



INFORME DE TRABAJO FINAL
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
UNLP

“Evaluación de la aplicación de fungicidas en la severidad de las enfermedades de fin de ciclo en soja y su impacto en los rendimientos”

Alumno: ZARATE JORGE FEDERICO

N° legajo. 23969/0

DNI: 29307943

E-mail: zaratejf@gmail.com

Directora: Dra. SILVINA LARRAN

Codirectora: Dra. MARINA STOCCO

Área de la temática: Fitopatología

JUNIO 2017

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Silvina Larran por su paciencia, tiempo, dedicación, buena voluntad y compromiso por llevar adelante este Trabajo Final de Carrera, con el sólo entusiasmo de ver un profesional más recibido de la Facultad de Agronomía de la UNLP.

A mi amigo, el Ing. Agr. Nicolás Bongiorno, por su tiempo y predisposición para con este Trabajo Final.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP por brindarme la formación profesional.

A mis padres, Jorge y Nora que apostaron gran parte de su vida con su incesante apoyo moral y económico durante toda mi carrera universitaria.

A mi esposa Valeria Pepe que me ayudó a dar los últimos pasos de la carrera.

A mi hermano Juan, mis amigos, compañeros de la Facultad quienes lograron que mi carrera universitaria se convierta en un espacio lleno de buenas anécdotas y alegrías.

INDICE GENERAL

INTRODUCCION	6
OBJETIVOS	14
HIPÓTESIS	14
MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
Elección del lote	15
Determinación de la severidad de enfermedades.....	18
Evaluación de los rendimientos	20
RESULTADOS	20
Relevamiento de la severidad de EFC y MOR	20
<i>Mancha marrón de la hoja</i>	21
<i>Síntomas y signo:</i>	21
<i>Agente causal: Septoria glycines</i>	22
<i>Ciclo de la enfermedad</i>	23
<i>Condiciones predisponentes</i>	24
Evaluación de los rendimientos	27
DISCUSION.....	28
CONCLUSIONES	32
BIBLIOGRAFIA.....	34

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos realizados al cultivo de la soja con diferentes fungicidas, dosis y testigo sin aplicación en el Partido de 25 de Mayo (Buenos Aires) en el año 2015.	17
Tabla 2. Medias de rangos de la severidad de la mancha marrón de la hoja en el cultivo de soja tratado con diferentes fungicidas en 25 de Mayo (Buenos Aires) en el año 2015.....	25
Tabla 3. ANOVA de los rendimientos de la soja tratada con diferentes fungicidas.....	27
Tabla 4. Medias de los rendimientos de la soja tratada con diferentes fungicidas en el estadio R3	27
Tabla 5. Datos climáticos del sitio del ensayo	28

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lote sembrado con soja (Establecimiento La Victoria, Partido de 25 de Mayo, año 2015)	16
Figura 2. Diseño del ensayo.	18
Figura 3. Distribución de la mancha marrón en plantas de soja.....	21
Figura 4. Síntomas de la mancha marrón en hojas.....	22
Figura 5. Picnidios y conidios de <i>Septoria glycines</i>	23
Figura 6. Ciclo de <i>Septoria glycines</i> , agente causal de la mancha marrón de la hoja.	24
Figura 7. Efecto de la aplicación de fungicidas en la reducción de la mancha marrón de la hoja.....	26
Figura 8. Lote del ensayo (izq.) y síntomas de la mancha marrón de la hoja (der.).....	26

RESUMEN

La soja es una leguminosa ampliamente cultivada en nuestro país siendo las enfermedades las principales limitantes en todas las regiones. Se destacan las de fin de ciclo (EFC) y la mancha ojo de rana (MOR) por la reducción de rendimientos y la calidad del grano. Considerando que la intensidad de las enfermedades depende, entre otras de las condiciones ambientales de sitio del cultivo, el momento de aplicación de los fungicidas, su elección y las dosis a utilizar deberían ser evaluadas en particular para cada subregión sojera. Los objetivos del trabajo fueron evaluar el efecto de la aplicación de fungicidas comerciales de los grupos químicos estrobilurinas, triazoles y carboxamidas en el estadio R3 en la reducción de la severidad de las EFC y MOR; analizar el impacto de su aplicación en los rendimientos y relacionar la respuesta del cultivo frente a la aplicación de los fungicidas y el rendimiento en granos. Se sembró un cultivar en el partido de 25 de Mayo (provincia de Buenos Aires) y en el estadio R3 se realizaron las aplicaciones de los fungicidas. Se realizaron 4 bloques al azar con 4 repeticiones para cada tratamiento. A los 30 días, se registró la severidad de las EFC presentes. Luego, se cosecharon los granos, calculándose los rendimientos. La enfermedad registrada con mayor severidad fue la mancha marrón. Para la severidad de esta enfermedad el análisis estadístico mostró diferencias significativas entre los tratamientos, destacándose el efecto en la reducción con la aplicación de Bogard® y Elatus®. Con respecto a los rendimientos todos los tratamientos presentaron diferencias significativas con el testigo, excepto la aplicación de AmistarXtra® Gold, destacándose la combinación de Bogard® y Elatus® a las mayores concentraciones. Se concluye que en las condiciones del ensayo las aplicaciones de mezclas dobles de triazoles y estrobilurinas y triples con triazoles, estrobilurinas y carboxamidas en el estadio R3 redujeron la severidad de la mancha marrón y con la mayoría se obtuvo incrementos en los rendimientos en comparación con el testigo.

INTRODUCCION

La soja, *Glycine max* (L.) Merrill, especie perteneciente a la familia de las Leguminosas (Fabaceae), sub-familia Papilionoideas, es originaria del continente Asiático (norte y centro de China) donde fue domesticada, probablemente a partir del siglo XI a.C. (Hymowitz, 1970). Desde oriente fue extendiéndose a otros países asiáticos como Corea y Japón, Ceylán, Palestina y África del Norte. Llega a París en el año 1740 y a Estados Unidos en 1765, sin embargo su gran expansión en este último país se produce a partir de 1940 con una producción que alcanzó las 5,59 millones de toneladas (Mt) entre 1945 y 1949 convirtiéndose en líder de la producción mundial. En Brasil, se introdujo en el año 1882 si bien su difusión se inició a comienzos del siglo XX y la producción comercial a partir de 1940 con importantes aumentos desde 1973 (Giorda, 1997).

La gran expansión de la soja, según mencionan las estadísticas precedentes, fue el resultado de diversas fuerzas y actores con el motor principal de la demanda externa derivada del aumento de la población mundial. Entre ellas, pueden mencionarse el impacto de su elevada rentabilidad, la existencia de extensiones de suelos aptos, entre estos pastizales naturales o montes vírgenes de xerófilos, que fueron labrados para cultivar la soja, el mejoramiento genético que produjo adaptaciones de esta oleaginosa a amplias condiciones ambientales, tanto climáticas como edáficas, así como mejoramiento de los rendimientos alcanzables (Melgar *et al.*, 2011). La soja es considerada un cultivo único debido a que su aporte en la alimentación proviene de su contenido en aceite y proteína, con aproximadamente 13 a 24% y 37 a 50%, respectivamente del peso seco total del grano (Passarella y Savin, 2004). Ello ha contribuido a la importancia económica de esta oleaginosa como fuente principal para la alimentación animal y humana y en los últimos años para la elaboración del biodiesel (Melgar *et al.*, 2011).

La producción mundial de soja viene presentando incrementos paulatinos, siendo para las campañas 2005/06 y 2006/07 de 220,67 y 237,18 Mt respectivamente, para las campañas 2012/13 con 268,82 Mt, 2013/14 con 283,15 Mt, 2014/2015 con valores de 319,00 Mt y de 313,20 Mt para la campaña 2015/2016. Los principales países productores son Estados Unidos, Brasil y Argentina con producciones de 106, 96,5 y 56,8 Mt, respectivamente. En cuanto a las exportaciones mundiales, las mismas están lideradas por Brasil y Estados Unidos con 54,38 Mt y 52,68 Mt y en tercer lugar Argentina con 9,9 Mt, mientras que los principales países importadores son China (75,57 Mt), la Unión Europea (17,61 Mt), México (5,53 Mt) y Japón (5,49 Mt). (USDA, 2015).

En Argentina, las primeras siembras de soja datan de 1862, sin embargo hacia 1909 fueron realizados los primeros ensayos que a partir de 1910 continuaron en la Estación Experimental Agronómica de Córdoba y luego en la Estación Experimental Obispo Colombres (Tucumán) (Giorda, 1997).

El primer emprendimiento tendiente a incorporar a la soja como cultivo extensivo en el país, fue gerenciado por una empresa privada (Brandt Laboratorios S.A.) en colaboración con la Dirección General de Investigaciones Agrícolas, dependiente del Ministerio de Agricultura de la Nación. En el marco de este convenio en la E.E.A. INTA Pergamino, provincia de Buenos Aires, se llevaron a cabo los primeros ensayos comparativos de rendimiento con diferentes variedades importadas de Asia, Europa y Estados Unidos. Como consecuencia del esfuerzo dedicado a la investigación, conocimiento y promoción del cultivo, Argentina pudo exportar por primera vez en el año 1962 un total de aproximadamente 6000 t de grano de soja con destino a Alemania (Giorda, 1997).

A partir de 1963 y hasta 1970, se realizaron estudios tendientes a identificar las variedades mejor adaptadas a cada región de acuerdo al grupo de maduración.

El cultivo de la soja, que comenzó en nuestro país en la década del 60, mantuvo a partir de ese momento un incremento sostenido del área sembrada y de los rendimientos. Esta oleaginosa pasó a ocupar una gran superficie desplazando a otros cultivos, expandiéndose hacia zonas marginales, antes improductivas, sustituyendo superficies tradicionalmente dedicadas a otros cultivos, principalmente en áreas destinadas a pasturas naturales o implantadas para ganadería e incluso avanzando sobre áreas forestadas (SAGPyA, 2004; OEA, 2009).

El incremento en superficie y producción de la soja fue acompañado por el crecimiento del complejo industrial para su procesamiento que también creció a lo largo de los últimos años, mencionándose inversiones de 5.000 millones de dólares desde la década del 80 hacia mediados del 90 a fines de aumentar la capacidad de molienda y para el mejoramiento de las instalaciones portuarias (Giorda, 1997; Rossi, 2012).

Asimismo, la incorporación y adopción de nuevas tecnologías permitieron la obtención de mejores rendimientos, menores costos, y un importante aumento en el área sembrada con esta oleaginosa (Rossi, 2012). Estas nuevas tecnologías fueron en los años 70 la difusión de la práctica del doble cultivo trigo-soja (soja de segunda), en los 80 la incorporación del uso de inoculantes, herbicidas y variedades de ciclo corto, la expansión de la siembra directa a partir de la segunda mitad de la década del 90 y en 1996 la introducción de soja resistente al glifosato (RR). Asimismo, no se puede

dejar de mencionar el impulso generado por la devaluación del año 2002 y el incremento en los precios internacionales, que también propiciaron la siembra de soja.

En este sentido, el área destinada a la siembra de soja en nuestro país ha crecido ininterrumpidamente entre las campañas 2003/04 y 2013/14, actualmente llegando a una superficie de 20,2 Mha (BCR, 2015), convirtiéndose en el cultivo de mayor superficie sembrada del país. En este mismo período, la producción se incrementó de 31,5 a 55,6 Mt, aunque en las campañas 2008/09 y 2011/12 se registraron caídas en el número final de cosecha debido a condiciones climáticas adversas (FAO, 2015).

