

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES

2

U.N.L.P.



3

4

TRABAJO FINAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

5

6

**ENFERMEDADES DE FIN DE CICLO EN SOJA: COMPORTAMIENTO SANITARIO**

7

**DE DISTINTOS CULTIVARES EN DOS FECHAS DE SIEMBRA EN LA PLATA**

8

9

10 **Alumno:** Correa, Santiago José

11 **Directora:** Ing. Agr. Adriana Chamorro

12 **Co-directora:** Ing. Agr. Cristina Rollán

13 **Fecha de entrega:** Diciembre 2015

14

15

16

17

18

19

20

## ÍNDICE

21		
22	<b>Resumen.....</b>	<b>Pag.3</b>
23	<b>Introducción.....</b>	<b>Pag.4</b>
24	<b>Hipótesis y Objetivos.....</b>	<b>Pag.8</b>
25	<b>Materiales y Métodos.....</b>	<b>Pag.8</b>
26	<b>Resultados y Discusión.....</b>	<b>Pag.11</b>
27	<b>Conclusiones.....</b>	<b>Pag.15</b>
28	<b>Bibliografía.....</b>	<b>Pag.16</b>
29	<b>Figuras y Tablas.....</b>	<b>Pag.19</b>
30	<b>Fotografías.....</b>	<b>Pag.26</b>
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		

47 **ENFERMEDADES DE FIN DE CICLO EN SOJA: COMPORTAMIENTO SANITARIO**  
48 **DE DISTINTOS CULTIVARES EN DOS FECHAS DE SIEMBRA EN LA PLATA**

49

50

**RESUMEN**

51 La soja es el cultivo más importante de la Argentina. Entre las principales limitantes de  
52 la productividad de esta oleaginosa debe mencionarse a las enfermedades,  
53 destacándose en la actualidad, las conocidas como enfermedades de fin de ciclo  
54 (EFC). Con el objetivo de estudiar el efecto de la fecha de siembra y el cultivar sobre la  
55 incidencia y severidad de las EFC y el rendimiento de soja en La Plata, se condujo un  
56 ensayo cuyos tratamientos fueron seis variedades de soja implantadas en dos fechas  
57 de siembra y dos tratamientos de fungicida. Las variedades difirieron en su fenología,  
58 rendimiento y respuesta al atraso en la siembra. La siembra temprana determinó un  
59 buen crecimiento vegetativo pero no un mayor rendimiento debido a condiciones  
60 ambientales desfavorables durante el período crítico para su determinación. Las  
61 enfermedades que afectaron al cultivo fueron: antracnosis (*Colletotrichum dematium*  
62 var. *truncata*, *Colletotrichum* sp.), tizón de la hoja y mancha púrpura de la semilla  
63 (*Cercospora kikuchii*), mancha por *Alternaria* (*Alternaria* sp.) y mildiu (*Peronospora*  
64 *manshurica*). Todas las variedades fueron susceptibles a estos patógenos,  
65 observándose una amplia predominancia de mildiu. La aplicación de fungicida no  
66 redujo la incidencia y severidad de las EFC. Estas dependieron de la coincidencia del  
67 período de mayor susceptibilidad de las plantas con condiciones ambientales  
68 favorables y de las características genéticas de cada variedad. El rendimiento fue más  
69 afectado por las condiciones ambientales durante el período crítico del cultivo para su  
70 determinación que por las EFC. La variedad DM3700 fue la de mejor comportamiento,  
71 mostrando altos rendimientos y baja incidencia y severidad de las EFC, en ambas  
72 fechas de siembra.

73

74

## INTRODUCCIÓN

75

76

### 77 ***Importancia del cultivo. Su desarrollo en la Argentina***

78 La soja (*Glycine max* (L) Merr) es la especie oleaginosa de mayor importancia y  
79 consumo en el mundo. Aproximadamente 50 países la cultivan, concentrándose cerca  
80 del 90% de la producción en Estados Unidos (35,5%), Brasil (26,21%), Argentina  
81 (21%) y China (5,63%) (Antuña, 2010). Argentina es el tercer productor mundial de  
82 granos, aceite y harina de soja, y el primer exportador de estos dos últimos derivados  
83 del grano (Bragachini et al., 2011). Este cultivo es el más importante del país, tanto por  
84 la superficie sembrada (58% del área de siembra nacional), por los volúmenes  
85 producidos anualmente, por la generación de riqueza, representando nada menos que  
86 el 24,8% de los ingresos en concepto de exportaciones (Bragachini et al., 2011) y por  
87 ser el de mayor crecimiento en las últimas décadas, de las 37.700 ha y 59.000 t de  
88 producción de la campaña 1970/71 a los valores actuales de 19.255.520 ha y  
89 53.397.715 t de la campaña 2013/14 (SIIA, 2015)(Figura 1).

90 El cultivo de soja se introdujo en nuestro país en los años sesenta, como una opción  
91 productiva proveedora de proteínas para la alimentación animal, a instancias del INTA  
92 y el IADO (Instituto Argentino de Desarrollo de Oleaginosas) hoy desaparecido  
93 (ACSOJA, 2008).

94 El incremento de la superficie sembrada se dio tanto por incorporación de nuevas  
95 tierras como por la sustitución de otros cultivos. Y el aumento en la producción tiene  
96 entre sus causas la creciente demanda mundial con un incremento de los precios  
97 internacionales de la oleaginosa, sumados a los cambios tecnológicos (paquetes:  
98 siembra directa + cultivares transgénicos + glifosato) con reducción de costos e  
99 incrementos de escala en los núcleos productivos (Giancola et al., 2009). A comienzos  
100 de la década del 90 el área sembrada con soja bajo siembra directa (SD) era del orden  
101 del 6%; en la campaña 2001/2002 del 74% y para el 2006/2007 alcanzaba el 85% con

102 mas de 13.000.000 ha (AAPRESID, 2012). Datos de ARGENBIO muestran que desde  
103 el comienzo de utilización de variedades transgénicas (GM) el área sembrada con  
104 estos materiales pasó del 6% en la campaña 1996/1997 al 94% en 2001/2002, para  
105 estabilizarse en un 98% durante la campaña 2004/2005 (Trigo & Cap, 2006).

