

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RESPUESTA AL CONTROL QUÍMICO DE *Diaporthe helianthi*, PARA DOS HÍBRIDOS DE GIRASOL DE COMPORTAMIENTO CONTRASTANTE

por

**Esteban JUANICOTENA MELA
Martín RODRÍGUEZ DÍAZ**

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2008**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Esteban Hoffman

Ing. Agr. Sebastián Mazzilli

Ing. Agr. M.Sc. Carlos Pérez

Fecha:

2 de junio de 2008

Autor:

Esteban Juanicotena Mela

Martín Rodríguez Díaz

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres y hermanos por brindarnos todo su apoyo a lo largo de nuestra formación, muchas gracias por darnos esta posibilidad.

A nuestros amigos y familiares por estar siempre con nosotros.

Al Ing. Agr. Sebastián Mazzilli, toda la disposición demostrada para con nosotros, sus aportes, correcciones, su ánimo constante, así como la enseñanza que nos brindó a lo largo de éste trabajo, muchas gracias.

A los Ingrs. Agrs. Esteban Hoffman, Carlos Pérez y Mónica Cadenazzi por los valiosos aportes realizados para enriquecer nuestra formación y el trabajo aquí presentado.

A Rutilan S.A. por su colaboración en los materiales y posteriores análisis que fueron necesarios para la elaboración del ensayo; del mismo modo agradecer al Ing. Agr. Juan Diego Cano, por su cooperación y disposición en el desarrollo de ésta obra.

A la Ing. Agr. Blanca García, de la UNER, Paraná-Argentina, por el material que puso a nuestra disposición, enriqueciendo el trabajo.

A todo el personal de la Facultad de Agronomía que hizo a nuestra formación.

A todos aquellos que de alguna u otra forma colaboraron con la realización de éste trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	2
2.1 IMPORTANCIA DEL GIRASOL EN URUGUAY.....	2
2.2 FISIOLÓGIA BASE DEL RENDIMIENTO.....	3
2.3 ENFERMEDADES DEL GIRASOL EN URUGUAY, EL CASO DEL CANCRO DEL TALLO (<i>Diaporthe helianthi</i>).....	5
2.3.1 <u>Etiología</u>	6
2.3.2 <u>Sintomatología</u>	8
2.3.3 <u>Epidemiología (ciclo de la enfermedad)</u>	10
2.3.3.1 Potencial de inóculo y diseminación.....	11
2.3.3.2 Sobrevivencia del patógeno.....	12
2.3.3.3 Inoculación e infección.....	13
2.3.3.4 Colonización.....	15
2.3.4 <u>Susceptibilidad del huésped</u>	16
2.4 <u>MANEJO DE LA ENFERMEDAD</u>	16
2.4.1 <u>Control genético</u>	16
2.4.2 <u>Control cultural</u>	17
2.4.2.1 Elección de la fecha de siembra.....	18
2.4.2.2 Manejo de la población.....	20
2.4.2.3 Manejo de la fertilización nitrogenada.....	20
2.4.3 <u>Control químico</u>	21
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	25
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO.....	25
3.1.1 <u>Ubicación</u>	25
3.1.2 <u>Manejo del cultivo</u>	25
3.1.3 <u>Tratamientos evaluados</u>	26
3.1.4 <u>Diseño experimental</u>	26
3.1.5 <u>Aplicación de fungicida</u>	28
3.2 <u>CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES</u>	29
3.3 <u>DETERMINACIONES</u>	30
3.3.1 <u>Población</u>	30
3.3.2 <u>Fenología</u>	30

3.3.3 Biomasa aérea.....	30
3.3.4 Índice de Área Foliar (IAF).....	30
3.3.5 Lectura de la enfermedad y su evolución.....	31
3.3.6 Diámetro de tallo y capítulo y altura de la planta.....	32
3.3.7 Rendimiento en grano.....	32
3.3.8 Peso de grano (PG).....	32
3.3.9 Porcentaje y rendimiento de aceite.....	32
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	32
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1 CARACTERIZACION CLIMATICA DEL AÑO.....	33
4.2 MARCO EXPERIMENTAL.....	37
4.3 BIOMASA AEREA.....	38
4.4 INDICE DE AREA FOLIAR.....	40
4.5 DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD.....	41
4.5.1 Duración del Área Foliar (DAF).....	41
4.5.2 Evaluación sintomatológica de <i>Diaporthe helianthi</i>	42
4.5.2.1 Incidencia en la planta.....	42
4.5.2.2 Severidad a nivel de hoja.....	47
4.5.2.3 Incidencia en tallo.....	49
4.5.2.4 Severidad a nivel de tallo.....	50
4.5.2.5 Coeficiente de infección (CI).....	52
4.6 RENDIMIENTO EN GRANO Y COMPONENTES PRINCIPALES.....	55
4.6.1 Rendimiento.....	55
4.6.2 Componentes de rendimiento.....	59
4.6.3 Producción de aceite.....	63
4.7 DISCUSION CONJUNTA DE LOS RESULTADOS.....	65
5. CONCLUSIONES.....	70
6. RESUMEN.....	72
7. SUMMARY.....	74
8. BIBLIOGRAFÍA.....	75

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Evolución del Área de Siembra de Girasol.....	2
2. Clasificación taxonómica de <i>Diaporthe helianthi</i>	6
3. Número de veces que se dieron las condiciones climáticas favorables para el desarrollo de <i>Diaporthe helianthi</i> , en noviembre, diciembre y enero en la serie de años 1980-2004.....	15
4. Caracterización de los Cultivares MG 2, MG 40 y MG 52 según la Evaluación Nacional de Cultivares (INASE-INIA).....	29
5. Caracterización del Cultivar MG 52 en la Evaluación de Comportamiento de Híbridos frente a <i>Phomopsis helianthi</i>	30
6. Resultado de la probabilidad del efecto híbrido, fungicida y su interacción, para la variable severidad en hoja.....	47
7. Resultado de la probabilidad del efecto híbrido, fungicida y su interacción, para la variable incidencia en el tallo.....	50
8. Resultado de la probabilidad de los efectos para la variable severidad de cancro del tallo.....	51
9. Componentes del rendimiento.....	59
10. Componentes del rendimiento de aceite.....	63
11. Porcentaje de aceite para MG 2 (MG 40 CL) y MG 52 en la provincia de Entre Ríos (Argentina).....	64
12. Tasas de crecimiento (TC) para dos subperíodos de la etapa reproductiva y DAF.....	65

Figura No.

1. Ciclo de <i>Phomopsis</i> sp. (<i>Diaporthe</i> sp.).....	10
2. Manejo del cultivo.....	26
3. Precipitaciones mensuales y decádicas para la zafra 2006-07 en relación a la serie histórica 1971-95 en EEMAC, Paysandú.....	33
4. Temperatura media 2006/07 y serie histórica 1971/95 en EEMAC, Paysandú.....	34
5. Radiación Global decádica para la zafra 2006/07 y serie histórica 1971/95 en EEMAC, Paysandú.....	35
6. Evolución de la liberación de ascosporas para la ciudad de Paysandú en la zafra 2006/07.....	36
7. Producción de Materia Seca (MS) para cada tratamiento en el tiempo.....	38
8. Dinámica del Índice de Área Foliar (IAF) en el tiempo.....	40
9. Duración del área foliar para cada tratamiento.....	41
10. Incidencia de <i>Diaporthe helianthi</i> en el tiempo, (a) efecto fungicida y (b) efecto híbrido.....	42
11. Incidencia de <i>Diaporthe helianthi</i> de cada tratamiento en el tiempo.....	43
12. Desarrollo de la incidencia de <i>Diaporthe helianthi</i> para cada tratamiento de acuerdo al sitio de incidencia.....	45
13. Desarrollo de la severidad en hoja para los factores fungicida (a) e híbrido (b).....	47
14. Severidad en hoja de cada tratamiento, en el tiempo.....	48
15. Incidencia en el tallo.....	49
16. Severidad de cancro de tallo en el tiempo.....	51

17. Asociación del coeficiente de infección (CI), con la incidencia en planta (a) y la severidad en hoja (b), a los 69 dps (R5.1).....	53
18. Asociación del coeficiente de infección (CI), con la incidencia (a) y severidad (b), a los 91 dps (R6-R7).....	54
19. Rendimiento medio para el efecto híbrido y fungicida.....	55
20. Rendimiento medio de los tratamientos.....	56
21. Rendimiento en función de la biomasa a cosecha y del índice de cosecha (IC) para cada híbrido.....	58
22. Número de granos.m ⁻² (NGM ⁻²) en función de granos.capitulo ⁻¹ y capítulos.m ⁻²	60
23. Rendimiento en grano en función del NGM ² , para cada híbrido.....	61
24. Relación entre el rendimiento y el PG para cada híbrido.....	62
25. Relación entre NGM ⁻² y PG.....	62
26. Rendimiento de aceite según tratamiento.....	64
27. Asociación entre el porcentaje de DAF en R6-R7 y la tasa de crecimiento (TC) en R5.5-R9.....	66
28. Asociación entre severidad en tallo y duración del área foliar (DAF), para el estado R6-R7.....	67

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de girasol fue introducido en nuestro país en los años 30, desde entonces se ha expandido y ha ocupado un rol de importancia en la agricultura nacional (Fassio et al., 1997), llegando a ser tradicionalmente la oleaginosa más sembrada (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2007). Hoy en día se encuentra desplazado fundamentalmente por un problema sanitario nuevo, como es el caso del cancro del tallo (*Diaporthe helianthi*).

Este hongo es de reciente aparición en el cultivo de girasol en el país, donde fue citado por primera vez en la zafra 2002/03, en la zona de Mercedes, Soriano (Stewart et al., 2004). Por esta razón existe escasa información acerca del impacto de esta enfermedad en el rendimiento de girasol, así como la respuesta a distintas estrategias de manejo (Ceretta y Stewart, 2005a).

El objetivo del presente trabajo es evaluar la respuesta de híbridos de comportamiento contrastante a *Diaporthe helianthi*, en presencia de enfermedad y control químico, a su vez se estudiara la relación entre el nivel de enfermedad y las variables asociadas al crecimiento vegetal.

Hipótesis: Un cultivo con presencia de enfermedad reduce su rendimiento como consecuencia de disminuciones en la producción de biomasa y el índice de área foliar; estos parámetros pueden cambiar su magnitud de variación según la genética del híbrido y su respuesta al control químico.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 IMPORTANCIA DEL GIRASOL EN URUGUAY

El girasol fue la principal oleaginosa de la agricultura uruguaya hasta el año 2004, en el que fue superado en superficie sembrada por la de soja (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2007). Varios factores contribuyeron a este cambio, dentro de ellos el precio, comercialización, disponibilidad de cultivares resistentes a glifosato en soja y problemas sanitarios en girasol (Ernst et al., 2004).

Cuadro 1. Evolución del área de siembra de girasol.

	Superficie Sembrada								
Zafra	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08*
Miles Has	50,2	48,1	108,5	176,0	110,6	118	58,8	38,5	16,1

Fuente: URUGUAY. MGAP. DIEA, 2007. (* = intención de siembra 2007/08)

En la zafra 2002/03 el girasol aparecía como el principal cultivo con el 57 % del total sembrado en la zafra estival (176 mil hectáreas). De aquí en más el girasol y la soja han tenido tendencias contrapuestas, mientras que el primero disminuye sistemáticamente el área de siembra, la soja incrementa su área de forma constante (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2007).

Molfino y Califra (2001) señalan que el 62% de los suelos del Uruguay se caracterizan por poseer entre 80 y 160mm de agua disponible, determinando una autonomía de agua de 7 – 8 días. Bajo éste marco la agricultura nacional se basa casi exclusivamente en la producción de secano; dentro de los cultivos de verano, el girasol se constituye como una alternativa por su capacidad de extraer agua de estratos profundos, siendo en condiciones de sequía más tolerante respecto a soja y maíz (Andrade y Sadras, 2000). Sumado a esto, Martino (1994) ubica al girasol como un buen antecesor para cultivos invernales, por el menor volumen de rastrojo y relación C/N que sorgo y maíz, ubicándolo en una situación ventajosa en cuanto a la facilidad de barbecho (descomposición del rastrojo y disponibilidad de N dejado al suelo).

Considerando la tolerancia del cultivo a la sequía, la liberación temprana de la chacra, una ventana de siembra mayor frente a otros cultivos de verano, su adaptabilidad a suelos de bajo potencial productivo y su aporte a la diversidad y sustentabilidad del sistema entre otros, el girasol es un cultivo que

debería considerarse en aquellos sistemas de producción agrícola al momento de planificar la rotación.

2.2 FISIOLÓGÍA BASE DEL RENDIMIENTO

En determinadas etapas del ciclo del cultivo, la variación del crecimiento produce importantes efectos en el rendimiento. Así, resulta clara la necesidad de conocer estas etapas críticas, ya que ello contribuye a optimizar el manejo de los cultivos y su respuesta a la aplicación de insumos (Aguirrezábal et al. 2001, Andrade et al. 2005).

El Índice de Área Foliar (IAF) depende del área foliar por planta y del número de plantas por unidad de superficie (Satorre et al., 2003). Al mismo tiempo existe una correlación positiva entre el rendimiento por planta y su superficie foliar y entre el rendimiento por unidad de superficie de suelo y el IAF. Las estrechas correlaciones encontradas entre el IAF y el rendimiento se explican porque en girasol el rendimiento es principalmente dependiente del porcentaje de radiación que es interceptada por el cultivo (Aguirrezábal et al., 2001).

La rápida obtención de un IAF de 2-3 que permita interceptar la mayor parte de la radiación incidente y mantener un IAF superior a dicho nivel crítico durante el mayor tiempo posible constituyen objetivos necesarios para obtener un rendimiento y porcentaje de aceite cercano al potencial (Aguirrezábal et al., 2001). Durante la fase emergencia-iniciación floral se define la capacidad potencial del cultivo en producir área foliar, pues queda fijado el número de hojas por planta (Satorre et al., 2003).

Durante la subfase iniciación floral - primera antesis, la expansión foliar finaliza y el IAF del cultivo alcanza un valor máximo; inmediatamente cuando el cultivo llega al estado pleno de antesis (R5.5), la eficiencia en el uso de la radiación (EUR) alcanza los máximos valores (Trápani et al., 2003).

Al mismo tiempo entre los estadios R1 (estrella) a R2 - R3 (botón floral) queda establecido el número potencial de flores de la inflorescencia, las condiciones ambientales que predominan después de la floración determinarán el grado de concreción de ese potencial (Trápani et al., 2003).

El número de granos fijados por individuo está directamente asociado con la tasa de crecimiento por planta próximo a la floración, Vega et al. (1997).

Andrade (2000) agrega que dentro de este periodo, la post floración parece ser más crítica para la determinación del número de granos. Este componente por unidad de superficie es el principal determinante del rendimiento (Cantagallo et al. 1997, Andrade y Sadras 2000). El numero de granos por metro cuadrado (NGM²) no solo depende de la producción de primordios florales, sino que también de la supervivencia de las flores diferenciadas, su fertilización y posterior cuaje de los embriones resultantes (Cantagallo y Hall, Chimenti et al., citados por Trápani et al., 2003). El período crítico para esta definición se extiende desde unos 30 días antes hasta unos 20 días después de la floración. Condiciones ambientales favorables en este momento (agua, radiación, nitrógeno), afectan la tasa de crecimiento del cultivo (Díaz-Zorita et al., 2003).

El efecto de una disminución de la fotosíntesis sobre el rendimiento es diferente si se produce en distintos momentos del desarrollo del cultivo. Si en la fase de iniciación floral se disminuye la intensidad lumínica se afecta principalmente el número de frutos mientras que la misma disminución en la fase floración también afecta el peso de los frutos. Por otra parte el efecto de un estrés sobre un componente del rendimiento depende no solo del estadio en que este ocurre, sino también de su intensidad y su duración (Aguirrezábal et al., 2001).

Una vez iniciado el desarrollo del fruto (semilla+pericarpio) comienza el período de llenado del mismo, y esta etapa dura hasta la denominada "madurez fisiológica", si los asimilados y nutrientes minerales requeridos para el desarrollo de los frutos no son suficientes para suplir esa demanda, se pueden producir el aborto de los mismos dado que la planta dará "prioridad" a un menor número de frutos por capítulo pero con un peso mínimo límite (Aguirrezábal et al., 2001). Por lo tanto, todos los factores que afectan la fotosíntesis durante éste periodo, inciden en la tasa de llenado lo cual tiene incidencia en el rendimiento y en el porcentaje de aceite alcanzado (Fassio et al. 1997, Andrade y Ferreiro, citados por Andrade y Sadras 2000).

La bibliografía reporta una estrecha asociación entre rendimiento en grano y duración del área foliar en muchos cultivos (Evans, citado por Cantore et al., 2002), Hall et al., citados por Cantore et al. (2002), encontraron para girasol, una fuerte asociación entre rendimiento y duración del área foliar en post-antesis. La senescencia demorada o "*stay green*" sería un carácter útil para aumentar el rendimiento potencial del cultivo a través de una mayor duración de la área foliar activa durante el llenado de granos (Hall, citado por Cantore et al., 2002).

2.3 ENFERMEDADES DEL GIRASOL EN URUGUAY, EL CASO DEL CANCRO DEL TALLO (*Diaporthe helianthi*)

El girasol en el país cuenta con un número importante de enfermedades causadas por hongos, las más frecuentes son: la roya blanca causada por *Albugo tragopogonis*, la roya negra causada por *Puccinia helianthi*, la mancha de las hojas causadas por *Alternaria helianthi* y *Septoria helianthi*, la podredumbre de tallo y capítulo causada por *Sclerotinia sclerotiorum*, el escudete negro causado por *Phoma oleracea* y el cancro del tallo causada por *Diaporthe helianthi* (Ernst et al. 2004, Stewart et al. 2006). Actualmente *Diaporthe helianthi* se ha constituido en la enfermedad principal del cultivo (Stewart et al., 2006).