Del total de la producción de soja del país, el 84% se exporta como grano, harina, aceite y biodiesel. Las exportaciones de grano de soja y sus derivados alcanzarían en el ciclo 2014/2015 a 50,6 Mt, compuestas por 11,5 Mt de grano, 31,9 Mt de harina, 6,2 Mt aceite y alrededor 1 Mt de biodiesel (Calzada y Rossi, 2016).

Argentina ocupa hoy el tercer lugar como productor mundial de aceite y de harina (7,68 y 30,93 Mt, respectivamente) y el primer lugar en las exportaciones para ambos subproductos, aceite y harina (USDA, 2015), constituyendo en la actualidad una de las principales fuentes de ingreso de divisas al país.

La soja se cultiva en Argentina en una amplia zona ecológica con características diferentes de suelo y clima, extendiéndose desde los 23° (en el extremo norte del país) hasta aproximadamente los 39° de latitud sur. Este cultivo se ha expandido desde la zona central (región pampeana) hacia provincias y departamentos del sur que anteriormente eran consideradas marginales por frío, latitud y estrés hídrico.

La soja, a diferencia de otros cultivos, adoptó un paquete tecnológico en el que es de particular importancia el manejo del cultivo, utilizándose ampliamente la siembra directa y el monocultivo. Diversos factores pueden ocasionar la reducción de la producción y de la calidad del grano de soja, entre ellos, el manejo del suelo y del cultivo, las condiciones ambientales desfavorables, el cambio climático con períodos de alternancia de excesivas precipitaciones y períodos de stress hídrico y los agentes bióticos y abióticos (fitotoxicidad, granizo). Entre las limitantes más importantes del cultivo en todas las regiones del país se destacan las enfermedades las cuales afectan los rendimientos y la calidad de la producción obtenida. En este sentido, cabe mencionar que las condiciones climáticas y edáficas de la amplia zona que abarca el cultivo de esta oleaginosa influyen en el desarrollo y prevalencia de distintas enfermedades que varían según las subregiones de cultivo así como de la susceptibilidad del cultivar utilizado (Giorda, 1997). Por su parte, la generalización de la siembra directa y el monocultivo generan condiciones óptimas para la multiplicación

y sobrevivencia de aquellos patógenos que son capaces de persistir en restos vegetales de un año al otro ocasionando pérdidas considerables (Carmona, 2014).

Los daños ocasionados por las enfermedades que afectan a la soja reducen los rendimientos potenciales de un cultivar elegido debido a que interfieren en sus funciones fisiológicas normales. En este sentido, podría considerarse que la reducción de los rendimientos ocasionada por las enfermedades representa la diferencia entre la producción obtenida a campo en toneladas y la que potencialmente sería alcanzable por el cultivar en ausencia de la enfermedad (Carmona, 2004).

Existen más de 40 enfermedades que afectan el cultivo de soja, algunas de las cuales son ocasionadas por patógenos necrotróficos, quienes sobreviven en tejidos muertos (rastros) y por biótros, que necesitan tejido vivo para subsistir como por ejemplo plantas guachas, malezas u otras especies susceptibles. En nuestro país, la amplia difusión de las prácticas de manejo como la siembra directa, el monocultivo, la siembra en regiones antes marginales para este cultivo, en los que las condiciones no son las adecuadas, sumado a los cambios climáticos y a la difusión de genotipos susceptibles han generado condiciones óptimas para que los patógenos necrotróficos ocasionen significativas pérdidas (Carmona, 2014).

Entre las enfermedades que afectan a la soja se destacan por su prevalencia, severidad y los daños que ocasionan a las enfermedades conocidas como de fin de ciclo (EFC) y a la mancha ojo de rana (MOR) que afectan a las hojas, tallos, vainas y semillas de la soja (Díaz *et al.*, 2005; Formento *et al.*, 2009; Carmona, 2014). Las EFC se caracterizan por presentar síntomas más conspicuos en los estadios reproductivos intermedios y avanzados ocasionando anticipación de la maduración de las plantas, reducción en los rendimientos y/o calidad de los granos, sin embargo la mayoría de los patógenos causantes de estas enfermedades están generalmente presentes en etapas vegetativas. MOR, ocasionada por *Cercospora sojina* Hara, ocasiona daños que dependen del momento de la infección ya que puede aparecer tempranamente en el cultivo y si se dan las condiciones favorables puede afectar durante todo el ciclo. Esta enfermedad acelera la senescencia de las plantas acortando su período reproductivo entre 15 y 25 días, por lo que ocasiona disminución de rendimientos así como en la calidad del grano (Carmona *et al.*, 2010a).

De acuerdo a Borrás *et al.* (2004) las EFC y MOR reducen el área foliar fotosintéticamente activa disminuyendo de esta manera la cantidad de radiación absorbida en la etapa más crítica del cultivo, afectando consecuentemente el rendimiento. Las enfermedades foliares afectan la generación del rendimiento debido a que los patógenos utilizan la energía producida por el cultivo (carbohidratos y nutrientes producidos o de reserva) convirtiéndose en destino, la cual podría haber

sido destinada a los órganos reproductivos. A su vez, las enfermedades disminuyen la eficiencia de la interceptación de la radiación por disminución del índice de área foliar (IAF) y su duración debido a que ocasionan senescencia temprana y defoliación, disminuyendo de esta manera la generación de biomasa con su consecuente efecto en los rendimientos y en la calidad del grano (Carmona, 2005; Díaz *et al.*, 2005).

Los patógenos causantes de las EFC son transportados por semillas, sobreviven en el rastrojo y en plantas voluntarias, por lo cual tienden a permanecer en el lote y frente a un esquema de monocultivo asociado a siembra directa, año a año aumentan la severidad, sumado a la falta de resistencia genética (Gally, 2003; Arias, 2011). Los sistemas agrícolas bajo siembra directa y monocultivo agrícolas no permiten la interrupción del ciclo de los patógenos necrotróficos y favorecen el aumento de inóculo en el suelo y en el rastrojo y el incremento de hospedantes secundarios o voluntarios, los cuales se constituyen en reservorios de inóculo (Arias, 2011).

De acuerdo a lo mencionado por diferentes autores (Carmona *et al.*, 2004; Ploper *et al.*, 2008; Formento *et al.*, 2009) las EFC de mayor prevalencia en Argentina son: el tizón de la hoja y mancha púrpura de la semilla [*Cercospora kikuchii* (Matsu & Tomoyasu) Gardner], la antracnosis [*Glomerella glycines* (Hori) Lehman & Wolf], la mancha marrón de la hoja [*Septoria glycines* (Hemmi)], el tizón de la vaina y el tallo [*Diaporthe phaseolorum* (Cke. & Ell.) Sacc. f. sp. *sojae*/ *Phomopsis sojae* (Lehman)], el mildiu [*Peronospora manshurica* (Naumov) Syd.: Gäum], la mancha anillada [*Corynespora cassiicola* (Berk & Curt) Wei], la mancha foliar por *Alternaria* (*Alternaria* spp.), la pústula bacteriana [*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (Nakano) Dye.] y el tizón bacteriano [*Pseudomonas siringae* pv. *glycinea* (Coerper) Young, Dye & Wilkie]. Numerosos autores reportan en nuestro país pérdidas de rendimiento muy variables según las regiones y condiciones climáticas imperantes durante cada campaña (Arias y De Battista, 2015). Se han registrado dos daños ocasionados por las EFC variables entre 10% y 30% (Ivancovich y Botta, 2000; Ploper *et al.*, 2003), mientras que para MOR entre 30 y 60% yándose valores superiores dependiendo del material genético utilizado (Carmona, 2014). Es importante destacar que la intensidad de MOR depende principalmente de la susceptibilidad del cultivar y de las condiciones ambientales durante el cultivo (Carmona *et al.*, 2010a). En Argentina, MOR fue detectada con severa intensidad en la campaña 1998/1999 en el NOA. Durante los años posteriores ocurrió esporádicamente, sin embargo se distribuyó a nuevas provincias como Entre Ríos, Córdoba, Santa Fe y Buenos Aires. Entre los años 2005 y 2008 mantuvo valores bajos de prevalencia (entre 5 y 25%), baja incidencia y severidad en la región pampeana sin embargo, a partir de ese año comenzó a dispersarse rápidamente

llegando a valores de 100% de incidencia de plantas afectadas en los lotes evaluados en Córdoba y Santa Fe y de 0 a 100% en Buenos Aires con severidades que rondaron el 30% (Carmona *et al.*, 2010a). En Entre Ríos, en los Departamentos de Diamante, Paraná, La Paz y Nogoyá, en el año 2009, se registraron valores de prevalencia de 80, 75, 63 y 45,6% respectivamente, si bien con una baja severidad (Formento *et al.*, 2009). Y, para la campaña 2009/10 los muestreos realizados en Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos y Buenos Aires registraron aumentos de prevalencia, incidencia y severidad significativos, principalmente en la provincia de Córdoba y Santa Fe (Carmona y Scandiani, 2009). Odetto y Baigorri (2010) consideran a MOR como la enfermedad de mayor importancia en el cultivo de la soja del país, dado su carácter y pérdidas significativas de rendimiento.

Para reducir el efecto de estas enfermedades, en la actualidad, se recomienda la realización de un manejo integrado (MIE) que consiste en la utilización de diversos recursos y técnicas en forma racional con el fin de mantener la intensidad de las patologías por debajo de ciertos umbrales de daño de manera que no se afecte el rendimiento y/o la calidad del producto, permitiendo la continuidad de la producción en el tiempo y en equilibrio (Carmona *et al.*, 2011b). Para ello, el manejo integrado utiliza un conjunto de estrategias complementarias entre sí (químicas, biológicas, genéticas y culturales) que permiten convivir con las enfermedades en el cultivo sin mayores pérdidas de cosecha proporcionando el máximo beneficio económico (Vallone y Giorda, 1997).

En este sentido, las principales estrategias recomendadas para el manejo de las EFC y MOR, incluyen medidas tales como el uso de cultivares tolerantes, en el caso de las EFC o resistentes para MOR, complementando con la utilización de medidas culturales, debido a que no se dispone de resistencia genética para la mayoría de ellas y la aplicación de productos químicos. De esta manera, pueden mencionarse la utilización de semillas de calidad, la aplicación de fungicidas a las semillas, aplicaciones foliares con fungicidas sistémicos, la rotación con cultivos no susceptibles y la eliminación de plantas voluntarias. Asimismo, se recomiendan la implementación de prácticas culturales como la elección de fechas de siembras que permitan el escape del cultivo a las enfermedades en sus estadios más susceptibles y a las condiciones ambientales favorables para los patógenos, la utilización de densidades y distancias entre surcos adecuadas que permitan una buena cobertura de los entresurcos y la cosecha oportuna, ya que su retraso aumenta la incidencia de hongos que afectan a los granos (Ploper *et al.*, 2001; Hoffman *et al.*, 2004; Ploper *et al.*, 2015).

Debido a que la mayoría de los patógenos causantes de las EFC sobrevive en el rastrojo o, como en el caso de *C. soja* y *C. kikuchii* en semillas, y a que en la actualidad la casi totalidad del cultivo de soja se realiza bajo siembra directa y en monocultivo, sumado a la difusión de cultivares susceptibles, es posible esperar que estas enfermedades continúen en aumento. En relación a ello, Aragón y colaboradoras (1997) mencionan que los sistemas de conservación del suelo como la labranza mínima o cero favorecen a los patógenos que están asociados a la falta de remoción del suelo. Por otro lado, el amplio uso de los mencionados sistemas de producción reduce el espectro de estrategias que podrían ser utilizadas para el manejo de estas enfermedades tales como la rotación, la incorporación de los rastrojos y la mineralización de los mismos, prácticas que reducirán inóculo inicial.

