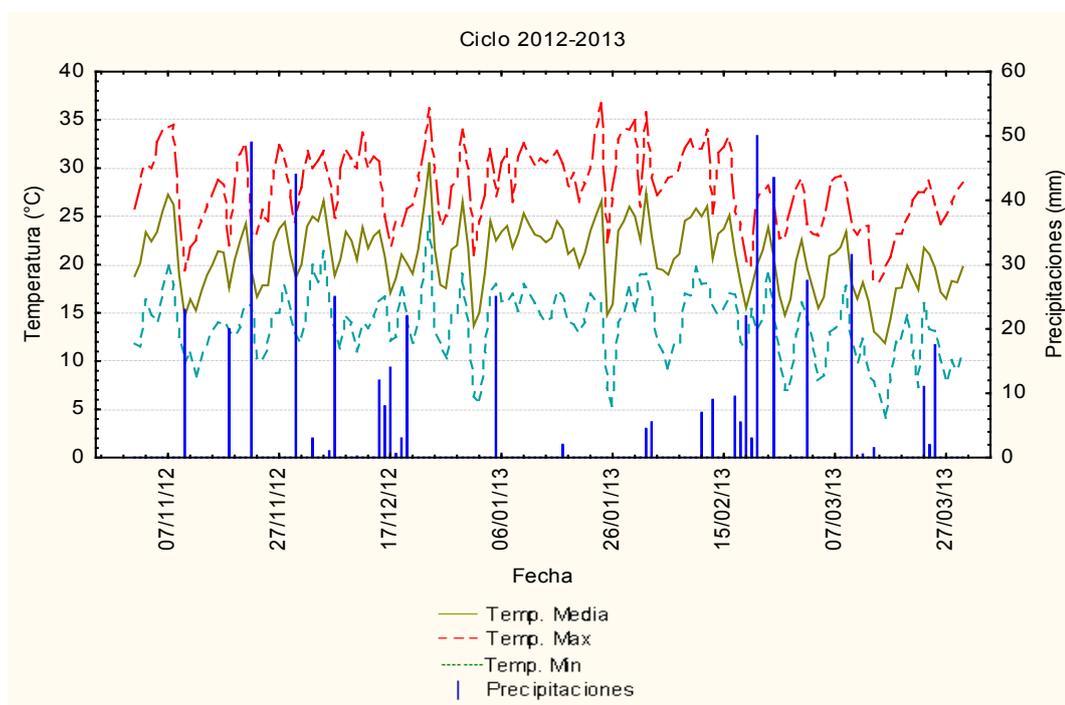


Figura 9. Temperaturas media, mínima y máxima y precipitaciones registradas en el ciclo agrícola 2012/13.

4-2. Comportamiento de los cultivares frente a la mancha marrón de la hoja

Tabla 2. Altura de la planta con síntomas (APS %), severidad de mancha marrón de la hoja y categoría de reacción (*) en los cultivares evaluados en el ciclo agrícola 2011-12.

Valores promedio de las tres repeticiones en cada estadio fenológico.

G M	Cultivar	APS (%)			Severidad (%)			Reacción
		R4	R5	R6	R4	R5	R6	
III L	SK 3.5	15,00	45,00	85,34	2,42	20,83	38,33	S
III L	RA 349	13,33	46,67	76,67	2,67	25,84	42,50	S
III L	Bio 380	13,33	45,00	76,67	1,67	26,67	43,33	S
IV C	NS 4009	13,33	40,42	85,83	1,33	18,75	38,33	S
IV C	NS 4213	13,75	39,17	72,50	2,67	20,00	36,67	S
IV C	AS 4201	12,50	43,33	70,00	2,08	18,33	37,50	S
IV L	Bio 4.70	20,83	44,17	69,58	6,83	24,17	31,67	S
IV L	SRM 4839	17,50	51,25	66,67	5,42	27,50	36,67	S
IV L	ACA 4990	10,92	45,00	66,67	4,75	27,08	39,58	S
IV L	Bio 4.80	14,17	44,17	68,33	4,25	25,42	35,00	S
IV L	DM 4712	17,92	43,33	66,67	3,00	24,17	29,58	S

(*) Categorías de reacción: S: susceptible, MS: moderadamente susceptibles, MR: moderadamente resistente, R: resistente.

Tabla 3. Altura de la planta con síntomas (APS %), severidad de mancha marrón de la hoja y categoría de reacción (*) en los cultivares evaluados en el ciclo agrícola 2012-13.

Valores promedio de las tres repeticiones en cada estadio fenológico.

G M	Cultivar	APS (%)					Severidad (%)					Reacción
		R2	R3	R4	R5	R6	R2	R3	R4	R5	R6	
III L	SK 3.5	21,25	30,83	42,08	65,83	86,67	7,87	22,08	8,33	20,83	29,17	S
III L	RA 349	20,42	30,00	46,67	51,67	82,50	20,42	19,17	9,58	12,08	21,67	S
III L	Bio 380	20,00	25,00	40,00	59,17	78,33	17,50	11,67	3,75	13,33	19,58	S
IV C	NS 4009	20,00	28,75	42,50	50,00	80,00	13,33	15,83	4,17	8,33	31,25	S
IV C	NS 4213	21,67	30,83	46,67	58,33	85,00	16,25	24,17	9,17	23,33	37,50	S
IV C	AS 4201	18,33	27,50	48,33	50,00	80,83	16,25	12,92	12,08	10,83	23,33	S
IV L	Bio 4.70	19,58	30,42	40,83	52,50	71,67	12,92	11,25	3,67	5,83	8,75	S
IV L	SRM 4839	21,25	28,75	41,67	50,83	79,17	13,33	11,25	4,92	9,17	24,58	S
IV L	ACA 4990	20,00	30,83	40,83	55,00	75,00	12,08	12,92	3,17	10,00	15,42	S
IV L	Bio 4.80	20,00	32,08	43,33	51,67	75,83	17,08	19,17	7,08	5,50	15,00	S
IV L	DM 4712	19,17	33,75	43,75	55,00	81,67	16,67	21,67	6,58	7,50	42,08	S

(*) Categorías de reacción: S: susceptible, MS: moderadamente susceptibles, MR: moderadamente resistente, R: resistente.

Todos los cultivares evaluados en el ensayo presentaron síntomas de mancha marrón de la hoja causada por *S. glycines* (Tablas 2 y 3), superando el 25 % de altura de la planta con síntomas recomendado por Ivancovich y Couretot (2009) como umbral para realizar la aplicación de fungicidas (Figuras 10 y 11). En el estadio fenológico R6 todos superaron el 50 % de APS sugerido en este trabajo como uno de los límites por encima del cual se los caracteriza como cultivares susceptibles. Estos resultados son similares a los obtenidos por Lim (1979, 1983) y Song *et al.* (1994) quienes no observaron cultivares resistentes a la mancha marrón, sin embargo Juliatti *et al.*, (2006), encontró resistencia genética completa en algunas líneas de soja.

El comportamiento de los cultivares frente a la mancha marrón en los dos ciclos evaluados se vio afectado por factores ambientales. Así se observó que cultivares con mejor comportamiento que otros en un ciclo, no lo fueron en el siguiente ciclo agrícola evaluado. Por lo tanto, para definir con mayor grado de certeza el comportamiento de cada cultivar sería conveniente prolongar el ensayo durante más tiempo y así disminuir el efecto del ambiente en el mismo. Aun así, se pudieron determinar diferencias en el comportamiento de algunos cultivares frente a la mancha marrón de la hoja, resultado similar a lo observado por Athow (1973), Almeida (1980, 2001) y Schutt de Varini y Santos (2013), quienes encontraron diferencia de comportamiento entre cultivares.

En este ensayo se utilizó la severidad foliar por ser un método efectivo y de baja complejidad, aunque en estudios futuros podría incorporarse además la evaluación de la incidencia foliar como un parámetro más para determinar el comportamiento de los cultivares frente a la mancha marrón. Tampoco se evaluó el efecto de la enfermedad sobre el rendimiento en grano de cada cultivar ya que para tal fin es necesario comparar el rendimiento de parcelas con alta severidad de *S. glycines* con el de las parcelas del mismo cultivar con baja severidad. Esto no pudo realizarse ya que el ensayo de la RECSO no incluía la utilización de ningún tipo de fungicidas que permitiera obtener parcelas con baja severidad de la enfermedad. En tal sentido, en ensayos posteriores sería conveniente utilizar parcelas con y sin fungicidas, lo cual, además de permitir evaluar el efecto de la mancha marrón sobre el rendimiento en cada cultivar, permitiría detectar, como ya ocurrió en otros cultivos, la presencia de cultivares tolerantes a la enfermedad, capaces de tener altos rendimientos en presencia de la enfermedad (Parker *et al.*, 2004).

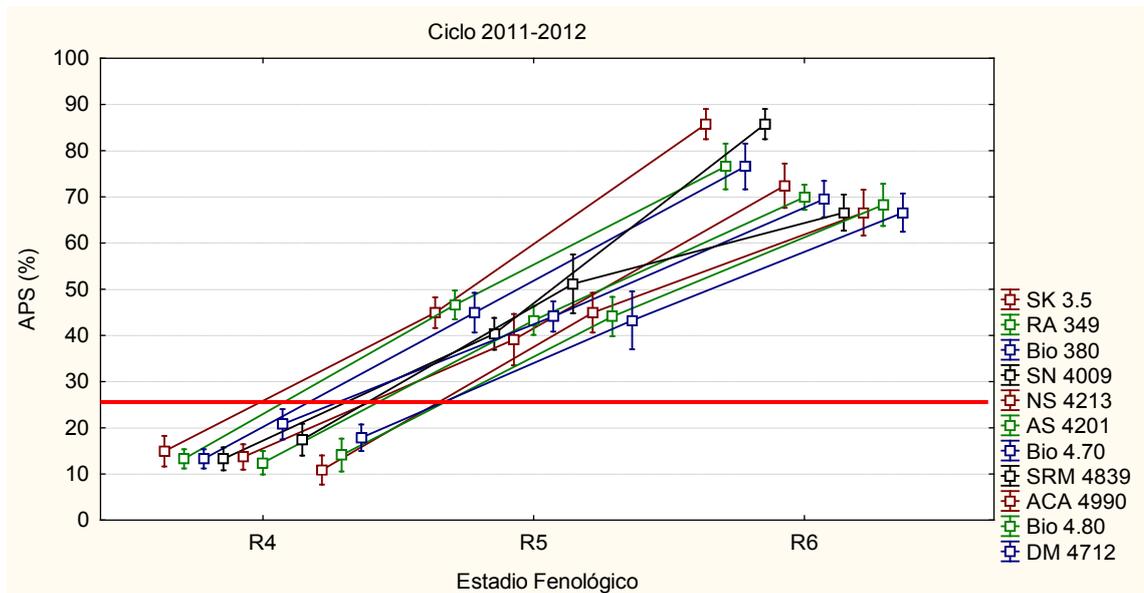


Figura 10. Evolución de la altura de la planta con síntomas (APS) de *S. glycines* en los cultivares de soja y su relación con el umbral de control (25 % de APS). Ciclo 2011/12.