106

### 107 ***Importancia de las enfermedades en el cultivo de soja.***

108 Entre las principales limitantes de la productividad de este cultivo debe mencionarse a  
109 las enfermedades, que han aumentado su importancia debido a los cambios  
110 climáticos, a la generalización del sistema de siembra directa con cobertura de  
111 rastrojos, al monocultivo de soja, a la siembra de genotipos de alta uniformidad en  
112 grandes extensiones y a la inexistencia de cultivares con resistencia a la mayoría de  
113 las enfermedades (Carmona, 2006).

114 A modo práctico, las enfermedades de soja se pueden clasificar en:

- 115 • Enfermedades de raíz y tallo (ocasionadas por patógenos vasculares).
- 116 • Enfermedades foliares (roya de la soja y enfermedades de fin de ciclo).

117 La importancia de las primeras, está dada por la pérdida del stand de plantas y en las  
118 segundas, por la reducción del área foliar sana, particularmente en el período entre  
119 floración y mediados de llenado de granos (R1 a R6 según escala de Fehr & Caviness,  
120 1977)

121 Las enfermedades de raíz y tallo generalmente son ocasionadas por patógenos de  
122 suelo y/o transmitidas por semilla y conforman un grupo potencialmente peligroso,  
123 según regiones o situaciones productivas (Sillón, 2012).

124

125 ***Enfermedades de fin de ciclo (EFC).*** El panorama fitosanitario de Argentina ha  
126 cambiado radicalmente en los últimos años. De todas las enfermedades que en la  
127 actualidad causan pérdidas en el rendimiento se destacan las conocidas como

128 *enfermedades de fin de ciclo* (EFC). Las mismas se definen como un complejo de  
129 enfermedades que afectan al cultivo de soja en estados reproductivos intermedios y  
130 avanzados (R3-R8) provocando defoliación prematura, anticipo en la maduración de  
131 las plantas, pérdida de rendimiento y disminución de la calidad de la semilla  
132 cosechada. Las principales son: tizón de la hoja y mancha púrpura de la semilla  
133 [*Cercospora kikuchii* (T.Matsu & Tomoyasu) Gardner], antracnosis [*Glomerella glycines*  
134 (Hori) Lehman & Wolf]; [*Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrews & WD Moore], tizón  
135 de la vaina y el tallo [*Phomopsis sojiae* (Lehman)], mancha marrón [*Septoria glycines*  
136 (Hemmi)], mildiu [*Peronospora manshurica* (Naum.) Syd: Gäum], oídio [*Microsphaera*  
137 *difusa* (Cooke & Peck)], roya de la soja [*Phakopsora pachyrhizi* (Sydow & P.Sydow)] y  
138 mancha ojo de rana (MOR) [*Cercospora sojina* (Hara)] entre otras (Carmona, 2006).  
139 Esta última debido a su carácter explosivo, numerosos ciclos secundarios de la  
140 enfermedad, menor tiempo de incubación y latencia comparadas con las demás EFC,  
141 y a las pérdidas significativas ocasionadas en las últimas campañas, no debe ser  
142 considerada una clásica EFC (Carmona et al., 2009). Estas enfermedades suelen  
143 presentar sintomatología en forma conjunta sobre el follaje, constituyendo un complejo  
144 de enfermedades, que presenta dificultades para su diagnóstico y cuantificación. Si  
145 bien los síntomas son más visibles en estadios reproductivos intermedios y avanzados  
146 del cultivo, la mayoría de los patógenos causantes de las EFC se encuentran en  
147 etapas previas, provocando infecciones latentes, sin producción de síntomas y por  
148 ende aumentando la presión de inóculo en etapas avanzadas (Carmona, 2007).  
149 Ciertas formas de manejo como la SD y el monocultivo han favorecido el incremento  
150 de los niveles de infección. La mayoría de los patógenos causantes de las EFC son  
151 necrotróficos (extraen nutrientes de tejidos muertos), sobreviviendo en semillas y  
152 rastrojos. En nuestro país, la combinación de la SD y el monocultivo, ha generado  
153 excelentes condiciones para la multiplicación y supervivencia de los mismos,  
154 causando pérdidas de rendimiento de un 8% a 10%, y en determinados años y

155 regiones de hasta un 30% (Wrather et al, 2001; Carmona et al., 2003; Carmona et al.,  
156 2004). En el caso de MOR puede causar daños del orden del 30 al 50% e incluso más  
157 del 70% en variedades susceptibles (Distefano & Gadbán, 2009. Carmona et al.,  
158 2010). En Argentina las pérdidas causadas por esta enfermedad fueron estimadas en  
159 aproximadamente 2000 millones de dólares, convirtiéndola en la enfermedad de mayor  
160 importancia de la historia de la soja en nuestro país (Odetto & Baigorri, 2010).

161

### 162 ***Manejo de las enfermedades de fin de ciclo***

163 Entre las estrategias de manejo de este grupo de enfermedades se incluye el uso de  
164 cultivares resistentes o tolerantes, tratamiento de semillas, prácticas culturales como  
165 rotación de cultivos, elección de las fechas de siembra y también el uso de fungicidas,  
166 tanto en la semilla como en aplicaciones foliares. Esta última, sin embargo, tiene  
167 respuesta variable en función de las condiciones ambientales registradas durante el  
168 cultivo y de la presión de inóculo (Vallone & Gadbán, 2005). A diferencia de lo que  
169 ocurre en Brasil, Paraguay y Bolivia, donde la roya asiática, causada por *Phakopsora*  
170 *pachyrhizi* es la principal enfermedad que orienta el control químico, en nuestro país  
171 las EFC, y desde 2009 también la MOR, son las enfermedades que suelen controlarse  
172 con productos químicos (Carmona, 2014). Cabe recordar que el mayor éxito en el  
173 manejo de una enfermedad se logra con la aplicación de varias medidas (control  
174 cultural, genético, biológico, químico) y no con una sola de ellas, es decir con la  
175 aplicación de un manejo integrado.

176 Teniendo en cuenta que, un aspecto importante en la incidencia de las enfermedades  
177 es la coincidencia de condiciones ambientales favorables para su establecimiento con  
178 los estadios del cultivo más susceptibles para la infección y desarrollo de las mismas,  
179 la aplicación de la estrategia de control cultural nos brinda la posibilidad de definir en  
180 qué condiciones transcurrirán tales estadios a través del manejo de la fecha de  
181 siembra y la elección del ciclo del cultivar a sembrar.