En nuestro país la aplicación de fungicidas es una práctica habitual de los productores sojeros para el manejo de enfermedades de las EFC, a pesar de incrementar el costo de producción y el riesgo de contaminación ambiental. Sin embargo, estos productos deben ser utilizados orientados con fundamentos económicos, ecológicos y sustentables que permitan la aplicación en el momento oportuno, un uso racional y el retorno económico en el marco de un manejo integrado (Reis *et al.*, 2002; Carmona, 2014).

En particular para MOR, si bien la utilización de variedades resistentes es una medida preferencial de manejo, la existencia de razas del patógeno podría generar cambios en la reacción de los genotipos (Carmona *et al.*, 2010a). Por ello, el control químico para esta enfermedad también es una herramienta recomendada para ser utilizada en tratamientos de semillas y aplicaciones foliares, en particular, para evitar daños en los materiales genéticos que actualmente se siembran en la región pampeana, los cuales son variedades susceptibles (Scandiani *et al.*, 2010).

Por lo mencionado, para la toma de decisiones en el uso de fungicidas foliares cuya finalidad es proteger el rendimiento alcanzable de pérdidas ocasionadas por enfermedades foliares debe considerarse que la respuesta puede variar dependiendo del tipo de fungicida según el agente causal, de las condiciones ambientales, de las medidas de manejo utilizadas, entre otras.

De acuerdo a lo mencionado, es importante conocer por un lado, los requerimientos del cultivo a lo largo de su ciclo y su relación con los componentes del rendimiento. Como se mencionara con anterioridad, las EFC disminuyen el área foliar fotosintetizadora, disminuyendo la radiación interceptada lo cual genera senescencia anticipada, adelantando la maduración y afectan finalmente el rendimiento. Asimismo, las EFC acortan el período crítico de la soja, comprendido entre los estadios R4,5 y R5,5 momento en el cual la capacidad de compensación del cultivo se reduce debido a

que la floración casi ha finalizado y las vainas y semillas más jóvenes son más propensas a abortar en condiciones de stress (Baigorri, 1997). Ello significa que cualquier situación de stress en esa etapa, tal como déficit hídrico o de nutrientes, efecto de plagas, enfermedades foliares, granizo, etc., afectará el número final de vainas y granos.

A su vez, debe considerarse la característica de los patógenos que causan estas enfermedades, la mayoría de los cuales se presentan desde estadios vegetativos en forma asintomática manteniendo un estado de latencia y manifestándose en estadios más avanzados (excepto *S. glycines* que puede observarse en etapas vegetativas), lo cual dificulta la determinación del momento oportuno para la aplicación de los fungicidas.

Frente a estas consideraciones diferentes autores recomiendan la aplicación de fungicidas entre los estadios R2-R3 y R5, para reducir al patógeno y preservar el área foliar maximizando la tasa de crecimiento para la generación de biomasa lo que se traducirá en mayores rendimientos (Carmona, 2005; Sillón et al., 2011). En algunos estudios se han logrado buenas respuestas en los rendimientos, en particular en aplicaciones en R3, si bien con algunas variaciones dependientes de las condiciones ambientales, las cuales influyen en el desarrollo de las patologías (Sillón et al., 2011). A pesar de lo mencionado, la determinación del momento oportuno para la aplicación de fungicidas en soja dentro de la ventana fisiológica recomendada es dificultoso y deben tenerse en cuenta además las características del fungicida (dosis y tipo de molécula), las enfermedades prevalentes en el sitio del cultivo y las condiciones ambientales (Carmona, 2014).

Si bien frecuentemente en nuestro país se realizan ensayos relacionados a la tecnología de aplicación de fungicidas foliares las evaluaciones de aplicaciones a campo, en particular para MOR son muy escasas así como la información referida al momento de aplicación o al tipo de producto óptimos para disminuir el efecto de las enfermedades en los rendimientos y/o calidad de grano (Distéfano y Gadbán, 2011).

Entre los fungicidas recomendados para el manejo de las EFC y MOR se incluyen los pertenecientes a los grupos de las estrobilurinas, triazoles y bencimidazoles solos o en mezclas. En los últimos años se ha incorporado la utilización de carboxamidas, los cuales podrían generar además un efecto positivo en la fisiología vegetal en la eficiencia de uso de agua (Smith et al., 2013; Fleitas et al., 2015).

Cabe mencionar la importancia que tienen, entre otras, las condiciones del sitio del muestreo en la respuesta a la aplicación de fungicidas, por ejemplo al considerar la historia del lote (presión de inóculo), así como por las condiciones ambientales por ejemplo en la distribución y frecuencia de las precipitaciones (Carmona, 2006). En este

sentido ha sido demostrado que aplicaciones de fungicidas en períodos de sequía no han ocasionado incrementos de rendimiento significativo ya que las EFC no se desarrollan en estas condiciones (Carmona, 2006).

Frente a la prospección del aumento de estas enfermedades en los próximos años es necesaria la generación de investigaciones en el uso de fungicidas eficaces, dosis y momentos de aplicación según las zonas de cultivo para el logro de una producción de soja en forma rentable y amigable con el ambiente. De esta manera, el resultado de estas investigaciones podrá ser utilizado para orientar a los productores como complemento de las anteriormente mencionadas estrategias genéticas y culturales recomendadas para el manejo de las EFC y MOR en el marco de un manejo integrado.

De acuerdo a lo expuesto y a que hasta la fecha, en la región que limita los partidos de Bolívar, 25 de Mayo y 9 de Julio de la provincia de Buenos Aires, no se dispone de información de la evaluación de la aplicación de mezclas de fungicidas a base de triazoles y estrobilurinas para el manejo de las EFC prevalentes en la región y MOR así como tampoco de las dosis y momentos de aplicación y su impacto en el rendimiento de la soja, surgió el interés en la realización de este trabajo. En este sentido, en el presente trabajo se planteó la siguiente hipótesis:

HIPÓTESIS

La aplicación foliar en soja de mezclas dobles de fungicidas de los grupos estrobilurinas, triazoles y triples de los grupos estrobilurinas, triazoles y carboxamidas en el estadio fenológico R3 reduce la severidad de las EFC y MOR obteniéndose mayores rendimientos en comparación con testigos sin aplicación.

Para la comprobación de dicha hipótesis se propusieron los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

General:

- Evaluar el efecto de la aplicación de fungicidas de los grupos estrobilurinas, triazoles y carboxamidas en la severidad de las EFC y MOR y su impacto en los rendimientos en el cultivo de soja.

Objetivos específicos:

- Evaluar el efecto de la aplicación de diferentes fungicidas comerciales de los grupos químicos estrobilurinas, triazoles y carboxamidas en el estadio R3 del cultivo de soja en la severidad de las EFC y MOR.
- Analizar el impacto de la aplicación de fungicidas comerciales de los grupos químicos estrobilurinas, triazoles y carboxamidas en el estadio R3 del cultivo en los rendimientos del cultivo de soja.
- Relacionar la respuesta del cultivo frente a la aplicación de los fungicidas evaluados y el rendimiento en granos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elección del lote

Con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de fungicidas de diferentes grupos químicos sobre la reducción de las enfermedades y su impacto sobre la producción de la soja se realizó un ensayo en el establecimiento La Victoria, de un productor agrícola, ubicado a 5 km de Del Valle, Partido de 25 de Mayo, provincia de Buenos Aires. El establecimiento fue seleccionado considerando su historia agrícola consistente en dos años consecutivos de cultivo de soja de primera y bajo siembra directa, a modo de posibilitar la presencia de inóculo inicial de las EFC y MOR en el campo.

El ensayo fue sembrado en el mes de octubre del 2015 en la superficie total del establecimiento (225 ha) en el mes de octubre con semillas fiscalizadas del cultivar NA 4613 RG (Nidera) a una distancia de 0,52 m entre líneas a una densidad 70 kg.ha⁻¹ de semillas, fertilizando junto a la semilla con 60 kg.ha⁻¹ con superfosfato triple, de acuerdo al manejo tradicional realizado por los productores de la zona. En este sentido, cabe aclarar que el productor del establecimiento realiza anualmente análisis de suelo a fines de calcular la cantidad de fósforo requerido, sin embargo la cantidad de fertilizante que aplica varía entre 60 y 90 kg.ha⁻¹, dependiendo del valor de la tonelada de soja del año (Comunicación personal). En relación al nitrógeno, de acuerdo a lo transmitido por el productor, en el establecimiento no realizan aplicaciones de este mineral debido a que considera que los valores que presentan normalmente sus suelos son suficientes para garantizar el inicio del cultivo y que en las etapas posteriores la soja obtiene el nitrógeno a través de la simbiosis con

bacterias nitrificadoras. Para lograr esto último, se cuenta con la tecnología TPS (Tratamiento Profesional de Semilla), que garantiza una cantidad de principio activo exacta semilla por semilla de manera uniforme y homogénea asegurando el éxito de la inoculación con anticipación a la siembra.

El cultivar elegido para el ensayo correspondió al grupo de madurez IV, caracterizándose por su resistencia al glifosato y por su susceptibilidad a MOR, de acuerdo a las tablas de comportamiento frente a *C. sojina* realizadas por el INTA-EEA Marcos Juárez, 2009 (Carmona *et al.*, 2010a).

A los fines de garantizar un nivel inicial de enfermedades en el lote a utilizar para el ensayo se realizó preliminarmente un monitoreo en el estadio R2, correspondiente a una flor abierta en alguno de los dos nudos superiores del tallo principal con hojas totalmente desplegadas (Fehr y Caviness, 1977). En este monitoreo se estimó la incidencia de las EFC y/o MOR en 10 puntos del cultivo al azar evaluando 1 hoja de la zona media de cada una de 10 plantas. La incidencia, porcentaje de individuos enfermos en relación al total, se determinó con la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia: } \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de plantas enfermas}}{\text{Total de plantas muestreadas}} \times 100$$

Con los datos obtenidos se seleccionó una superficie de 12,48 m de ancho x 60 m de largo dentro del total del área sembrada con soja que presentara un mínimo de 30% de incidencia de EFC. La única enfermedad que se registró con ese valor de incidencia fue la mancha marrón. MOR no fue registrada en el cultivo. A continuación se marcaron 24 parcelas experimentales, constituidas por 6 surcos a 0,52 m por 10 m de largo cada una.



Figura 1. Lote sembrado con soja (Establecimiento La Victoria, Partido de 25 de Mayo, año 2015)

En estas parcelas, en el estadio R3, correspondiente a una vaina de al menos 0.5 cm en alguno de los cuatro últimos nudos del tallo principal con una hoja totalmente desarrollada, según Fehr y Caviness (1977), se realizaron los tratamientos que se muestran en la Tabla 1 a fines de evaluar el efecto de diferentes fungicidas en la reducción de la severidad de las EFC y/o MOR presentes con mayor intensidad en comparación con un testigo al que no se le aplicó fungicida.

Tabla 1. Tratamientos realizados al cultivo de la soja con diferentes fungicidas, dosis y testigo sin aplicación en el Partido de 25 de Mayo (Buenos Aires) en el año 2015.