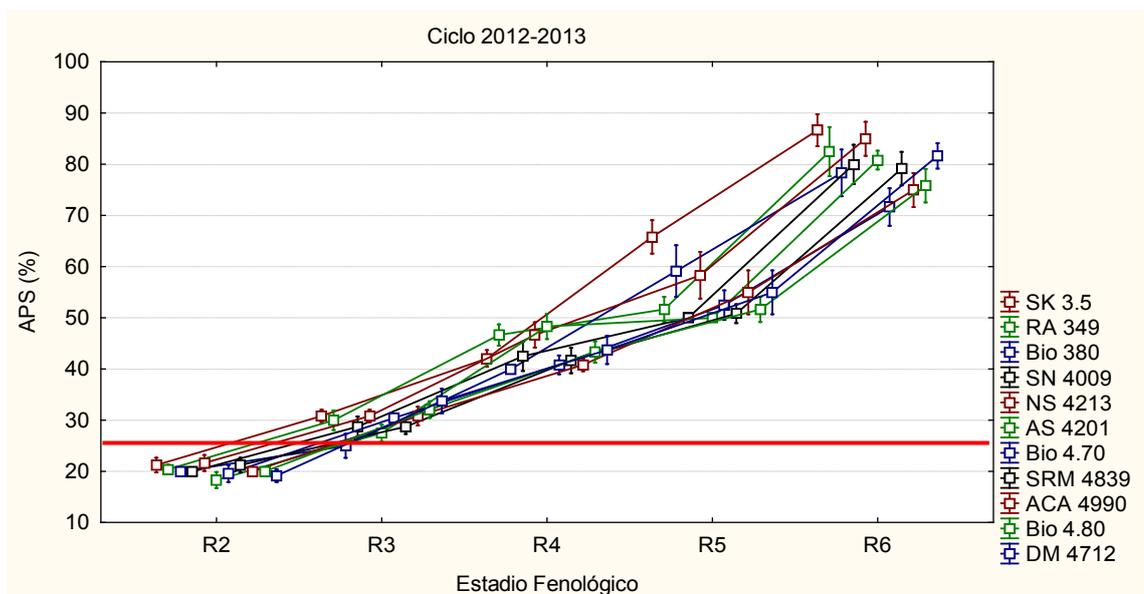


Figura 11. Evolución de la altura de la planta con síntomas (APS) de *S. glycines* en los cultivares de soja y su relación con el umbral de control (25 % de APS). Ciclo 2012/13.

4-3. Cultivares pertenecientes al GM III L.

En los dos ciclos estudiados, 2011/12 y 2012/13, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los cultivares de GM III largo para el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) de las variables altura de la planta con síntomas y severidad (Tabla 4 y Figura 12).

Tabla 4. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) de la altura de la planta con síntomas (APS) y severidad (%) en los dos ciclos ensayados en los cultivares de GM III L.

CULTIVARES	Ciclo 2011-2012		Ciclo 2012-2013	
	ABCPE (APS)	ABCPE (Severidad)	ABCPE (APS)	ABCPE (Severidad)
SK 3.5	1597,50 a	695,25 a	2625,00 a	958,12 a
RA 349	1530,00 a b	814,50 a b	2465,42 b	842,08 b
Bio 380	1503,33 b	828,33 b	2360,83 c	631,04 c

Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ($\alpha=0,05$, test Tukey).

En el ciclo 2011/12 el cultivar SK 3.5 presentó el mayor valor de ABCPE para el parámetro APS, difiriendo estadísticamente del cultivar Bio 380 que presentó el menor valor ($p=0,0036$). El cultivar SK 3.5 que presentó el menor valor de ABCPE para la severidad de los síntomas foliares no se diferenció estadísticamente RA 349, pero sí del cultivar Bio 380 que presentó el mayor valor de ABCPE ($p=0,019$) (Anexo II).

En el ciclo 2012/13 el cultivar SK 3.5 presentó el mayor valor de ABCPE para el parámetro APS, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivares ($p < 0,0001$). Este mismo cultivar además presentó el mayor valor de ABCPE elaborado a partir de la severidad de los síntomas foliares ($p < 0,0001$). El cultivar Bio 380 presentó los menores valores de ABCPE para ambos parámetros evaluados.

En este GM los cultivares RA 349 y Bio 380 se diferenciaron del cultivar SK 3.5 por manifestar menor altura de la planta con síntomas de *S. glycines* en los dos ciclos evaluados y menor severidad en el ciclo 2012/13.



Figura 12. Síntomas de *S. glycines* sobre hojas de cultivares de GM III L: SK 3.5 (izq.), RA 349 (centro) y Bio 380 (der.).

4-4. Cultivares pertenecientes al GM IV C.

En los dos ciclos estudiados se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los cultivares para el ABCPE obtenida para APS, mientras que para el ABCPE elaborada a partir de la variable severidad se encontró diferencia estadísticamente significativa solo en el ciclo 2012-13 (Tabla 5 y Figura 13).

Tabla 5. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) de la APS y severidad (%) en los dos ciclos evaluados en los cultivares de GM IV C.

CULTIVARES	Ciclo 2011-2012				Ciclo 2012-2013			
	ABCPE (APS)		ABCPE (Severidad)		ABCPE (APS)		ABCPE (Severidad)	
NS 4009	1512,50	a	654,33	a	2344,37	a	683,54	a
NS 4213	1375,42	b	668,67	a	2587,92	b	1132,50	b
AS 4201	1410,83	a b	645,42	a	2409,17	a	758,54	a

Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ($\alpha=0,05$, test Tukey).

En el ciclo 2011/12 el cultivar NS 4009 presentó el mayor valor de ABCPE de la APS, diferenciándose estadísticamente del NS 4213 que presentó el menor valor de ABCPE ($p=0,008$) pero no del AS 4201. Entre estos dos últimos no hubo diferencia estadísticamente significativa. En cuanto al ABCPE elaborado a partir de la severidad de los síntomas foliares no se observó diferencia estadísticamente significativa entre los cultivares ($p=0,86$).

En el ciclo 2012/13 el cultivar NS 4213 presentó un ABCPE para la altura de la planta con síntomas significativamente superior a los demás cultivares ($p<0,0001$). Resultado similar se obtuvo para el ABCPE elaborado a partir de la severidad ($p<0,0001$).

A partir de los resultados de los dos ciclos evaluados no se pudo inferir el comportamiento de los cultivares de este GM, ya que los que presentaron mejor comportamiento en el ciclo 2011/12 no lo demostraron en el ciclo siguiente.



Figura 13. Síntomas de *S. glycines* en hojas de cultivares de GM IV C: NS 4009 (izq.), NS 4213 (centro) y AS 4201 (der.).

4-5. Cultivares pertenecientes al GM IV L.

Entre los cultivares de este GM se observaron diferencias estadísticamente significativas para el ABCPE obtenida a partir de la variable APS y a partir de severidad (Tabla 6 y Figura 14).

Tabla 6. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) elaborado a partir de la altura de la planta con síntomas (APS) y la severidad (%) en los dos ciclos evaluados en los cultivares de GM IV L.

CULTIVARES	Ciclo 2011-2012				Ciclo 2012-2013			
	ABCPE (APS)		ABCPE (Severidad)		ABCPE (APS)		ABCPE (Severidad)	
Bio 4.70	1478,75	a b	719,50	a	2319,37	a	428,33	a
SRM 4839	1542,50	b	807,92	b	2344,79	a	595,83	b
ACA 4990	1396,42	a	822,83	b	2382,08	a	537,5	a b
Bio 4.80	1420,83	a b	751,42	a b	2399,79	a b	655,67	b c
DM 4712	1418,75	a	673,92	a	2506,46	b	883,96	c

Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ($\alpha=0,05$, test: Tukey).

En el ciclo 2011/12 el cultivar SRM 4839 presentó el mayor valor de ABCPE para la APS y se diferenció significativamente de los cultivares ACA 4990 y DM 4712 que registraron los valores más bajos ($p= 0,0009$), pero no mostró diferencias con el Bio 4.70 y Bio 4.80. El cultivar ACA 4990 presentó el mayor valor de ABCPE para la severidad, no diferenciándose estadísticamente de la observada en los cultivares SRM 4839 y Bio 4.80, pero sí de los cultivares Bio 4.70 y DM 4712 que mostraron los menores valores de severidad ($p<0,0001$).

En el ciclo 2012-2013 los cultivares DM 4712 y Bio 4.80 presentaron valores de ABCPE elaborado a partir de la altura de la planta con síntomas y de severidad significativamente superiores a los demás cultivares ($p < 0,0005$). Es oportuno destacar que el DM 4712 se diferenció significativamente de los cultivares Bio 4.70, SRM 4839 y ACA 4990 que presentaron los valores más bajos de APS. Respecto a los valores de ABCPE para la severidad se observó que Bio 4.70, SRM 4839 y DM 4712 se diferenciaron significativamente por mostrar el menor, medio y mayor valor de severidad, respectivamente (Tabla 6).

De los cultivares evaluados en este GM se destacó el Bio 4.70 por manifestar un mejor comportamiento que los demás cultivares frente a la mancha marrón de la hoja. Este cultivar presentó los menores valores de APS y de severidad en los dos ciclos ensayados. El cultivar Bio 4.80 presentó comportamiento inferior a los demás cultivares (Tabla 6), manifestando mayores síntomas de mancha marrón de la hoja en los dos ciclos evaluados.

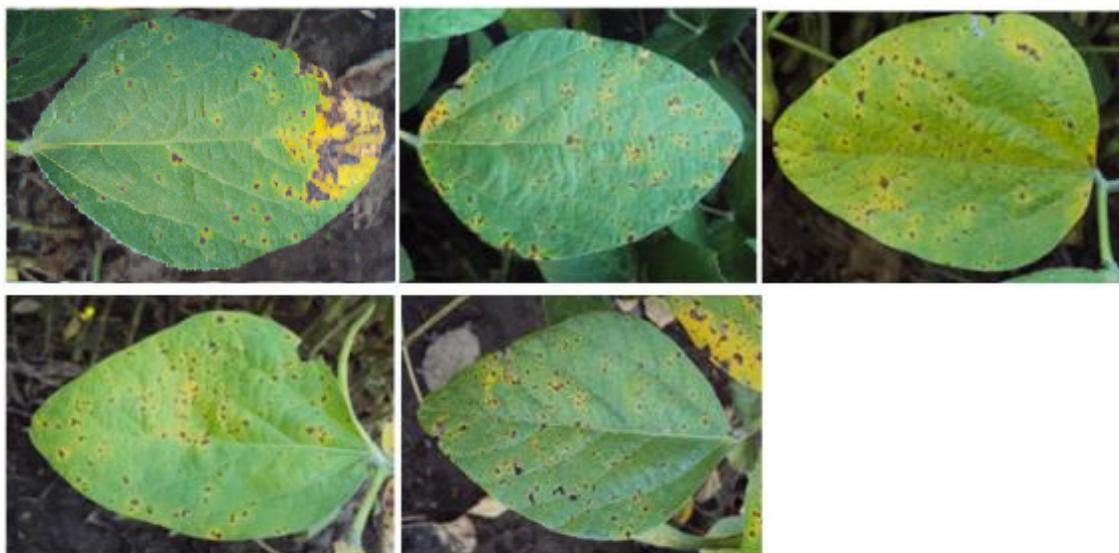


Figura 14. Síntomas de *S. glycines* en hojas de cultivares de GM IV L: Bio 4.70 (sup. izq.), SRM 4839 (sup. central), ACA 4990 (der.), Bio 4.80 (inf. izq.) y DM 4712 (inf. central).

4-5. Evaluaciones en R6 como indicadoras de la infección

En ambos ciclos ensayados se observó relación positiva entre los parámetros evaluados en el estadio fenológico R6 y el ABCPE para la altura de la planta con síntomas y para la severidad ($p < 0,001$). La relación observada fue mayor entre las evaluaciones en el estadio fenológico R5 y el ABCPE elaborado para cada uno de los parámetros evaluados en el ensayo (Tabla 7).