182 **Hipótesis:**

183 La elección de la fecha de siembra y del ciclo del cultivar utilizado afectan la incidencia  
184 y severidad de las enfermedades de fin de ciclo de la soja ya que determinan las  
185 fechas en que se desarrollarán los diferentes estadios de la planta. Al retrasar la fecha  
186 de siembra, las etapas del fin de ciclo del cultivo ocurren en condiciones de mayores  
187 precipitaciones y humedad propias del otoño, lo que favorece el desarrollo de las EFC.

188

189 **Objetivos**

- 190 • Diagnosticar y cuantificar las EFC en soja en diferentes cultivares y en dos  
191 fechas de siembra.
- 192 • Evaluar el efecto de la aplicación de un fungicida foliar.
- 193 • Relacionar los niveles de infección con las condiciones ambientales registradas  
194 durante el desarrollo del cultivo y el rendimiento obtenido.

195

196

197

**MATERIALES Y MÉTODOS**

198

199 Se llevó a cabo un ensayo en la Estación Experimental “Julio Hirschorn”, dependiente  
200 de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP, ubicada en las afueras  
201 de la localidad de Los Hornos (34°52’ Lat. S, 57°58’ Long. O, 15 msnm).

202 Los tratamientos fueron la combinación factorial de 2 fechas de siembra (18 de  
203 Noviembre y 12 de Diciembre de 2006), considerados como fecha óptima de siembra  
204 la primera y tardía la segunda, 2 tratamientos de fungicida (con y sin aplicación del  
205 producto) y 6 cultivares de soja (DM2200, DM3100, DM3700, DM4200, DM4600,  
206 DM4870). El diseño experimental fue en bloques al azar con 3 repeticiones, anidado  
207 según las fechas de siembra, y con parcelas divididas, correspondiendo la parcela

208 mayor al tratamiento con fungicida y la menor a los cultivares. Estas últimas fueron de  
209 12 m<sup>2</sup> (4 surcos de 6 m de largo, distanciados a 50 cm)

210 Se sembró manualmente la semilla inoculada con bacterias del género *Bradyrhizobium*  
211 *japonicum*. Se llevó a cabo un seguimiento fenológico semanal del cultivo utilizando la  
212 escala de Fehr & Caviness (1977), registrándose las fechas de ocurrencia de los  
213 siguientes estadios fenológicos del cultivo: VE, R1, R3, R5, R7 y R8 (Tabla 1).  
214 También se obtuvieron los datos climáticos de los meses en que transcurrió el ensayo  
215 de la estación meteorológica electrónica ubicada en el predio (Figura 2).

216 El tratamiento de fungicida se hizo aplicando Trifloxistrobin (estrobilurina) y  
217 Cyproconazole (triazol) 18,75% + 8% EC respectivamente (Shpere®) de acuerdo a las  
218 indicaciones del marbete: en una dosis uniforme de 300 cm<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> en dos estados  
219 fenológicos del cultivo: inicio de fructificación (R3) e inicio de llenado de granos (R5),  
220 con una mochila con pico abanico plano.

221 En esos estados (R3 y R5) se realizaron muestreos sistemáticos para la cuantificación  
222 de las enfermedades, las cuales se evaluaron a partir de su establecimiento por  
223 infección natural. Se extrajeron 80 folíolos de los surcos centrales de cada parcela (40  
224 del estrato superior y 40 del estrato inferior de las plantas), sobre los que se evaluó la  
225 severidad (% de tejido enfermo) (según la escala de Martins et al., 2004) e incidencia  
226 (% de folíolos enfermos).

227 Para calcular la incidencia y severidad se utilizaron las siguientes fórmulas:

228

$$229 \quad \text{Incidencia} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de folíolos con síntomas}}{\text{n}^\circ \text{ total de folíolos}} * 100$$

231

$$232 \quad \text{Severidad} = \frac{\sum \% \text{ severidad} * \text{frecuencia}}{\text{n}^\circ \text{ total de folíolos}} * 100$$

234

235 Para diagnosticar las enfermedades presentes en el ensayo, las diferentes manchas  
236 encontradas en los folíolos fueron clasificadas por tipos y se efectuaron los  
237 aislamientos correspondientes. Para esto, de cada mancha se cortaron cinco (5)  
238 porciones de 5 mm x 3 mm abarcando desde el centro de la mancha hasta un área  
239 circundante verde.

240 En Cámara de flujo laminar, se realizó la desinfección de los trozos durante 1 minuto  
241 en alcohol 70°, luego 1 minuto en oxícloruro de sodio 5% y enjuagados durante 5  
242 minutos en agua destilada estéril. Posteriormente se los colocó en caja de Petri con un  
243 sustrato de agar de papa glucosado al 2% (APG al 2 %) y se incubaron en estufa a 25°  
244 C durante 7 días. Se realizaron dos repeticiones por cada tipo de mancha.

245 Paralelamente se procedió a colocar trozos de mayores dimensiones de los folíolos  
246 con las manchas tipificadas, en cámara húmeda, previa desinfección con alcohol 70°,  
247 oxícloruro de sodio 5% y enjuagados en agua destilada estéril. La cámara húmeda  
248 consistió en colocar la muestra en caja de Petri con algodón humedecido y colocarlas  
249 en cámara climatizada (20 ±2 °C) con luz cercana a la ultravioleta para inducir la  
250 esporulación de los patógenos presentes.

251 Las cámaras húmedas se observaron a las 48-72 h con microscopio estereoscópico  
252 en busca de esporas o fructificaciones de los patógenos. De las cajas de Petri con  
253 desarrollo de colonias bien definidas, se realizó repique a tubos con APG 2 % para  
254 purificar el aislamiento.

255 La identificación de los agentes patógenos se efectuó de acuerdo a sus  
256 características morfológicas y culturales.

257 Cuando el cultivo alcanzó la madurez comercial se cosecharon manualmente 2 m<sup>2</sup> de  
258 los surcos centrales de las parcelas. Se registraron los datos de biomasa total  
259 producida y, entre los componentes del rendimiento, las plantas.m<sup>-2</sup> y las vainas por  
260 planta. Luego se trilló con una trilladora portátil, se registró el rendimiento (que se

261 expresó al 13% de humedad) y peso de 1000 semillas..Posteriormente se calcularon  
262 los datos de semillas por vaina, semillas.m<sup>-2</sup> e índice de cosecha (como la relación  
263 entre el rendimiento y la biomasa total producida).