Tratamientos	
T1	Testigo (sin aplicación de fungicidas)
T2	Amistar Xtra® Gold 300 ml.ha ⁻¹ (azoxistrobina + ciproconazole) Triazol + estrobilurinas
T3	Orquesta® Ultra 800 ml.ha ⁻¹ + Dash® (coadyuvante) 300 ml.ha ⁻¹ Triazol + (fluxapyroxad + epoxyconazole + pyraclostrobin) estrobilurinas + carboxamida
T4	Bogard®150 ml.ha ⁻¹ (difenoconazole) + Elatus® 100 ml.ha ⁻¹ Triazol + (benzovindiflupir + azoxistrobina) + Nimbus® (coadyuvante) 500 ml.ha ⁻¹ estrobilurinas + carboxamida
T5	Bogard® 300 ml.ha ⁻¹ (difenoconazole) + Elatus® 200 ml.ha ⁻¹ Triazol + (benzovindiflupir + Nimbus® 500 ml.ha ⁻¹ (difenoconazole) estrobilurinas + carboxamida
T6	Tazer® Xpert 250 ml.ha ⁻¹ (azoxistrobina + epoxiconazole) Triazol + estrobilurinas

Las características de los fungicidas utilizados en el ensayo son: Amistar Xtra (Syngenta) es un fungicida formado por los grupos estrobilurinas cuyo principio activo (p.a.) es azoxistrobina y triazol con p.a. ciproconazole; OrquestaTM Ultra (BASF) está constituido por una mezcla de fungicidas: estrobilurina, triazol y carboxamida (Xemium®): contiene los siguientes principios activos y concentraciones: fluxapyroxad 5% + epoxyconazole 5% + F500® (pyraclostrobin) 8,1%; Bogard® (Syngenta) pertenece al grupo de los triazoles y está compuesto por difenoconazole; Elatus® (Syngenta) es una mezcla de ingredientes activos del grupo químico de las carboxamidas, benzovindiflupyr (15 gr) (SolatenolTM) y azoxistrobina (30 gr) (Amistar®)

y Tazer Xpert (Nufarm) está compuesto por azoxistrobina 25% y epoxiconazole 12,5%. Los coadyuvantes utilizados fueron Dash® y Nimbus® de las empresas Basf y Syngenta, respectivamente.

Los diferentes fungicidas fueron aplicados foliarmente utilizando una mochila de gas carbónico a presión constante (2,3 Bares), con barra de 4 picos provistos de pastillas de abanico plano, con un volumen de caldo de 125 L.ha⁻¹. Para la aplicación se utilizaron elementos de protección personal (EPP) como traje/Tybeck, guantes, máscaras con filtro de carbono, entre otros.

Los tratamientos se realizaron en bloques completamente aleatorizados efectuándose 4 repeticiones de cada uno, quedando distribuidos como se muestra a continuación (Figura 1).

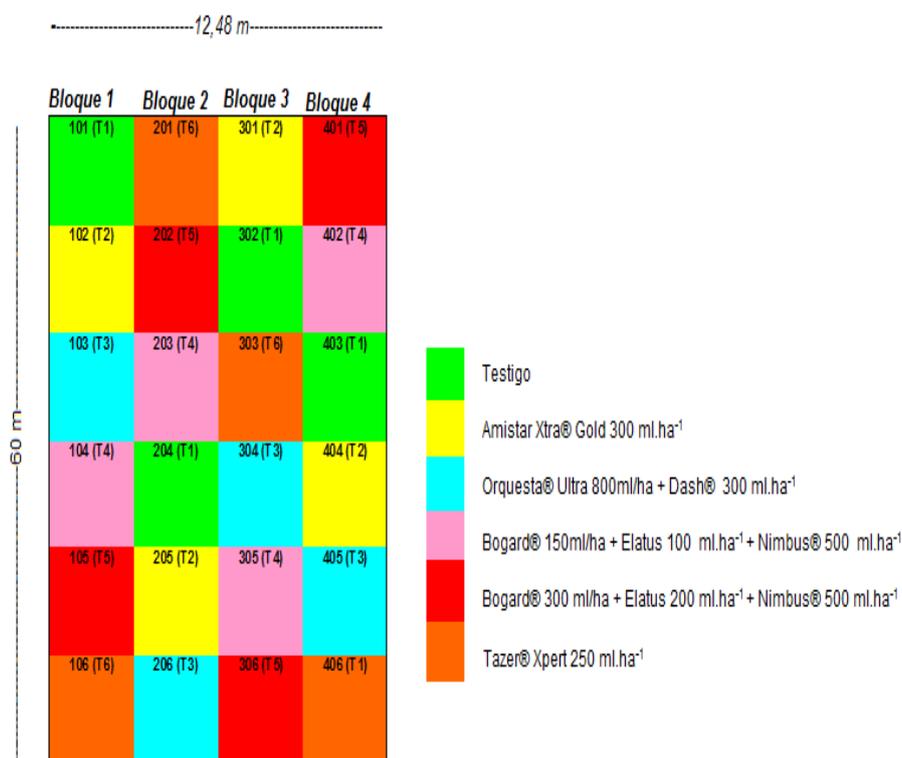


Figura 2. Diseño del ensayo.

Bloque 1: parcelas 101 al 106; bloque 2: 201 al 206; bloque 3: 301 al 306 y bloque 4: 401 al 406.

Determinación de la severidad de enfermedades

Con la finalidad de evaluar la severidad de las enfermedades presentes en el cultivo de soja (EFC y/o la MOR) en los diferentes tratamientos, a partir de la

aplicación de los fungicidas se realizó el seguimiento continuo del cultivo. A los 30 días posteriores a la aplicación se observó la presencia de sintomatologías y ciertas diferencias en el comportamiento entre los tratamientos por lo que se estableció esta fecha como el momento para la evaluación. Para ello, se utilizó la severidad como parámetro de estimación de daños ocasionado por las enfermedades, el cual representa el porcentaje del órgano enfermo, determinándose visualmente como el área del tejido enfermo en relación al área total de la hoja evaluada expresada en porcentaje. Se evaluó la hoja de la zona media de cada una de 10 plantas tomadas en 10 puntos de muestreo al azar en cada uno de los tratamientos.

Para diagnosticar las enfermedades del cultivo se realizó un estudio preliminar de las principales enfermedades que normalmente se registran en el cultivo llevándose a cabo una exhaustiva búsqueda bibliográfica. A su vez, para facilitar su reconocimiento *in situ* se utilizaron manuales de campo (Botta e Ivancovich, 1996; Ivancovich, 2011a; Gamboa, 2007; Formento y de Souza, 2008; Carmona *et al.*, 2010a). En los casos en que se dificultó el reconocimiento a simple vista y/o con la ayuda de lupas de campo para la observación de signos, se extrajeron las hojas, se acondicionaron y fueron transferidas al laboratorio del Centro de Investigaciones de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata. En el laboratorio, las muestras de tejidos se desinfectaron de la siguiente manera: 1 minuto en alcohol etílico al 70%, 3 minutos en hipoclorito de sodio al 5% y luego fueron lavadas en agua destilada estéril durante 5 minutos. A continuación, las muestras se sembraron en medio de cultivo agar de papa glucosado al 2% (APG) y fueron llevadas a estufa a 24 ± 2 °C en condiciones de oscuridad. Se realizó un seguimiento del crecimiento de las colonias y utilizando claves taxonómicas se realizaron las identificaciones (Ellis, 1971; 1976; Sutton, 1980).

Con los datos de severidad relevados en los diferentes tratamientos se confeccionó una planilla en excel y se realizó un análisis de la varianza no paramétrico debido a que no se cumplió el supuesto de normalidad en la distribución de los errores, por lo cual se realizó la prueba de Friedman con el software estadístico INFOSTAT. Las medias se compararon utilizando el test de LSD ($P \leq 0.05$).

Evaluación de los rendimientos

Para la evaluación del impacto de la aplicación de los fungicidas en el rendimiento de soja las parcelas de los diferentes fueron cosechadas mecánicamente con cosechadora experimental Winter Esteiger. La cosecha se realizó sobre los 9 metros lineales de los surcos centrales correspondientes a cada tratamiento parcela, dejando sin cosechar 0,50 m de cada extremo para evitar el efecto del posible impacto de la deriva de los fungicidas utilizados. Una vez realizada la cosecha, se determinó el rendimiento de cada uno de los tratamientos pesando los granos obtenidos y transformando los valores a Kg.ha^{-1} . Con estos datos se realizó un análisis de la varianza, comparando las medias con el test de LSD ($P \leq 0.05$).

Condiciones climáticas

Se obtuvieron los datos climáticos del período del ensayo del sitio del muestreo a fines de relacionarlos con los resultados obtenidos ya que influyen sobre las patologías vegetales, los rendimientos y por lo tanto en la respuesta en rendimientos a la aplicación de fungicidas.

RESULTADOS

Relevamiento de la severidad de EFC y MOR

A los 30 días de la aplicación de los fungicidas se registraron los valores de severidad de las enfermedades en el cultivo en los diferentes tratamientos realizados. La enfermedad que se presentó con mayor severidad fue la mancha marrón de la hoja (*S. glycines*) mientras que con valores muy bajos ($\leq 1\%$) se determinó MOR (*C. sojina*) y el tizón de la hoja y mancha púrpura de la semilla (*C. kikuchii*). Debido a lo mencionado y a fines de dar cumplimiento a los objetivos del presente trabajo la evaluación de los tratamientos se acotó solamente a la severidad de la mancha marrón cuyos valores rondaron entre 0 y 30%. MOR no fue considerada en la evaluación por presentarse con valores muy bajos, tal como fuera mencionado.

Como se mencionara con anterioridad, para la realización del presente trabajo preliminarmente se llevó a cabo un estudio de las principales enfermedades que afectan al cultivo de soja a fines de ciclo a los efectos de reconocerlas en el cultivo. Debido a que la mancha marrón fue la enfermedad con mayores valores de severidad

registrada en el lote del ensayo y la que fue considerada en este trabajo para la evaluación de la aplicación de los fungicidas y su impacto en los rendimientos, a continuación se presenta el resultado de la revisión bibliográfica realizada de esta enfermedad y las características de su agente causal.

Mancha marrón de la hoja

La mancha marrón de la hoja fue descrita por primera vez en Japón en el año 1915 y más tarde, en 1922, se registró en Estados Unidos. A partir de ese año, esta enfermedad fue una de las más difundidas de la soja a nivel mundial. En Argentina, se la registra en todas las regiones productoras (Sinclair y Shurtleff, 1980; Vallone y Giorda, 1997) y entre las más frecuentes en la Región Pampeana (Carmona, 2014).

Síntomas y signo:

La mancha marrón es una enfermedad que ocasiona principalmente manchas en hojas, sin embargo, puede infectar semillas, tallos y vainas de plantas en estados de maduración. Los primeros síntomas se observan en los cotiledones, hojas primarias unifoliadas, como manchas irregulares de coloración marrón oscuro, de tamaño variable, pudiendo coalescer. Las hojas infectadas rápidamente se tornan amarillas y caen tempranamente. Luego, aparecen numerosas manchas en las hojas trifoliadas que se van tornando color chocolate oscuro a marrón oscuro con un característico halo clorótico a su alrededor. El hongo desarrolla también manchas marrones, de márgenes irregulares e indefinidos en los tallos, ramas, pecíolos y vainas. En condiciones ambientales frescas y húmedas el hongo progresa desde las hojas basales a las superiores y pudiendo producir una severa defoliación temprana en la mitad inferior de la planta, con la consiguiente reducción de los rendimientos (Figura 3).



Figura 3. Distribución de la mancha marrón en plantas de soja.