Tabla 7. Relación entre la altura de la planta con síntomas (APS) y la severidad de los síntomas foliares de *S. glycines* en R5 y R6 y el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) para dichos parámetros.

Variables	Ciclo 2011/12			Ciclo 2012/13		
	r	r ²	p	R	r ²	p
APS R5 ABCPE (APS)	0,79	0,63	<0,0001	0,67	0,44	<0,0001
APS R6 ABCPE (APS)	0,43	0,19	<0,0001	0,53	0,28	<0,0001
Sev. R5 ABCPE (Sev.)	0,82	0,68	<0,0001	0,70	0,50	<0,0001
Sev. R6 ABCPE (Sev.)	0,55	0,31	<0,0001	0,67	0,44	<0,0001

APS: altura de la planta con síntomas; Sev. Severidad de los síntomas foliares.

En los ciclos 2011/12 y 2012/13 las evaluaciones de APS en R5 explicaron el 63 y el 44 % respectivamente del ABCPE elaborado a partir de dicho parámetro. Las evaluaciones en R6 explicaron solo el 19 y 28 % del ABCPE en cada ciclo ensayado.

Las evaluaciones de severidad en R5 explicaron el 68 % del ABCPE de dicho parámetro en el ciclo 2011/12 y el 50 % del ABCPE en el ciclo 2012-2013. Las evaluaciones en R6 explicaron el 31 y 44 % del ABCPE elaborado a partir de las evaluaciones de severidad en los dos ciclos evaluados.

En los dos ciclos evaluados se observó que las evaluaciones en R5 de altura de la planta con síntomas y de severidad fueron mejores indicadores del total de la infección que las evaluaciones en R6. Estos resultados si bien no se contraponen con lo observado por Sinclair and Hartman (1999), quienes afirman que la infección observada en R6-R7 es predictiva de la infección total, sugieren la importancia de evaluar también el estadio fenológico anterior (R5). Más aún, considerando que este estadio fenológico constituye la fase final del período crítico del cultivo donde se define el peso de los granos.

4-5. Defoliación de los cultivares

Tabla 8. Defoliación en R7 (%) en los cultivares evaluados en el ciclo agrícola 2011-12 y 2012-13. Valores promedio de las tres repeticiones.

G M	Cultivar	Defoliación en R7 (%)	
		2011-12	2012-13
III L	SK 3.5	75,00	96,25
III L	RA 349	50,00	58,33
III L	Bio 380	58,33	75,00
IV C	NS 4009	53,33	83,33
IV C	NS 4213	50,83	47,50
IV C	AS 4201	60,83	77,50
IV L	Bio 4.70	95,84	31,67
IV L	SRM 4839	96,67	48,33
IV L	ACA 4990	96,67	24,17
IV L	Bio 4.80	97,50	41,67
IV L	DM 4712	98,33	25,00

Tabla 9. Relación entre la Defoliación (%) y los ABCPE de la APS y de la severidad (Sev) entre los cultivares pertenecientes a cada grupo de madurez (GM) evaluados en los ciclos agrícolas 2011-12 y 2012-13.

GM	Variables	Ciclo 2011/12			Ciclo 2012/13		
		r	r ²	p	r	r ²	p
III L	Defoliación ABCPE APS	0,45	0,2	0,06	0,42	0,18	0,01
III L	Defoliación ABCPE Sev	-0,02	0,01	0,90	0,23	0,05	0,17
IV C	Defoliación ABCPE APS	0,31	0,1	0,07	-0,60	0,37	0,0001
IV C	Defoliación ABCPE Sev	-0,17	0,03	0,32	-0,64	0,41	0,0001
IV L	Defoliación ABCPE APS	-0,06	0,01	0,659	-0,17	0,03	0,19
IV L	Defoliación ABCPE Sev	0,05	0,01	0,70	-0,22	0,05	0,08

APS: altura de la planta con síntomas; Sev. Severidad de los síntomas foliares.

Durante los dos ciclos agrícolas evaluados se observó una muy baja correlación positiva entre la defoliación y el ABCPE elaborado a partir de la APS para los cultivares pertenecientes al GM III L, no observándose correlación significativa entre estos parámetros en los cultivares de los GM IV C y IV L (Tabla 9). Tampoco se observó correlación entre la defoliación y el ABCPE elaborado a partir de la severidad en ninguno de los grupos de madurez en los dos ciclos evaluados.

La defoliación de los cultivares en el estadio fenológico R7 (Tabla 8) no fue un buen parámetro para estimar la infección por *S. glycines*, observándose muy baja correlación con las evaluaciones foliares.

La defoliación pudo haber estado influenciada por características genéticas y ambientales, las cuales habrían minimizado el efecto de la mancha marrón sobre los cultivares. Para poder definir con mayor grado de certeza la influencia de la mancha marrón en la defoliación del cultivo explicada por Song *et al.* (1993; 1994) y Lee *et al.* (1996), debería compararse un mismo cultivar con diferentes niveles de infección, disminuyendo así los efectos ambientales y genotípicos. Además, en este ensayo todos los cultivares presentaron valores elevados de APS y de severidad, lo cual habría contribuido a la defoliación prematura y madurez anticipada a todos los cultivares por igual.

La evaluación de la defoliación como parámetro indirecto de la infección por *S. glycines* no alcanzó a detectar variaciones mínimas pero significativas en el comportamiento de los cultivares frente a la enfermedad.

Las diferencias en la defoliación entre los cultivares no estuvo explicada por los niveles de mancha marrón en los estadios fenológicos R5 y en R6 (Tabla 10).

Tabla 10. Relación entre la defoliación y la altura de la planta con síntomas (APS) y la severidad de los síntomas foliares (Sev.) de *S. glycines* en R5 y R6 en los dos ciclos agrícolas evaluados.

Variables	Ciclo 2011/12			Ciclo 2012/13		
	r	r ²	p	r	r ²	P
Defoliación APS R5	0,27	0,07	0,013	0,24	0,06	0,18
Defoliación APS R6	-0,47	0,22	0,006	0,48	0,24	0,004
Defoliación Sev. R5	0,33	0,11	0,06	0,35	0,12	0,04
Defoliación Sev. R6	-0,31	0,09	0,08	0,21	0,05	0,23

APS: altura de la planta con síntomas; Sev. Severidad de los síntomas foliares.

En el ciclo agrícola 2011-12 se observó muy baja correlación positiva entre la defoliación y la APS en R5 pero negativa en el estadio fenológico R6. Entre la defoliación y la severidad en R5 y R6 no se observó correlación significativa ($p > 0,05$).

En el ciclo 2012-13 se observó correlación significativa entre la defoliación y la APS en R6 ($r^2 = 0,24$), y una muy baja pero significativa correlación entre la defoliación y la severidad en R5.

No se pudo determinar una correlación entre la defoliación y las evaluaciones de APS y severidad en los estadios fenológicos finales (R5 y R6) de los cultivares. Estos, si bien presentaron variaciones mínimas estadísticamente significativas en los niveles de infección (APS y severidad), no lo manifestaron en la defoliación, la cual posiblemente habría estado determinada por factores ajenos a la mancha marrón de la hoja.

5- CONCLUSIONES

- Todos los cultivares de soja evaluados fueron susceptibles a la mancha marrón de la hoja causada por *Septoria glycines*.
- Los cultivares de soja de los GM III L y IV L presentaron diferencias en el comportamiento frente a la enfermedad, destacándose por su mejor comportamiento en altura de la planta con síntomas y severidad el Bio 380 y el Bio 4.70.
- Las evaluaciones de altura de la planta con síntomas y de severidad en el estadio fenológico R6 se correlacionaron positivamente con el área bajo la curva de progreso de la enfermedad de ambos parámetros.
- Los valores registrados en R5 fueron mejores indicadores del total de la infección por *S. glycines* que los obtenidos en R6.
- La defoliación de los cultivares en el estadio fenológico R7 no fue un buen parámetro para estimar la infección por *S. glycines*, observándose muy baja correlación con las evaluaciones foliares.

6- PROPUESTA DE PROYECTOS FUTUROS

Habiendo demostrado en este trabajo la importancia de caracterizar el comportamiento de los cultivares frente a la mancha marrón causada por *Septoria glycines*, sería conveniente realizar ensayos de mayor duración para disminuir así el efecto ambiental y poder determinar con mayor grado de certeza el comportamiento de cada cultivar. Además, se podrían incluir mayor número de cultivares y líneas de soja en el ensayo para poder caracterizarlos e identificar posibles genes de resistencia.

Otra línea de trabajo sería identificar el mejor método para evaluar los cultivares, incluyendo además de los utilizados en este ensayo a la incidencia foliar y el comportamiento según el tipo de lesión (Lim 1983). Estos métodos no fueron incluidos en esta investigación ya que por ser pionero en el tema se seleccionaron solo dos parámetros de evaluación directa. También en futuros trabajos se podría determinar el modelo epidémico al cual la mancha marrón se ajusta mejor, lo cual permitiría ampliar el conocimiento sobre el comportamiento de cada cultivar frente a *S. glycines* evaluando la tasa de crecimiento de la enfermedad en cada cultivar.

Otra línea de investigación sería continuar evaluando el efecto de la mancha marrón en la defoliación del cultivo en situaciones controladas, incluyendo la evaluación del área bajo la curva de progreso de la defoliación.

Otro proyecto muy importante para desarrollar sería identificar la presencia de cultivares tolerantes a la mancha marrón, cuya característica es tener altos rendimientos en presencia de la enfermedad.

7- BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. 2005. Plant Pathology. Fifth Edition. Academic Press. 922 pp.
- Almeida, A. M. R. 2001. Observação de resistência parcial a *Septoria glycines* em soja. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v.26, n.2, pp.214-216.
- Almeida, A. M. R. 1980. Reação de cultivares e linhagens de soja a *Septoria glycines*. Resultados de pesquisa de soja 1979/80. Londrina, pp.107-112.
- Apple, J. L. 1977. The theory of disease management. Pages 79-101. In: Boli. G.G. Orsay Andy EEB. Bowling, Edsel. Academic Press, New York, 465pp.
- Athow, K. L. 1973. Fungal diseases. In: Caldwell, B.E. (Ed.) Soybeans: Improvement, Production and uses. Chapter 13. American Soc. Agronomy, Madison, USA. pp. 459-489.
- Ben Doupnik, JR. 1993. Soybean production and disease loss estimates for North Central United States from 1989 to 1991. Plant Disease v. 77, n. 11, pp.1170-1171.
- Bertelsen, J. R.; de Neergaard, E. and Smedegaard-Petersen, V. 2001. Fungicidal effects of azoxystrobin and epoxiconazole on phyllosphere fungi, senescence and yield of winter. Plant Pathology v. 50, pp. 190-205.
- Brogin, R. L.; Arias C. A. A. and Toledo J. F. F. 2003. Genetic control of soybean resistance to brown spot (*Septoria glycines*): First studies. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v. 3, n. 1, pp. 35-44.
- Campbell, C. L. and Madden, L. V. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology, Ed. Wiley. NY, USA. 532 pp.
- Carmona, M. 2006. Importancia de las enfermedades de fin de ciclo: su relación con la ecofisiología y el uso estratégico de fungicidas en el cultivo de soja. Actas MERCOSOJA 2006 Rosario. Pp. 321-324.