264 Los datos fueron analizados estadísticamente por el análisis de varianza usando el  
265 programa Statistix 9.0 (Analytical Software, 2008). Para el análisis, los valores de  
266 incidencia y severidad se transformaron en el arcoseno de la raíz cuadrada. Se utilizó  
267 el test de Tukey (P<0,05) para la comparación de medias.

268

269

## 270 **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

271

### 272 ***Desarrollo del ensayo. Fenología y producción***

273 La campaña presentó una intensa sequía durante los meses de enero y febrero (los 81  
274 mm de este mes cayeron en la última semana) mientras que marzo se caracterizó por  
275 una alta frecuencia de precipitaciones que, entre otras cosas, retrasó la cosecha y  
276 afectó la calidad del producto obtenido (Fig.2)

277 El período de llenado de las semillas (R5-R7) es crítico para la determinación del  
278 rendimiento en soja (Andrade et al., 2009) ya que se definen conjuntamente el número  
279 de semillas por planta y su peso. En el presente ensayo, su duración no se modificó  
280 con la fecha de siembra (con una valor medio de 48 días, datos no mostrados). Sin  
281 embargo, la duración de esta etapa fue diferente entre variedades: fue más corta en  
282 DM2200 y DM3100 (40 y 37 días, respectivamente) y de 50 días o más en las  
283 restantes variedades.

284 En la FS1, el período de llenado de los granos se inició en enero en todas las  
285 variedades, finalizando en febrero en los materiales más precoces y en marzo en los  
286 más tardíos (Tabla 1). Cuando se retrasó la siembra, todas las variedades iniciaron el  
287 llenado de las semillas en febrero y lo terminaron entre marzo y abril.

288 El rendimiento promedio en semilla fue mayor en la FS2 que en la FS1, pero se  
289 registró interacción significativa FS x variedad; mientras que DM3100, DM4200,  
290 DM4600 y DM4870 incrementaron el rendimiento cuando se sembraron tarde,  
291 DM2200 y DM3700 no modificaron su rendimiento con la fecha de siembra (Fig. 3). Sin  
292 embargo, DM3700 mostró el mejor comportamiento porque obtuvo alta producción en  
293 semilla tanto en la FS1 como en la FS2.

294 El mayor rendimiento observado en la siembra tardía se debió a un mayor peso  
295 individual de las semillas y, en el caso de las variedades más tardías, también a un  
296 mayor número de semillas (Tabla 3) relacionado con las condiciones meteorológicas  
297 prevalentes durante las etapas fenológicas en que se definen estos componentes. Las  
298 precipitaciones se concentraron en diciembre y, luego, hacia fines de febrero. Por lo  
299 tanto, el período en que se define el número de semillas por planta y el peso de las  
300 mismas, se desarrolló bajo condiciones extremadamente secas en la soja que se  
301 sembró más temprano, mientras que la que se sembró más tarde no sufrió estrés  
302 hídrico durante esta etapa. Los valores de biomasa producida son similares en ambas  
303 fechas de siembra pero los bajos índices de cosecha alcanzados en la FS1 (Tabla 3)  
304 sugieren que la soja podría haber rendido más; las plantas produjeron suficiente  
305 biomasa para soportar un mayor rendimiento, pero el estrés hídrico durante el llenado  
306 de las semillas limitó su producción.

307

### 308 ***Incidencia y severidad de las enfermedades de fin de ciclo***

309 Las enfermedades foliares más importantes identificadas en el ensayo fueron:  
310 antracnosis (*Colletotrichum dematium* var. *truncata*, *Colletotrichum* sp.), tizón de la  
311 hoja (*Cercospora kikuchii*), mancha por *Altenaria* (*Alternaria* sp.) y mildiu (*Peronospora*  
312 *manshurica*). Todas las variedades evaluadas fueron susceptibles a estas  
313 enfermedades, observándose una amplia predominancia de mildiu, el cual tuvo un  
314 50% de la incidencia total en la FS1 y un 70% en la FS2.

315 Se registró interacción significativa FS x variedad para la incidencia total en R3 y en  
316 R5 y para la severidad en R3. La incidencia en R3 promedió 12,7% para la FS1 y  
317 25,6% para la FS2. Las variedades más afectadas (con más de 30% de incidencia,  
318 Tabla 4) fueron las pertenecientes al GM IV en la FS2. Todas las variedades en la FS1  
319 y las pertenecientes a los GM II y III en la FS2 presentaron incidencias menores al  
320 16%.

321 En R5 la incidencia se incrementó a un valor medio de 25,2% para la FS1 y 43,4%  
322 para la FS2 (Tabla 4). Nuevamente las variedades del GMIV sembradas más tarde  
323 fueron las más afectadas presentando valores de incidencia de 54, 59 y 70%. Sin  
324 embargo, a diferencia de lo ocurrido en R3, en la primera fecha de siembra las  
325 variedades del GMIV registraron valores de incidencia significativamente mayores que  
326 las variedades más precoces. Es posible que en el estado R3, alguna proporción de  
327 las enfermedades de fin de ciclo estuviese en estado latente, no evidente, por lo cual  
328 sólo en estados más avanzados pudo ser observada, tal como fue sugerido por  
329 Carmona (2007).

330 La severidad de las enfermedades de fin de ciclo halladas en las distintas variedades  
331 se ubicó entre 0,37% y 2,87%, valores más bajos a los informados previamente (Díaz  
332 et al., 2005). En R3 la severidad se comportó de manera similar a la incidencia, es  
333 decir, los mayores valores los registraron las variedades pertenecientes al GMIV  
334 (DM4200, DM4600 y DM4970) sembradas tarde (Tabla 4). Si bien en R5 no se registró  
335 interacción FS x variedad, las tres variedades del GMIV son las que presentaron los  
336 valores más altos de severidad en las dos fechas de siembra, y además, la FS2  
337 presentó significativamente una mayor severidad que la FS1, con valores de 2,05% y  
338 1,32% respectivamente. Díaz et al. (2005) encontraron que la severidad de las  
339 enfermedades de fin de ciclo disminuyó en siembras tardías. Estos autores señalaron  
340 que el acortamiento de los estados reproductivos, la etapa más susceptible a estas  
341 enfermedades, habría resultado en una reducción del período de infección. Los

342 mismos autores también indicaron que el menor tamaño de las plantas al atrasar la  
343 siembra, determinó un conopeo con menores niveles de humedad, lo cual  
344 adicionalmente coincidió con las temperaturas más bajas del otoño. Todo lo anterior,  
345 conjuntamente, habría resultado en condiciones ambientales poco propicias para la  
346 infección de estas enfermedades. Sin embargo, se debe resaltar que los estudios de  
347 Díaz et al. (2005) se llevaron a cabo en una zona con condiciones ambientales muy  
348 diferentes a las del presente estudio y en fechas de siembra más tardías. En este  
349 experimento, la etapa R3-R5 de la soja, en coincidencia con los señalado por Díaz et  
350 al. (2005), se acortó al sembrarla tarde en las variedades del GMIV (Tabla 1). Sin  
351 embargo, a diferencia de estos autores, estas variedades fueron las que presentaron  
352 mayor incidencia y severidad de las EFC (Tabla 2).