A nivel mundial el cancro del tallo del girasol fue reportado por primera vez en 1980 en Yugoslavia (Mihaljcevic et al., citados por Battilani et al., 2003) causando severas epidemias en el cultivo. En Uruguay es de reciente aparición y fue reportado por primera vez en la zafra 2002/03 en la zona de Mercedes, Soriano (Stewart et al., 2004). El agente causal de esta enfermedad es *Diaporthe helianthi* (anamorfo *Phomopsis helianthi*) (Muntañola-Cvetković et al., 1981).

Diaporthe helianthi esta ahora presente en muchos otros países, tales como Brasil (Homecken y Franca Neto), E.E.U.U. (Herr et al.), Hungría (Voros et al.), Rumania (Iliescu et al.), Irán (Madjidich-Ghassemi), Paquistán (Rauf Butta et al.) y más recientemente Alemania (Degener et al.) todos citados por Battilani et al. (2003); en Australia fue reportado por Allen et al., citados por Degener et al. (1999); en Francia fue reportado en 1984 (Regnault, 1985). En Argentina fue reportado en 1992 por Fállico et al. (1994).

Diversos autores de distintas regiones del mundo, destacan la importancia de esta enfermedad, debido a las pérdidas que causa. En lo que respecta al rendimiento de grano, la reducción puede ir de 0.4 a 1.5 T/ha⁻¹ (Masirevic y Gulya 1992, Debaeke y Estragnat 2003b) o en términos porcentuales variaciones de 10 a 50 % (Degléne et al. 1999, Degener et al. 1999). Stewart et al. (2004) en Uruguay, cita que la importancia de este patógeno radica en las pérdidas de producción que ocasiona. Cuando apareció por primera vez, tuvo una incidencia muy importante, aunque no fue debidamente cuantificada.

Los estudios llevados a cabo por el INIA, respecto al comportamiento de distintos híbridos de girasol frente al cancro del tallo desde la zafra 2003/04 al 2006/07, reportan pérdidas promedio de rendimientos desde 51 Kg.ha⁻¹ hasta 564 Kg.ha⁻¹, (9 y 24%). Cada experimento en particular presenta un rango de variación que es propio del ambiente, los materiales y el nivel de enfermedad (Ceretta y Stewart 2005a, Ceretta y Stewart 2006a).^{1 2} También es importante destacar la reducción en el contenido de aceite; que se ubica entre 10 a 30 % (Masirevic y Gulya 1992, Acimovic, Penaud et al., citados por Debaeke et al. 1998, Lavilla, citado por Degléne et al. 1999).

2.3.1 Etiología

En el Cuadro 2 se observa la clasificación taxonómica de *Diaporthe helianthi* (estado imperfecto: *Phomopsis helianthi*)

Phylum	Ascomycota
Clase	Ascomycete
Orden	Diaporthales
Familia	Diaporthaceae
Genero	Diaporthe
Especie	helianthi

Fuente: Global Biodiversity Information Facility (GBIF) (s.f.).

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de *Diaporthe helianthi*.

Los estudios sobre el agente causal conducidos en Yugoslavia por Muntañola-Cvetković et al. (1981) demostraron que el hongo producía picnidios conteniendo Beta conidios solamente, excluyendo de la etiología a las especies de *Phomopsis* que contengan Alfa conidios. Sin embargo, otros investigadores comprobaron la existencia de dos grupos de *Phomopsis*, diferenciados por la ausencia o no de Alfa conidios (Asimovic y Strasser 1982, Masic et al., citados por Fállico et al. 1997).

¹ CERETTA, S.; STEWART, S.; GAMBA, F. 2006. Comportamiento de híbridos de girasol frente a cancro de tallo causado por *Phomopsis helianthi*. Convenio COPAGRAN/INIA; informe preliminar. 18 p. (sin publicar)

² VILARÓ NIETO, D.; STEWART S. 2007. Comportamiento de híbridos de girasol frente a cancro del tallo causado por *Phomopsis helianthi*. Convenio CALMER/AUSID/INIA. 18 p. (sin publicar)

En el departamento de agricultura de Estados Unidos (USDA) se obtuvieron aislamientos de *Phomopsis* solo con Beta conidios, y/o con Alfa y Beta conidios desde tallos de girasol, inicialmente diferenciando dos tipos (Herr et al., 1983). Trabajos posteriores llegaron a comprobar la existencia de 5 grupos de *Phomopsis* atacando al girasol, los que podrían ser diferentes especies o biotipos (Yang y Gulya 1985, Masirevic y Gulya 1992).

La formación de conidios Beta, es un carácter propio de *Phomopsis* spp. Sin embargo la ausencia de conidios Alfa es un carácter variable según la edad del cultivo y el origen del picnidio (Fálico et al., 1996b). Mihaljcevic et al., citados por Masirevic y Gulya (1992) indican que los conidios Beta no causan la infección.

Los diferentes aislamientos muestran diferencias en su biología, desarrollo morfológico y epidemiología. Algunos aislamientos son mas virulentos que otros, pudiendo inducir mayor severidad de la enfermedad en un mismo cultivar; otros pueden tardar mas tiempo en penetrar el capitulo, mientras que otros pueden no inducir síntoma en tallo o ser más sensibles a determinadas condiciones ambientales (Degener et al. 1999, Viguie et al., citados por Gamba et al. 2006)

A nivel mundial existen antecedentes, que han permitido comprender que el cancro del tallo es causado por un complejo de *Phomopsis* spp. (Yang y Gulya, citados por Masirevic y Gulya, 1992).

En este sentido Fálico et al. (1996b) analizaron 120 aislamientos de *Phomopsis* procedentes de tallos de girasol, encontrando que pueden aislarse varios "tipos", "biotipos" y/o "variedades" de *Phomopsis*. Yang y Bringham, citados por Fálico et al. (1996b) comprobaron en EEUU que *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* y *D. phaseolorum* var. *sojae* fueron patógenos del girasol cuando se inocularon con heridas, aunque el tamaño de las lesiones no superaron a las causadas por *P. helianthi*. A su vez en aislamientos tomados de canchros de tallos de soja e inoculados en tallos de girasol, presumiblemente con *D. phaseolorum*, encontraron que causa lesiones tan importantes como *P. helianthi* (Fálico et al., 1996b). Sin embargo Regnault (1985) en Francia, expresa que *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae* está presente sobre soja, pero no ataca al girasol.

En definitiva, frente a un marco de superficie de cultivos de verano liderado por la soja, es incierto cual de las dos situaciones enfrenta Uruguay y

bajo que diversidad de biotipos de *Phomopsis* se encuentra. Trabajos más recientes han demostrado que *Diaporthe helianthi* coexiste con otros hongos patógenos del tallo (Masirevic y Gulya 1992, Fállico et al. 1996) y que la diversidad de manchas que se observan en los tallos es consecuencia de la heterogeneidad de la población patógena (Fállico et al., 1997).

2.3.2 Sintomatología

Los síntomas principales son el propio cancro del tallo y necrosis en hojas (Regnault, 1985). Los primeros síntomas aparecen en forma de pequeñas lesiones castañas con un borde negro, éstas avanzan desde el vértice opuesto al pecíolo en forma de triángulo o "V" invertida, o entre las nervaduras cuando se inician en el borde lateral (Masirevic y Gulya 1992, Fállico et al. 1997, Jocić et al. 2004).

La necrosis afecta todo el parénquima foliar, es de color marrón y la rodea en la línea de avance un área de color amarillo que contrasta con el tejido verde (Masirevic y Gulya 1992, Fállico et al. 1997). Este tipo de lesiones, lleva al desecamiento foliar, total o casi total (Regnault 1985, Kufner 1987).

En promedio, los síntomas son visibles en las hojas 20 días después de la deposición de la espora con temperaturas del aire de 20 a 24°C (Masirevic y Gulya, 1992). Vilaró (2007) en Uruguay, teniendo en cuenta el sistema de alerta de *Diaporthe* por INIA-GRAS, observó los síntomas entre los 20 y 25 días posteriores a la fecha de alerta. Sin embargo Degener et al. (1999) en una evaluación de resistencia, llevada a cabo con cerca de 100 líneas de girasol de origen europeo y norteamericano, obtuvieron un rango de 12 a 42 días para que la lesión del hongo alcanzase la base del pecíolo. Esto les permitió discriminar entre líneas con diferente grado de susceptibilidad.

Una vez que las hojas son infectadas, las condiciones climáticas tales como las altas temperaturas o las bajas precipitaciones pueden obstaculizar la aparición y la extensión de las lesiones en el tallo (Debaeke et al., 2003a). Según Bertrand y Tourvieille, citados por Gamba et al. (2006), un mecanismo de resistencia puede expresarse luego de que la hoja se ha infectado, bloqueando la evolución de la enfermedad en la base del pecíolo. Este tipo de resistencia ocasionaría la observación de síntomas en hoja pero no en el tallo.

Cuando no hay bloqueo, la infección iniciada en las hojas avanza a través del pecíolo hasta ingresar al tallo en el punto de inserción, para iniciar una

nueva etapa de la enfermedad que se expresa por una mancha de tejido necrosado que rodea el punto de inserción y avanza rodeando el tallo, sin forma definida (Regnault 1985, Muntañola-Cetkovic et al., citados por Masirevic y Gulya 1992, Fállico et al. 1997, Degener et al. 1999, Debaeke et al. 2003a). La duración requerida para que el hongo alcance el pecíolo está influenciada por la tasa de crecimiento de éste y la longitud de la hoja (Degener et al., 1999).

Los síntomas en los tallos aparecen generalmente en la etapa de floración, una o dos semanas después de florecer, dependiendo del genotipo (Degléne et al., 1999). De acuerdo a Masirevic y Gulya (1992), en genotipos susceptibles, los canchros del tallo pueden alcanzar eventualmente 15 a 20 cm, mientras que en los tallos de plantas resistentes las lesiones siguen siendo pequeñas y superficiales sin mucho daño de la médula. Estas lesiones pueden presentar diferentes colores, formas, tamaños y profundidad según las condiciones climáticas y nutricionales, además de la susceptibilidad del huésped o del tipo de *Diaporthe* (Kufner 1987, Fállico et al. 1997, Stewart et al. 2004).

El marchitamiento de las plantas ocurre cuando la profundidad de la lesión en el tallo afecta la medula y se difunden toxinas producidas por el hongo (Heller y Gierth, 2001). Finalmente se produce la destrucción total o parcial de la medula, la pérdida de rigidez del tallo y el quebrado de las mismas (Regnault 1985, Kufner 1987, Fállico et al. 1997).

Otras veces el marchitamiento es unilateral y ocurre en las hojas ubicadas en el sector del tallo coincidente con la ubicación del cancro (Fállico et al., 1997). Fállico et al. (1997) revela que no existe correlación entre número y tamaño de canchros. Cuanto más temprano se observan los primeros síntomas, los niveles de infección son mayores (Mihaljcevic et al., Fayret y Assemat, Assemat y Fayret, citados por Fállico et al., 2003).

De acuerdo a Debaeke et al. (2003a) la pérdida de producción se relaciona con la severidad de la enfermedad. Pinochet y Estragnat, citados por Debaeke y Estragnat (2003b) demostraron que la pérdida de producción de grano puede ser estimada considerando la proporción de tallos con lesiones.

En contraposición con lo anterior Viranyil et al., citados por Fállico et al. (1996b) señalaron que el tamaño de la necrosis externa del tallo, es un parámetro frecuentemente usado para comparar líneas e híbridos de girasol, pero sostiene que la necrosis del tejido interno del tallo es la que provee resultados más consistentes.

La severidad de la enfermedad depende sobre todo de la susceptibilidad del cultivar, de la etapa de crecimiento vegetal y de las condiciones climáticas (Masirevic y Gulya, 1992). Si estas condiciones se vienen desarrollando de forma favorable al patógeno, éste puede infectar el capítulo (Kufner, 1987), causando necrosis en forma de triángulo e infectar el grano (Stewart et al., 2004).

Masirevic y Gulya (1992) señalaron que las lesiones de *Diaporthe* pueden ser confundidas con aquellas causadas por *Phoma macdonaldii* y que se pueden observar infecciones mixtas con ambos hongos, lo que dificulta la identificación. En nuestra región, Fállico et al. (1996) comprobaron que las diversas manchas que desarrollaron sobre el girasol, en la zona de inserción del pecíolo con el tallo, pueden ser causadas por *Phoma oleracea* y/o *Diaporthe helianthi*. A nivel nacional Stewart et al. (2004) menciona ésta confusión en el tallo con *Phoma oleracea*.

2.3.3 Epidemiología (ciclo de la enfermedad)

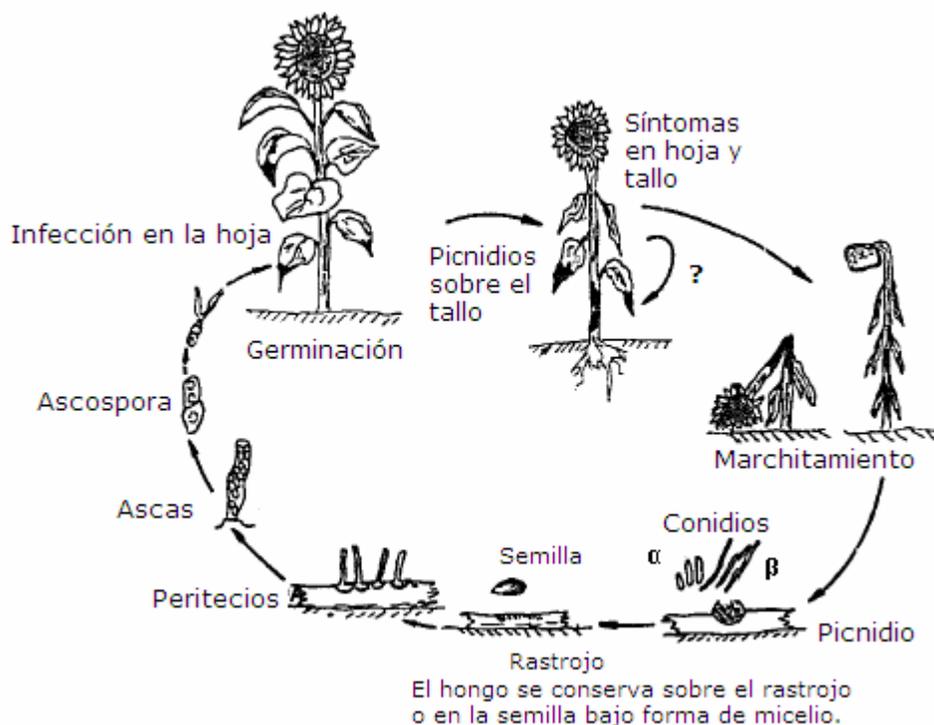


Figura 1. Ciclo de *Phomopsis* sp. (*Diaporthe* sp.), traducido de Masirevic y Gulya (1992).

2.3.3.1 Potencial de inóculo y diseminación

Esta enfermedad tiene la característica de ser monocíclica, sólo se produce una generación del hongo en la estación del cultivo (Stewart, 2005c). El inóculo primario de la enfermedad lo constituyen las ascosporas. Éstas son liberadas de los peritecios establecidos sobre el rastrojo y diseminados por el viento y la lluvia (Regnault, 1985). La no ocurrencia de ciclos secundarios resulta en que la cantidad de inóculo presente en el rastrojo y la sucesión de descargas del mismo son fundamentales en el establecimiento y posterior desarrollo de la epidemia (Stewart, 2005c). Sin embargo, para Masirevic y Gulya (1992) no es claro si se produce infección de alfa conidios, ya que estos podrían constituirse en fuente de inóculo secundario (Figura 1).

El patógeno también puede ser transmitido por semilla; sin embargo, hay evidencias de que el micelio no sobrevive por más de 10 meses de almacenaje (Slyusar et al., citados por Battilani et al., 2003). Por consiguiente, la importancia de semillas como fuente de inóculo donde el patógeno ya está establecido es baja, pero se considera a la semillas como responsable de la extensión a otros países (Battilani et al., 2003).

Bajo condiciones climáticas favorables, los peritecios pueden llegar a liberar ascosporas por un periodo de 10 a 17 días (Su et al., citados por Masirevic y Gulya 1992, Peres y Regnault, Fayret y Assemat, citados por Fállico et al. 2003). La descarga de ascosporas es accionada por eventos de lluvia, pero para que dicha descarga tenga importancia epidemiológica el 50% de éstas deben estar maduras (Battilani et al. 2003, Debaeke et al. 2003a). Las ascas maduran con una temperatura entre 15 y 30°C, con un óptimo de 25°C (Su et al., citados por Masirevic y Gulya, 1992), siendo la temperatura y humedad relativa los factores determinantes del grado de maduración de las mismas (Battilani et al., 2003).

Estas condiciones para Uruguay, ocurren en la primavera (setiembre, octubre, noviembre), con una temperatura media del orden de 16.9°C en base a la serie 1961-1990, manteniendo la distribución descendente en sentido nortesur (Artigas 18.7°C y Rocha 15.1°C) (URUGUAY. MDN. DNM, 2007). De acuerdo a estos antecedentes la liberación y maduración de las ascas, perfectamente puede originarse incluso desde antes de las fechas de siembra consideradas como óptimas para el cultivo (octubre y noviembre).

2.3.3.2 Sobrevivencia del patógeno

El hongo es un patógeno necrotrófico (Lesovoi et al., 1998), el cual es capaz de sobrevivir en los tallos enfermos del cultivo anterior durante largos periodos (Kufner 1987, Masirevic y Gulya 1992, Fayret y Assemat, citados por Fállico et al. 2003). Sobre éstos forma la estructura sexual o peritecio, de donde se liberan las ascosporas (Regnault, 1985). Estas últimas pueden sobrevivir por algunos días en la superficie del hospedero si las condiciones son desfavorables para la infección (Battilani et al., 2003).