(Fuente: Ivancovich, 2011b)

La mancha marrón de la hoja, que fue la primera enfermedad foliar identificada en Argentina, se inicia desde la base de la planta, se desarrolla luego hacia arriba, provocando una defoliación basal anticipada y la consecuente reducción del área foliar general. Esto disminuye la eficiencia de intercepción de la luz durante el período crítico del cultivo en el que se genera el rendimiento, es decir a partir de floración (R1), especialmente entre R3 y R5. De esta manera, ocasiona disminución de rendimientos y consecuentemente pérdidas económicas (Gally, 2007).



Figura 4. Síntomas de la mancha marrón en hojas.

(Fuente: Crop Science. Universidad de Illinois)

Agente causal: Septoria glycines

Clasificación taxonómica:

Reino Fungi; Phylum Ascomycota; Clase: Dothideomycetes; Orden: Capnodiales; Familia: Mycosphaerellaceae

Septoria glycines es un hongo que produce picnidios en el interior de las lesiones que se observan como puntuaciones oscuras, en las hojas son marrones globosos a cónico-globosos, mientras que en los tallos son aplanados por su posición en el tejido. Estos presentan un ostíolo con paredes finas y membranosas, miden entre 60 y 125 μm (la mayoría entre 90 y 100 μm) de diámetro y se disponen en forma dispersa o densamente agrupados. Los conidios (picnidiosporas) son hialinos, filiformes, curvados, miden de 21 a 50 μm de largo (generalmente, entre 35 y 50 μm) x 1,4 a 2 μm de ancho, presentan entre 1 y 3 septos, los cuales son detectables al momento de la germinación (Figura 5).

Los conidios germinan fácilmente en agua sobre la superficie de las hojas comenzando desde la célula conidial de la base y luego continúan las otras células. Las hifas son densamente ramificadas, de paredes gruesas y de aspecto granuladas (Sinclair y Shurtleff, 1980).

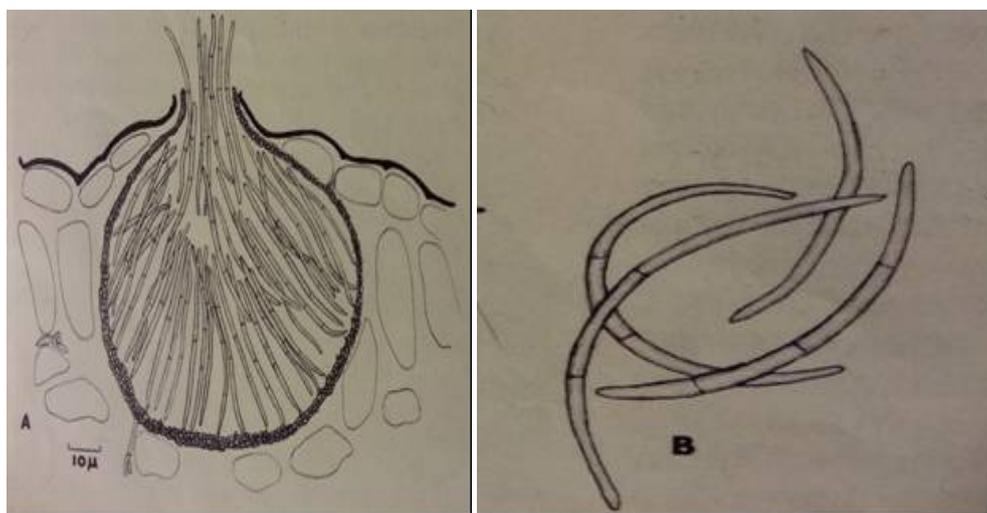


Figura 5. Picnidios y conidios de *Septoria glycines*.

Ciclo de la enfermedad

La fuente de inóculo principal de esta enfermedad es el rastrojo de plantas infectadas de años anteriores, y las semillas, por su parte son las responsables de la introducción en nuevos lotes o áreas (Figura 7). El inóculo primario son los conidios y micelio. El hongo ingresa a través de estomas iniciando la infección, luego crece intercelularmente ocasionando la muerte de las células adyacentes a la hifa. También puede ingresar por los estomas de las vainas y crece desde la pared de la placenta hacia los tejidos funiculares e invade la semilla.

La enfermedad puede manifestarse en las etapas iniciales del cultivo, en las plántulas, si bien muchas veces no se observa sintomatología en las primeras etapas, tornándose conspicua en las etapas de madurez. Los primeros síntomas se observan en los cotiledones, hojas primarias y trifoliadas del tercio inferior de las plantas. Estas lesiones iniciales son fuente de inóculo para las infecciones posteriores. En condiciones de temperaturas cálidas y tiempo húmedo se ve favorecida la esporulación del patógeno en las lesiones primarias, dispersándose los conidios principalmente a través de las precipitaciones y sus salpicaduras y del viento. La infección se dispersa así desde las partes basales de las plantas a las superiores, a través de los conidios (inóculo secundario), desarrollando los síntomas ya descritos,

siendo más notorios a medida que avanza el ciclo del cultivo manifestándose el amarillamiento y la caída prematura de las hojas (Vallone y Giorda, 1997).

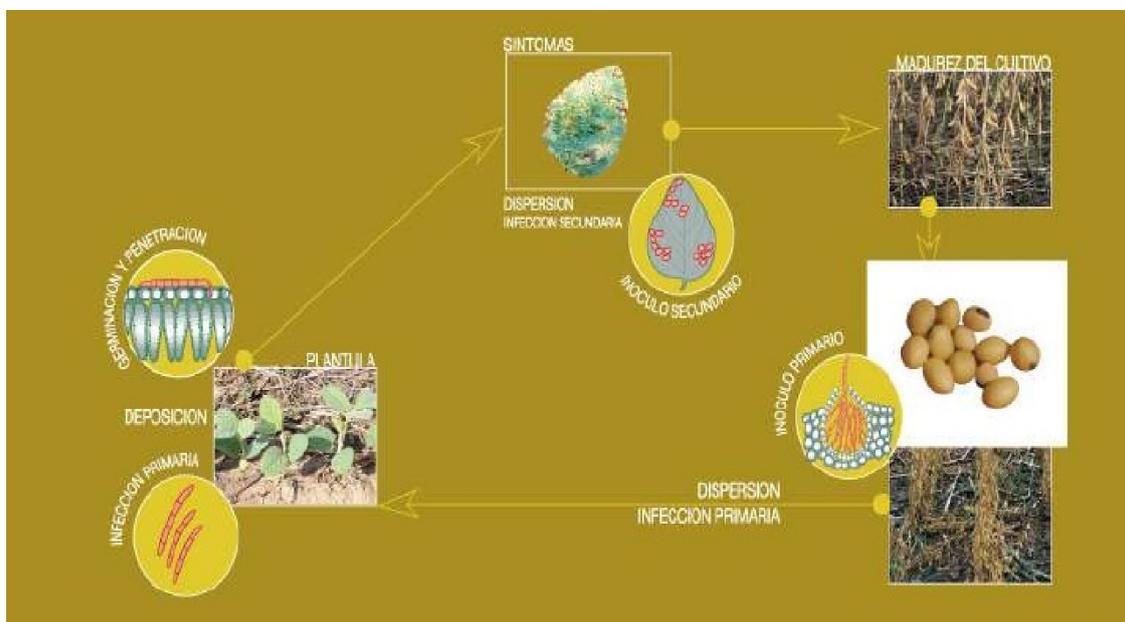


Figura 6. Ciclo de *Septoria glycines*, agente causal de la mancha marrón de la hoja.

(Fuente: Ivancovich, 2011b)

Condiciones predisponentes

Las condiciones que predisponen al desarrollo de la enfermedad son temperaturas medias diarias superiores a 21°C; alta humedad ambiente; el monocultivo de soja; la labranza reducida o la siembra directa y el distanciamiento entre los surcos que favorece las salpicaduras de las precipitaciones que facilitan la dispersión del inóculo secundario. Por el contrario, en condiciones de altas temperaturas y baja humedad ambiental se detiene la propagación del hongo (Vallone y Giorda, 1997).

Severidad de la mancha de la hoja en los diferentes tratamientos con aplicación de fungicidas

Los resultados del análisis mostraron que hubo diferencias significativas ($T=61,63$; $P\leq 0.0001$) entre los tratamientos evaluados en los valores de severidad de la mancha marrón de la hoja en el cultivo de soja a los 30 días de la aplicación con

diferentes fungicidas en comparación con el testigo. En la Tabla 2 se muestran las medias de los rangos de la severidad de la mancha marrón de la hoja en todos los tratamientos.

Tabla 2. Medias de rangos de la severidad de la mancha marrón de la hoja en el cultivo de soja tratado con diferentes fungicidas en 25 de Mayo (Buenos Aires) en el año 2015

Tratamientos	Número de muestras (n)	Suma de rangos	Media de rangos*
T1 Testigo sin aplicación	40	238,0	5,95 f
T2 Amistar Xtra® Gold 300 ml.ha ⁻¹	40	169,0	4,23 e
T3 Orquesta® Ultra 800 ml.ha ⁻¹ + Dash® 300 ml.ha ⁻¹	40	111,0	2,78 bc
T4 Bogard® 150 ml.ha ⁻¹ + Elatus® 100 ml.ha ⁻¹ + Nimbus® 500 ml.ha ⁻¹	40	100,0	2,50 ab
T5 Bogard® 300 ml.ha ⁻¹ + Elatus® 200 ml.ha ⁻¹ + Nimbus® 500 ml.ha ⁻¹	40	84,5	2,11 a
T6 Tazer® Xpert 250 ml.ha ⁻¹	40	137,5	3,44 d

*Medias de rangos con una letra común no son significativamente diferentes. Test de LSD entre la suma de rangos ($P \leq 0,05$).

Todos los fungicidas evaluados presentaron menor porcentaje de severidad de la mancha marrón de la hoja comparados con el testigo sin aplicación (Tabla 2). Se destacan los tratamientos en los que se aplicaron las mezclas de Bogard® y Elatus® (T4 y T5) que fueron los que presentaron los valores menores comparados con el testigo. Es importante destacar que los tratamientos realizados con dos dosis diferentes de esta combinación de fungicidas no mostraron diferencias significativas en los valores de severidad de la enfermedad. Asimismo, puede destacarse el comportamiento del fungicida Orquesta® en combinación con Dash® (T3) en la reducción de la severidad de la mancha marrón de la hoja.

Como puede verse en la Figura 8, los valores de las medias de severidad de la mancha marrón de la hoja fueron considerablemente bajas en relación al testigo sin aplicación (6,83; 3,40; 2,60; 1,83 y 4,83 para T2, T3, T4, T5 y T6, respectivamente y 19,25 para el T1). La mayor reducción de la severidad de la mancha marrón con respecto al testigo fue en el tratamiento 5 cuyo valor de severidad fue de 17,42% menos que el testigo (Figura 7).