- Carmona, M.; Moschini, R.; Cazenave, G. y Sautua, F. 2010. Relación entre la precipitación registrada en estados reproductivos de la soja y la severidad de *Septoria glycines* y *Cercospora kikuchii*. *Tropical Plant Pathology*, v. 35, n. 2, pp. 071-078.
- Couretot L.; Magnone G. y Ferraris G. 2012. Eficacia de nuevas moléculas de fungicidas para el control de mancha marrón y mancha ojo de rana en soja. Campaña 2011/12. En: http://inta.gob.ar/documentos/eficacia-de-nuevas-moleculas-de-fungicidas-para-el-control-de-mancha-marron-y-mancha-ojo-de-rana-en-soja/at_multi_download/file/INTA%20Pergamino%20Eficacia%20de%20nuevas%20mol%C3%A9culas%20de%20fungicidas%20para%20el%20control%20de%20mancha%20marr%C3%B3n%20y%20mancha%20ojo%20de%20rana%20en%20soja.pdf
- Cruz, C.; Mills, D.; Paul, P. A. and Anne E. Dorrance. 2010. Impact of brown spot caused by *Septoria glycines* on soybean in Ohio. *Plant Disease* V. 94, pp. 820-826.
- Cromey, M. G.; Butler, R. C.; Mace, M. A. and Cole, A. L. J. 2004. Effects of the fungicides azoxystrobin and tebuconazole on *Didymella exitialis*, leaf senescence and grain yield in wheat. *Crop Protection*. V. 23, pp. 1019-1030.
- Distéfano, S. y Gadban, L. 2007. Panorama fitopatológico del cultivo de soja en la campaña 2006/2007. Pág. 15-21 en: *Soja. Actualización 2007. Información para Extensión N° 7*. EEA. Marcos Juárez. 74 pp.
- Distéfano, S. y Gadban, L. 2008. Evaluación de fungicidas foliares para el manejo del complejo de enfermedades de fin de ciclo en soja, en Marcos Juárez (Pcia. de Córdoba) INTA, EEA Marcos Juárez. Disponible en:

http://64.76.123.202/site/agricultura/roya_soja/07=informes/02_Red%20de%20Ensayos/_archivo/000002-Campa%C3%B1a%202006-07/000000_Informe%20Marcos%20Juarez.pdf

- Distéfano, S. y Gadbán, L. 2010. Efecto de la aplicación de fungicidas foliares de distintos grupos químicos en diferentes estadios fenológicos del cultivo de soja sobre la intensidad de mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) y los componentes de rendimiento. EEA INTA Marcos Juárez. En: http://inta.gob.ar/documentos/efecto-de-la-aplicacion-de-fungicidas-foliares-de-distintos-grupos-quimicos-en-diferentes-estadios-fenologicos-del-cultivo-de-soja-sobre-la-intensidad-de-mancha-ojo-de-rana-cercospora-sojina-y-los-componentes-de-rendimiento/at_multi_download/file/efecto%20de%20fungicida.pdf
- Fehr, W. R. and Caviness, C. E. 1977. Stages of soybean development. Special Report 80. Iowa State University, 11pp.
- Ferraris G. y Couretot L. 2011. Interacciones entre nutrición y sanidad en soja. Uso de cloruro de potasio en combinación con fungicidas. En: http://inta.gob.ar/documentos/interacciones-entre-nutricion-y-sanidad-en-soja-uso-de-cloruro-de-potasio-en-combinacion-con-fungicidas/at_multi_download/file/Soja_Cloruro_Potasio_combinacion_fungicida_2010.pdf
- Flor, H. H. 1956. The complementary genetic systems in flax and flax rust. *Adv. Genet* v. 8, pp. 29-54.
- Formento, N. 2005. Enfermedades de fin de ciclo de la soja en Entre Ríos. Primera Jornada Regional de Fungicidas y Tecnología de Aplicación del Cono Sur. Rosario, 14 y 15 de septiembre de 2005 (Rosario, Argentina).

- Giorda, L. 1997. La soja en la Argentina en: El cultivo de la soja en la Argentina. Giorda, L. M. y H. E. J. Baigorri Eds. Córdoba, Centro Regional Centro; Coordinación Subprograma Soja (INTA). Pp .13-26.
- Hartman, G. L. and Lee, G. B. 1995. Velvetleaf a host for *Septoria glycines*. *Plant Disease* v.79, pp. 426.
- Ivancovich, A. 1987. Soybean diseases in a long-term rotation and tillage system. MSc. Thesis. Purdue University IN-USA. 77 pp.
- Ivancovich, A. 2011. Diagnóstico y manejo de enfermedades de soja. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina. 100 pp.
- Ivancovich, A. and Couretot, L. 2009. Diagrammatic scale for evaluation of brown spot on soybean. In: World Soybean Conference Research, VIII. Developing a Global Soy Blueprint for a Safe Secure and Sustainable Supply, Beijing, p. 92.
- Ivancovich, A. y Botta, G. 2003. Enfermedades de final de ciclo de la soja. Información técnica cultivos de verano. INTA EEA Rafaela, Información Técnica de Cultivos de Verano, campaña 2003. Publicación Miscelánea n. 100.
- Ivancovich, A.; Botta, G. y Annone, J. 1993. Enfermedades fúngicas de soja en madurez en el partido de Pergamino (Bs. As. Argentina) en el período 1992-1993. Carpeta de producción vegetal. Tomo XII. Soja, Información N. 111.
- Ivancovich, A.; Botta, G. y Annone, J. 1994. Enfermedades fúngicas de soja en madurez en el partido de Pergamino (Buenos Aires. Argentina) en el período 1993-1994. Carpeta de producción Vegetal. Serie Soja. Inf. N. 123. Tomo XIII.
- Ivancovich, A.; Botta, G. y Annone, J. 2000. La mancha marrón de la soja: una enfermedad del final de ciclo de la soja. *Revista de Tecnología Agropecuaria*, v. 13, p.23.

- Ivancovich, A.; Botta, G.; Annone, J. y Giammaria, S. 1998. Oidio, una nueva enfermedad de la soja en el norte de la provincia de Buenos Aires. Actas de la III Reunión nacional de oleaginosos. Departamento de Agronomía. UNS. Asociación Argentina de oleaginosos (AAO) Bahía Blanca 20-22 de mayo de 1998, p. 91.
- Ivancovich, A.; Russian, H.; Rodriguez, M.; Rubio, A. y Fernandez, M. 2008. Control químico de enfermedades de fin de ciclo y roya de la soja. Pergamino, Buenos Aires. AAPRESID. Rosario Soja. Revista Técnica de AAPRESID 2008, pp.105-107.
- Ivancovich, A.; Botta, G. y Annone J. 1995. Enfermedades fúngicas de soja en madurez en el partido de Pergamino (Bs. As. Argentina) en el período 1992-1995. Primer Congreso Nacional de soja y segunda reunión de oleaginosas, Pergamino.
- Ivancovich, A.; Botta, G. y Annone J. 1999. Enfermedades Fúngicas de Soja en Madurez en el Partido de Pergamino (Bs. As-Argentina) en el Período 1992-1997 V Congreso Mundial de Soja, Chicago, Agosto 1999, pp. 9-12.
- Ivancovich, A.; Botta, G. y Annone, J. 1992. Aparición del cancro del tallo en cultivos de soja en el área de la EEA Pergamino. Carpeta de Producción Vegetal. Tomo XI. Soja. Información n. 94.
- Ivancovich, A.; Martinez, C y Sarlo, O. 1981. Pérdidas ocasionadas por *Sclerotinia sclerotiorum* en el partido de Pergamino en el ciclo 1980/81. Carpeta de Producción Vegetal. Tomo III. Soja. Información n. 30.
- Juliatti, F. C.; Hamawaki, O. T.; Cunha, E. P. da C.; Polizel, A. C.; Santos, M. A. dos y Shigihara, D. 2006. Severidade de doenças fúngicas foliares em

- genótipos de soja em três locais de plantio. Bioscience Journal, v. 22, n. 1, pp. 83-89.
- Kamicker, T. A. and Lim, S. M. 1985. Field evaluation of pathogenic variability in isolates of *Septoria Glycines*. Plant Disease, v. 69, pp. 744-746.
 - Kungurtseva, O. V. Consultado: Febrero de 2012. Diseases, *Septoria glycines* Hemmi. *Septoria* Brown Spot of Soya. Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds [Online]. Disponible en: http://www.agroatlas.ru/en/content/diseases/Fabacee/Fabacee_Septoria_glycines
 - Lee, G. B.; Hartman, G. L. and Lim, S. M. 1996. Brown spot severity and yield of soybeans regenerated from calli resistant to a host-specific pathotoxin produced by *Septoria glycines*. Plant Disease, v. 80, pp. 403-413.
 - Lim, S. M. 1979. Evaluation of soybean for resistance to *Septoria* Brown spot. Plant Disease reporter, Beltsville, v.63, pp.242- 245.
 - Lim S. M. 1980. Brown spot severity and yield reduction in soybean. Phytopathology v. 70, pp. 974-977.
 - Lim, S. M. 1983. Responses to *Septoria glycines* of soybeans nearly isogenic except for seed color. Phytopathology, St. Paul, v.73, n.5, p.719-722.
 - Mantecón, J. 2008. Efficacy of chemical and biological strategies for controlling the soybean brown spot (*Septoria glycines*). Cien. Inv. Agr. v. 35, pp. 211-214.
 - Martins, M. C.; Guerzoni, R. A. y Cámara, G. M. 2004. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. Fitopatología brasileira v.29, n. 2, pp. 179-184.

- Massaro, R. A. 2005. Aplicación de fungicidas en cultivos de Trigo y Soja. Primera Jornada Regional de Fungicidas y Tecnología de aplicación del Cono sur. Pp.97-104.
- Macneill, B. H., and Zalasky, H. 1957. Histological study of host- parasite relationships between *Septoria glycines* Hemmi and soybean leaves and pods. Canadian Journal of Botany, v. 35, n.4, pp. 501-505.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca 2011. Estimaciones agrícolas. Diciembre 2011. <http://www.minagri.gob.ar/>.
- Pataky, J. K. and Lim S. M. 1981. Effects of row width and plant growth habit on *Septoria* brown spot development and soybean yield. Phytopathology v. 71, pp. 1051-1056.
- Pioli, R.; Benavídez, R.; Morandi, E. y Bodrero, M. 2000. "Estudio epidemiológico de patógenos fúngicos asociados a semillas y frutos de soja". Ed. Asoc. Latinoam. ISSN 0430-6155. Fitopatología, v. 35, pp. 111-118.
- Pioli, R.; Gattuso, S.; Prado, D. and Borghi, A. 1997. Outbreak of soybean canker caused by *Diaporthe phaseolorum* var. *Meridionales* in Santa Fe, Argentina. Plant Disease, v. 81, p.1215.
- Pioli, R.; Porfiri A.; Díaz M.; Incremona M. y Morata M. 1993. Determinación de enfermedades fúngicas en soja (*Glycine max*). Estudio previo a la evaluación de prácticas de manejo. XIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Noviembre de 1993. ISSN: 1668-0154
- Ploper, L. D. 1998. "Las enfermedades de la soja". Superpanel de soja del Sexto Congreso Nacional de AAPRESID. Revista Agro Mercado n. XXVI, pp.16-22.