353 En el período comprendido entre el 20 de diciembre y el 10 de enero se registraron 11  
354 días con temperaturas entre 20 y 26°C y humedad relativa mayor al 70%.

355 Entre las enfermedades de fin de ciclo, el mildiu fue ampliamente prevalente,  
356 posiblemente porque los requerimientos de *Peronospora manshurica* para infectar la  
357 soja son de menor temperatura y período de agua libre en las hojas (20-22°C y agua  
358 libre durante 12 h) que el de los otros patógenos detectados en el ensayo (Vallone,  
359 2003).

360 Durante el período entre el 20 de diciembre y el 10 de enero, la soja sembrada en la  
361 FS2 se encontraba en estados vegetativos, mientras que la sembrada más temprano  
362 ya se encontraba en estados reproductivos. De acuerdo con Ridao (2004), las hojas  
363 jóvenes son altamente susceptibles al mildiu, lo cual podría explicar la mayor  
364 incidencia de *Peronospora manshurica* entre las enfermedades de fin de ciclo en la  
365 siembra más tardía.

366 La aplicación de fungicida no redujo la incidencia ni la severidad de estas  
367 enfermedades como se esperaba, lo cual se reflejó en el rendimiento en semilla que  
368 no se diferenció entre tratamientos (datos no mostrados). Esto fue sorprendente

369 considerando que el tratamiento se hizo en forma preventiva de acuerdo a las  
370 indicaciones del marbete (etiqueta) del producto. Una posible explicación es que  
371 *Peronospora manshurica* fue el patógeno prevalente y el producto utilizado posee  
372 poco control del mismo.

373 Los diferentes niveles de incidencia y severidad de las EFC registrados para las  
374 variedades DM 3700 y DM 4200 a pesar de presentar los estadíos de mayor  
375 susceptibilidad a las mismas (R3- R5) en la misma fecha, sugieren que la respuesta  
376 podría estar relacionada con algún componente del genoma (Tablas 1 y 4).

377

378

379

## CONCLUSIONES

380

381 La hipótesis planteada es aceptada ya que, en el contexto particular del año, la fecha  
382 de siembra más tardía registró mayores niveles tanto de incidencia como de severidad  
383 de las enfermedades de fin de ciclo. Además, la interacción entre los cultivares y las  
384 fechas de siembra sugiere la existencia de efectos vinculados con el comportamiento  
385 genético de los mismos que no están relacionados directamente con las condiciones  
386 ambientales en que se desarrollaron los estados fenológicos más susceptibles a estas  
387 enfermedades.

388 Por otro lado, si bien los niveles de las enfermedades de fin de ciclo fueron mayores  
389 en la siembra más tardía, a diferencia de lo esperado, en estas condiciones se  
390 registraron los mayores niveles de producción del cultivo, lo cual se atribuye a  
391 condiciones ambientales desfavorables durante la etapa de llenado de los granos en la  
392 fecha de siembra temprana, indicando que la deficiencia de agua fue más importante  
393 que las enfermedades en la determinación del rendimiento.

394 Es necesario señalar que la variedad DM 3700 fue la de mejor comportamiento ya que  
395 registró baja incidencia y severidad de las enfermedades de fin de ciclo en ambas

396 fechas de siembra y, además, se destacó por su alto rendimiento también en las dos  
397 fechas de siembra.

398

399

## BIBLIOGRAFÍA

400 ACSOJA, 2008. Asociación de la Cadena de la Soja Argentina. Importancia económica  
401 de la soja. Disponible en: <http://www.acsoja.org.ar> . Ultimo acceso: Julio 2008.

402 AAPRESID, 2012. Evolución de la superficie en Siembra Directa. Disponible en:  
403 [http://www.aapresid.org.ar/wp-](http://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2013/02/aapresid.evolucion_superficie_sd_argentina.1977_a_2011.pdf)  
404 [content/uploads/2013/02/aapresid.evolucion\\_superficie](http://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2013/02/aapresid.evolucion_superficie_sd_argentina.1977_a_2011.pdf)  
405 [sd\\_argentina.1977\\_a\\_2011.pdf](http://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2013/02/aapresid.evolucion_superficie_sd_argentina.1977_a_2011.pdf). Ultimo acceso: Agosto 2012

406 Analytical Software, 2008. Statistix 9.0 for Windows. Analytical Software. Tallahassee,  
407 FL. United States.

408 Antuña J.C., 2010. Soja y derivados. Análisis de la situación mundial. Campañas  
409 1999/00 a 2009/10. RIAN. Anuario 2010. Ediciones INTA, Santiago del Estero,  
410 Argentina.

411 Andrade F., L. Aguirrezábal, & R. Rizzalli, 2009. Crecimiento y rendimiento  
412 comparados. p. 41-67. En Andrade F., y V. Sadras (eds.). Bases para el manejo  
413 del maíz el girasol y la soja. Ediciones INTA, Balcarce, Argentina.

414 Bragachini M., C. Casini, A. Saavedra, J. Méndez, R. De Carli, E. Behr, L. Errasquín &  
415 F. Ustarroz, 2011. Evolución del sistema productivo agropecuario argentino. p.  
416 33-46. Actualización técnica N°69. PRECOP III. Ediciones INTA. Manfredi,  
417 Córdoba, Argentina.

418 Carmona M., D. Ploper, P. Grijalba, M. Gally & D. Barreto. 2003. Enfermedades de fin  
419 de ciclo del cultivo de soja. Guía para su reconocimiento y manejo. UBA, Buenos  
420 Aires 25 pp.