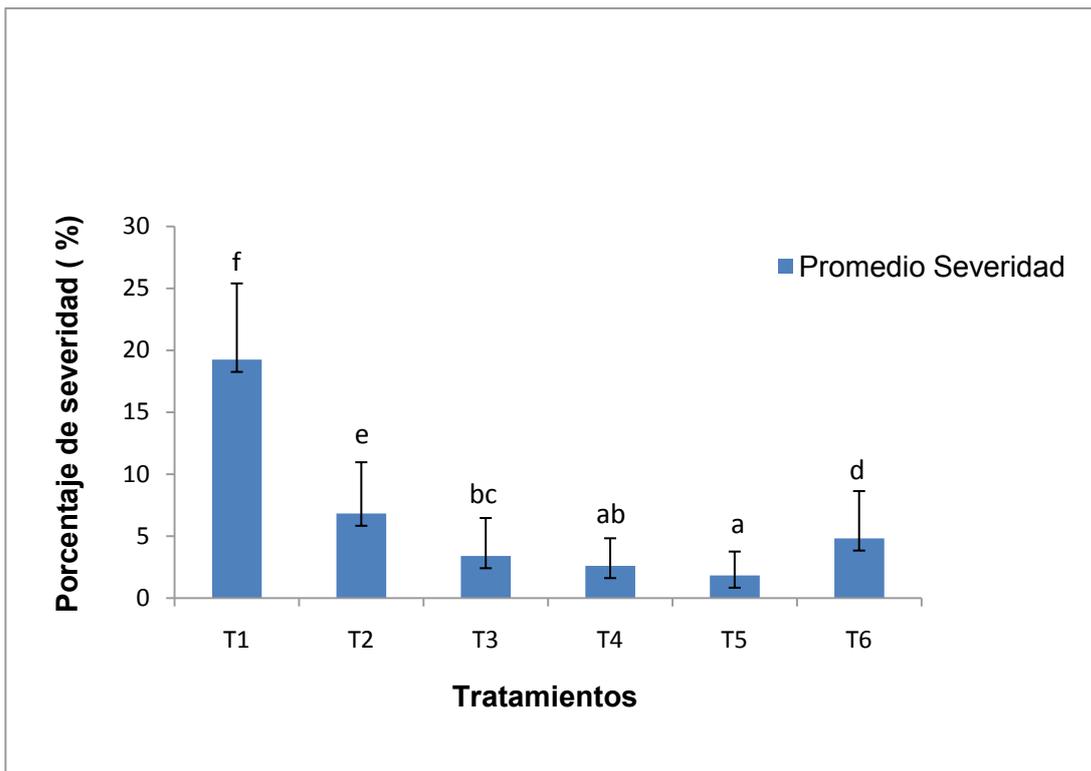


Figura 7. Efecto de la aplicación de fungicidas en la reducción de la mancha marrón de la hoja.

T1: Testigo sin aplicación; T2: Amistar Xtra® Gold 300 ml.ha⁻¹; T3: Orquesta® Ultra 800 ml/ha + Dash® 300 ml.ha⁻¹; T4: Bogard®150 ml/ha + Elatus® 100 ml.ha⁻¹ + Nimbus® 500 ml.ha⁻¹; T5: Bogard® 300 ml/ha + Elatus® 200 ml.ha⁻¹ + Nimbus® 500 ml.ha⁻¹; T6: Tazer® Xpert 250 ml.ha⁻¹. Letras iguales no son significativamente diferentes. Test de LSD entre la suma de rangos ($P \leq 0,05$).

En la Figura 8 pueden observarse una imagen fotográfica del lote en el que se realizó el ensayo de soja y otra de los síntomas de la mancha marrón de la hoja encontrados en el lote.



Figura 8. Lote del ensayo (izq.) y síntomas de la mancha marrón de la hoja (der.).

Evaluación de los rendimientos

A continuación se presentan los resultados del ANOVA de los datos de rendimiento de las parcelas correspondientes a los tratamientos realizados (Tablas 3 y 4).

Tabla 3. ANOVA de los rendimientos de la soja tratada con diferentes fungicidas

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Valor de P
Tratamientos	5	476364,75	10,13	0,0001
Error	18	47040,15		

*Test de F ($P \leq 0,05$).

Tabla 4. Medias de los rendimientos de la soja tratada con diferentes fungicidas en el estadio R3

Tratamientos	Medias de rendimientos (Kg.ha ⁻¹)
T1 Testigo sin aplicación	4076 a
T2 Amistar Xtra® Gold 300 ml.ha ⁻¹	4259 ab
T3 Orquesta® Ultra 800 ml/ha + Dash® 300 ml.ha ⁻¹	4578 bc
T4 Bogard®150 ml/ha + Elatus® 100 ml.ha ⁻¹ + Nimbus® 500 ml.ha ⁻¹	4685 c
T5 Bogard® 300 ml/ha + Elatus®200 ml.ha ⁻¹ + Nimbus® 500 ml.ha ⁻¹	5062 d
T6 Tazer® Xpert 250 ml.ha ⁻¹	4449 bc

Letras iguales no son significativamente diferentes. Test de Fisher (LSD) ($P \leq 0,05$).

En la Tabla 4 se observan los resultados del ANOVA, los cuales mostraron que hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto al testigo, excepto en el que se aplicó Amistar Xtra® Gold. Puede destacarse, por los valores obtenidos de rendimientos, al tratamiento con la combinación Bogard® y Elatus® a las mayores concentraciones (T5).

Datos climáticos durante el período del ensayo

A continuación se presentan los datos climáticos de la región del muestreo tomados del INTA de Bolívar, provincia de Buenos Aires.

Tabla 5. Datos climáticos del sitio del ensayo

	2015				2016			TOTAL
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MZO	ABR	
Precipitaciones	131,4	62,1	35,7	63,5	157,2	24,6	90,8	565,30
T° media mensual	13,6	19,8	23,6	23,7	23,6	18,0	14,8	
T° mínima mensual	6,4	11,1	13,0	15,6	15,4	10,3	9,4	
T° máxima mensual	18,8	25,1	29,7	29,2	29,3	26,1	20,0	
T° suelo media	3,7	5,8	10,5	12,3	14,4	10,8	8,1	
Días con helada abrigo	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Días con helada suelo	6,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
H° mínima media	50,0	40,1	36,8	SD	SD	SD	SD	
H° máxima media	95,4	92,1	87,4	SD	SD	SD	SD	
Dirección media viento	SD	NOV	N	N	N	E	NE	
Intensidad media	29,5	31,0	32,8	28,8	29,0	25,9	22,7	

(Fuente: Datos proporcionados por el INTA, Agencia de extensión rural de Bolívar)

La aplicación de los fungicidas fue realizada el 18 de enero (R3) y la evaluación de los diferentes tratamientos el día 19 de febrero. Como puede observarse, desde la siembra las precipitaciones y las temperaturas fueron favorables para el desarrollo de la mancha marrón de la hoja. Si bien no se contó con datos fehacientes de humedad de todo el ciclo, la humedad fue también propicia para el patógeno.

DISCUSION

La soja en la Argentina es un cultivo considerado de importancia económica y social, debido a que constituye el principal ingreso de divisas extranjeras a nuestro país, por su rentabilidad, superficie sembrada y producción (Carmona, 2014). Sin embargo, las enfermedades, en particular las EFC y MOR son las principales causantes de la reducción de los rendimientos del cultivo y de la calidad de los granos siendo reportadas pérdidas de rendimiento muy variables según regiones y condiciones climáticas imperantes durante cada campaña (Arias y De Battista, 2015).

Si bien para el manejo de las enfermedades mencionadas se recomienda el uso de un conjunto de estrategias en el marco de un manejo integrado los productores habitualmente acuden a la aplicación de fungicidas. De acuerdo a lo mencionado por Carmona (2011a) las EFC y MOR son enfermedades que se controlan en nuestras regiones sojeras con productos químicos, lo que ha determinado un significativo aumento en el uso de fungicidas en el cultivo de soja en los últimos 10 años.

Frente a la mencionada tendencia de los productores en el uso de fungicidas para el manejo de las estas enfermedades debería generarse información para aconsejar un uso racional de los mismos. A partir de ello, surgen interrogantes acerca de qué principios activos recomendar, en qué momento deben aplicarse y en qué dosis para cada región en particular. Para ello, debe considerarse que la decisión de la aplicación y del producto a utilizar depende de varios factores entre ellos de la incidencia y severidad de las enfermedades en la región, del estado fenológico del cultivo, del comportamiento sanitario del cultivar, del estado general del lote y su historia y de las condiciones ambientales del sitio (Carmona *et al.*, 2012).

En este sentido, la falta de información acerca del tipo de fungicidas, momento de aplicación y dosis a utilizar para el manejo de las EFC y/o MOR en el cultivo de soja en la zona del Partido de 25 de Mayo motivó el planteo de los objetivos de la presente investigación para orientar a los productores en el manejo de las enfermedades predominantes en la zona.

En este trabajo, la enfermedad que se registró con los mayores valores de severidad fue la mancha marrón de la hoja, que en nuestro país es endémica y considerada de gran importancia económica por la disminución de los rendimientos que ocasiona. Esta enfermedad ha sido también registrada por otros autores como la de mayor severidad en otras zonas como Entre Ríos y Santa Fe (Arias, 2011; Carmona *et al.*, 2015) y es considerada junto con el tizón de la hoja y mancha púrpura de la semilla como las de mayor importancia por su prevalencia, incidencia y severidad entre las enfermedades de fin de ciclo que se presentan en nuestro país (Carmona *et al.*, 2015). Esto podría deberse, por un lado a que la mancha marrón puede afectar a la soja desde los estadios vegetativos tempranos y por otro, a que la mayoría de las EFC tienen un período de latencia, por lo cual su sintomatología es observada mayormente en estadios avanzados del ciclo del cultivo, lo que dificulta su manejo. Debido a la variabilidad que presenta en incidencia y severidad esta enfermedad según las condiciones ambientales de cada año en particular así como de la zona en consideración es prioritaria la realización de ensayos cuya evaluación aporte al conocimiento para su manejo.

Por su parte, el tizón de la hoja y mancha púrpura de la semilla y MOR fueron registradas en este ensayo con bajos porcentajes de severidad coincidiendo con lo encontrado por Arias en Entre Ríos (2011) y Carmona y colaboradores (2011b) en Santa Fe. Asimismo, cabe mencionar que de acuerdo a información brindada por el Dr. Carmona (Comunicación personal, 2015), MOR no presenta gran presión de inóculo en la región en la cual se realizó el ensayo ya que es una enfermedad con bajo porcentaje de prevalencia.

Si bien las condiciones ambientales dadas durante el ensayo fueron propicias para el desarrollo de las EFC, en particular por las precipitaciones y el porcentaje de humedad registrados, la mancha marrón de la hoja fue la única que se presentó con valores de relevancia. En este sentido, cabe mencionar que las temperaturas que se registraron durante el ciclo del cultivo fueron predisponentes para la mayoría de la EFC de acuerdo a Hartman *et al.* (1999). Por otro lado, entre las condiciones ambientales que influyen en la epidemiología de las EFC y MOR, las precipitaciones, tienen un rol de importancia en la liberación, remoción, diseminación y germinación de las esporas y en el número y frecuencia de horas de mojado (Carmona *et al.*, 2010b; Yorinori, 2011). A su vez, la mayoría de los patógenos causantes de las EFC son necrotróficos, los cuales sobreviven en semillas y rastrojo y muchos de los cuales producen fructificaciones hidrofílicas por lo cual necesitan agua para su multiplicación, dispersión e infección (Carmona, 2006). Cabe recordar también como condición favorable para el desarrollo de las enfermedades en cuestión la presión de inóculo existente en el sitio del ensayo con una historia de dos años consecutivos de cultivo de soja de primera bajo siembra directa.

En este sentido, puede mencionarse que en ensayos realizados en el centro este de Entre Ríos Arias (2008) registró baja intensidad de manchas foliares en el estadio R3 en condiciones de escasez hídrica, sin embargo la mancha marrón de la hoja fue la enfermedad de mayor intensidad con un 4,5% del área foliar afectada y con un 1% el tizón bacteriano (*Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*).