Durante el invierno el hongo sobrevive como micelio en el rastrojo, y a fines de esta estación, cuando las temperaturas comienzan a subir, se forman los peritecios. Sin embargo, puede suceder que con periodos calidos en pleno invierno, los peritecios maduros puedan proporcionar inóculo para el cultivo de girasol que vaya a sembrarse temprano (Masirevic y Gulya, 1992).

Las temperaturas medias del invierno (junio, julio y agosto) para Uruguay, de acuerdo al periodo considerado como referencia (1971-2000), son del orden de los 12.0° C, teniendo una distribución descendente en sentido norte-sur (Artigas 13.6° C y Montevideo-Carrasco 11.0° C) (URUGUAY. MDN. DNM, 2007). En base a esta información, se podría esperar que las condiciones de la estación más fría no sería un impedimento para el desarrollo y actividad de los peritecios.

Bajo las condiciones normales de frío y humedad, los peritecios detienen su evolución, reiniciando su actividad bajo condiciones de temperaturas mayores a 15°C y precipitaciones que aseguren la suficiente humidificación de los tallos (Fayret y Assemat, citados por Fállico et al., 2003). Fournier (2007) sostiene que para que los peritecios se activen, las temperaturas medias deben ser superiores a 10°C y el ambiente debe estar húmedo (90%). Estas condiciones ambientales se dan generalmente en la primavera, donde la lluvia reinicia la actividad de los peritecios y estos completan la maduración al finalizar dicha estación (Muntañola-Cvetkonic et al., Vukojevic, Franic- Mihajlovic et al., citados por Fállico et al. 2003)

2.3.3.3 Inoculación e infección

La patogénesis se inicia con las infecciones provocadas por la liberación de las ascosporas, que se depositan en los márgenes de las hojas (Masirevic y Gulya 1992, Battilani et al. 2003, Debaeke et al. 2003a). Las condiciones climáticas luego de la deposición de las esporas son determinantes sobre la patogénesis (Regnault, Peres y Regnault, citados por Fállico et al., 2003).

Para que se produzca la infección de órganos y/o tejidos del hospedero es necesario que se den tres acontecimientos fundamentales, que resultaran en el desarrollo de la enfermedad. Los mismos son: i) presencia de inóculo virulento, ii) hospedero en alguno de sus estados susceptibles y iii) condiciones ambientales favorables para el patógeno (Agrios, 1995).

El hongo es capaz de infectar al girasol en todos los estados fenológicos de la planta (mientras las hojas estén verdes) siempre que las condiciones climáticas sean favorables (Regnault 1985, Peres y Regnault, citados por Fállico et al. 2003). Según Battilani et al. (2003) existe una fuerte relación entre la etapa del crecimiento vegetal cuando ocurre la infección y la severidad de la enfermedad.

Precipitaciones frecuentes o abundantes durante el inicio del estado reproductivo (R1) hasta floración parecen ser más importante para la infección exitosa que la temperatura (Marie et al., citados por Masirevic y Gulya 1992, Jinga et al., citados por Debaeke et al. 2003a, Debaeke y Estragnat 2003b).

La temperatura y humedad condicionan la infección de *Diaporthe*, si hay condiciones muy templadas y lluviosas, hay infección; mientras que bajo condiciones de sequía y alta temperatura, la infección y su extensión en la planta es limitada (Debaeke et al. 1998, Debaeke et al. 2003a). Sin embargo hay situaciones excepcionales como las observadas en la zafra 2003/04, donde a pesar de las altas temperaturas y escasas precipitaciones, igualmente se registraron niveles de enfermedad de consideración (Ceretta y Stewart, 2005a).

La infección depende de la humedad relativa y de la temperatura. Un mínimo de 36 horas de condiciones favorables son necesarias para observar síntomas relevantes en las hojas (Battilani et al., 2003). Respecto a la humedad relativa, Debaeke et al. (2003a) mencionan que ésta debe mantenerse por 10-12 h entorno al 90 % para que la infección de la hoja sea exitosa. La infección

de las hojas, según Fournier (2007), necesita una alta humedad relativa (90 %), la cual debe persistir por más de 15 h.

Un trabajo realizado por Fállico et al. (2003), en la provincia de Entre Ríos (Argentina) desde el año 1993-1999 obtuvo como resultados que las temperaturas mínimas promedio de diciembre y las precipitaciones de noviembre son los dos elementos del clima que incidieron sobre la patogénesis de la enfermedad, ya que afectan el comienzo de la epifitía.

El efecto de la temperatura mínima (T mín.) de diciembre esta en retrasar (si la T mín. <18.9 °C) o adelantar (si la T mín. > 18.9 °C) el inicio de la epifitía, originando un menor o mayor porcentaje de incidencia, respectivamente. Las precipitaciones de noviembre actúan en el mismo sentido, se observó un retraso en el inicio de la epifitía (62 días) cuando las precipitaciones acumularon volúmenes altos (225 mm y 188 mm) y un inicio temprano de la misma (<20 días) con precipitaciones por debajo del promedio (138 mm). Estos resultados son atribuidos a que las precipitaciones de noviembre aportan la humedad necesaria para humedecer los tallos del año anterior y completar la formación de los peritecios y las ascosporas (inóculo primario). Sin embargo, las precipitaciones excesivas en este mes retardaron el inicio de la epifitía y disminuyeron la incidencia de la enfermedad, posiblemente debido a una disminución del nivel de inóculo por arrastre de las ascosporas, impidiendo el desarrollo de la infección (Fállico et al., 2003).

En Uruguay por tratarse de una enfermedad de reciente aparición, los primeros avances llevados adelante se enfocaron en el relevamiento de lo que ocurría en países con alta incidencia de *Diaporthe helianthi*, tal como el caso de Francia. De países como éste la investigación nacional recaba información para probar y validar en nuestras condiciones.

Fassio et al. (2007) en base a un modelo francés (ASPHODEL) determinaron las condiciones climáticas y el nivel de ascosporas liberadas necesarias para la infección. El modelo establece que un ciclo de infección se produce cuando el número de ascosporas capturado es mayor o igual a 50 y: i) el promedio de humedad relativa durante el periodo de captura (48-72 horas) o inmediatamente posterior (48-72 horas) supera el valor de 80%; o ii) el número de horas consecutivas de humedad relativa mayor a 80% durante estos periodos es mayor a 22.

Giménez et al. (2006) evaluaron para La Estanzuela (Colonia-Uruguay) el número de veces de ocurrencia de las condiciones climáticas favorables para el desarrollo del cancro del tallo del girasol, en noviembre, diciembre y enero, entre los años 1980 y 2004 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de veces que se dieron las condiciones climáticas favorables para el desarrollo de *Diaporthe helianthi*, en noviembre, diciembre y enero en la serie de años 1980-2004.

Período1980-2004	Promedio (días)	Probabilidad (%)
Noviembre	6	50
Diciembre	3	25
Enero	3	25

De acuerdo al cuadro, se podría inferir que sembrando tarde se puede lograr un escape a la enfermedad; esto se discutirá con mayor profundidad en el ítem 2.4.2.1 "Elección de la fecha de siembra".

Giménez et al. (2006) también analizaron el promedio de veces de ocurrencia de las condiciones climáticas favorables para el desarrollo del cancro del tallo del girasol en años "Niño" y "Niña" para el periodo 1965-2005. Como resultado, encontraron un mayor número de veces de dichas condiciones para un año "Niño" respecto a un año "Niña" (11.9 vs. 8.8).

2.3.3.4 Colonización

Después de la infección, el micelio invade el parénquima, los tejidos del xilema y súber, y avanza por los vasos mayores hasta alcanzar el pecíolo (Degener et al., 1999). Si la temperatura excede los 32°C después de la infección de la hoja, puede detener el crecimiento o aún matar al micelio mientras progresa hacia el tallo (Jinga et al., citados por Debaeke et al. 2003a, Debaeke y Estragnat 2003b).

Acimovic y Strasser, citados por Masirevic y Gulya (1992) concluyeron que la temperatura óptima para el crecimiento del micelio fue de 23 a 25°C, aunque el hongo crece entre 14 y 32°C. Sin embargo Assemat y Fayret, citados por Fállico et al. (1996) determinaron que el mejor crecimiento de *Diaporthe* se produce entre los 20°C y 27°C, mientras que temperaturas de 30°C inhiben su desarrollo y la formación de picnidios.

2.3.4 Susceptibilidad del huésped

El periodo de mayor susceptibilidad del cultivo es el comprendido entre los estadios R1 (inicio de estrella) hasta R5 (inicio de antesis) (Debaeke y Estragnat 2003b, Pérez, Fazekas, citados por Fállico et al. 2003, Stewart 2005c). Para las condiciones de producción de Uruguay, Fassio et al. (2007) encontró que el período fenológico de mayor susceptibilidad estaría comprendido entre R3 y R5.

Coincidentemente, Delos y Moinard, Delos y Moinard, Penaud et al., citados por Debaeke et al. (2003a) concluyeron que la elevada proporción de tallos con lesiones observada en plantas infectadas en los primeros estadios de floración, fue debido a que en ese momento las plantas presentaron el mayor número de hojas expuestas. Infecciones posteriores a antesis (R5-R5.9), estarían asociadas a bajas proporciones de tallos infectados, debido a su aparición tardía y a la alta temperatura del verano (Debaeke et al. 2003a, Debaeke y Estragnat 2003b).

Fournier (2007) identifica para las condiciones de Francia, 4 niveles de pérdidas según el estado fenológico en que se presente la enfermedad: i) emergencia y plántula, muerte de un cierto número de plántulas (pérdidas del 50 %), ii) R1, destrucción de los vasos (pérdidas del 50 %), iii) Floración (R5), pérdidas reducidas (10 a 30 %), iiiii) Maduración (R7), pérdidas despreciables.

2.4 MANEJO DE LA ENFERMEDAD

2.4.1 Control genético

La resistencia genética a la infección en la hoja y en el tallo son caracteres independientes (Tourvieille et al., citados por Degener et al., 1999). Consecuentemente, la clave de un programa de resistencia a *Diaporthe* debería estar enfocado a combinar factores de resistencia de la hoja y de tallo en un genotipo (Degener et al., 1999).

La longitud de la hoja por sí misma no es un factor de resistencia, sin embargo ésta influye en el grado de susceptibilidad de una línea o de un híbrido porque una infección típica empieza en los márgenes de la hoja (Masirevic y Gulya, 1992). Así, cuanto más larga la hoja, más demora la enfermedad en crecer a través de la misma ($R^2 = 0.79$) (Degener et al., 1999).

En el tallo la resistencia actúa en el pasaje del pecíolo a éste, donde el patógeno puede ser frenado por capas externas de la corteza (Bertrand y Trouvieille, citados por Degener et al., 1999). Las lesiones en tallo encontradas en genotipos resistentes son más pequeñas y superficiales que las de materiales susceptibles (Gulya et al., citados por Degener et al., 1999).

Debido a la presencia de resistencia diferencial en tallo u hoja que pueden presentar los cultivares, cabría la duda acerca de si es correcto la evaluación sobre el comportamiento de los materiales frente a la enfermedad por el nivel de severidad en el tallo, así como su asociación con niveles de rendimiento más bajos. Resultados nacionales demuestran que está asociación es correcta (Stewart et al. 2006, Fassio et al. 2007). Sin embargo, a diferencia de lo mencionado anteriormente, Viranyil et al., citados por Fállico et al. (1996b) indica que el tamaño de la necrosis externa no es la que provee los resultados más consistentes; sino que la necrosis del tejido interno del tallo.

Pocos estudios existen acerca de la heredabilidad de la resistencia a *Diaporthe* (Degléne et al., 1999). Skorić, citado por Jocić et al. (2004) confirmó la hipótesis de que la resistencia a *Diaporthe* en girasol es controlada por varios genes, de efectos aditivos y que el modo de herencia es de dominancia parcial. La resistencia poligénica tiene como característica la mayor influencia del ambiente sobre su expresión (Tourvielle de Labrouhe, citado por Fállico et al., 2003).

La forma más efectiva de control de esta enfermedad es a través de cultivares resistentes (Mihaljčević et al., citados por Jocić et al., 2004). Así, priorizar la elección de materiales de mejor comportamiento genético frente a la enfermedad es una buena manera de reducir los daños del cancro del tallo (Masirevic y Forgić, citados por Debaeke et al. 2003a, Vilaró 2007).

2.4.2 Control cultural

Existen medidas de manejo que pueden contribuir a reducir los niveles de la enfermedad, a través de prácticas tendientes a disminuir la fuente de inóculo o a impedir la ocurrencia de un microclima favorable a la misma.

A nivel internacional, se citan como principales medidas: i) entierro de rastrojos por medio del laboreo (Regnault 1985, Masirevic y Gulya 1992), ii) siembras tardías como método de "escape" (Debaeke et al., 2003a), iii) limitar el cultivo en su IAF por medio de una reducción de la población de plantas,

(Maric y Masirevic, citados por Masirevic y Gulya 1992, Debaeke et al. 1998, Debaeke y Estragnat 2003b) y distancia entre fila (Debaeke et al. 1998, Debaeke y Estragnat 2003b), para reducir los niveles de *Diaporthe* en el cultivo.

2.4.2.1 Elección de la fecha de siembra

Otra medida de manejo es la elección de la fecha de siembra. El objetivo fundamental de la elección de la fecha de siembra en relación a la enfermedad, es reducir al mínimo el periodo durante el cual el patógeno encuentra tejidos susceptibles del huésped (Cassanello, 2001).

En este sentido, Debaeke et al. (2003a), Debaeke y Estragnat (2003b) encontraron que la fecha de siembra tardía siempre resulto en una drástica reducción de la infección, pues las condiciones para el desarrollo del hongo eran más favorables en siembras tempranas. El bajo nivel de infección de la hoja en siembra tardía, fue resultado de: i) pocos acontecimientos de lluvia, ii) desarrollo del canopeo más afectado por déficit de agua y altas temperaturas, iii) desarrollo de las lesiones de la hoja afectadas a menudo por altas temperaturas y senescencia rápida de la hoja. Por lo tanto, la disminución de la proporción de plantas infectadas, se debe atribuir más a las condiciones atmosféricas que al crecimiento y al desarrollo del cultivo (Debaeke y Estragnat, 2003b).

Por su parte Debaeke et al. (2003a) argumenta que el retraso de la fecha de siembra se podría atribuir a: i) al estado fenológico al momento de la infección, ii) pocas lluvias, iii) frecuencia más alta de días con temperatura máxima $> 32^{\circ}\text{C}$, y iv) una reducción en la duración de fases susceptibles, resultando en una disminución de la proporción de tallos con lesiones.

Debaeke et al. (2003a) afirma que retrasar la fecha de siembra es el único método no químico para mantener la proporción de tallos infectados a un nivel cercano al posible con aplicación. La fecha de siembra tardía es una buena estrategia para controlar el cancro del tallo sin la limitación de crecimiento del cultivo (Debaeke y Estragnat, 2003b).

Masirevic y Gulya (1992) señalan que los síntomas aparecen generalmente después de florecer, sin importar la fecha de siembra. Al plantar temprano causa generalmente la infección más severa, mientras que siembra más tardía reduce la severidad de la enfermedad. Sin embargo, para la zona de Entre Ríos (Argentina), Fállico et al. (2003) consideraron que la aparición de los

síntomas y la incidencia de la enfermedad no fueron influenciadas por la fecha de siembra.

Un relevamiento en la zafra (2003/04) relevó la existencia de un mayor nivel de enfermedad en las siembras tempranas y en altas poblaciones, debido seguramente a condiciones climáticas específicas en ese periodo y a que el canopeo denso favorece el desarrollo de las mismas (Stewart et al., 2004).

Ceretta y Stewart (2005a) en un ensayo de cultivares realizados en Uruguay, observaron una relación positiva entre el ciclo y la disminución de los rendimientos, es decir, hubo una tendencia a que la enfermedad afectara menos a los ciclos más cortos y más a los ciclos largos. Esto sugiere que podría pensarse en utilizar mecanismos de escape a la enfermedad diseñando una estrategia de manejo de ciclos y fechas de siembra.

Sin embargo Stewart et al. (2006) encontraron resultados contrarios, donde el atraso en la época de siembra resultó en mayores niveles de enfermedad. En dicho experimento solamente se dio un período de condiciones favorables para la infección. Evaluaron 6 fechas de siembra (13/09, 29/9, 13/10, 1/11, 17/11 y 2/12) y observaron diferentes niveles de enfermedad dependiendo del estado fenológico del girasol en las distintas épocas de siembra, el cual iba de R2 a madurez fisiológica. Hubo un incremento de la incidencia y del índice de *Diaporthe* en tallo a medida que se retrasó la época de siembra. La siembra más tardía (2/12) presentó significativamente más enfermedad que todas las demás, y estaba en R2 cuando se dieron las condiciones. Por el contrario, las épocas de siembra de septiembre (13 y 29/9) fueron las menos afectadas y estaban en ese momento en una etapa muy avanzada del ciclo (R7/8 y R8), donde la enfermedad tiene muy poco tiempo para causar efectos nocivos. De cualquier forma, no es posible separar cuanto del rendimiento fue afectado por la enfermedad y cuanto por las condiciones a las que fue expuesto el girasol al variar la época de siembra.

Resultados más recientes para Uruguay, generados por Fassio et al. (2007), encontraron que la metodología de prevención de la enfermedad basada en "escape" por fecha de siembra no es útil, porque los eventos climáticos necesarios para la infección suceden en forma aleatoria.

2.4.2.2 Manejo de la población

Es abundante la información acerca de que la incidencia de la enfermedad es mayor en cultivos más densos (75000–65000 plantas.ha⁻¹) (Masirevic y Gulya 1992, Roman, citado por Debaeke et al. 2003a, Debaeke y Estragnat 2003b, Stewart et al. 2004).