421 Carmona M., M.Gally, P.Grijalba, V.Sugia & E. Jaeggi. 2004. Frequency and chemical  
422 control of causal pathogens of soybean late season diseases in the Pampeana  
423 Region. Proceedings of 7th World Soybean Research Conference, 4th  
424 International Soybean Processing and Utilization Conference, III Congreso  
425 Mundial de Soja. EMBRAPA, Foz de Iguazú. Pp. 159

426 Carmona M. 2006. Importancia de las enfermedades de fin de ciclo: su relación con la  
427 ecofisiología y el uso estratégico de fungicidas en el cultivo de soja. p. 321-324.  
428 Workshop de enfermedades de hoja, tallo y raíz. Proceedings of Mercosoja

429 2006, 3er Congreso de Soja del MERCOSUR, 27 al 30 de junio. Rosario,  
430 Argentina. ACSOJA, Rosario, Argentina.

431 Carmona M. 2007. Enfermedades de fin de ciclo y roya asiática de la soja. Un análisis  
432 de sus daños y el uso estratégico de fungicidas. Disponible en:  
433 [http://www.agro.uba.ar/sites/default/files/catedras/enfermedadesroyaasiticafungic](http://www.agro.uba.ar/sites/default/files/catedras/enfermedadesroyaasiticafungicidas.pdf)  
434 [idas.pdf](http://www.agro.uba.ar/sites/default/files/catedras/enfermedadesroyaasiticafungicidas.pdf). Ultimo acceso: Marzo 2014

435 Carmona M., N. Formento & M. Scandiani. 2010. Manual Mancha Ojo de rana. Ed.  
436 Horizonte A, Buenos Aires, Argentina. 40 pp.

437 Carmona M. 2014. Enfermedades de fin de ciclo y Mancha ojo de rana en el cultivo de  
438 soja: desarrollo y validación de un sistema de puntuación y determinación del  
439 umbral de control. Tesis doctoral. FCAYF, UNLP, La Plata, Buenos Aires,  
440 Argentina.

441 Carmona M., M. Scandiani & A. Luque, 2009. Severe Outbreaks of Soybean Frogeye  
442 Leaf Spot Caused by *Cercospora sojina* in the Pampean Region, Argentina. Plant  
443 Disease 92(9): 966

444 Díaz C., L. Ploper, M. Galvez, V. González, M. Zamorano, H. Jaldo, & J. Ramallo,  
445 2005. Efecto de las enfermedades de fin de ciclo en el crecimiento de distintos  
446 genotipos de soja relacionado a la fecha de siembra. Agriscientia, Vol XXI:1-7.

447 Distéfano, S.G. & L.C. Gadbán. 2009, Panorama fitopatológico del cultivo de soja en la  
448 campaña 2008-2009. Disponible en:  
449 <http://inta.gob.ar/mjuarez/info/documentos/soja/enfsoja09.pdf>. Ultimo acceso:  
450 Agosto de 2012

451 Fehr W., & C. Caviness, 1977. Stages of soybean development. 11 p. Special Report  
452 80. Iowa State University, Ames, Iowa.

453 Giancola S.I., M.S. Covacevich, G.M. Iturrioz & M.L. Salvador, 2009. Análisis de la  
454 cadena de soja en la Argentina. Ediciones Inta, Anguil, La Pampa, Argentina.

455 Martins M., R. Guerzoni, M. Cámara Gil, P. Mattiazzi, S. Lourenço, & L. Amorín, 2004.  
456 Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de  
457 final de ciclo em soja. Fitopatologia Brasileira 29:179-184.

458 Odetto, S. & H. Baigorri, 2010. Taller nacional de Mancha ojo de rana. EEAA INTA  
459 Marcos Juarez, Córdoba, Argentina.

460 Ridao A., 2004. El mildiu de la soja. Un problema potencial. Disponible en  
461 [http://www.agroconsultasonline.com.ar/documento.html/EI%20Mildiu%20de%20l](http://www.agroconsultasonline.com.ar/documento.html/EI%20Mildiu%20de%20la%20soja%20%3A%20Un%20problema%20potencial%20(2004).pdf?op=d&documento_id=50)  
462 [a%20soja%20%3A%20Un%20problema%20potencial%20\(2004\).pdf?op=d&doc](http://www.agroconsultasonline.com.ar/documento.html/EI%20Mildiu%20de%20la%20soja%20%3A%20Un%20problema%20potencial%20(2004).pdf?op=d&documento_id=50)  
463 [umento\\_id=50](http://www.agroconsultasonline.com.ar/documento.html/EI%20Mildiu%20de%20la%20soja%20%3A%20Un%20problema%20potencial%20(2004).pdf?op=d&documento_id=50). Último acceso: Junio 2015).

464 SIIA, 2015. Sistema Integrado de Información Agropecuaria. Ministerio de Agricultura,  
465 Ganadería y Pesca de la Nación. Disponible en: <http://www.sii.gov.ar/series>.  
466 Ultimo acceso: Agosto de 2015.

467 Sillón M., 2012. Enfermedades del cultivo de soja. p. 303-308. En Baigorri H., L.R.  
468 Salado Navarro, El cultivo de soja en Argentina. Agroeditorial. Vicente López,  
469 Buenos Aires, Argentina

470 Trigo E.J. & E.J. Cap, 2006. Diez años de Cultivos Genéticamente Modificados en la  
471 Agricultura Argentina. Cap.3. Disponible en  
472 <http://www.argenbio.org/adc/uploads/pdf/DiezanosdecultivosGMFinalEstudioTRIGO.pdf>.  
473 Ultimo acceso: Marzo 2012

474 Vallone S., 2003. Enfermedades de la soja. p.123-132. En El libro de la soja. Satorre,  
475 E. (ed.). Servicios y marketing agropecuario. SEMA, Buenos Aires, Argentina.

476 Vallone, S. & L. Gadbán, 2005.. Enfermedades de fin de ciclo. Actas del Congreso  
477 Mundosoja. pp. 163-169. Buenos Aires, Argentina, 23-24 Junio 2005

478 Wrather, J.A., T.R. Anderson, D.M. Arsyad, Y. Tan, D.Ploper, A. Porta-puglia, H.H.  
479 Ram & J.T. Yorinori. 2001. Soybean disease loose estimates for the top ten  
480 soybean-producing countries in 1998. Canadian Journal of Plant Pathology 23:  
481 115-121.