Los resultados obtenidos en este trabajo mostraron que todos los tratamientos fueron efectivos en la reducción de la severidad de la mancha marrón de la hoja en comparación con la severidad registrada en el testigo sin aplicación. Por lo cual, las combinaciones de triazol y estrobilurinas y las triples triazol, estrobilurinas y carboxamidas fueron efectivas. Sin embargo, los tratamientos que presentaron los mayores efectos fueron en los que se aplicó la mezcla de fungicidas Bogard® y Elatus® a las dos diferentes concentraciones. Si bien no hubo diferencias significativas en la reducción de la enfermedad en ambas concentraciones aplicadas, los mayores rendimientos con respecto al testigo se obtuvieron al utilizarse las concentraciones más altas (T5), registrándose una diferencia de rendimiento de 377 kg/ha entre las dos dosis utilizadas. De acuerdo a estos resultados, podría sugerirse que al momento de tomar las decisiones para la aplicación se debería analizar el costo-beneficio de la utilización de las mayores dosis, dada la efectividad de ambas combinaciones. Por lo mencionado, podría suponerse una relación directa entre los tratamientos con la mezcla Bogard® + Elatus® y los rendimientos, o sea que al aumentar sus concentraciones aumentarían los rendimientos. Los incrementos de rendimientos

podrían ser debidos al efecto directo de fungicidas, en particular del grupo de las estrobilurinas, en el retraso de la senescencia de las hojas manteniendo el área foliar verde, de acuerdo a lo registrado por diferentes autores (Bertelsen *et al.*, 2001; Cromey *et al.*, 2004) y a la eficiencia en el uso de agua proporcionado por las carboxamidas de acuerdo a lo mencionado por Smith *et al.* (2013). En este sentido, se considera que como complemento de las investigaciones se deberían realizar más estudios a fines de analizar la posible relación entre la aplicación de los principios activos utilizados y el efecto en el retraso de la senescencia de cultivo y en la eficiencia en el uso de agua en los rendimientos.

Diferentes autores han demostrado en sus ensayos la eficiencia de la aplicación de combinaciones de estrobilurinas y triazoles para el manejo de las enfermedades de fin de ciclo entre los estadíos R3 y R5, si bien con mayores incrementos en los rendimientos cuando la aplicación fue realizada en R3 (Arias *et al.*, 2004; Arias, 2011). En ensayos realizados por Arias *et al.* (2004) encontraron que la aplicación de fungicidas en R3 produjo aumento de rendimientos entre 7 y 15%. A su vez, Arias (2008) en ensayos realizados en Entre Ríos utilizando mezclas de estrobilurinas y triazoles obtuvo incrementos de rendimiento promedio de 148 kg.ha⁻¹ con respecto al testigo. En los ensayos realizados en este trabajo los incrementos de rendimiento registrados con la aplicación de Amistar Xtra (azoxistrobina y ciproconazole) en R3 fueron de 183 kg/ha en comparación con el testigo sin aplicación. De acuerdo a lo mencionado por Carmona (2006) los ensayos realizados con fungicidas en el país muestran incrementos entre 200 y 800 kg/ha dependiendo del año y región.

Si bien diversos investigadores están de acuerdo en que los fungicidas deberían ser aplicados durante el período crítico de generación del rendimiento de la soja (R3-R5), los ensayos realizados sobre el momento más apropiado por su impacto en los rendimientos son escasos (Kantolic y Carmona, 2012). En este trabajo, con la aplicación de fungicidas en R3, se obtuvieron resultados promisorios en la reducción de la mancha marrón de la hoja en las condiciones en que se realizó el ensayo. Asimismo, la aplicación con fungicidas en ese estadío mostró aumentos de hasta 986,61 kg.ha⁻¹ en relación con testigo sin aplicación.

De acuerdo a Arias y De Battista (2015), el uso de fungicidas constituye una herramienta estratégica de gran utilidad que debe formar parte del manejo integrado de las enfermedades en el cultivo de soja. Estos autores, asimismo mencionan que los resultados de numerosas experiencias muestran una tendencia favorable para la utilización de fungicidas, si bien variable de acuerdo a la región en cuestión, al

momento de aplicación y dependiente de las condiciones ambientales durante el ciclo del cultivo.

A fines de obtener un buen impacto en los rendimientos, de acuerdo a lo sugerido por Carmona (2015) para orientar la toma de decisiones en la aplicación de fungicidas deberían considerarse las condiciones ambientales del sitio, el estadio fenológico y factores agronómicos que predisponen al desarrollo de enfermedades.

Cabe mencionar que frente a un aumento de la población, la consecuente demanda de granos para la alimentación humana como animal y para la generación de biocombustibles, vislumbran la necesidad de una mayor producción de ciertos cultivos como la soja, por lo cual es necesario intensificar las investigaciones para cada una de las subregiones sojeras a fines de garantizar granos de calidad y buenos rendimientos. Por tal motivo, se resalta la inquietud en la continuación de los estudios iniciados en este trabajo en relación a la aplicación de mezclas de fungicidas a base de estrobilurinas y triazoles, dosis y momentos de aplicación y su relación con las condiciones ambientales de la región a fines de orientar a los productores en el uso racional en el marco de una agricultura sustentable.

CONCLUSIONES

En las condiciones del ensayo realizado en el Partido de 25 de Mayo, provincia de Buenos Aires, las aplicaciones foliares de fungicidas en el estadio R3 con combinaciones dobles de estrobilurinas y triazoles y las triples estrobilurinas, triazoles y carboxamidas redujeron la severidad de la mancha marrón de la hoja, ocasionada por *Septoria glycines*, en comparación con la registrada en el testigo sin tratar.

Todos los tratamientos con aplicación de fungicidas en el estadio R3 incrementaron significativamente los rendimientos de la soja comparados con los testigos sin aplicación.

Las mezclas de Bogard® y Elatus® fueron las que ocasionaron mayor impacto en la reducción de la severidad de la mancha marrón de la hoja así como en los rendimientos, destacándose por su efecto la aplicación a las mayores concentraciones utilizadas, con un incremento de 986,61 kg. ha⁻¹ en comparación con el testigos sin aplicación.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos realizados, la hipótesis planteada en este trabajo:

“La aplicación foliar en soja de mezclas dobles de fungicidas de los grupos estrobilurinas y triazoles y triples de los grupos estrobilurinas, triazoles y carboxamidas en el estadio fenológico R3 reduce la severidad de las EFC y MOR obteniéndose mayores rendimientos en comparación con testigos sin aplicación”.

Se acepta parcialmente, debido a que en este trabajo no se evaluó el efecto en la mancha ojo de rana (MOR) ya que la enfermedad se presentó con valores de severidad menores a 1%.

BIBLIOGRAFIA

- Aragón, J.; Molinari, A.; Lorenzatti de Diez, S. 1997. Manejo Integrado de Plagas. Cap. 12. Pp. 248-288, en: L.M. Giorda & H.E. Baigorri (Eds.). El cultivo de la soja en Argentina. Editar. San Juan, Argentina. 448 Pp.
- Arias, N.; Pelossi, N.; De Battista, J.J.; Carmona, M. 2004. Control of late stage soybean diseases in Entre Ríos, Argentine. VII World soybean research conferences. Documentos. 228. 160 Pp.
- Arias, N.; De Battista, J.; Koch, R. y Dieci, A. 2008. Evaluación de cultivares de soja. Resultados 2007/08. En: Cultivo de soja en el centro este de Entre Ríos. Resultados 2007/08. INTA EEA C. del Uruguay. Bol. Téc. Serie Prod. Veg. 49. Pp. 5-27.
- Arias, N.; De Battista, J.J. 2015. Evaluación de fungicidas foliares y momentos de aplicación para el manejo de enfermedades en el cultivo de soja en el este de Entre Ríos. Cultivo de Soja en el Centro Este de Entre Ríos. Resultados 2014/2015. Boletín Técnico serie producción vegetal N° 56. EEA Concepción del Uruguay. Ediciones INTA.
- Baigorri, H.E.J. 1997. Ecofisiología del cultivo. En: El cultivo de la soja en la Argentina. L.M. Giorda y H.E.J. Baigorri (Eds.). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos. Pp. 29-50.
- Bertelsen, J.R., de Neergaard, E.; Smedegaard-Petersen, V. 2001. Fungicidal effects of azoxystrobin and epoxiconazole on phyllosphere fungi, senescence and yield of winter wheat. Plant Pathology 50: 190-205.
- Borrás L.; Slafer, G.A.; Otegui, M.E. 2004. Seed dry weight response to source-sink manipulations in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. Field Crops Research 86: 131-146.
- Botta, G.; Ivancovich, A. 1996. Enfermedades de soja. Guía para su identificación a campo. Pp. 55.
- Carmona M. 2004. Manejo integrado de enfermedades de Trigo. Nuestra oportunidad para asegurar la sustentabilidad del cultivo de trigo. Actas de Congreso a Todo Trigo 13 y 14 de Mayo Mar del Plata Buenos Aires Argentina. Pp. 33-42.
- Carmona, M. 2005. Enfermedades de fin de ciclo y roa asiática de la soja. Un análisis de sus daños y el uso estratégico de fungicidas. Primera jornada regional de fungicidas y tecnología de aplicación del Conosur. 13-14 de septiembre. Bolsa de Comercio de Rosario, Santa Fe. Pp. 49-64.
- 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. Proceedings,

Workshop de enfermedades de hoja, tallo y raíz. Mercosoja 2006, 3er Congreso de Soja del Mercosur. Rosario, Argentina. Pp. 321-324.

- Carmona, M.; N. Formento; M. Scandiani. 2010a. Mancha ojo de rana. Ed. Horizonte A. 48 Pp.

- Carmona, M.; Moschini, R; Cazenave, G.; Sautua, F. 2010b. Relación entre la precipitación registrada en estados reproductivos de la soja y la severidad de *Septoria glycines* y *Cercospora kikuchii*. Tropical Plant Pathology 35: 71-78.

- Carmona, M. 2011. Damages caused by frog-eye leaf spot and late season disease in soybean in Argentina and control criteria. Tropical Plant Pathology 36: 1356-1358.

- Carmona, M.A.; Gally, M.; Sautua, F.; Abello, A.; López, P. 2011a. Uso de mezclas de azoxistrobina y triazoles para el control de las enfermedades de fin de ciclo en el cultivo de soja. Summa Phytopathologica 37: 134-139.

- Carmona, M.A.; Sautua, F.; Quiroga, M.; Díaz, C.; Fernández, P. 2011b. Umbral de daño económico (UDE) como herramienta para el manejo integrado de la roya común del maíz (*Puccinia sorghi*). Revista Técnica en siembra directa, Aapresid, Enfermedades Maíz. Pp. 69-72.

- Carmona, M.; Sautua, F.; Mónaco, C.; Reis, E. 2012. Criterios para la toma de decisión de fungicidas en soja. 41-44 pp. Seminario Técnico Internacional manejo de enfermedades en cereales de invierno y cultivos de verano. Criterios para el uso de fungicidas en trigo cebada y Soja 13 de julio 2012 Paysandú, Uruguay. Ed. Hemisferio Sur, Organizador: Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Paysandú Uruguay.

- Cromey, M.G.; Butler, R.C.; Mace, M.A.; Cole, A.L.J. 2004. Effects of the fungicides azoxystrobin and tebuconazole on *Didymella exitialis*, leaf senescence and grain yield in wheat. Crop Protection 23: 1019-1030.

- Díaz, C.G.; Plopper, L.D.; Galvez, M.R.; Gonzalez, V.; Zamorano, M.A.; Jaldo, H.E.; López, C.; Ramallo, J.C. 2005. Efecto de las enfermedades de fin de ciclo en el crecimiento de distintos genotipos de soja relacionado a la fecha de siembra. Agriscientia 2005, VOL. 22: 1-7.