- Ploper, L. D. 1999a. Uso de fungicidas para el manejo de enfermedades en el cultivo de soja. En: Soja en Siembra Directa: Jornadas de Intercambio Técnico de Soja 1999. AAPRESID, pp. 74-80.
- Ploper, L. D. 1999b. Management of Economically important Diseases of Soybean in Argentina. Proceedings of World Soybean Research Conference VI. August 4-7, Illinois, USA. pp. 269-280.
- Ploper, L. D. 2000. La mancha ojo de rana. Otra enfermedad limitante del cultivo de la soja. Avance Agroindustrial, v. 21, n. 2, pp. 9-12.
- Ploper, L. D.; Gálvez, M. R.; González, V.; Jaldo, H. E.; Zamorano, M. A.; Coronel, N. D.; Díaz, C. G. y Devani, M. R. 2003. Panorama sanitario del cultivo de soja en el Noroeste Argentino. En: E. Satorre *et al.*, (Eds.). El libro de la soja. Servicios y Marketing Agropecuario, Buenos Aires, pp. 123-132.
- Parker, S. R.; Welham, S.; Paveley, N. D.; Foulkes, J. and Scott, R. K. 2004. Tolerance of *septoria* leaf blotch in winter wheat. Plant Pathology, v. 53, pp.1-10.
- Renata, J.; Ferraz de Toledo J. F. and Arias, C. A. A. 2002. Inheritance of soybean resistance to brown spot (*Septoria glycines*) in early greenhouse assessments. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v. 2, pp.71-76.
- Ross, J. P. 1982. Effect of simulated dew and postinoculation moist periods on infection of soybean by *Septoria glycines*. Phytopathology, v. 72, n. 2, pp. 236-238.
- Salvagiotti, F. 2009. Manejo de soja de alta producción. Actas XVII Congreso de AAPRESID. Rosario, pp. 79-85.
- Schuh, W. and Adamowicz, A. 1993. Influence of assessment time and modeling on the relationship between temperature-leaf wetness periods and

- diseases parameters of *Septoria glycines* on soybeans. *Phytopathology*, v. 83, pp.941-948.
- Schutt de Varini, L. y Santos, D. J. 2013. Comportamiento a enfermedades foliares y rendimiento de cultivares de soja en Paraná, Entre Ríos. ciclo agrícola 2012/13. En: Actualización técnica soja 2013. EEA Paraná. INTA. Paraná, Entre Ríos, pp. 56-62.
 - Sillon, M. 2007. Progreso temporal y espacial de las principales enfermedades de fin de ciclo de la soja y su control con fungicidas en el ciclo 2005/2006. INTA – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información técnica cultivos de verano. Campaña 2006. Publicación Miscelánea N. 106, pp.147-158.
 - Sinclair, J. B. and Hartman, G. L. 1999. Compendium of soybean diseases, 4th edition. APS Press. The American Phytopathological Society, St. Paul MN, USA. 100 pp.
 - Song, H. S.; Lim, S. M. and Clark, J. M. Jr. 1993. Purification and partial characterization of a host-specific pathotoxin from culture filtrates of *Septoria glycines*. *Phytopathology*, v. 83, pp. 659-666.
 - Song, H. S.; Lim, S. M. and Widholm, J. M. 1994. Selection and regeneration of soybeans resistant to the pathotoxic culture filtrates of *Septoria glycines*. *Phytopathology*, v. 84, n. 9, pp. 958-951.
 - Sullivan, M.; Breiter N.; Flores D.; Salinas E.; Salas B. and Ramsey, C. 2007. Soybean commodity based survey. Cooperative Agriculture Pest Survey. 475 pp.
 - Vallone, S. D. y Gadbán, L. 2005. Enfermedades de fin de ciclo. En: Actas del Congreso Mundosoja. Buenos Aires 23 y 24/06/05, pp.163-169.

- Vallone, S. D. de y Giorda, L. M. (eds.). 1997. Enfermedades de la soja en la Argentina. INTA Centro Regional Córdoba. 72 pp.
- Vallone, S. D.; Giorda, L.; Masiero, B. y Pochettino, A. 2003. Diagnóstico y manejo de enfermedades de fin de ciclo en soja en lotes de productores de Marcos Juárez y su zona de influencia. En: Soja. Actualización 2003. EEA Marcos Juárez, n. 81, pp. 33-48.
- Williams, D. J. and Nyvall R. F. 1980. Leaf infection and yield losses caused by brown spot and bacterial blight diseases of soybean. *Phytopathology*, v. 70, pp.900-902.
- Wrather, J. A.; Anderson, T. R.; Arsyad, D. M.; Tan, Y.; Ploper, L. D.; Porta-Puglia, A.; Ram, H. H. and Yorinori, J. T. 2001. Soybean disease loss estimates for the top ten soybean-producing countries in 1998. *Can.J. Plant Path*, v. 23, pp. 115-121.
- Yang, X. B. 2003. Soybean brown spot and bacterial blight. *Integrated Crop Management*, v. 490, n. 18, pp. 130-131.
- Young, L. D. and Ross J. P. 1978. Brown spot development and yield response of soybean inoculated with *Septoria glycines* at various growth stages. *Phytopathology*, v. 68, pp. 8-11.
- Zadoks, J. C. and Schein, R. D. 1979. *Epidemiology and Plant Disease Management*. New York: Oxford Univ. Press. 417 pp.

8- ANEXOS

ANEXO I: Tablas

Tabla 11. Altura de la planta con síntomas (% APS), severidad (%) y defoliación en R7 (%) promedio de mancha marrón de la hoja en cultivares de GM III L. Ciclo agrícola: 2011/12.

E. F.	R4		R5		R6		R7
Cultivar	APS (%)	Severidad (%)	APS (%)	Severidad (%)	APS (%)	Severidad (%)	Defoliación (%)
SK 3.5	15,00	2,42	45	20,83	85,34	38,33	75,00
Ra 349	13,33	2,67	46,67	25,84	76,67	42,50	50,00
Bio 380	13,33	1,67	45,00	26,67	76,67	43,33	58,33

(*) E. F.: estadio fenológico.

Tabla 12. Altura de la planta con síntomas (% APS), severidad (%) y defoliación en R7 (%) promedio de mancha marrón de la hoja en cultivares de GM IV C. Ciclo agrícola 2011/12.

E. F.	R4		R5		R6		R7
	APS (%)	Severidad (%)	APS (%)	Severidad (%)	APS (%)	Severidad (%)	Defoliación (%)
NS 4009	13,33	1,33	40,42	18,75	85,83	38,33	53,33
NS 4213	13,75	2,67	39,17	20,00	72,50	36,67	50,83
AS 4201	12,50	2,08	43,33	18,33	70,00	37,50	60,83

(*) E. F.: estadio fenológico.

Tabla 13. Altura de la planta con síntomas (% APS), severidad (%) y defoliación en R7 (%) promedio de mancha marrón de la hoja en cultivares de GM IV L. Ciclo agrícola 2011/12.

E. F.	R4		R5		R6		R7
	APS (%)	Sev. (%)	APS (%)	Sev. (%)	APS (%)	Sev. (%)	Defoliación (%)
Bio 4.70	20,83	6,83	44,17	24,17	69,58	31,67	95,84
SRM 4839	17,50	5,42	51,25	27,50	66,67	36,67	96,67
ACA 4990	10,92	4,75	45	27,08	66,67	39,58	96,67
Bio 4.80	14,17	4,25	44,17	25,42	68,33	35,00	97,50
DM 4712	17,92	3,00	43,33	24,17	66,67	29,58	98,33

(*) E. F.: estadio fenológico.

Tabla 14. Altura de la planta con síntomas (% APS), severidad (%) y defoliación en R7 (%) promedio de mancha marrón de la hoja en cultivares de GM III L. Ciclo agrícola 2012/13.

E. F.	R2		R3		R4		R5		R6		R7
	APS (%)	Sev. (%)	Def. (%)								
SK 3.5	21,25	7,87	30,83	22,08	42,08	8,33	65,83	20,83	86,67	29,17	96,25
Ra 349	20,42	20,42	30,00	19,17	46,67	9,58	51,67	12,08	82,50	21,67	58,33
Bio 380	20,00	17,50	25,00	11,67	40,00	3,75	59,17	13,33	78,33	19,58	75,00

(*) E. F.: estadio fenológico.

Tabla 15. Altura de la planta con síntomas (% APS), severidad (%) y defoliación en R7 (%) promedio de mancha marrón de la hoja en cultivares de GM IV C. Ciclo agrícola 2012/13.

E. F.	R2		R3		R4		R5		R6		R7
	APS (%)	Sev. (%)	Def. (%)								
NS 4009	20,00	13,33	28,75	15,83	42,50	4,17	50,00	8,33	80,00	31,25	83,33
NS 4213	21,67	16,25	30,83	24,17	46,67	9,17	58,33	23,33	85,00	37,50	47,50
AS 4201	18,33	16,25	27,5	12,92	48,33	12,08	50,00	10,83	80,83	23,33	77,50

(*) E. F.: estadio fenológico.

Tabla 16. Altura de la planta con síntomas (% APS), severidad (%) y defoliación en R7 (%) promedio de mancha marrón de la hoja en cultivares de GM IV L. Ciclo agrícola 2012/13.

E. F.	R2	R3	R4	R5	R6	R7
-------	----	----	----	----	----	----

Cultivar	APS (%)	Sev. (%)	Def. (%)								
Bio 4.70	19,58	12,92	30,42	11,25	40,83	3,67	52,50	5,83	71,67	8,75	31,67
SRM 4839	21,25	13,33	28,75	11,25	41,67	4,92	50,83	9,17	79,17	24,58	48,33
ACA 4990	20,00	12,08	30,83	12,92	40,83	3,17	55,00	10,00	75,00	15,42	24,17
Bio 4.80	20,00	17,08	32,08	19,17	43,33	7,08	51,67	5,50	75,83	15,00	41,67
DM 4712	19,17	16,67	33,75	21,67	43,75	6,58	55,00	7,50	81,67	42,08	25,00

(*) E. F.: estadio fenológico.

ANEXO II: Estadísticas

1. Análisis de varianza para el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) de la APS (%) y severidad (%) para los cultivares de GM III L en los dos ciclos agrícolas.