La reducción en la densidad de plantas, resulta en un bajo índice de área foliar en antesis y menor proporción de tallos con lesiones de *Diaporthe*, así como también una fracción más pequeña de PAR (radiación fotosintéticamente activa) interceptada en este estadio (Debaeke et al., 2003a). Esto se puede explicar por dos causas. En primer lugar, el cierre del canopeo es más rápido en cultivos densos, creando condiciones de alta humedad relativa que hace que la infección de la hoja sea más probable debido a que incrementa la germinación de ascosporas (Debaeke et al., Stanojevic, citados por Debaeke et al., 2003a). Esto resulta en una infección temprana y un mayor número de tallos con lesiones o senescencia total 3-4 semanas antes de madurez fisiológica. En segundo lugar, los cultivos son caracterizados por hojas pequeñas y tallos finos, que podrían ser destruidos más rápidamente, causando marchitamiento de la planta y fractura del tallo (Debaeke et al., 2003a).

2.4.2.3 Manejo de la fertilización nitrogenada

En la literatura internacional es consistente la atribución de porcentajes mayores de severidad en función de niveles crecientes del nitrógeno agregado al cultivo (Marie et al., citados por Masirevic y Gulya 1992, Debaeke et al. 1998, Jinga et al., citados por Debaeke et al. 2003a).

Iliescu y Baicu, citados por Debaeke et al. (2003a) mencionan que generalmente, aumentos de N y de P son relacionados a la ocurrencia y al daño de *Diaporthe*, mientras que el aumento de K redujo el nivel de ataque.

Para una población de plantas dada y distintos niveles de fertilización nitrogenada, el cerrado rápido del canopeo ocurre con las cantidades más altas aplicadas en la siembra y aumenta el área individual de la hoja (Blancher et al., citados por Debaeke et al., 2003a). Este resultado, en la mayoría de los casos, dio lugar a un aumento en la proporción de tallos infectados por *Diaporthe* (Jinga et al., citados por Debaeke et al., 2003a).

Un experimento realizado por Debaeke et al. (2003a) en Auzeville, Francia, entre 1994-2000, evaluando distintos factores de manejo sobre el

cancro del tallo, concluyeron que el efecto de la fertilización nitrogenada en la proporción de tallos atacados por *Diaporthe* no fue clara. Estos autores encontraron que en niveles bajos de infección (año 1998-1999) debido a la carencia de lluvias en el mes de junio (17 y 24 mm) dieron lugar a un pequeño número de acontecimientos de infección (1 y 0 respectivamente), pero las lesiones en los tallos aumento en la mayoría de las situaciones cuando se aplico de 60 a 120 Kg N.ha⁻¹. Frente a una situación con alta presión de infección como la acontecida en 1994 y 2000, donde se dieron altas precipitaciones en junio (75 y 131 mm) y hasta 4 eventos de infección para cada uno de los años en el periodo más susceptible (R1 a R5), más tallos fueron infectados por *Diaporthe* en los tratamientos que no recibieron nitrógeno. Estragnat, citado por Debaeke et al. (2003a) menciona que la hipótesis de una mayor susceptibilidad al ataque de *Diaporthe* en cultivos deficientes en N no se puede discutir sin una valoración de la deficiencia de N (por ejemplo, el índice de la nutrición del nitrógeno o nitrógeno en la hoja).

2.4.3 Control químico

Una de las estrategias para reducir las pérdidas de producción es el control químico. El mismo es propuesto por diversos autores como una de las herramientas claves para controlar la enfermedad (Masirevic y Gulya 1992, Debaeke et al. 1998, Delos et al., Penaud y Jouffret, citados por Debaeke et al. 2003a, Gulya et al., citados por Debaeke y Estragnat 2003b)

En este marco, el empleo de fungicidas ofrece una alternativa complementaria a los niveles de protección conferidos por la resistencia genética disponible. Su empleo es orientado fundamentalmente a evitar las infecciones, aunque en algunos casos, la aplicación también permite limitar la cantidad de tejido afectado.

El uso de fungicidas reduce las pérdidas de rendimiento, siendo el rango de éstas muy variado; las citas más frecuentes presentan rangos que oscilan de 290 a 530 Kg.ha⁻¹ (Masirevic y Gulya 1992, Debaeke et al. 2003a, Debaeke y Estragnat 2003b). El tratamiento sin fungicidas resulto en índices más altos de tallos infectados (75-85% de lesiones s/fung., versus 21-40% c/fung.).

Estudios nacionales reportan pérdidas promedio de rendimiento por no aplicar fungicidas que oscilan de 346 a 564 Kg.ha⁻¹, con un rango de variación importante de acuerdo al híbrido en cuestión; en promedio el porcentaje de reducción de rendimiento por no aplicar fungicida es de 9 a 24 % (Ceretta y Stewart 2005a, Ceretta y Stewart 2006a).^{1 2}

Uno de los factores determinantes del éxito en el control químico es el momento de aplicación. Regnault (1985), Masirevic y Gulya (1992) sugieren dos aplicaciones, la primera en V6-V8 y la segunda en floración. Si las condiciones para la infección son óptimas, más de dos aplicaciones pueden ser necesarias (Masirevic y Gulya, 1992).

En este mismo sentido, la información nacional es coincidente con lo señalado a nivel internacional. En una evaluación de fungicidas, Stewart (2005b) encontró que la doble aplicación de estos fue más eficiente en el control de la enfermedad (V5/6+V12/13, V5/6+R1 y V12/13 + R1) que la aplicación simple. Por otro lado, Vilaró (2007) encontró baja eficiencia de control cuando se hizo una sola aplicación de fungicida, y alta si fueron dos (V10 y R1).

Desde otro punto de vista, Vilaró y Stewart ², hacen una diferenciación de la aplicación en función del material evaluado, de aquí surge que la mayor eficiencia de la doble aplicación de fungicida se corresponde con aquellos materiales con alta susceptibilidad a la enfermedad; mientras que en los materiales más resistentes la ventaja de la doble aplicación es baja. Igualmente cabe aclarar que el nivel de enfermedad para este ensayo fue bajo pudiendo generar disminuciones en el efecto de la doble aplicación en materiales de mejor comportamiento.

Los momentos oportunos de control, concuerdan con el momento de mayor susceptibilidad del huésped. No parece estar clara la eficiencia de los tratamientos con síntomas visibles o no, aunque las referencias citadas afirman la idea de un manejo preventivo.

Masirevic y Gulya (1992) indican que para alcanzar el mejor control de la enfermedad, el uso del fungicida debe comenzar antes de la aparición del síntoma. Acimovic y Veresbarannji, citados por Masirevic y Gulya (1992), señalan que aquellos tratamientos realizados más tarde o después de la aparición del síntoma, parecen ser inefectivos. Un ejemplo de ello puede ser el ensayo de Debaeke y Estragnat (2003b) en donde frente a tallos infectados con cierto nivel de daño y bajo canopeo denso, una sola aplicación en R1, no logro obtener un control del todo exitoso.

A diferencia del caso anterior, Gamba et al. (2006) en nuestras condiciones, realizando un tratamiento en floración con síntomas visibles 10 días post R1, obtuvo un 30 % más de rendimiento que el testigo sin aplicar. Este resultado de alguna manera contribuye a conocer el tipo de respuesta que

podríamos esperar frente a una situación similar, aunque deberían tenerse en cuenta el nivel de enfermedad en el ensayo y/o porcentaje de severidad en tallo u hoja.

Independientemente de éste tipo de respuestas, en ningún caso la "observación" o monitoreo del cultivo y el avance de sus síntomas nos permite hacer un manejo efectivo del control químico.²

Más allá de que existen sistemas de alerta de *Diaporthe* y que se viene trabajando en éste sentido para ajustar un modelo para las condiciones nacionales, lo que hoy se puede decir es que el uso de fungicida es un manejo casi obligatorio; con el conocimiento de que estamos dejando de lado el resto de los factores que hacen al desarrollo de la enfermedad.

Para un nivel similar de síntomas a un mayor potencial de producción, el uso de fungicida es esencial (Debaeke et al. 2003a, Debaeke y Estragnat 2003b, Stewart et al. 2006). De todos modos, el control químico no ofrece un control total (Masirevic y Gulya, 1992), es poco efectivo y dificultoso debido a que el hongo afecta a las plantas durante toda la estación vegetativa (Lesovoil et al., 1998).

Ninguna cita bibliográfica describe algún fungicida específico para éste hongo, lo que se indica son formulaciones ya existentes, que han demostrado ser competentes.

Los Benzimidazoles (Benomyl) o la mezcla de Benzimidazoles (Carbendazim) + Iprodione de espectro más amplio, son productos químicos usados en la desinfección de semilla (Regnault, 1985).

Durante el ciclo del cultivo, hay un rango más amplio de grupos químicos (GQ) utilizados, entre ellos se menciona Benzimidazoles (Benomyl) (Acimovic et al., citados por Masirevic y Gulya, 1992), Benzimidazoles + Pyrimidine (Fenarimol) (Regnault, 1985), o fungicidas utilizados en ensayos llevados a cabo en Francia por Debaeke et al. (2003a), cuyas marcas comerciales son Punch[®] CS (flusilazol 25% p/v + carbendazim 12.5% p/v) y Corvet[®]Flo (Carbendazim 40 g/L + Fenpropimorphe 150 g/L + Mancozeb 320 g/L), los cuales no se encuentran en nuestro mercado.

En el caso particular de Francia, cuyo país tiene una fuerte incidencia de esta enfermedad, el manejo de la misma es en base a los ingredientes activos Flusilazol (GQ: Triazol) y/o Fenpropimorph (GQ: Morpholine) (Stewart, 2005a).

Stewart (2005b) en un ensayo en Mercedes-Uruguay, encontró que la mezcla de Trifloxystrobin (GQ: Strobilurina) + tebuconazol (Triazol), fue la más eficiente en el control de la enfermedad que el resto de los tratamientos, con una eficiencia de control de 98.4%, 86.9% y 64.4% en los tratamientos a V5/6+V12/13, V5/6+R1 y V12/13+R1, respectivamente.

La base del control actual, radica en el uso de genotipos resistentes a la enfermedad y control químico preventivo (Cetiom, Gulya et al., citados por Debaeke y Estragnat 2003b, Stewart et al. 2006); pero es necesario generar una combinación de tecnologías para obtener un manejo integrado de la enfermedad ya sea por razones económicas o ambientales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

3.1.1 Ubicación

El experimento fue realizado en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni, de la Facultad de Agronomía en el departamento de Paysandú - Uruguay, en el verano del 2006 / 2007. El suelo sobre el cual se desarrolló el mismo, está clasificado como un Brunosol Subeútrico Típico, formación Fray Bentos, correspondiente a la unidad San Manuel según la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay escala 1:1.000.000 (URUGUAY. MGAP, 1976).

3.1.2 Manejo del cultivo

El ensayo fue instalado en una chacra cuyo cultivo anterior fue girasol, el cual había sido seriamente afectado por cancro del tallo en la zafra 2005 / 2006. Esto permitió aumentar las posibilidades de ocurrencia de la enfermedad en el cultivo durante el año de estudio.

La siembra se realizó con una sembradora comercial de siembra directa (Semeato SHMA – 11, de 5 surcos), a una distancia entre hilera de 0.42 m. Se ajustó el tipo de platos dosificadores a las particularidades de la semilla de los diferentes híbridos, el porcentaje de implantación fue de 77,5 %, logrando una población promedio de 55.000 plantas.ha⁻¹.

Cultivo antecesor	Girasol
Análisis de Suelo a Siembra (1) (0-20 cm)	P Bray I (ppm) = 7.2
	N-NO ₃ ⁻ (ppm) = 5.17
Recomendación de Fertilizante	Fertilizante: 18-46-0
	Dosis: 140 Kg.ha ⁻¹
Siembra	20 de Octubre 2006
Herbicida Preemergente	Acetoclor
	Dosis: 2 L.ha ⁻¹
Análisis de Suelo a V4 (1)	N-NO ₃ ⁻ (ppm) = 9
Urea aplicada en V4	0

Fuente: (1) adaptado de Odri et al., Martino, Bordoli y Marchesi, por Ernst et al. (2004), para ambos casos, las medidas se basaron en el esquema para la toma de decisión sobre fertilización nitrogenada y fosfatada en girasol.

Figura 2. Manejo del cultivo.

Durante el período de emergencia, se registro daño causado por hormigas cortadoras, las cuales afectaron el porcentaje de implantación.

3.1.3 Tratamientos evaluados

Se evaluaron dos híbridos de girasol, MG 40 CL (susceptible) y MG 52 (resistente) de comportamiento contrastante frente a *Phomopsis helianthi* en dos condiciones de control químico: 1– sin aplicación de fungicida (s/fung.) y 2– con aplicación de fungicida (c/fung.). Nombre comercial del fungicida: Allegro[®], empresa: BASF, principio activo: Kresoxim-methyl (12,5%) + Epoxiconazol (12,5%), dosis: 1L.ha⁻¹.

3.1.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de estructura factorial completo, en parcelas aleatorizadas con 3 repeticiones, esto determinó un total de 12 parcelas, cada una tenía un área de 210 m² (4,2 x 50 m).

Los 4 tratamientos surgen de la combinación factorial de los dos híbridos: i) MG 40 CL s/fungicida, ii) MG 40 CL c/fungicida, iii) MG 52 s/fungicida, ii) MG 52 c/fungicida.

Factores: Híbrido (MG 52 y MG 40 CL)
Fungicida (con y sin fungicida)

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = valor observado.

μ = media general.

α_i = efecto del i -ésimo tratamiento.

ε_{ij} = error experimental debido al i -ésimo tratamiento y la j -ésima repetición.

$$Y_{ijk} = \mu + Híb_i + Fun_j + (Híb * Fun)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = valor que toma la variable aleatoria en el i -ésimo híbrido, j -ésimo tratamiento, en la k -ésima repetición.

$Híb$ = híbrido

Fun = fungicida

i = MG 52, MG 40

j = c/fung, s/fung.

k = 1, 2, 3.

Para las variables que tienen resultados medidos en escala de 1-5 (escala de severidad de cancro del tallo (Stewart et al., 2004), se ajusto un modelo de distribución multinomial para cada momento de lectura.

$$g(\mu_i) = \text{LogAcum} \left(\frac{p_i}{1 - p_i} \right) = \mu + \alpha_i$$

$g(\mu_i)$ = función link o nexo para el caso de la distribución multinomial, que es la función logística acumulada de las probabilidades del i -ésimo tratamiento.

$\frac{p_i}{1-p_i}$ probabilidad de infección según el i -ésimo tratamiento, sobre 1 menos la probabilidad de infección según el i -ésimo tratamiento.

μ^* = intercepto de la función.

α_i = efecto del i -ésimo tratamiento.

Para hallar la probabilidad estimada de infección del híbrido para el i -ésimo tratamiento, se debe calcular el inverso de la función logística acumulada ($g^{-1}(\mu_i)$).

$$\hat{p}_i = g^{-1}(\hat{\mu} + \hat{\alpha}_i) = \frac{e^{\hat{\mu} + \hat{\alpha}_i}}{1 + e^{\hat{\mu} + \hat{\alpha}_i}}$$

Donde:

\hat{p}_i = probabilidad estimada de infección del híbrido para el i -ésimo tratamiento.

g^{-1} = función link o nexo, en éste caso fue logística acumulada.

$\hat{\mu}$ = media general.

$\hat{\alpha}_i$ = efecto del i -ésimo tratamiento.

Esta metodología es la definida para el análisis de variables multinomiales por McCullagh y Nelder (1989).

3.1.5 Aplicación de fungicida

Inicialmente se había decidido la aplicación de fungicida (Allegro[®], 1L.ha⁻¹) en dos estados fenológicos (V6-8 y R1). Debido a la no disponibilidad de equipo, solo se pudo llevar adelante una sola aplicación el 1º diciembre de 2006 en el estado fenológico R1. El equipo utilizado fue una pulverizadora de mochila, con 3 boquillas tipo abanico plano cubriendo un ancho de trabajo de 1.5 m. El volumen de agua utilizado fue 150 L.ha⁻¹.

3.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES

En el Cuadro 4 se muestra un resumen de aquellas principales características determinadas en la evaluación nacional de cultivares, cabe aclarar que se tomó en cuenta la caracterización realizada para el MG 2 debido a que es el mismo material que el MG 40 CL y tiene más años de evaluación, la única diferencia se debe a que el MG 40 CL tiene la incorporación de genes que lo hacen resistentes a algunas imidazolinonas (tecnología Clearfield®), frente al MG 2 que no los posee.

Cuadro 4. Caracterización de los cultivares MG 2, MG 40 y MG 52 según la evaluación nacional de cultivares (INASE-INIA).

Zafra	Cultivar	Lugar de Ensayo	Rendimiento grano Kg/ha	Contenido Aceite (%)	Rendimiento Aceite (kg/Ha)	Ciclo a Floración (días)
2003/04	MG 2	LE1	3625	51.1	1645	70
		Y1	3649	50.8	1650	76
		Y2	1835	46.2	758	58
	MG52	LE1	2775	48,3	1190	73
		Y1	3639	47,6	1543	79
		Y2	1721	48,4	742	58
2004/05	MG 2	LE1	s/d	s/d	s/d	77
		Y1	2114	45.0	847	67
		Y2	1747	40.5	630	57
		LE2	s/d	s/d	s/d	s/d
	MG 52	LE1	s/d	s/d	s/d	76
		Y1	1966	44.9	785	67
		Y2	2788	47.3	1173	52
		LE2	s/d	s/d	s/d	s/d
2005/06	MG 40 CL	LE1	2509	44.8	999	71
		Y1	1862	47.9	793	72
		Y2	923	35.1	289	57
	MG 2	LE1	2358	49.2	1028	70
		Y1	1458	50.6	657	70
		Y2	843	37.2	278	55

Fuente: Ceretta (2004, 2005b, 2006b).