- Distéfano, S.G.; Gadbán, L.C. 2011. 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. http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-efecto_de_funguicida.pdf

- Ellis, M.B. 1971. Dematiaceous hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute: Kew, Surrey, UK. 608 Pp.

- Ellis, MB. 1976. More Dematiaceous Hyphomycetes. CAB International Mycological Institute, Kew, UK. 507 pp.

- Fehr, W.R.; Caviness, C.E. 1977. Stages of Soybeans development. Iowa State University Special Report 80. 11 Pp.
- Fleitas, M.C.; Gerard, G.S.; Simón, M.R. 2015. Eficacia residual de fungicidas sobre la roya de la hoja del trigo y su efecto sobre componentes del rendimiento y porcentaje de proteínas en grano. FAVE. Secc. Cienc. agrar. vol.14 no.2 Santa Fe.
- Formento, N.; de Souza, J. 2008. Enfermedades de la soja. Proyecto Regional Agrícola 2008. INTA EEA Paraná, Entre Ríos. 4 Pp.
- Formento A.N.; Schutt de Varini, L.S.; Velázquez, J.C. 2009. Enfermedades de fin de ciclo (EFC), roya asiática (RAS) y emergentes en el cultivo de soja en Entre Ríos. Boletín Fitopatológico. Cultivo de Soja. Año V, N°52.
- Gamboa, S. 2007. Reconocimiento de enfermedades en el cultivo de soja. Consejo Federal de Inversiones (CFI), Ministerio de Asuntos Agrarios, Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. 25 Pp.
- Gally, M. 2003. Enfermedades de fin de ciclo de la soja en la región pampeana. Actas: Jornadas Técnicas de Manejo integrado de enfermedades en cultivos extensivos. La Rural, Bs. As. 16 y 17 septiembre de 2003. Pp. 77-80.
- Giorda, L. M. 1997. La soja en Argentina. En: El cultivo de la soja en la Argentina. L.M. Giorda y H.E.J. Baigorri (Eds.). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos. Pp. 11-26.
- Hartman, G.L., Sinclair, J.B., Rupe, J.C. 1999 Compendium of soybean diseases. 4th Ed. Saint Paul MN. APS Press.
- Hoffmann, L.L.; Reis, E.M.; Forcelini, F.A.; Panisson, E.; Mendes, C.S.; Casa, R.T. 2004. Efeitos da rotação de cultura, de cultivares e da aplicação de fungicida sobre o rendimento de grãos e doenças foliares em soja. Fitopatología Brasileira 29: 245-251.
- Hymowitz T. 1970. On the domestication of the soybean. Economic Botany 24: 408-421.
- Ivancovich, A.; Botta, G. 2000. Enfermedades de final de ciclo. Revista de Tecnología Agropecuaria EEA Pergamino 5: 23.
- Ivancovich, A. 2011a. Diagnóstico y manejo de enfermedades de soja. Ediciones INTA. 100 Pp.
- Kantolic, A.; Carmona, M. 2012. Bases ecofisiológicas para a geração do rendimento: relação com o efeito de doenças foliares e com o uso de fungicidas em soja. Capítulo 1: 12-54 Pp. En: Doenças da soja. 436 Pp. E. M. Reis & R. T. Casa (Eds.).
- Passarella, V.S.; Savin, R. 2004. Características físico-químicas de los granos y usos principales. Capítulo 2. Pp. 11-23. En: Satorre, E.; Benech Arnold, R.L.; Slafer, G.A.;

- de la Fuente, E.B.; Miralles, D.J.; Otegui, M.E.; Savin, R. 2004. Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Editorial FAUBA. 785 Pp.
- Ploper, L.D.; Gálvez, M.R.; González, V.; Jaldo, H.; Zamorano, M.A.; Devani, M. 2001. Manejo de enfermedades de fin de ciclo del cultivo de la soja. Avance Agroindustrial 22: 20-26.
 - Ploper, L.D.; Gálvez, M.R.; Gonzalez, V.; Jaldo, H.E.; Zamorano, M.A.; Coronel, N.D.; Díaz, C.G.; 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.
 - Ploper, L.D.; González, V.; Gálvez, M.R.; Ruiz, S.; Morandini, M.; Devani, M.R. 2015. Experiencias en el uso de fungicidas foliares en el cultivo de soja durante 10 ciclos agrícolas en Tucumán, R. Argentina. Revista industrial y agrícola de Tucumán vol. 92 no.1. Las Talitas, Tucumán.
 - Reis E.M.; Trezzi Casa, R.; Carmona, M. 2002. Elementos para el Manejo de enfermedades. En: Prácticas alternativas de manejo para una agricultura sustentable agroecología: El camino para una agricultura sustentable. Sarandón, S. (Ed.). Pp. 275-308.
 - Rossi, R. 2012. Historia del mejoramiento genético de la soja en Argentina. En: El cultivo de soja en Argentina. Baigorri, H.E.J.; Salado Navarro, D.L.R. Agroeditorial. Vicente López, Buenos Aires, Argentina. Pp. 33-50.
 - Scandiani, M.M.; Ferrari, B.; Formento, N.; Luque, A.; Carmona, M.; Tartabini, M.; Ferri, M. 2010. Evaluación de la resistencia y susceptibilidad de genotipos de soja (*Glycine max*) a la mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*). Revista Análisis de semillas 4: 67-72.
 - Sillón, M.R.; Sobrero, L.; Baigorri, H.; Fontanetto, H.; Weder, E.; Albrecht, J.; Lombardo, O.; Recanatese, J.; Vaudagna, C.; Benedetti, E.; Buemo, M.; Magliano, M. F.; Nocenti, D. 2011. Ensayos de aplicación de fungicidas foliares en soja, período 2007/2011, En el centro de Santa Fe. Quinto Congreso de la soja del Mercosur. Primer foro de la soja Asia – Mercosur. 14 – 16 de septiembre, Rosario, Argentina.
 - Smith J.; Grimmer, M.; Waterhouse, S.; Paveley 2013. Quantifying the non-fungicidal effects of foliar applications of fluxapyroxad (Xemium) on stomatal conductance, water use efficiency and yield in winter wheat. Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences 78: 523-35.
 - Shurtleff, M.C. 1980. Compendium of soybean diseases. American Phytopathological Society, Minnesota, Estados Unidos. 69 Pp.
 - Sutton, B.C. 1980. The coelomycetes. Fungi imperfecti with picnidia, acervuli and stromata. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England. 696 pp.

- Vallone, S. Distéfano de; Giorda, L.M. 1997. Enfermedades. En: El cultivo de la soja en Argentina. Giorda, L.M.; Baigorri, H.E.J. (Eds.). Ed. INTA. Pp. 213-246.
- Yorinori, J.T. 2011. DFC e Mancha alvo. 5° Congreso de la Soja del Mercosur, Mercosoja 2011. Pp 1-4.

Fuentes electrónicas *on line* consultadas:

Arias, N. 2011. Evaluación de fungicidas para control de enfermedades de fin de ciclo en soja. Campaña 2007/2008. Estación Experimental Concepción del Uruguay. INTA. <http://inta.gob.ar/documentos/evaluacion-de-fungicidas-para-control-de-enfermedades-de-fin-de-ciclo-en-soja> Ultimo acceso junio de 2016.

- Bolsa de Comercio de Rosario (BCR). <https://www.bcr.com.ar/Pages/gea/estimaProd.aspx>. Último acceso: Noviembre, 2016.

- Calzada, J.; Rossi, G. 2016. 84% de la soja argentina se exporta como grano, harina, aceite y biodiesel. Bolsa de Comercio de Rosario (BCR). AÑO XXXIII. N° EDICIÓN 1750.

https://www.bcr.com.ar/Pages/Publicaciones/informativosemanal_noticias.aspx?pldNoticia=55. Último acceso: octubre 2016.

- Carmona, M. 2014. Enfermedades de fin de ciclo y mancha en ojo de rana en el cultivo de la soja. Desarrollo y validación de un sistema de puntuación y determinación del umbral de control. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34100/Documento_completo.pdf?sequence=4 (Último acceso: mayo 2016).

- Carmona M.A.; Scandiani, M.M. 2009. Sorpresivas epidemias de la mancha ojo de rana en lotes de soja durante 2009. <http://www.aapresid.org.ar>. 02/03/2009. (Último acceso: Diciembre 2015).

- Carmona, M.A.; Gally, M.E.; Grijalba, P.E.; Sautua, F.J. 2015. Evolución de las enfermedades de la soja en Argentina: Pasado y presente. Aporte de la FAUBA al manejo integrado. Agronomía & Ambiente. Rev. Agronomía & Ambiente 35: 37-52. FAUBA, Buenos Aires, Argentina.

- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. www.cepis.ops-oms.org. (Último acceso: Diciembre 2015).

- Crop Science. Field crop diseases. Information and management for Illinois. College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences. <http://cropdisease.cropsi.illinois.edu/soybeans/septoria-brown-spot.html>

- Food and Agricultura Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/home/en/> (Último acceso: Diciembre 2015).
- Gally, M. 2007. Manejo integrado de enfermedades de la soja, roya asiática y enfermedades de fin de ciclo. <http://www.agro.uba.ar/noticias/node/163>
- Ivancovich, A. 2011b. Enfermedades en soja. INTA. <http://es.slideshare.net/Ridzo/enfermedades-en-soja-antonio-ivancovich-inta> (Último acceso: junio 2016).
- Melgar, R.; Vitti, G.; de Melo Benites, V. 2011. Fertilizando para altos rendimientos Soja en Latinoamérica Centro. International Potash Institute, Horge, Suiza. DOI 10.3235/978-3-9523243-7-0 http://www.fertilizando.com/novedades/IIP_Boletin_20.pdf (último acceso junio 2016).
- Odetto, S.; H. Baigorri. 2010. Taller Nacional sobre la Mancha ojo de rana. INTA Marcos Juarez. <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=567> (último ingreso mayo 2016).
- Organización de Estados Americanos (OEA). 2009. Evaluación regional del impacto en la sostenibilidad de la cadena productiva de la soja. Argentina – Paraguay - Uruguay. Departamento de Desarrollo Sostenible de la Organización de los Estados Americanos. <http://www.oas.org/dsd/environmentlaw/trade/Soja/Librosoja.pdf>. (Último acceso: Diciembre 2015).
- Ploper, L.D.; González, V.; Pérez, B.A.; Pioli, R.; Rodríguez Pardina, P.; Scandiani, M.; Distéfano, S.; Sillón, M. 2008. Enfermedades de *Glycine max* (L.) Merrill (soja, soya, poroto soja, frijol soja). En: Atlas Fitopatológico Argentino. 2015. Eds: Nome, S.F.; Docampo, D.M.; Conci, L.R. y Laguna. Córdoba, Argentina. Vol. 4, N° 4. URL: <http://rian.inta.gov.ar/ar/atlas/Inicio.aspx#/ConsultarGeneral?Id=635>. (Último acceso: Mayo de 2016).
- Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación (SAGPyA) <http://www.sagpya.com.ar>. (Último acceso: Diciembre 2015).
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. <http://www.senasa.gov.ar/>. (Último acceso: Diciembre 2015).
- United States Department of Agriculture (USDA). Foreign Agricultural Service. <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>. Último acceso: marzo 2015.
- Toledo, G. Fases del desarrollo del cultivo de soja. http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/soja/feno_soja.pdf Último acceso: octubre 2016.