482

483

484

485

486

487

488

489

490

491

492

493

494

495

## FIGURAS Y TABLAS

496

Variedad	R1	R3	R5	R7	R8
FS1: 18/11/2006. VE: 25/11/06					
DM2200	01/01/07	08/01/07	15/01/07	22/02/07	27/02/07
DM3100	02/01/07	09/01/07	22/01/07	28/02/07	17/03/07
DM3700	03/01/07	11/01/07	22/01/07	15/03/07	30/03/07
DM4200	03/01/07	11/01/07	25/01/07	13/03/07	01/04/07
DM4600	04/01/07	13/01/07	29/01/07	22/03/07	13/04/07
DM4870	06/01/07	13/01/07	31/01/07	24/03/07	12/04/07
FS2: 13/12/2006. VE: 19/12/06					
DM2200	17/01/07	25/01/07	06/02/07	24/03/07	09/04/07
DM3100	18/01/07	27/01/07	07/02/07	15/03/07	11/04/07
DM3700	21/01/07	30/01/07	11/02/07	09/04/07	19/04/07
DM4200	18/01/07	30/01/07	09/02/07	02/04/07	14/04/07
DM4600	25/01/07	04/02/07	14/02/07	10/04/07	22/04/07
DM4870	24/01/07	06/02/07	19/02/07	11/04/07	19/04/07

497 R1: inicio de floración; R3: inicio de formación de vainas; R5: inicio de llenado de los  
 498 granos; R7: inicio de maduración; R8: plena madurez; FS: fecha de siembra; VE:  
 499 emergencia

500

501 **Tabla 1. Fechas de registro de los estados R1, R3, R5, R7 y R8 en diferentes**  
 502 **variedades de soja en dos fechas de siembra en La Plata.**

503

504

	VE-R1		VE-R5		VE-R8	
	FS1	FS2	FS1	FS2	FS1	FS2
DM2200	37 bc	32 c	51 e	54 de	94 e	111 d
DM3100	38 b	30 c	58 cd	50 e	112 d	113 d
DM3700	39 ab	33 c	58 cd	54 de	126 bc	121 bcd
DM4200	39 ab	30 c	61 bc	52 e	127 b	116 cd
DM4600	40 ab	37 bc	65 ab	57 cd	140 a	125 bc
DM4870	42 a	37 bc	67 a	62 abc	138 a	121 bcd
CV%	3,9		4,1		3,5	

505 Para cada fase, valores seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente entre  
506 sí según el test de Tukey ( $P < 0,05$ ). CV: coeficiente de variabilidad.

507 R1: inicio de floración; R5: inicio de llenado de los granos; R8: plena madurez; FS:  
508 fecha de siembra; VE: emergencia.

509

510 **Tabla 2. Duración de las fases (en días) para diferentes variedades de soja en**  
511 **dos fechas de siembra en La Plata (FS1: 18/11/06, FS2:13/12/06).**

512

513

	Biomasa (g m <sup>-2</sup> ) <sup>(1)</sup>		Índice de cosecha <sup>(2)</sup>		Semillas m <sup>-2</sup> <sup>(1)</sup>		Peso de 1000 semillas (g) <sup>(2)</sup>	
	FS1	FS2	FS1	FS2	FS1	FS2	FS1	FS2
DM2200	510 b	527 c	0,35 bc	0,37 b	1232 a	1059 b	144 ef	180 bcd
DM3100	521 b	616 abc	0,32 bcd	0,38 ab	1229 a	1167 b	141 f	203 a
DM3700	545 b	537 bc	0,35 bc	0,47 a	1148 a	1236 ab	175 bcd	207 a
DM4200	573 b	628 ab	0,26 cd	0,37 b	1016 a	1148 b	148 ef	201 ab
DM4600	608 ab	616 abc	0,25 cd	0,37 b	1000 a	1218 ab	150 ef	188 abc
DM4870	703 a	646 a	0,24 d	0,40 ab	1087 a	1514 a	160 def	170 cde
CV%	8,3		14,2		13,7		6,5	

514 <sup>(1)</sup> Dentro de cada fecha de siembra, valores seguidos por la misma letra no difieren  
515 estadísticamente entre sí de acuerdo al test de Tukey (P < 0,05).

516 <sup>(2)</sup> Valores seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo  
517 al test de Tukey (P < 0,05).

518 CV%: coeficiente de variabilidad.

519

520 **Tabla 3. Producción total de biomasa aérea (g m<sup>-2</sup>), índice de cosecha, semillas**  
521 **m<sup>-2</sup> y peso de mil semillas (g) de diferentes variedades de soja en dos**  
522 **fechas de siembra en La Plata (FS1: 18/11/06, FS2: 13/12/06).**

523

524

525

	Incidencia (%) R3 <sup>(2)</sup>		Incidencia (%) R5 <sup>(1)</sup>		Severidad (%) R3 <sup>(2)</sup>		Severidad (%) R5 <sup>(2)</sup>
	FS1	FS2	FS1	FS2	FS1	FS2	
DM2200	10,4 d	9,0 d	12,3 c	25,4 c	0,37 c	0,27 c	0,64 d
DM3100	12,3 d	15,0 cd	23,2 bcd	37,7 c	0,15 c	0,60 bc	1,38 c
DM3700	14,8 cd	6,7 d	7,7 d	13,5 c	0,51 bc	0,21 c	0,32 d
DM4200	13,3 d	31,9 bc	33,3 ab	59,6 ab	0,41 c	2,65 a	2,11 bc
DM4600	15,6 cd	52,9 a	37,7 a	70,4 a	0,69 bc	2,87 a	2,78 ab
DM4870	10,0 d	38,0 ab	36,9 a	54,0 b	0,29 c	1,71 ab	2,87 a
CV%	49,1		51,0		67,5		56,2

526 <sup>(1)</sup> Dentro de cada fecha de siembra, valores seguidos por la misma letra no difieren  
 527 estadísticamente entre sí de acuerdo al test de Tukey (P < 0,05).

528 <sup>(2)</sup> Valores seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo  
 529 al test de Tukey (P < 0,05).