De ensayos llevados a cabo por INIA, se destaca el buen comportamiento del MG 52 frente a *Phomopsis helianthi* (Ceretta y Stewart 2006a, Ceretta et al. 2006) y la susceptibilidad del MG 40 frente a la enfermedad.

En aquellas zafas donde podemos contrastar los dos materiales (MG 40 CL Vs. MG 52), podemos observar que el MG 40 CL es un material precoz y con un potencial de producción algo superior respecto al MG 52.

Por tratarse de dos materiales bien contrastantes, se llevara a cabo un análisis estudiando los efectos de cada variable dentro del cultivar y entre ellos.

Cuadro 5. Caracterización del cultivar MG 52 en la evaluación de comportamiento de híbridos frente a *Phomopsis helianthi*.

Zafra	Cultivar	Lugar de Ensayo	Rendimiento de grano (Kg/ha)		Contenido Aceite (%)		Rendimiento de Aceite (kg/ha)		Peso de Granos (gr)	
			c/fung	s/fung	c/fung	s/fung	c/fung	s/fung	c/fung	s/fung
2005/06	MG 52	MA	2958	2978	47,11	47,38	1239	1262	75,05	73,33
		LS	3016	2332	49,34	50,54	1315	1047	64,76	62,12
2005/06	MG 52	OL	1280	1022	44,87	45,44	513	410	s/d	s/d
		Pdú	2011	1912	41,93	46,26	752	783	s/d	s/d
2006/07	MG 52	Pdú	3063	2955	s/d	50,35	s/d	s/d	s/d	s/d

Referencias: (MA) Mate Amargo, (LS) La Sorpresa, (OL) Ombúes de Lavalle, (Pdú) Paysandú.
Fuente: Serie de Actividades de Difusión N° 467 y Convenio COPAGRAM-INIA 2006 y 2007.

3.3 DETERMINACIONES

3.3.1 Población

Se realizó un conteo de las plantas en dos momentos (V2 y cosecha).

3.3.2 Fenología

Se determinaron 16 mediciones de la fenología del cultivo. La escala utilizada para la determinación de los estados fonológicos, fue la propuesta por Schneiter y Miller (1981).

3.3.3 Biomasa aérea

En cada uno de los tratamientos se realizaron 3 determinaciones de biomasa: inicio del estado reproductivo (R1), floración (R5.5) y madurez fisiológica (MF o R9). Se cortaron 2 m lineales por tratamiento (cubriendo un total de 5 plantas promedio) y fueron secados a estufa (60C°) hasta peso constante. Esto permitió evaluar la evolución de la acumulación de biomasa en cada uno de los tratamientos, medidos como materia seca (MS).

3.3.4 Índice de Área Foliar (IAF)

Se efectuaron 2 mediciones del Índice del Área Foliar (IAF), en los estados del cultivo R1 y R5.5. Para cada momento, la determinación se realizó mediante grupos de hojas (5 o 6 grupos) en función del tamaño de las mismas,

hojas con igual área foliar correspondían a un mismo grupo. Por ejemplo, para el estado R1, se formaron 5 grupos, estos fueron: grupo 1=25 cm², grupo 2= 69 cm², grupo 3= 131 cm², grupo 4=259 cm² y grupo 5= 386 cm². Una vez hecho los grupos, se establecía en un total de 5 plantas cuantas hojas de cada grupo poseían las mismas, luego mediante la suma de las áreas sobre el número de plantas se determinó el IAF promedio por planta. El IAF fue calculado a población constante (población promedio: 55.000 plantas.ha⁻¹).

3.3.5 Lectura de la enfermedad y su evolución

Se realizó un seguimiento del estado sanitario del cultivo efectuándose un total de 7 lecturas. *Phomopsis helianthi* fue la principal enfermedad observada a lo largo del ciclo del cultivo, sin embargo acontecieron otras enfermedades pero de muy poca importancia, que no superaron los niveles de trazas.

Cada lectura consistió en la evaluación de las plantas ubicadas en 10 m lineales del surco central, que contenía en promedio 23 plantas por parcela; en todas se evaluó:

- duración del área foliar, calculada como hojas totales menos hojas muertas por senescencia y/o *Phomopsis*.
- número promedio de hojas.
- incidencia en la planta, como % de plantas con *Phomopsis*, independientemente del lugar de la planta donde se observe el síntoma.
- severidad en hoja, calculado como el porcentaje de tejido afectado para cada planta que se promedia para la parcela.
- severidad de cancro en el tallo, utilizando la escala propuesta por Stewart et al. (2004). Escala de 1 al 5 (1=tallo sano, 2=lesión menor a 10 cm, 3=lesión de 20cm o más, 4=un tercio del tallo afectado y 5=totalidad del tallo afectado).
- incidencia en el tallo, como % de tallos con *Phomopsis*.
- coeficiente de infección (CI), surge de multiplicar la severidad (de hoja o de tallo) por la incidencia (en la planta o en el tallo) y luego dividir entre 100.
- número de plantas muertas, como plantas cuyo rendimiento a cosecha fue cero.

A partir de la lectura 4, además de las mediciones efectuadas, se incorporaron incidencia y severidad en el capítulo.

3.3.6 Diámetro de tallo y capítulo y altura de la planta

En el estado R5.8 se realizaron las determinaciones de diámetro de tallo y altura de la planta; en tanto que en el estado R6 se midió el diámetro de capítulo por planta.

3.3.7 Rendimiento en grano

Fueron cosechadas las plantas sobre las cuales fue hecho el seguimiento de la enfermedad; posteriormente se realizó la trilla manual de los capítulos colectados, en los cuales también se determinó su diámetro. El rendimiento en grano se expresa en Kg.ha^{-1} corregido al 14 % de humedad.

3.3.8 Peso de grano (PG)

Para cada parcela se realizaron tres determinaciones del peso de 100 granos; el PG fue expresado en miligramos (mg).

3.3.9 Porcentaje y rendimiento de aceite

Se realizó la determinación de contenido de aceite (%) para cada parcela, expresado como porcentaje de materia grasa (MG); luego fue multiplicado por el rendimiento en grano a los efectos de calcular el rendimiento de aceite (Kg.ha^{-1}).

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para todas las variables se realizaron análisis estadísticos de separación de medias mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error. La separación de medias por Tukey fue realizada sólo cuando el análisis de varianza fue significativo ($P < 5\%$). Para las regresiones se realizaron análisis de varianza de la regresión. Se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis Systems Institute, 1985).

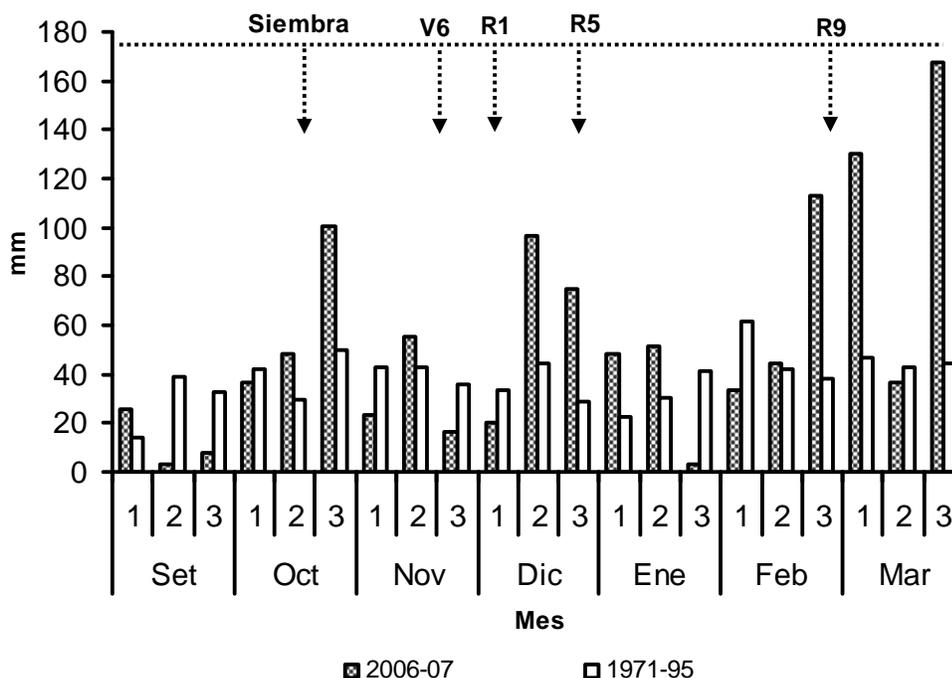
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL AÑO

Las enfermedades son producto de la interacción de tres factores: la planta, el patógeno y el ambiente. La interacción de estos factores y la duración de la interacción darán por resultado un mayor o menor desarrollo de la enfermedad (Agrios, 1995).

Conocer esta relación es fundamental para saber como se desarrolla la epifitía, de ahí la importancia de precisar sobre cuales fueron las condiciones climáticas del año. En este punto se presenta y analiza la información climática para el año 2006/07, en relación al promedio histórico (1971-95) para Paysandú-Uruguay.

Figura 3. Precipitaciones mensuales y decádicas para la zafra 2006-07 en relación a la serie histórica 1971-95 en EEMAC, Paysandú.



Década	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
1	37	24	20	49	33
2	48	55	96	51	45
3	100	17	75	3	113
Total	185	96	191	103	191

En términos generales podemos decir que el verano 2006/07 presentó condiciones atípicas, con precipitaciones superiores a la media histórica que afectaron todo el ciclo del cultivo. Esto determinó que el cultivo no estuviera expuesto a condiciones de déficit hídrico, en ningún período.

Este es un año que de por sí define un valor especial para evaluar la respuesta frente a la enfermedad, porque el cultivo recibió cerca de 700 mm, una condición "muy favorable" para el desarrollo de cualquier enfermedad a hongo, y en particular porque la mayoría de los escasos antecedentes generados en Uruguay fueron desarrollados en condiciones de menor potencial para el desarrollo de la misma.

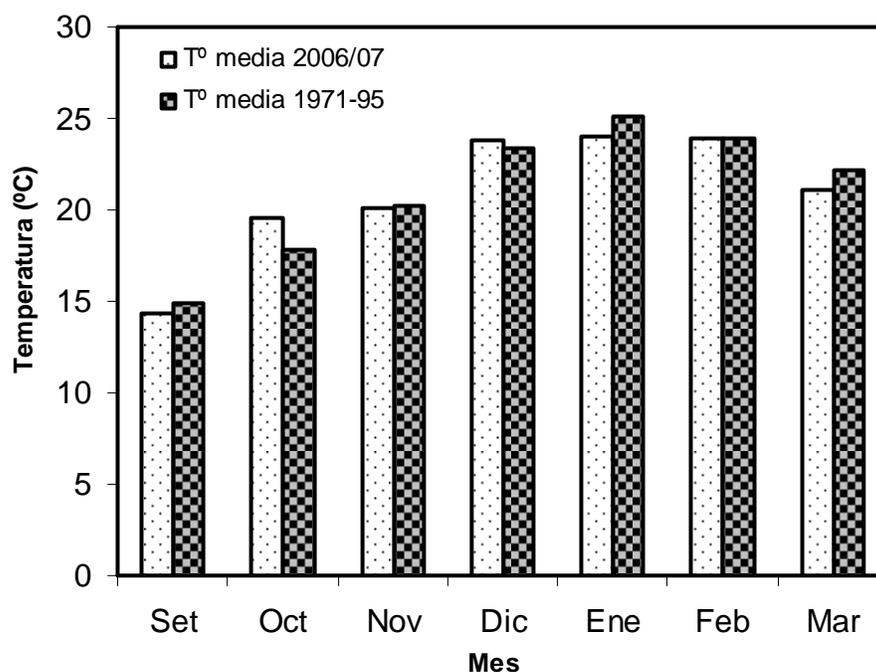


Figura 4. Temperatura media 2006/07 y serie histórica 1971/95 en EEMAC, Paysandú.

La temperatura, no presentó sesgos importantes respecto al promedio histórico, salvo al inicio de la primavera la cual fue ligeramente más calida. Probablemente esto haya acelerado la emergencia (Figura 4).

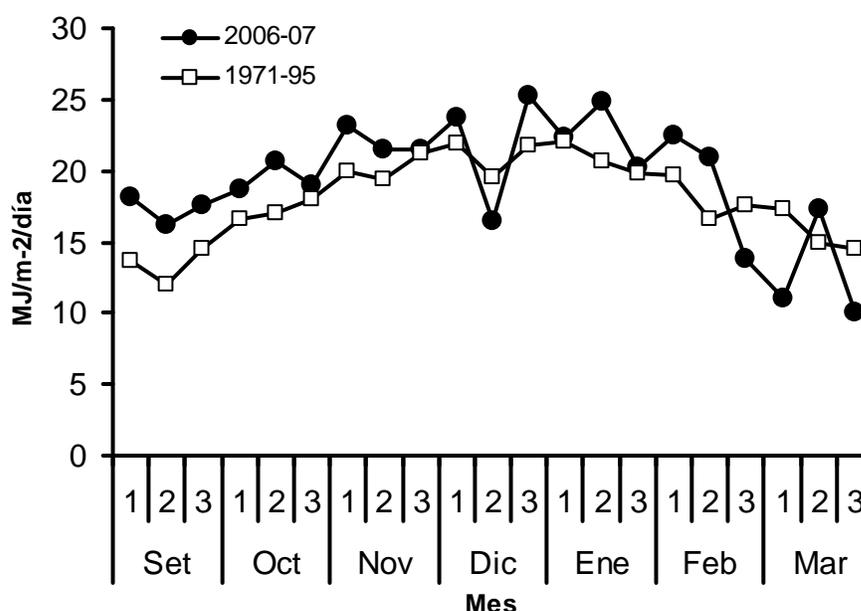


Figura 5. Radiación Global decádica para la zafra 2006/07 y serie histórica 1971/95 en EEMAC, Paysandú.

La radiación global que incidió sobre el cultivo, se situó por encima de la media, salvo un pequeño quiebre ocurrido a mediados de diciembre. Si bien el girasol es una planta de tipo C_3 , tiene una respuesta importante en la fotosíntesis frente al aumento en la intensidad lumínica. Aguirrezábal et al. (2001) mencionan que el rendimiento de este cultivo es principalmente dependiente del porcentaje de radiación interceptada. Esto ubica al cultivo en un año sin limitaciones de potencial por efecto de la radiación.

El INIA-GRAS ha determinado un sistema de alerta a *Diaporthe helianthi*, basado en trampas caza-ascosporas colocadas en los distintos departamentos del Litoral-oeste de Uruguay, con las cuales se monitorea la descarga del inóculo. La misma, indica el momento y la magnitud de la descarga, y por lo tanto proporciona información sobre una de las tres puntas del triángulo de la enfermedad: el inóculo (INIA, s.f.).

Se considera como nivel de riesgo 50 ascosporas/trampa o más, siempre y cuando: i) el promedio de humedad relativa durante el período de captura (48-72 horas) o inmediatamente posterior (48-72 horas) supera el valor de 80%; o ii) el número de horas consecutivas de humedad relativa mayor a 80% durante estos periodos es mayor a 22 (Fassio et al., 2007).

De acuerdo al sistema de alerta INIA-GRAS, se tomaron los valores publicados para la zafra 2006-07 correspondiente a la ciudad de Paysandú, la misma se detalla en la Figura 6.

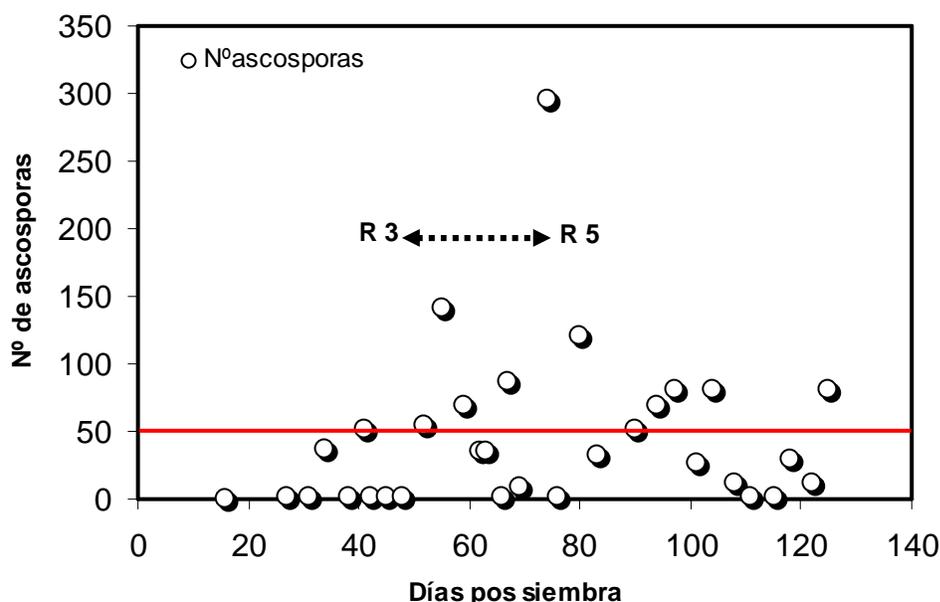


Figura 6. Evolución de la liberación de ascosporas para la ciudad de Paysandú en la zafra 2006/07. La línea trazada, indica el número de ascosporas/trampa o más, con nivel de riesgo.

La primera liberación con nivel de riesgo sucedió 41 días pos siembra (R1), 27 días después se observaron los síntomas en la planta, esto coincide con lo reportado por Vilaró (2007) donde observó los síntomas entre los 20 y 25 días posteriores a la fecha de alerta.

Un total de 12 eventos con riesgo de infección por *Diaporthe* fueron registrados a lo largo del cultivo, de los cuales 5 ocurrieron de R3 a R5, período considerado de mayor susceptibilidad según Fassio et al. (2007), y en el cual se registraron precipitaciones de 184mm. Esto concuerda con lo observado por Debaeke et al. (2003a) en Auzeville-Francia, donde identificó en dos años (1994 y 2000), situaciones con alta presión de infección cuando se dieron altas precipitaciones en junio (75 - 131mm respectivamente) y hasta 4 eventos de infección para cada uno de los años en el período más susceptible (R1 a R5) del girasol según éste autor.