1. a. Ciclo agrícola 2011/12

- ABCPE (APS)

➤ Cuadro de Análisis de la Varianza:

Effect	Univariate Tests of Significance for ABCPE (APS) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	85778469	1	85778469	11439,25	0,000000
TRATAMIENTOS	56539	2	28269	3,77	0,035981
REP	51506	2	25753	3,43	0,046896
TRATAMIENTOS*REP	77424	4	19356	2,58	0,059796
Error	202463	27	7499		

➤ Test de Levene:

	Levene's Test for Homogeneity of Variances ABCPE (APS) Effect: "TRATAMIENTOS"*REP Degrees of freedom for all F's: 8, 27			
	MS Effect	MS Error	F	p
ABCPE	893,4028	2071,759	0,431229	0,891802

➤ Test Tukey:

	Tukey HSD test; variable ABCPE ABCPE (APS) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 7498,6, df= 27,000			
Cell No.	TRATAMIENTOS	ABCPE Mean	1	2
3	Bio 380	1503,333	a	
2	RA 349	1530,000	a	b
1	SK 3.5	1597,500		b

- **ABCPE (severidad):**

➤ Cuadro de Análisis de la Varianza:

	Univariate Tests of Significance for ABCPE Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	21866535	1	21866535	1555,219	0,000000
TRATAMIENTO	128492	2	64246	4,569	0,019533
REP	89394	2	44697	3,179	0,057572
TRATAMIENTO*REP	8815	4	2204	0,157	0,958250
Error	379623	27	14060		

➤ Test de Levene:

	Levene's Test for Homogeneity of Variances Effect: "TRATAMIENTO"*REP Degrees of freedom for all F's: 8, 27			
	MS Effect	MS Error	F	p
ABCPE	4733,924	2491,211	1,900250	0,101560

➤ Test Tukey:

Tukey HSD test; variable ABCPE (todo junto.sta)				
Homogenous Groups, alpha = ,05000				
Error: Between MS = 14060., df = 27,000				
Cell No.	TRATAMIENTO	ABCPE Mean	1	2
1	SK 3.5	695,2500	a	
2	RA 349	814,5000	a	b
3	Bio 380	828,3333		b

1. b. Ciclo agrícola 2012/13

- **ABCPE (APS)**

➤ Cuadro de Análisis de la Varianza:

Univariate Tests of Significance for ABCPE (APS)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	222084506	1	222084506	23680,54	0,000000
TRATAMIENTOS	424754	2	212377	22,65	0,000002
REP	27928	2	13964	1,49	0,243550
TRATAMIENTOS*REP	20896	4	5224	0,56	0,695685
Error	253216	27	9378		

➤ Test de Levene:

Levene's Test for Homogeneity of Variances ABCPE (APS)				
Effect: "TRATAMIENTOS"*REP				
Degrees of freedom for all F's: 8, 27				
	MS Effect	MS Error	F	p
ABCPE	2081,814	2331,481	0,892915	0,535714

➤ Test Tukey:

Tukey HSD test; variable ABCPE (APS)					
Homogenous Groups, alpha = ,05000					
Error: Between MS = 9378,4, df = 27,000					
Cell No.	TRATAMIENTOS	ABCPE Mean	1	2	3
3	Bio 380	2360,833	a		
2	RA 349	2465,417		b	
1	SK 3.5	2625,000			c

- **ABCPE (severidad):**

➤ Cuadro de Análisis de la Varianza:

Effect	Univariate Results for Each DV Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	Degr. of Freedom	ABCPE SS	ABCPE MS	ABCPE F	ABCPE p
Intercept	1	23643906	23643906	2413,556	0,000000
TRATAMIENTO	2	659951	329976	33,684	0,000000
REP	2	12604	6302	0,643	0,533415
TRATAMIENTO*REP	4	300589	75147	7,671	0,000290
Error	27	264500	9796		
Total	35	1237644			

➤ Test de Levene:

Levene's Test for Homogeneity of Variances Effect: "TRATAMIENTO"*REP Degrees of freedom for all F's: 8, 27				
	MS Effect	MS Error	F	p
ABCPE	1831,521	2906,901	0,630060	0,745404

➤ Test Tukey:

Tukey HSD test; variable ABCPE (todo junto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 9796.3, df = 27,000					
Cell No.	TRATAMIENTO	ABCPE Mean	1	2	3
3	Bio 380	631,0417	a		
2	RA 349	842,0833		b	
1	SK 3.5	958,1250			c

2. Análisis de varianza para el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) de la APS (%) y severidad (%) para los cultivares de GM IV C en los dos ciclos agrícolas.

2. a. Ciclo agrícola 2011/12

- **ABCPE (APS)**

➤ Cuadro de Análisis de la Varianza:

Effect	Univariate Tests of Significance for ABCPE Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	73917006	1	73917006	6951,291	0,000000
TRATAMIENTOS	121529	2	60765	5,714	0,008522
REP	161254	2	80627	7,582	0,002436
TRATAMIENTOS*REP	65529	4	16382	1,541	0,218684
Error	287106	27	10634		

➤ Test de Levene:

Levene's Test for Homogeneity of Variances (GM IVC ABCPE)				
Effect: "TRATAMIENTOS"*REP				
Degrees of freedom for all F's: 8, 27				
	MS	MS	F	p
	Effect	Error		
ABCPE	3744,314	2649,421	1,413257	0,235916

➤ Test Tukey:

Tukey HSD test; variable ABCPE (GM IVC ABCPE)				
Homogenous Groups, alpha = ,05000				
Error: Between MS = 10634,, df = 27,000				
Cell No.	TRATAMIENTOS	ABCPE	1	2
		Mean		
2	NS 4009	1375,417	a	
3	AS 4201	1410,833	a	b
1	NS4009	1512,500		b

- **ABCPE (severidad):**

➤ Cuadro de Análisis de la Varianza:

Univariate Tests of Significance for ABCPE (todo junto.sta)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	15498657	1	15498657	1372,828	0,000000
TRATAMIENTO	3302	2	1651	0,146	0,864627
REP	47806	2	23903	2,117	0,139907
TRATAMIENTO*REP	21603	4	5401	0,478	0,751267
Error	304819	27	11290		

➤ Test de Levene:

Levene's Test for Homogeneity of Variances (todo junto.sta)				
Effect: "TRATAMIENTO"*REP				
Degrees of freedom for all F's: 8, 27				
	MS	MS	F	p
	Effect	Error		
ABCPE	4813,500	2692,991	1,787418	0,123730

➤ Test Tukey:

Tukey HSD test; variable ABCPE (todo junto.sta)			
Homogenous Groups, alpha = ,05000			
Error: Between MS = 11290,, df = 27,000			
Cell No.	TRATAMIENTO	ABCPE Mean	1
3	AS 4201	645,4167	a
1	NS 4009	654,3333	a
2	NS 4213	668,6667	a

2. b. Ciclo agrícola 2012/13

- ABCPE (APS)

➤ Cuadro de Análisis de la Varianza:

Univariate Tests of Significance for ABCPE(APS)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	215588042	1	215588042	38357,94	0,000000
TRATAMIENTOS	381848	2	190924	33,97	0,000000
REP	7622	2	3811	0,68	0,516024
TRATAMIENTOS*REP	84917	4	21229	3,78	0,014491
Error	151752	27	5620		

➤ Test de Levene:

Levene's Test for Homogeneity of Variances ABCPE (APS)				
Effect: "TRATAMIENTOS"*REP				
Degrees of freedom for all F's: 8, 27				
	MS Effect	MS Error	F	p
ABCPE	4038,455	869,3721	4,645255	0,001178

➤ Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
ABCPE (APS)	AS 4201	12	2409,17	96,77	2438,75	21,60	<0,0001
ABCPE (APS)	NS 4009	12	2344,38	55,39	2325,00		
ABCPE (APS)	NS 4213	12	2587,92	98,87	2595,00		

Trat.	Ranks	
NS 4009	9,42	a
AS 4201	16,88	a
NS 4213	29,21	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

➤ Test Tukey:

	Tukey HSD test; variable ABCPE (APS)			
	Homogenous Groups, alpha = ,05000			
	Error: Between MS = 5620.4, df = 27,000			
Cell No.	TRATAMIENTOS	ABCPE Mean	1	2
1	NS 4009	2344,375	a	
3	AS 4201	2409,167	a	
2	NS 4213	2587,917		b

- **ABCPE (severidad):**

➤ Cuadro de Análisis de la Varianza:

	Univariate Tests of Significance for ABCPE				
	Sigma-restricted parameterization				
	Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	26513917	1	26513917	3221,220	0,000000
TRATAMIENTO	1388134	2	694067	84,323	0,000000
REP	19777	2	9889	1,201	0,316348
TRATAMIENTO*REP	260284	4	65071	7,906	0,000236
Error	222237	27	8231		

➤ Test de Levene:

	Levene's Test for Homogeneity of Variances			
	Effect: "TRATAMIENTO"*REP			
	Degrees of freedom for all F's: 8, 27			
	MS Effect	MS Error	F	p
ABCPE	5112,088	2054,210	2,488591	0,036388

➤ Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas H	p
ABCPE (APS)	AS 4201	12	758,54	110,96	775,00 23,20	<0,0001
ABCPE (APS)	NS 4009	12	683,54	84,08	705,00	
ABCPE (APS)	NS 4213	12	1132,50	162,12	1206,25	

Trat.	Ranks	
NS 4009	10,13	a
AS 4201	15,29	a
NS 4213	30,08	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

➤ Test Tukey:

	Tukey HSD test; variable ABCPE (todo junto) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 8231,0, df= 27,000			
Cell No.	TRATAMIENTO	ABCPE Mean	1	2
1	NS 4009	683,542	a	
3	AS 4201	758,542	a	
2	NS 4213	1132,500		b

3. Análisis de varianza para el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) de la APS (%) y severidad (%) para los cultivares de GM IV largo en los dos ciclos agrícolas.

3. a. Ciclo agrícola 2011/12

• **ABCPE (APS)**

➤ Cuadro de Análisis de la Varianza:

	Univariate Tests of Significance for ABCPE(APS) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	126402426	1	126402426	11449,92	0,000000
TRATAMIENTOS	168849	4	42212	3,82	0,009280
REP	14950	2	7475	0,68	0,513178
TRATAMIENTOS*REP	747822	8	93478	8,47	0,000001
Error	496782	45	11040		

➤ Test de Levene:

	Levene's Test for Homogeneity of Variances ABCPE (APS) Effect: "TRATAMIENTOS"*REP Degrees of freedom for all F's: 14, 45			
	MS Effect	MS Error	F	p
ABCPE	2915,486	2906,669	1,003033	0,466855

➤ Test Tukey:

	Tukey HSD test; variable ABCPE (APS) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 11040,, df= 45,000			
Cell No.	TRATAMIENTOS	ABCPE Mean	1	2
3	ACA 4990	1396,417	a	
5	DM 4712	1418,750	a	
4	Bio 4.80	1420,833	a	b
1	Bio 4.70	1478,750	a	b
2	SRM 4839	1542,500		b

- **ABCPE (severidad):**

- Cuadro de Análisis de la Varianza:

Effect	Univariate Tests of Significance for ABCPE (todo junto) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	34212071	1	34212071	5978,501	0,000000
TRATAMIENTO	182989	4	45747	7,994	0,000059
REP	80793	2	40397	7,059	0,002155
TRATAMIENTO*REP	301493	8	37687	6,586	0,000011
Error	257513	45	5723		

- Test de Levene:

	Levene's Test for Homogeneity of Variances Effect: "TRATAMIENTO"*REP Degrees of freedom for all F's: 14, 45			
	MS Effect	MS Error	F	p
ABCPE	1561,636	1505,461	1,037314	0,436310

- Test Tukey:

Cell No.	Tukey HSD test; variable ABCPE Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 5722,5, df = 45,000			
	TRATAMIENTO	ABCPE Mean	1	2
5	DM 4712	673,9167	a	
1	Bio 4.70	719,5000	a	
4	Bio 4.80	751,4167	a	b
2	SRM 4839	807,9167		b
3	ACA 4990	822,8333		b

3. b. Ciclo agrícola 2012/13

- **ABCPE (APS)**

- Cuadro de Análisis de la Varianza:

Effect	Univariate Tests of Significance for ABCPE (APS) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	342869415	1	342869415	33540,21	0,000000
TRATAMIENTOS	249018	4	62255	6,09	0,000527
REP	28433	2	14217	1,39	0,259394
TRATAMIENTOS*REP	27052	8	3382	0,33	0,949651
Error	460019	45	10223		

➤ Test de Levene:

MS Effect	MS Error	F	p	
				Levene's Test for Homogeneity of Variances ABCPE (APS) Effect: "TRATAMIENTOS"*REP Degrees of freedom for all F's: 14, 45
ABCPE	3471,008	2310,538	1,502251	0,149402

➤ Test Tukey:

Cell No.	Tukey HSD test; variable ABCPE ABCPE (APS) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 10223,, df = 45,000			
	TRATAMIENTOS	ABCPE Mean	1	2
1	Bio 4.70	2319,375	a	
2	SRM 4839	2344,792	a	
3	ACA 4990	2382,083	a	
4	Bio 4.80	2399,792	a	b
5	DM 4712	2506,458		b