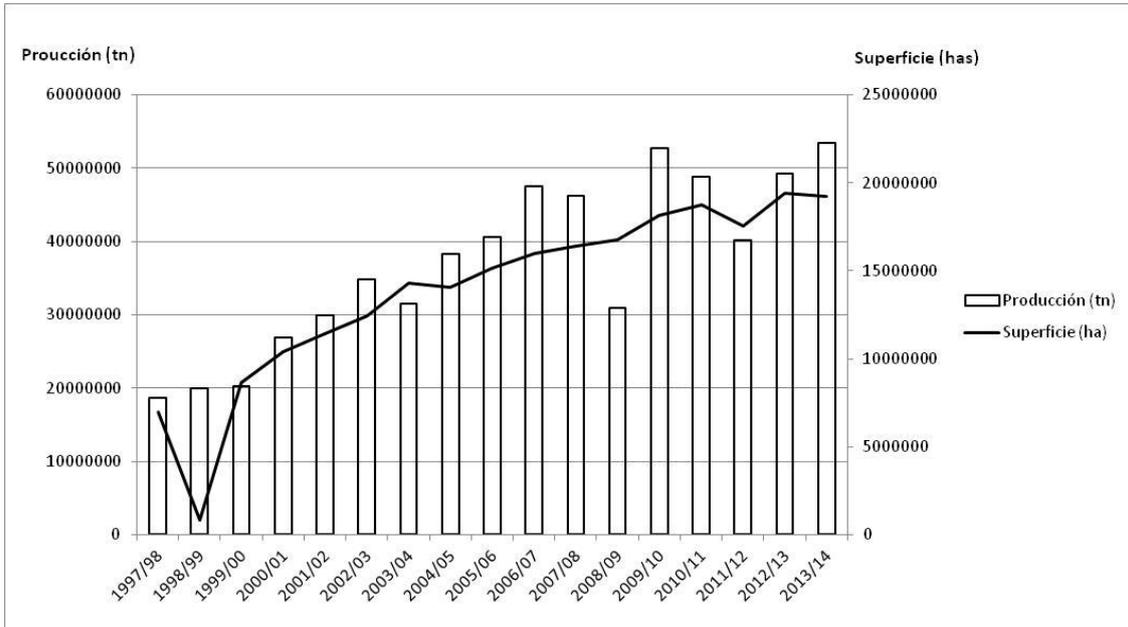
530 R3: inicio de formación de vainas, R5: inicio de llenado de los granos

531 CV%: coeficiente de variabilidad.

532

533 **Tabla 4. Incidencia y severidad de enfermedades de fin de ciclo en los estados**  
 534 **R3 y R5 de diferentes variedades de soja en dos fechas de siembra en La**  
 535 **Plata (FS1: 18/11/06, FS2: 13/12/06).**

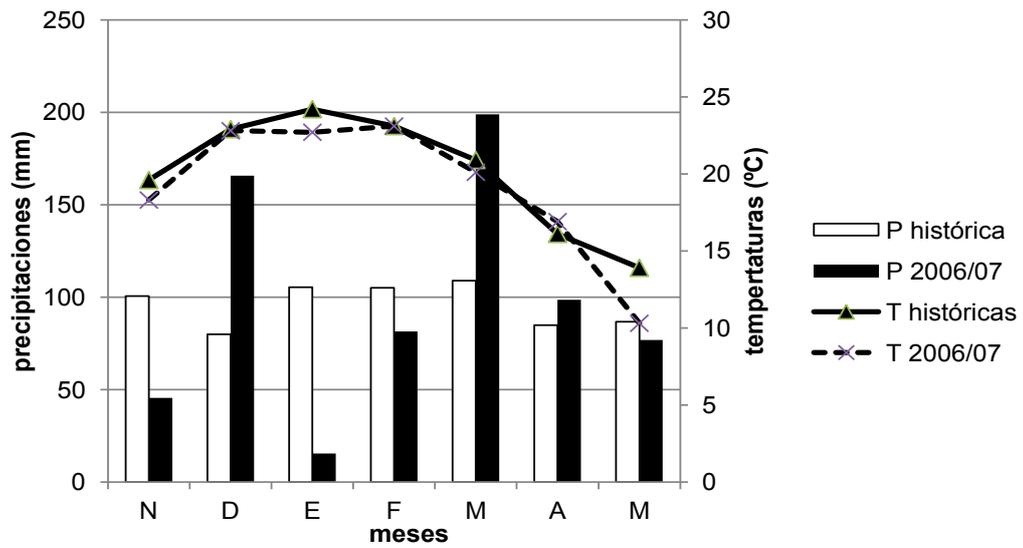
536



538

539 **Fig. 1. Superficie cosechada (líneas) y producción (columnas) de soja en**  
 540 **Argentina por campañas. Elaboración propia en base a datos la Dirección de**  
 541 **Información Agrícola y Forestal (SIIA, 2015).**

542



543

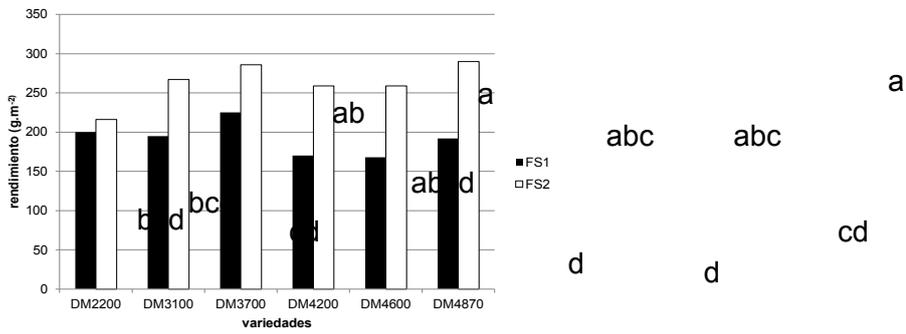
544 **Fig. 2. Precipitaciones mensuales y precipitaciones mensuales históricas**

545 **(columnas), temperaturas medias mensuales y temperaturas medias mensuales**

546 **históricas (líneas) durante el período de ensayo en La Plata.**

547

548



550

551 **Fig. 3. Rendimiento de variedades de soja en dos fechas de siembra en La Plata**

552 **(FS1: 18/11/06, FS2:13/12/06).**

553 Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas de acuerdo al  
 554 test de Tukey (P < 0,05).

555

556

557

## FOTOGRAFIAS DEL ENSAYO

558



559

560 Vista panorámica del ensayo: Fecha de siembra 1 adelante, Fecha de siembra 2 atrás.

561



562

563 Mildiu (*Peronospora manshurica*)

564

565



566

567 Deterioro producido por las frecuentes lluvias hacia el final del ciclo

568