Esto significa que no solamente durante todo el ciclo del cultivo, sino que también durante el momento de mayor susceptibilidad, hubo un número importante de liberación de ascosporas; así como precipitaciones que llevaron a generar condiciones muy propicias para producir un alto potencial de inóculo y ubicar al cultivo dentro de éste marco.

4.2 MARCO EXPERIMENTAL

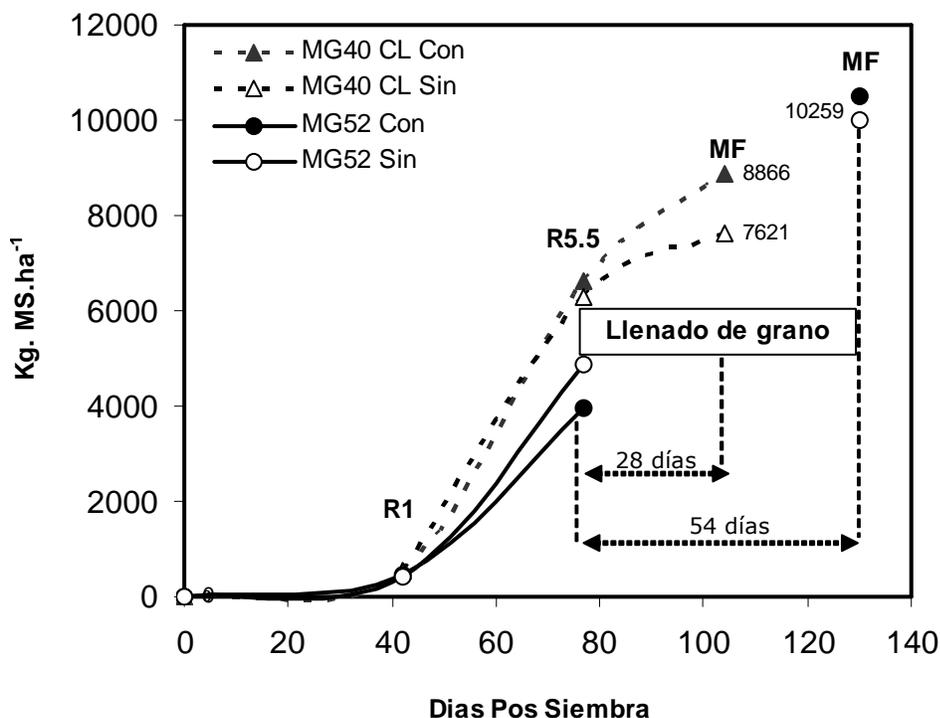
Muchos estudios se han llevado adelante desde la aparición de *Diaporthe helianthi*, pero ninguno de ellos relaciona el crecimiento vegetal con el nivel de enfermedad. Este trabajo tiene la particularidad, de haber evaluado esta relación en condiciones totalmente diferentes a las presentadas en el resto de los ensayos. Fundado en una elevada presión de inóculo, causada por la implantación del experimento sobre rastrojo de girasol afectado por cancro del tallo, precipitaciones de 700 mm durante el ciclo del cultivo, y la ocurrencia de 12 eventos de liberación con nivel de riesgo de infección. En definitiva las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrolló el cultivo, fueron "muy favorable" para el desarrollo de la enfermedad.

Los resultados se presentarán de forma de evaluar aquellos procesos fisiológicos que podrían verse afectados por cancro del tallo y a partir de éstos discutir los momentos y variables hacia los cuales conducir el manejo para el control de la enfermedad.

Considerando que la población es un factor importante y al mismo tiempo se constituye como una de las principales dificultades en el manejo del cultivo (Martino, 1994), es conveniente analizar algunas particularidades observadas entorno a este factor. En nuestro experimento el rango fluctuó de 47.619 a 66.667 plantas.ha⁻¹, con un coeficiente de variación (CV) de 5.75 %. En función de este rango de variación, se analizó la incidencia de la población sobre el rendimiento, número de granos por metro cuadrado, peso de grano y porcentaje de aceite; realizándose para ello un análisis de covarianza utilizando como covariable el número de plantas instaladas, resultando dicha covariable no significativa en todos los casos. Basados en este análisis, fueron realizados análisis de varianza no considerando la corrección por número de plantas en las variables presentadas a continuación.

4.3 BIOMASA AEREA

La materia seca (MS) total producida a madurez fisiológica por el cultivo de girasol, tiene una estrecha relación con el rendimiento en grano ($r^2 = 0.996$, según Cardinali et al., citados por Aguirrezabal et al., 2001). La Figura 7 muestra la evolución de MS para los distintos estados fenológicos del cultivo.



DPS	Pr > F			CV (%)
	Híbrido	Fungicida	Híbr.*Fung.	
45 (R1)	0.2176	0.4789	0.4764	18.56
77 (R5.5)	0.0009	0.4858	0.1567	12.78
105 y 131(MF)	0.0985	0.445	0.7341	20.19

DPS: días pos siembra.

Figura 7. Producción de Materia Seca (MS) para cada tratamiento en el tiempo.

A los 45 dps, estado R1 o "botón floral", tan solo se habían producido 8-11% de MS respecto a R5.5 y 6-5 % respecto a MF, para MG 40 CL y MG 52 respectivamente. Si bien la producción de MS en R1 es baja con respecto al total, el momento que atraviesa el cultivo es muy importante, ya que en términos fisiológicos se está generando el potencial de primordios florales.

En R1 no se encontraron diferencias significativas en MS para el híbrido ($P < 0.2176$), el fungicida ($P < 0.4789$) ó su interacción ($P < 0.4764$). Esto se explicaría por las similitudes entre los híbridos y la ausencia de enfermedad.

A los 77 días pos siembra (estado R5.5), las diferencias en la producción total de MS fueron explicadas por el híbrido ($P < 0.0009$). El promedio del MG 40 CL era 6450 Kg. MS, un 32 % superior al MG 52 con 4405 Kg. MS.

A su vez en R5.5 se estudió la MS en dos componentes: i) tallos y ii) hojas más capítulo, no encontrándose diferencias debido al tratamiento de fungicida (tallo, $P < 0.8811$ y hojas + capítulo, $P < 0.2298$) o por su interacción híbrido*fungicida (tallo, $P < 0.0969$ y hojas + capítulo, $P < 0.2720$). En definitiva, el fungicida no alteró la producción de MS, a los 35 días de su aplicación.

En madurez fisiológica (MF), no se hallaron diferencias estadísticamente significativas en producción de biomasa ($P < 0.5046$, MG 40 CL y $P < 0.9817$, MG52), para ninguno de los dos híbridos, lo cual contradice lo que se podría esperar.

Los híbridos presentaron diferencias en el largo de llenado de grano, esta diferencia de 26 días puede ser consecuencia de un mayor nivel de enfermedad del MG 40 CL (como será analizado posteriormente), o podría ser un efecto directo del híbrido. Sin embargo, en comunicación personal con el criadero Dow AgroSciences representado en Uruguay por Rutilan S.A., se confirmó que no existen diferencias en el largo de llenado entre estos híbridos. Considerando que INIA-INASE no encuentra diferencias entre híbridos en el número de días de emergencia a floración, la reducción del ciclo se explica por el acortamiento de R5.5 a MF.

El cancro del tallo no habría afectado la producción de MS, hasta el estado R5.5. Los fungicidas no estuvieron asociados a cambios en la producción de biomasa y la principal diferencia encontrada estuvo asociada al híbrido, ya que se afectó de manera diferencial la duración del llenado de grano entre cada uno de ellos (MG 40 CL: 28 días vs. MG 52: 54 días). La reducción en la duración del llenado de grano para el híbrido "más susceptible" a *Diaporthe helianthi* (MG 40 CL), fue la principal diferencia observada.

4.4 ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR

Otro de los factores determinantes del rendimiento de girasol, junto con la biomasa acumulada es el índice de área foliar (IAF). Tal como fue comentado anteriormente, es esperable una correlación positiva entre rendimiento y el IAF, tanto a floración ($r^2=0.91$) como en MF ($r^2=0.96$) (Aguirrezábal et al., citados por Aguirrezábal et al., 2001). En la Figura 8 se presenta la evolución de IAF hasta 50% de floración (R5.5).

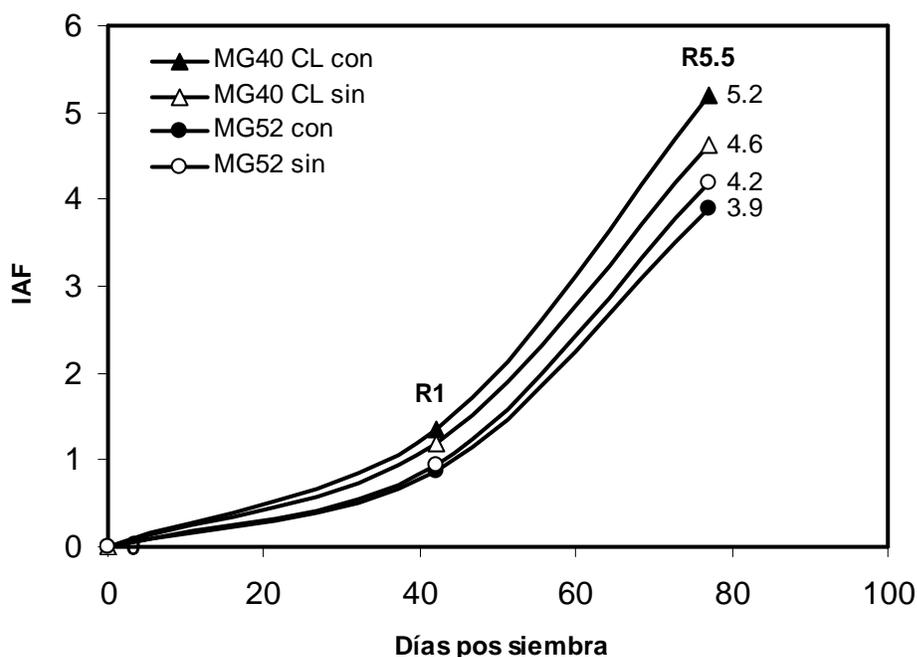


Figura 8. Dinámica del Índice de Área Foliar (IAF) en el tiempo.

Para ninguno de los dos estados (R1 y R5.5) se obtuvieron diferencias significativas dadas por el híbrido ($P < 0.1111$ en R1 y $P < 0.1418$ en R5.5), fungicida ($P < 0.3536$ en R1 y $P < 0.7884$ en R5.5) y su interacción ($P < 0.6522$ en R1 y $P < 0.4352$ en R5.5). Si bien existieron diferencias en la biomasa de los híbridos a R5.5, no ocurrió lo mismo con el IAF; esto podría deberse a que MG 40 CL tenga mayor peso de hoja o capitulo, ya que el tallo no presentó diferencias en MS para éste momento.

Los signos de la enfermedad se hicieron visibles en un estado avanzado del cultivo (R3-R4) y existió una sola determinación del IAF con síntomas visibles (R5.5). Por lo tanto, debería considerarse en próximas evaluaciones

determinaciones más frecuentes del IAF, principalmente porque existió una fuerte caída en la duración del área foliar (DAF) en estadios más avanzados.

Los resultados indican que en éste caso el rendimiento y el IAF a R5.5 no se correlacionaron ($R^2=0.012$) y los híbridos superaron ampliamente el valor de IAF "cítrico" (IAF=3, Aguirrezábal et al., 2001). Por lo tanto el IAF no fue limitante alguna para alcanzar altos potenciales de rendimientos y no resulto para nuestro experimento el factor determinante asociado con la variación del rendimiento.

4.5 DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD

4.5.1 Duración del Área Foliar (DAF)

En la siguiente figura se presenta el progreso en el tiempo del área foliar verde, parámetro conocido como duración del área foliar (DAF). Esta se midió, como fue explicado en materiales y métodos, restando al área foliar total, aquella proporción de área debida a senescencia y/o *Diaporthe helianthi*.

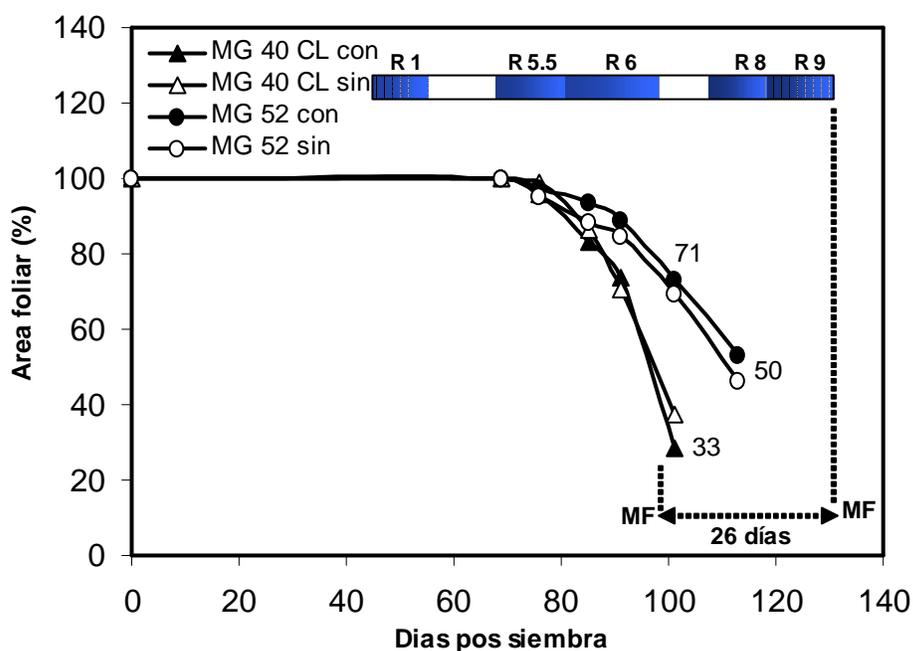


Figura 9. Duración del área foliar para cada tratamiento. Valores dentro de la figura corresponden al promedio para cada híbrido.

Las principales diferencias se establecieron entre híbridos ($P < 0,0004$), y no existió efecto del tratamiento de fungicida ($P < 0,2044$) ni de su interacción ($P < 0,7506$). El MG 40 CL fue el híbrido que tuvo la mayor reducción en la DAF.

A los 100 dps MG 40 CL llegó a madurez fisiológica (MF) con 33 % de área foliar, mientras que el MG 52 tenía 71 % de área foliar y demora 26 días más en llegar a MF. Teniendo en cuenta la necesidad de área foliar activa durante el llenado de grano (Hall, citado por Cantore et al., 2002), el acortamiento de esta fase podría explicarse por la reducción del DAF. A su vez Debaeke (1998), encontró que *Diaporthe helianthi* aceleraba la senescencia en híbridos susceptibles, la reducción del ciclo en MG 40 CL puede deberse a la disminución en el DAF.

Como se indicó anteriormente, no se detectaron diferencias debidas al fungicida, contrariamente a lo que se podría haber esperado. Por lo tanto, no pudo evaluarse que los fungicidas lograran mantener por más tiempo el área foliar verde.

4.5.2 Evaluación sintomatológica de *Diaporthe helianthi*

4.5.2.1 Incidencia en la planta

La incidencia en planta está expresada como el porcentaje de plantas enfermas sobre el total. Constituye una planta enferma, aquella en la que se haya observado un síntoma en cualquier zona de ésta.

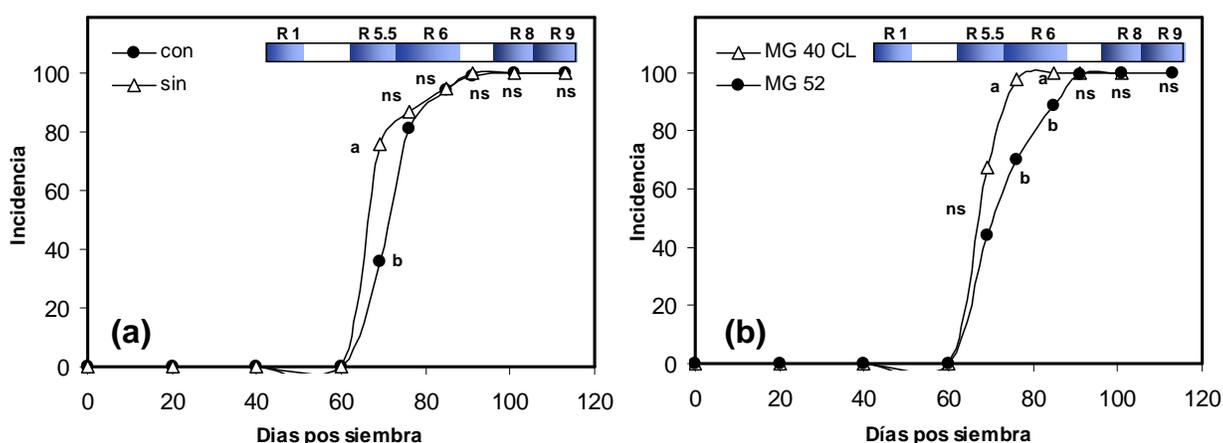


Figura 10. Incidencia de *Diaporthe helianthi* en el tiempo, (a) efecto fungicida y (b) efecto híbrido. Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$), ns: no significativo.

Al momento de comenzar a observarse síntomas de la enfermedad en el estado R5.1 (27 días pos aplicación de fungicida y 28 días de la primera liberación de ascosporas), hubo efecto del fungicida (69 dps, $P < 0.0071$, Figura 10a). En las siguientes lecturas el fungicida no tuvo efecto, de todos modos el haber modificado el nivel de inicio de la enfermedad afectó el desarrollo de la misma, tal como lo muestra el gráfico.