• **ABCPE (severidad):**

➤ Cuadro de Análisis de la Varianza:

Effect	Univariate Tests of Significance for ABCPE Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	23083224	1	23083224	3268,458	0,000000
TRATAMIENTO	1380866	4	345217	48,881	0,000000
REP	135182	2	67591	9,570	0,000344
TRATAMIENTO*REP	378385	8	47298	6,697	0,000010
Error	317809	45	7062		

➤ Prueba de Kruskal Wallis:

Variable Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
ABCPE (SEV) ACA 4990	12	537,50	132,27	535,00	28,44	<0,0001

ABCPE (SEV)	Bio 4.70	12	428,33	59,89	425,00	
ABCPE (SEV)	Bio 4.80	12	655,67	56,05	635,25	
ABCPE (SEV)	DM 4712		12	803,79	306,54	818,75
ABCPE (SEV)	SRM 4839		12	595,83	142,59	602,50

Trat.	Ranks			
Bio 4.70	11,92	a		
ACA 4990	24,67	a	b	
SRM 4839	30,33		b	
Bio 4.80	38,25		b	c
DM 4712	47,33			c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

➤ Test Tukey:

Tukey HSD test; variable ABCPE						
Homogenous Groups, alpha = ,05000						
Error: Between MS = 7062,4, df = 45,000						
Cell No.	TRATAMIENTO	ABCPE Mean	1	2	3	4
1	Bio 4.70	428,3333				c
3	ACA 4990	537,5000	a			
2	SRM 4839	595,8333	a	b		
4	Bio 4.80	655,6667		b		
5	DM 4712	883,9583				d

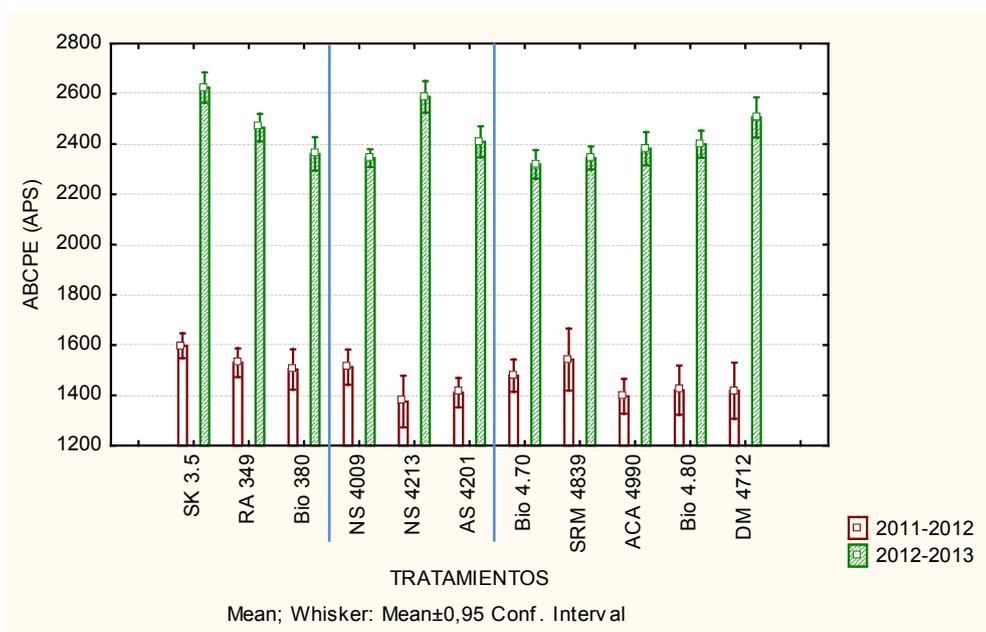


Figura 15. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) elaborado a partir de la altura de la planta con síntomas (APS) en los cultivares evaluados en ambos ciclos.

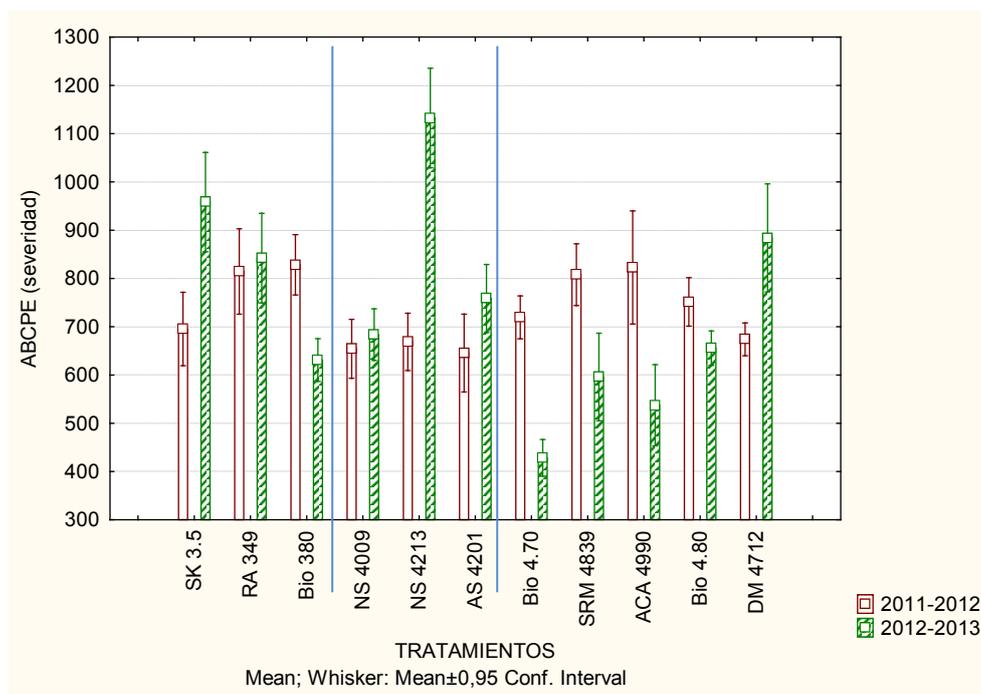


Figura 16. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) elaborado a partir de la severidad (%) en los cultivares evaluados en ambos ciclos.

ANEXO III: Datos climáticos

Tabla 17. Precipitaciones, temperaturas medias, máximas y mínimas diarias durante el ciclo del cultivo. Ciclo 2011/12.

Fecha	Precip. (mm)	Temp. Máxima (°C)	Temp. Mínima (°C)	Temp. Media (°C)	Fecha	Precip. (mm)	Temp. Máxima (°C)	Temp. Mínima (°C)	Temp. Media (°C)
01/11/2011	0,0	16	24	8	16/01/2012	0,0	24,5	36	13
02/11/2011	0,0	19,9	27,8	12	17/01/2012	0,0	26,3	37,8	14,8
03/11/2011	0,0	22,2	29,7	14,6	18/01/2012	0,0	27,5	36	19
04/11/2011	0,0	24,4	31,7	17,1	19/01/2012	0,0	27,6	36,6	18,6
05/11/2011	0,0	24	31,9	16	20/01/2012	0,0	30,1	39,2	21
06/11/2011	0,0	23,1	31,1	15	21/01/2012	5	27,1	33,2	21

07/11/2011	0,0	24,9	31,8	17,9	22/01/2012	0,0	25,1	32	18,1
08/11/2011	0,0	25,6	33,2	18	23/01/2012	32	27	36	18
09/11/2011	30,0	17,4	25,2	9,6	24/01/2012	0,0	24,5	31	18
10/11/2011	0,0	14,2	21,9	6,5	25/01/2012	0,0	18,5	25	11,9
11/11/2011	0,0	16,2	25,2	7,2	26/01/2012	0,0	18,8	26,5	11
12/11/2011	0,0	19,4	28,6	10,2	27/01/2012	0,0	22,5	30,5	14,5
13/11/2011	0,0	20,2	27,3	13	28/01/2012	0,0	22,9	32	13,8
14/11/2011	0,0	19,7	27	12,3	29/01/2012	0,0	26	37	15
15/11/2011	0,0	19,8	29,6	10	30/01/2012	15	22,3	25,6	19
16/11/2011	0,0	22	32	12	31/01/2012	0,0	24,4	28,8	20
17/11/2011	0,0	21,6	30	13,2	01/02/2012	55	24,5	33	16
18/11/2011	0,0	23,3	32	14,6	02/02/2012	45	23,5	28,8	18,2
19/11/2011	0,0	24,7	33,5	15,8	03/02/2012	0,0	24	31	17
20/11/2011	7,0	21	26	16	04/02/2012	0,0	27,7	34,1	21,3
21/11/2011	4,5	18,4	25,5	11,3	05/02/2012	0,0	25,1	29,2	21
22/11/2011	0,0	19,6	29,2	10	06/02/2012	0,0	26,3	31,6	21
23/11/2011	0,0	20	28	12	07/02/2012	0,0	25,2	31,4	19
24/11/2011	0,0	22,7	32,8	12,5	08/02/2012	53	21,9	27,5	16,3
25/11/2011	0,0	24,9	32,6	17,2	09/02/2012	0,0	17,4	23,8	11
26/11/2011	0,0	23	34	12	10/02/2012	0,0	17,9	25,8	10
27/11/2011	0,0	26,4	33,8	19	11/02/2012	0,0	18,6-	28	9,2
28/11/2011	1,5	24,6	31,4	17,8	12/02/2012	0,0	21,9	31	12,8
29/11/2011	0,0	24,9	33,8	16	13/02/2012	0,0	18,6	28	9,2
30/11/2011	9,0	15	22	8	14/02/2012	0,0	24,5	31	18
01/12/2011	0,0	15,3	25,5	5	15/02/2012	0,0	24,8	32,3	17,2
02/12/2011	0,0	18,4	28,6	8,2	16/02/2012	0,0	27,5	36	19
03/12/2011	0,0	19,1	30,2	8	17/02/2012	1,5	23,2	26,5	19,8
04/12/2011	0,0	18,8	28,7	8,9	18/02/2012	14	26,1	30,8	21,4
05/12/2011	0,0	24	32,8	15,2	19/02/2012	16,5	22,5	25,2	19,8
06/12/2011	0,0	23,4	31,8	15	20/02/2012	0,2	21,9	25	18,7
07/12/2011	0,0	22,5	33,9	11	21/02/2012	13	19,1	25	13,2
08/12/2011	0,0	24,1	35	13,2	22/02/2012	0,0	18,6	25,9	11,3
09/12/2011	0,0	25,5	34	17	23/02/2012	0,5	17	23,9	10
10/12/2011	0,0	24,8	34	15,6	24/02/2012	0,0	18,8	25,1	12,5
11/12/2011	0,5	22,4	27,7	17	25/02/2012	0,0	21,4	27,2	15,5
12/12/2011	0,0	17,7	27,2	8,2	26/02/2012	3	19,4	25,8	13
13/12/2011	0,0	16,3	26,3	6,2	27/02/2012	0,0	20,3	28,6	11,9
14/12/2011	0,0	21,3	28,5	14	28/02/2012	55	18	20	16
15/12/2011	0,0	20	26,8	13,2	29/02/2012	12,5	20,4	25,6	15,1
16/12/2011	0,0	20,8	27,8	13,8	01/03/2012	15	19	25	13
17/12/2011	0,0	19,6	29,2	10	02/03/2012	0	19,3	26,7	11,8
18/12/2011	0,0	22,1	35	9,2	03/03/2012	0	21,9	29,8	14