A los 69 dps se observó una diferencia de 20% entre los híbridos, no significativa ($P < 0.0650$); mientras que en R5.5 y R6 estas diferencias pasan a ser significativas ($P < 0.0054$ y $P < 0.0004$, para cada estado) (Figura 10b). Esto demuestra la contribución del híbrido, en dos momentos importantes, como floración e inicio de llenado de grano.

De lo anterior, se extrae que el fungicida reduce la incidencia inicial de la enfermedad, en cambio, el efecto híbrido se prolonga más en el tiempo. Por otro lado las diferencias observadas de incidencia, para nada modificaron los valores de biomasa e IAF.

La incidencia de *Diaporthe helianthi* para cada tratamiento, se presenta en la Figura 11.

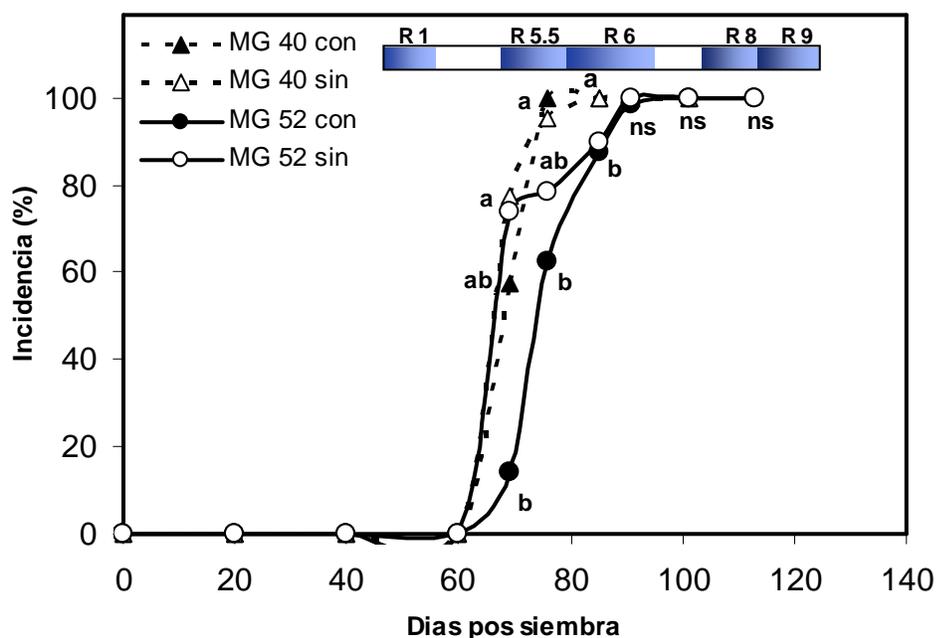


Figura 11. Incidencia de *Diaporthe helianthi* de cada tratamiento en el tiempo. Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$), ns: no

significativo.

A partir de la aplicación del fungicida (R1) hasta la aparición del primer síntoma, transcurrieron 27 días, en éste período se constataron 4 liberaciones de ascosporas con nivel de riesgo. Desde la aparición del cancro del tallo (69 dps, estado R5.1), se constataron niveles altos de incidencia.

El progreso de la incidencia se distingue claramente según cada tratamiento. Desde la aparición del primer síntoma en planta hasta el 100% de incidencia, transcurrieron 7 días en MG 40 CL y 22 días en MG 52, observándose en ambos híbridos un desarrollo acelerado.

Si por ejemplo las observaciones se hubiesen realizado a los 60 dps (R4) y 91 dps (R6), la situación para uno u otro estado era la misma en todos los tratamientos; pudiendo haber concluido equívocamente que los dos híbridos tuvieron un comportamiento similar frente a la enfermedad. Sin embargo, las observaciones registradas en un lapso de tan solo 31 días, permitieron detectar significancias estadísticas entre híbridos.

En la siguiente figura se presenta la incidencia en planta, según el lugar a donde fue observado el síntoma: i) solo en hoja, ii) solo en tallo, iii) en ambas (hoja y tallo) y iii) sin síntoma (s/síntomas) o plantas sanas (Figura 12).

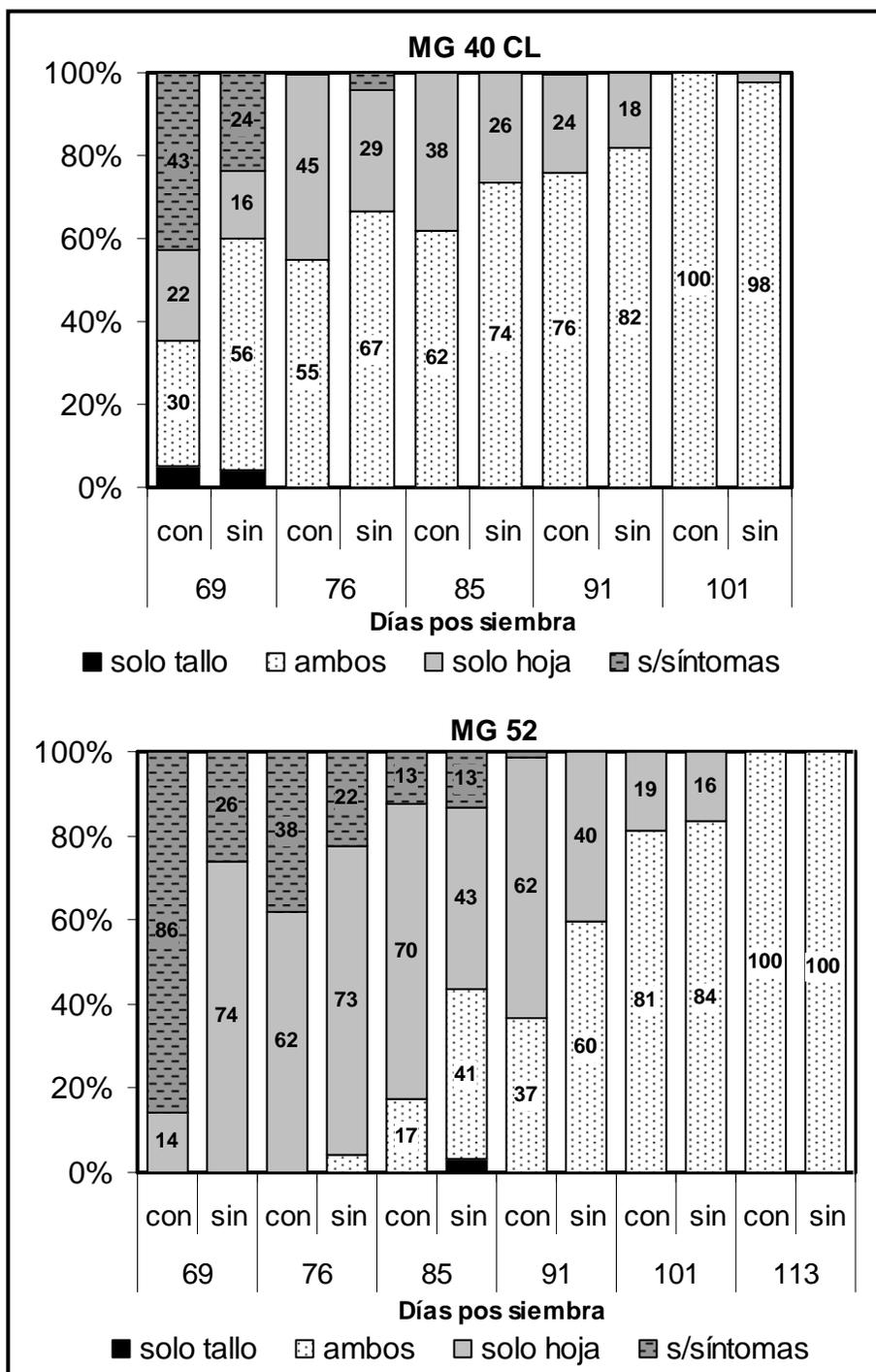


Figura 12. Desarrollo de la incidencia de *Diaporthe helianthi* para cada tratamiento de acuerdo a la localización en la planta.

El ingreso de la enfermedad es por hoja, aunque puede ocurrir que debido a la dificultad de observar el primer síntoma en hojas inferiores (Masirevic y Gulya, 1992), se identifique en tallo, lo que determinó que algunas observaciones figuren como "solo tallo".

El desarrollo de la enfermedad se inició en hojas, avanzando posteriormente hasta el tallo, lo cual coincide con lo reportado por Regnault (1985), Muntañola-Cetkovic et al., citados por Masirevic y Gulya (1992), Fállico et al. (1997), Degener et al. (1999), Debaeke et al. (2003a).

Desde el estado R5.1 (69 dps) el híbrido MG 40 CL comienza con una elevada proporción de síntomas en hoja y tallo (ambos), que se incrementan de forma constante hasta el fin del ciclo. Según Degener et al. (1999) la velocidad de avance de la hoja al tallo, es un indicador de la susceptibilidad del híbrido frente a la enfermedad, esto coincide con el comportamiento expuesto por MG 40 CL.

Contrariamente a lo observado en MG 40 CL, el desarrollo de la enfermedad en MG 52 fue más lento, fundado en una menor incidencia en hoja y tallo (ambos) y mayor proporción de plantas sin síntomas. Esta gradualidad en el avance de la enfermedad expresa la mayor resistencia de MG 52. A su vez éste híbrido mantiene un alto porcentaje de incidencia solo en hoja hasta entrada la fase de llenado de grano (R6, 91 dps).

En base a las observaciones de incidencia (Figura 12), se determinó la importancia de realizar mediciones periódicas de este indicador. Estas permiten detectar diferencias reales en el comportamiento de los híbridos. Las observaciones realizadas desde el inicio de la enfermedad (69 dps, R5.1) hasta R6-R7 (91dps), permitieron detectar en mayor o menor medida éstas diferencias. Sin embargo si solo se hubiera realizado una lectura en R7-R8, tal como se realiza a nivel de evaluación nacional de cultivares, no hubiera sido posible detectar las mismas.

El fungicida e híbrido afectaron la aparición y la evolución de la enfermedad, teniendo el primero un efecto marcado en el inicio ($P < 0.0343$) y el segundo en su evolución ($P < 0.0062$). Es decir, los efectos de aplicar fungicida se observaron en estados tempranos del cultivo, mientras que las diferencias generadas a partir del híbrido se prolongaron en más estados de desarrollo.

4.5.2.2 Severidad a nivel de hoja

La severidad de la enfermedad se evaluó como porcentaje de tejido afectado en la hoja, por infección de *Diaporthe helianthi*. Según los antecedentes mencionados en el capítulo 2, la pérdida de producción se relaciona con la severidad, medido a través de la evolución de la enfermedad en hoja o tallo. En la Figura 13 se presenta el nivel de severidad promedio de cada tratamiento.

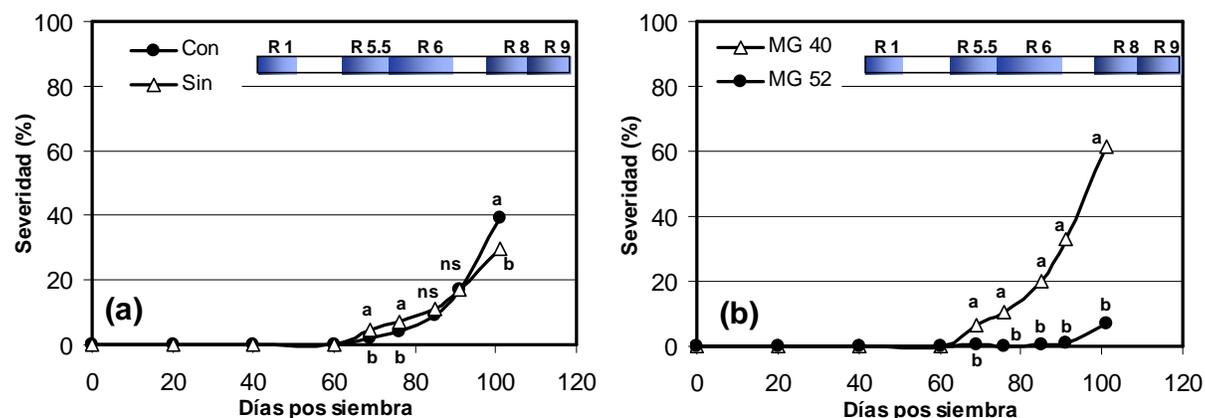


Figura 13. Desarrollo de la severidad en hoja para los factores fungicida (a) e híbrido (b). Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$), ns: no significativo.

El gráfico presentado anteriormente, se explicara en base al Cuadro 6, que detalla la probabilidad de los factores, medido a lo largo del tiempo.

Cuadro 6. Resultado de la probabilidad del efecto híbrido, fungicida y su interacción, para la variable severidad en hoja.

Lectura (*)	Pr > F		
	Híbrido	Fungicida	Híbr.*Fung.
1 (69)	0,0009	0,0444	0,0736
2 (76)	0,0001	0,0499	0,0649
3 (85)	0,0001	0,4706	0,4338
4 (91)	0,0001	0,8178	0,8608
5 (101)	0,0001	0,0060	0,0011

(*) Días pos siembra

El efecto híbrido fue significativo en todas las lecturas de severidad en hoja, mientras que el efecto fungicida se redujo a las dos primeras lecturas (69 y 76 dps). Tanto para incidencia como para severidad, las diferencias están explicadas por los híbridos y no por el fungicida (Cuadro 6).

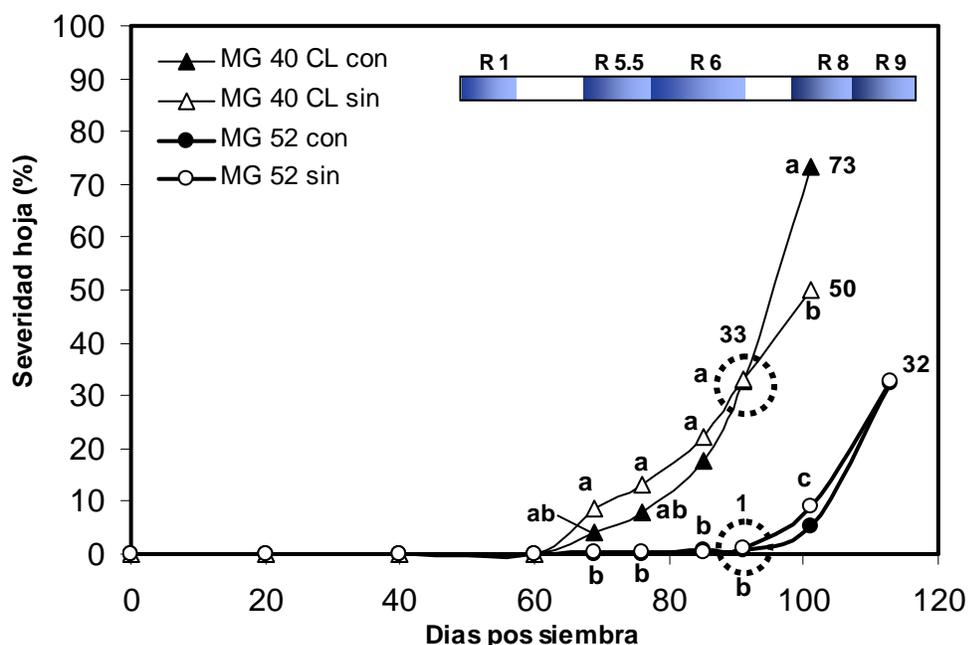


Figura 14. Severidad en hoja de cada tratamiento, en el tiempo. Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$), ns: no significativo.

En la Figura 14, se observa el efecto inicial del fungicida. Este efecto no tuvo la importancia que tiene el efecto híbrido. A fines de R6 (llenado de grano), la severidad en MG 40 CL fue 33%, mientras que MG 52 presentaba solo 1%. Estas diferencias persistieron hasta madurez fisiológica.

Queda claro que el material genético, es el recurso fundamental para el manejo de *Diaporthe helianthi* a nivel comercial, mientras que el control químico significó una reducción de la severidad lo que contribuyó a enlentecer el avance de la enfermedad. El fungicida parece ser una opción que complementaría al material genético.

El desarrollo presentado por los híbridos en la Figura 14, parecería indicar que mayores niveles de severidad se relacionan con menores niveles de DAF (Figura 9). La severa reducción de la duración del DAF vista en la Figura 9, sería

consecuencia de una acción más temprana y mayores niveles de severidad de *Diaporthe helianthi* en el MG 40 CL en relación al MG 52. Esto coincide con lo obtenido por Ceretta (2005b, 2006b) en la evaluación nacional de cultivares INASE-INIA 2004/05 y 2005/06.

El híbrido MG 40 CL alcanzó niveles altos de severidad (73 y 50 % con y sin fung. respectivamente); mientras que MG52 niveles bajos (32%). La evolución de la enfermedad, medida a través de la severidad, marcó los diferentes comportamientos de los híbridos, los cuales se mantuvieron aun bajo las condiciones propicias para el desarrollo de la enfermedad, tales como rastrojo de girasol como antecesor y 700 mm durante el ciclo del cultivo.

4.5.2.3 Incidencia en tallo

En la figura siguiente se presenta la evolución de la incidencia a nivel de tallo.