19/12/2011	0,0	26	36,8	15,2	04/03/2012	0	26,7	32,3	21
20/12/2011	0,0	26,8	36,7	16,9	05/03/2012	0	21,4	24,1	18,6
21/12/2011	10,0	28,8	37,4	20,2	06/03/2012	29,5	22,2	26,8	17,5
22/12/2011	0,0	23,2	29,8	16,5	07/03/2012	0	23,2	28,2	18,2
23/12/2011	0,0	14,3	19,8	8,7	08/03/2012	0	23,9	29,8	18
24/12/2011	3,0	14,3	23,4	5,1	09/03/2012	0	24,9	30	19,8
25/12/2011	0,0	16	26	6	10/03/2012	32	24,8	31,6	18
26/12/2011	0,0	18,4	25,8	11	11/03/2012	0	26	33	19
27/12/2011	0,0	22,9	32,3	13,5	12/03/2012	0,2	23,1	27,1	19
28/12/2011	0,0	22,9	32	13,7	13/03/2012	18	20,4	25,8	14,9
29/12/2011	0,0	22	28,9	15	14/03/2012	0	26,8	22,9	10,6
30/12/2011	0,0	23,1	34,2	12	15/03/2012	0	15,9	23,7	8
31/12/2011	0,0	24,1	34	14,2	16/03/2012	0	17,3	25,5	9
01/01/2012	0,0	24,2	33	15,4	17/03/2012	0	17,6	26	11
02/01/2012	0,0	23,6	36	11,2	18/03/2012	0	19,8	30,3	9,2
03/01/2012	0,0	24,5	32,2	16,8	19/03/2012	0	25,1	33,7	16,5
04/01/2012	0,0	23,1	34	12,2	20/03/2012	36	18,5	21	16
05/01/2012	0,0	25,4	35,6	15,2	21/03/2012	0	19,5	24,8	14,2
06/01/2012	0,0	28,2	39,8	16,5	22/03/2012	0	15,6	21,2	10
07/01/2012	0,0	27,3	36,6	18	23/03/2012	0	13,5	21	5,8
08/01/2012	0,0	27,5	36	19	24/03/2012	0	13,5	22	5
09/01/2012	0,0	25	41,9	18	25/03/2012	5,5	16,5	20	13
10/01/2012	0,0	28,8	40	17,8	26/03/2012	5	14,5	21,8	7,2
11/01/2012	30,0	22,4	26,8	17,9	27/03/2012	0	9,9	16,8	4
12/01/2012	0,0	21,8	28,5	15,1	28/03/2012	0	13,1	23,6	2,6
13/01/2012	0,0	20,9	29,8	12	29/03/2012	0	17,4	25,8	9
14/01/2012	0,0	21	31	11	30/03/2012	0	16,9	26	7,8
15/01/2012	0,0	22	33	11	31/03/2012	0	19,6	27,2	12

Tabla 18. Precipitaciones, temperaturas medias, máximas y mínimas diarias durante el ciclo del cultivo. Ciclo 2012/13.

Fecha	Precip. (mm)	Temp. Máxima (°C)	Temp. Mínima (°C)	Temp. Media (°C)	Fecha	Precip. (mm)	Temp. Máxima (°C)	Temp. Mínima (°C)	Temp. Media (°C)
01/11/2012	0,0	25,8	11,8	18,8	15/01/2013	0,0	31,0	14,5	22,8
02/11/2012	0,0	28,8	11,5	20,2	16/01/2013	0,0	31,8	17,2	24,5
03/11/2012	0,0	30,3	16,4	23,4	17/01/2013	2,0	30,5	16,8	23,7
04/11/2012	0,0	30,0	14,8	22,4	18/01/2013	0,0	28,2	14,0	21,1
05/11/2012	0,0	32,7	14,0	23,4	19/01/2013	0,0	29,5	13,8	21,7
06/11/2012	0,0	34,0	17,0	25,5	20/01/2013	0,0	26,5	13,0	19,8
07/11/2012	0,0	34,2	20,3	27,3	21/01/2013	0,0	28,4	14,0	21,2
08/11/2012	0,0	34,5	17,9	26,2	22/01/2013	0,0	30,0	17,0	23,5

09/11/2012	0,0	25,3	12,5	18,9	23/01/2013	0,0	34,2	16,0	25,1
10/11/2012	23,0	19,4	9,8	14,6	24/01/2013	0,0	37,2	16,0	26,6
11/11/2012	0,0	21,8	11,0	16,4	25/01/2013	0,0	22,3	7,2	14,8
12/11/2012	0,0	22,5	8,0	15,3	26/01/2013	0,0	26,8	5,0	15,9
13/11/2012	0,0	24,5	10,0	17,3	27/01/2013	0,0	33,0	14,0	23,5
14/11/2012	0,0	26,0	11,8	18,9	28/01/2013	0,0	34,0	15,0	24,5
15/11/2012	0,0	27,0	13,0	20,0	29/01/2013	0,0	34,0	18,0	26,0
16/11/2012	0,0	28,8	14,0	21,4	30/01/2013	0,0	35,0	15,0	25,0
17/11/2012	0,0	28,3	14,2	21,3	31/01/2013	0,0	26,0	19,0	22,5
18/11/2012	20,0	22,0	13,2	17,6	01/02/2013	4,5	35,8	19,0	27,4
19/11/2012	0,0	28,5	12,5	20,5	02/02/2013	5,5	29,0	17,0	23,0
20/11/2012	0,0	31,5	13,5	22,5	03/02/2013	0,0	27,2	12,0	19,6
21/11/2012	0,0	32,6	15,9	24,3	04/02/2013	0,0	27,9	11,0	19,5
22/11/2012	49,0	23,0	15,8	19,4	05/02/2013	0,0	29,0	8,9	19,0
23/11/2012	0,0	23,0	10,3	16,7	06/02/2013	0,0	29,2	11,9	20,6
24/11/2012	0,0	25,7	10,0	17,9	07/02/2013	0,0	30,2	12,0	21,1
25/11/2012	0,0	24,5	11,2	17,9	08/02/2013	0,0	32,1	17,0	24,6
26/11/2012	0,0	29,6	15,0	22,3	09/02/2013	0,0	33,0	16,8	24,9
27/11/2012	0,0	32,4	15,0	23,7	10/02/2013	0,0	31,8	19,8	25,8
28/11/2012	0,0	31,0	17,8	24,4	12/02/2013	7,0	32,0	18,0	25,0
29/11/2012	0,0	27,0	15,0	21,0	13/02/2013	0,0	34,0	18,1	26,1
30/11/2012	44,0	24,3	13,0	18,7	14/02/2013	9,0	25,3	16,0	20,7
01/12/2012	0,0	28,0	12,0	20,0	15/02/2013	0,0	31,6	14,8	23,2
02/12/2012	0,0	32,1	15,8	24,0	16/02/2013	0,0	32,2	15,2	23,7
03/12/2012	3,0	30,0	20,0	25,0	17/02/2013	0,0	33,2	17,0	25,1
04/12/2012	0,0	30,8	18,2	24,5	18/02/2013	9,5	25,5	16,9	21,2
05/12/2012	0,0	31,8	21,4	26,6	19/02/2013	5,5	24,2	12,0	18,1
06/12/2012	1,0	29,0	16,2	22,6	20/02/2013	22,0	20,0	11,0	15,5
07/12/2012	25,0	24,9	12,8	18,9	21/02/2013	3,0	20,0	15,4	17,7
08/12/2012	0,0	30,0	11,0	20,5	22/02/2013	50,0	26,8	13,2	20,0
09/12/2012	0,0	32,0	14,8	23,4	23/02/2013	0,0	28,0	15,0	21,5
10/12/2012	0,0	31,0	14,0	22,5	24/02/2013	0,0	28,2	19,5	23,9
11/12/2012	0,2	30,0	11,0	20,5	25/02/2013	43,5	26,5	14,9	20,7
12/12/2012	0,0	33,7	14,0	23,9	26/02/2013	0,0	22,7	11,0	16,9
13/12/2012	0,0	30,0	13,4	21,7	27/02/2013	0,0	22,5	7,0	14,8
14/12/2012	0,0	31,2	14,7	23,0	28/02/2013	0,0	25,8	7,0	16,4
15/12/2012	12,0	30,7	16,3	23,5	01/03/2013	0,0	28,0	12,8	20,4
16/12/2012	8,0	25,0	16,7	20,9	02/03/2013	0,0	29,0	16,1	22,6
17/12/2012	14,0	22,0	12,1	17,1	03/03/2013	27,5	24,2	15,0	19,6
18/12/2012	0,6	24,7	12,5	18,6	04/03/2013	0,0	23,2	11,9	17,6
19/12/2012	3,0	24,1	18,0	21,1	05/03/2013	0,0	23,0	8,0	15,5
20/12/2012	22,0	25,8	14,4	20,1	06/03/2013	0,0	24,8	8,5	16,7
21/12/2012	0,0	26,2	11,9	19,1	07/03/2013	0,0	28,8	13,0	20,9
22/12/2012	0,0	29,2	13,9	21,6	08/03/2013	0,0	29,0	13,4	21,2
23/12/2012	0,0	31,8	19,8	25,8	09/03/2013	0,0	29,0	17,8	23,4

24/12/2012	0,0	36,2	25,0	30,6	10/03/2013	31,5	24,0	12,0	18,0
25/12/2012	0,0	30,0	13,2	21,6	11/03/2013	0,0	23,1	9,8	16,5
26/12/2012	0,0	24,0	11,8	17,9	12/03/2013	0,5	24,0	12,3	18,2
27/12/2012	0,0	25,1	10,0	17,6	13/03/2013	0,0	24,0	8,5	16,3
28/12/2012	0,0	28,1	15,0	21,6	14/03/2013	1,5	18,2	7,9	13,1
29/12/2012	0,0	29,0	15,0	22,0	15/03/2013	0,0	18,3	6,7	12,5
30/12/2012	0,0	34,0	19,0	26,5	16/03/2013	0,0	19,7	4,0	11,9
31/12/2012	0,0	30,0	13,5	21,8	17/03/2013	0,0	20,8	8,0	14,4
01/01/2013	0,0	21,0	6,3	13,7	18/03/2013	0,0	23,1	12,0	17,6
02/01/2013	0,0	24,5	5,5	15,0	19/03/2013	0,0	23,2	12,0	17,6
03/01/2013	0,0	27,2	11,0	19,1	20/03/2013	0,0	24,8	15,0	19,9
04/01/2013	0,0	32,2	16,8	24,5	21/03/2013	0,0	26,7	10,6	18,7
05/01/2013	25,0	27,0	18,0	22,5	22/03/2013	0,0	27,5	7,3	17,4
06/01/2013	0,0	30,6	16,2	23,4	23/03/2013	11,0	27,5	16,0	21,8
07/01/2013	0,0	32,0	16,0	24,0	24/03/2013	2,0	28,8	13,3	21,1
08/01/2013	0,0	26,5	17,0	21,8	25/03/2013	17,5	26,2	13,1	19,7
09/01/2013	0,0	31,2	15,2	23,2	26/03/2013	0,0	24,2	10,1	17,2
10/01/2013	0,0	32,6	18,0	25,3	27/03/2013	0,0	25,1	7,8	16,5
11/01/2013	0,0	31,2	17,0	24,1	28/03/2013	0,0	26,5	10,1	18,3
12/01/2013	0,0	30,2	16,0	23,1	29/03/2013	0,0	27,2	9,1	18,2
13/01/2013	0,0	31,0	14,8	22,9	30/03/2013	0,0	28,5	11,0	19,8
14/01/2013	0,0	30,6	14,0	22,3					