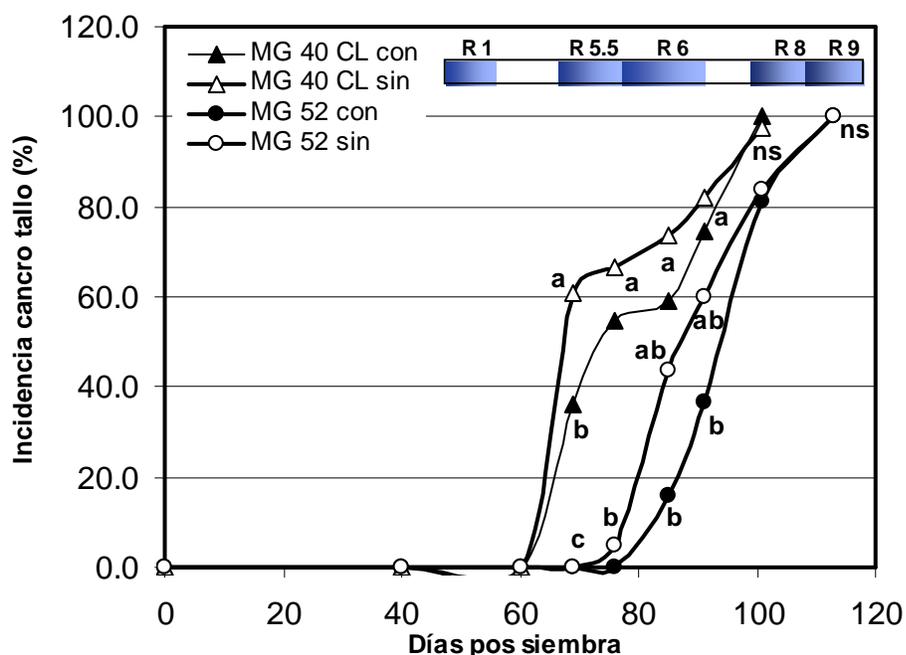


Figura 15. Incidencia en el tallo, medida como proporción de tallos con síntoma de cancro. Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$), ns: no significativo.

El híbrido más susceptible, exhibió síntoma en tallo 7 días antes que el resistente, coincidiendo con lo mencionado por Degener et al. (1999).

A los 69 dps (plena floración, R5.5), MG 40 CL presentaba 50 % de incidencia, mientras MG 52 tenía 0 %. En éste momento hubo interacción híbrido*fungicida ($P < 0.0008$), MG 40 CL redujo su incidencia por efecto del fungicida, mientras que MG 52 con o sin fungicida mantuvo a cero su incidencia.

Hubo efecto significativo del híbrido en todo el período analizado; mientras que el fungicida tuvo efecto únicamente en las primeras tres lecturas (69, 76 y 85 dps, Cuadro 7). Cerca de fin de ciclo (R8), cuando el potencial está prácticamente concretado, se equipararon los niveles de incidencia en cada tratamiento.

Cuadro 7. Resultado de la probabilidad del efecto híbrido, fungicida y su interacción, para la variable incidencia en el tallo.

Lectura (*)	Pr > F		
	Híbrido	Fungicida	Híbr.*Fung.
1 (69)	0.0001	0.0008	0.0008
2 (76)	0.0001	0.0328	0.3198
3 (85)	0.0020	0.0502	0.4067
4 (91)	0.0039	0.0975	0.2929
5 (101)	0.0103	0.9735	0.6421

(*) Días pos siembra

4.5.2.4 Severidad a nivel de tallo

Utilizando una escala de 1 al 5, propuesta por Stewart et al. (2004), se evaluó la severidad de la enfermedad a nivel de tallo. La Figura 16, describe su evolución a través del ciclo del cultivo.

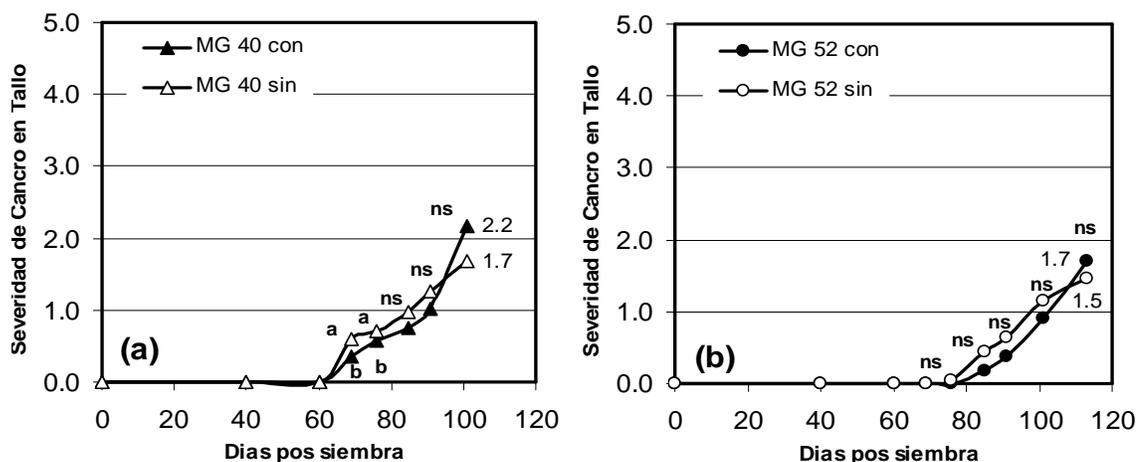


Figura 16. Severidad de cancro de tallo en el tiempo. Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$), ns: no significativo.

Masirevic y Gulya (1992), señalan que en genotipos susceptibles los cancros del tallo alcanzan mayor severidad, mientras que en los tallos de plantas resistentes las lesiones son pequeñas. Esto coincide con lo observado para MG 40 CL y MG 52 (Figura 16).

A los 85 dps, MG 40 CL tuvo en promedio una severidad de 0.85, correspondiendo con una incidencia de 67 %, mientras que MG 52 tenía 0.3 y 30 % para cada una de estas variables. Estas diferencias, se mantuvieron hasta los 101 dps, y los dos híbridos alcanzan madurez fisiológica con distintos grados de severidad.

Los resultados del análisis estadístico de las lecturas de severidad de cancro del tallo, se muestra en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Resultado de la probabilidad de los efectos para la variable severidad de cancro del tallo.

Lectura (*)	Pr > F		
	Híbrido	Fungicida	Híbr.*Fung.
1 (69)	0.0001	0.0021	0.0013
2 (76)	0.0001	0.0286	0.2586
3 (85)	0.0544	0.0761	0.8367
4 (91)	0.0389	0.1113	0.8745
5 (101)	0.0008	0.4955	0.0750

(*) Días pos siembra

Para los niveles de severidad en tallo, claramente durante todo el ciclo del cultivo, se observó un efecto del híbrido; mientras que el fungicida solo tuvo efecto en las dos primeras lecturas (69 y 76 dps, estados R5.1 y R5.5). A los 101 dps (R6-R7), cuando el cultivo se encuentra en plena concreción del potencial (llenado de grano), MG 40 CL presentaba un nivel de severidad significativamente superior respecto a MG52 (1.93 Vs. 1.03 respectivamente), lo cual compromete el resultado final del cultivo.

El híbrido tiene efecto durante todo el ciclo del cultivo, mientras que el efecto del fungicida aparece en las dos primeras lecturas, al igual de lo ocurrido para la incidencia del tallo.

Para este año durante el cual se realizó el experimento, hay valores altos de incidencia y severidad en hoja, e incidencia en tallo pero asociados a niveles bajos de severidad en tallo (escala 0 a 5). Las condiciones para el desarrollo de la epifitía se dieron durante todo el ciclo del cultivo, cuantificado en 12 descargas de ascosporas con nivel de riesgo de infección. Sin embargo los niveles de enfermedad en tallo, fueron relativamente bajos.

Parece claro que para detectar diferencias es mejor ir a incidencia, tanto en planta como en tallo, y severidad en todo caso en hojas; ya que la severidad medida a nivel de tallo tiene un rango de variación bajo.

4.5.2.5 Coeficiente de infección (CI)

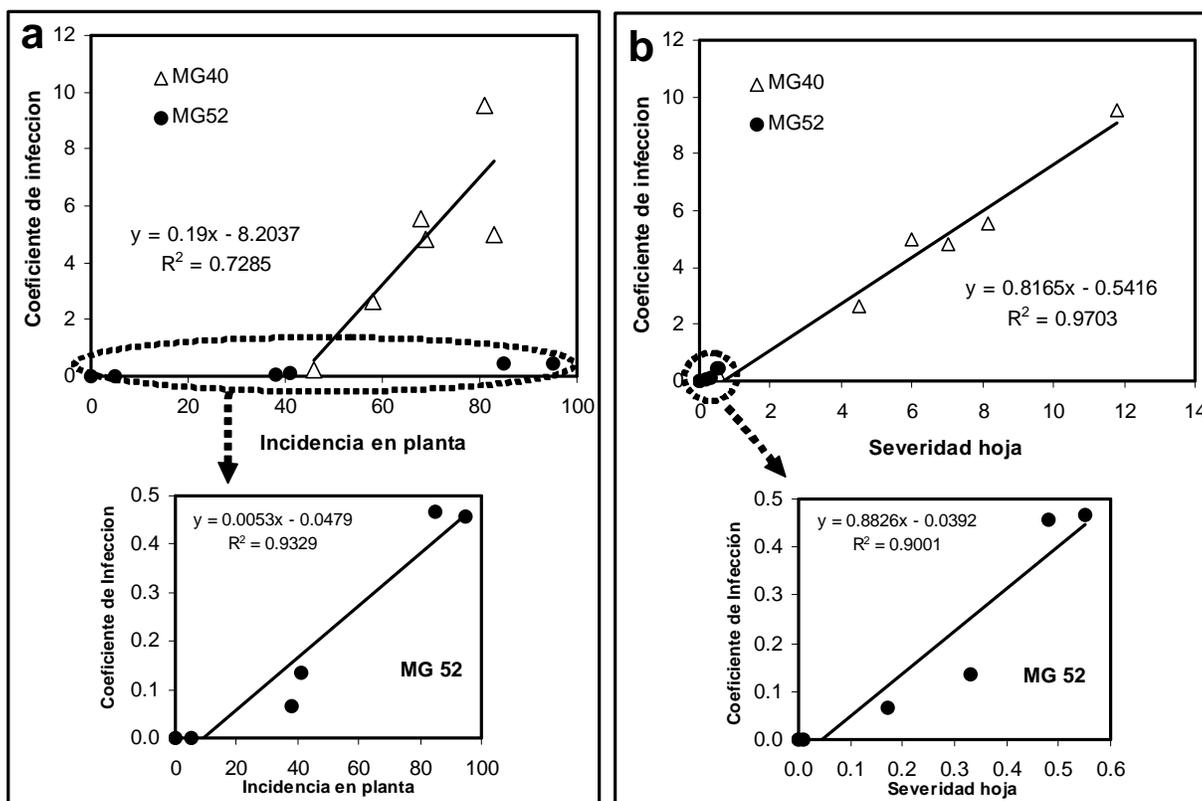
Como forma de establecer un indicador que nos permita cuantificar el nivel de enfermedad, se utiliza el coeficiente de infección (CI) (Stewart et al., 2004).

$$CI_h \text{ (coeficiente de infección en hoja)} = (I * S_h)/100$$

I: incidencia en la planta, independientemente del lugar donde fue observado el síntoma (escala 0-100).

S_h: severidad en hoja (escala 0-100%).

La Figura 17 muestra las relaciones entre los parámetros implícitos en el CI_h.



Componentes	MG 40 CL		MG 52	
	c/fung	s/fung	c/fung	s/fung
CI hoja	2.56 ab	6.68 a	0.35 b	0.02 b

Letras distintas indican diferencias significativas, $P < 0,05$.

Figura 17. Asociación del coeficiente de infección (CI), con la incidencia en planta (a) y la severidad en hoja (b), a los 69 dps (R5.1). (Severidad medida a nivel de hoja).

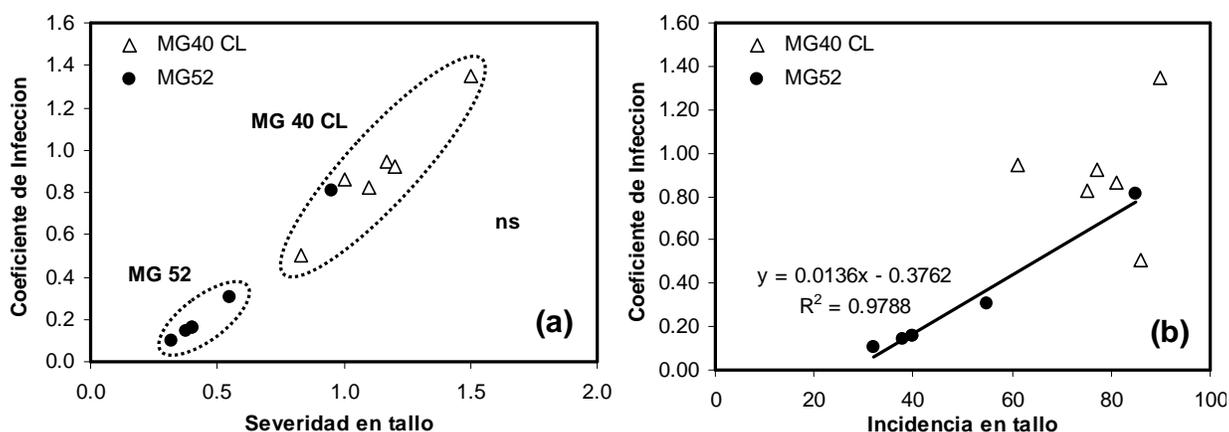
Claramente se observa los altos valores alcanzados para MG 40 CL; mientras que MG 52, si bien muestra la misma asociación, alcanza valores bajos de severidad e incidencia. La severidad muestra mejor asociación ($R^2=0.9703$) que la incidencia ($R^2=0.7285$), para explicar el CI en el caso del MG 40 CL. Sin embargo, los dos indicadores explican prácticamente de igual forma el CI, para MG 52.

A su vez se determinó para el periodo de llenado de grano (R6-R7), el CI en tallo (CI_t o índice de tallo, Stewart et al., 2004) (Figura 18).

$$CI_t = (I_t * S_t)/100$$

I_t : incidencia en el tallo, como proporción de tallos con síntoma de cancro (escala 0-100).

S_t : severidad de cancro a nivel de tallo (escala de 0-5, Stewart et al., 2004).



Componentes	MG 40 CL		MG 52	
	c/fung	s/fung	c/fung	s/fung
CI tallo	0,44 ab	0,71 a	0,03 c	0,24 bc
Nivel de Enfermedad (*)	bajo	bajo	bajo	bajo

(*): Categorización relativa de la enfermedad según índice de tallo (I_t). $I_t = 0-1$ nivel de enfermedad bajo, $I_t = 1-2$ nivel de enfermedad medio, $I_t = 2-3$ nivel de enfermedad alto (Fassio et al., 2007).

Figura 18. Asociación del coeficiente de infección (CI), con la incidencia (a) y severidad (b), a los 91 dps (R6-R7). Severidad medida a nivel de tallo. Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$), ns: no significativo.

Ambos coeficientes (CI_h y CI_t) explicitan los mayores niveles alcanzados por MG 40 CL; aun en un estado más avanzado del cultivo (R6-R7). Por su parte, MG 52 mantiene niveles bajos, tanto para severidad como incidencia en tallo.

Los niveles de enfermedad medios según el CI_t , indicaron un bajo nivel de enfermedad; no coincidiendo con lo que se ha venido marcando a lo largo de todo este capítulo. La escala propuesta por Fassio et al. (2007), posee un rango muy grande (0 a 3), en donde la mayor proporción de híbridos se concentran de 0 a 1.5; por lo tanto los que alcanzan los niveles de 2 y 3 son extremadamente pocos. Esto quiere decir que de valerse por esta escala, muchos de los híbridos evaluados pueden estar siendo subestimados en cuanto a su nivel de enfermedad.

La severidad medida a nivel de tallo en R6-R7, no es el método más práctico para identificar diferencias en el comportamiento de los híbridos frente a *Diaporthe helianthi*. Recurrir a lecturas de severidad en hoja y/o incidencia en planta y tallo en R5.5-R6 son más discriminantes de los niveles de enfermedad del cultivo.

4.6 RENDIMIENTO EN GRANO Y COMPONENTES PRINCIPALES

4.6.1 Rendimiento

En la figura siguiente se presentan los rendimientos obtenidos para el efecto medio híbrido y fungicida.

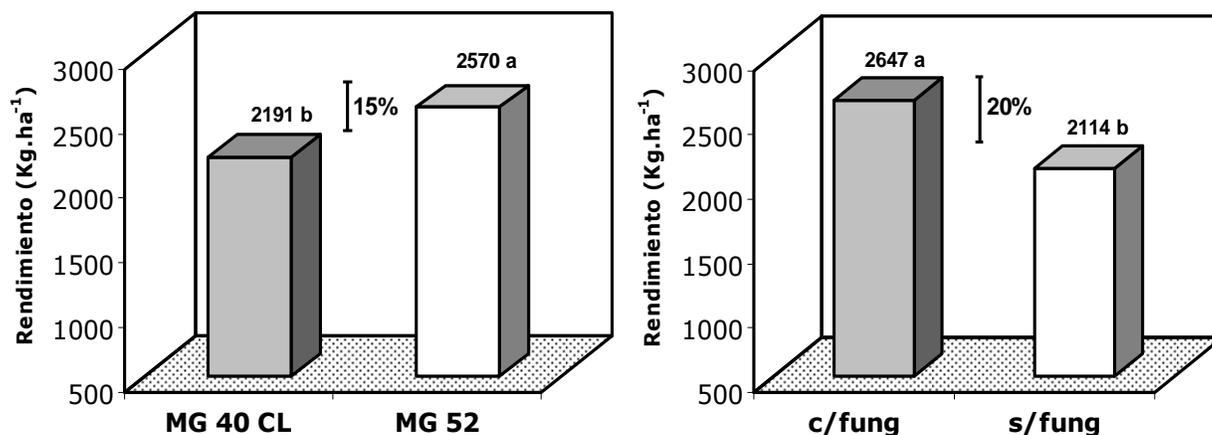


Figura 19. Rendimiento medio para el efecto del híbrido y del fungicida. Coeficiente de Variación (CV) = 7.67; error estándar de la media = 74.52. Letras distintas indican diferencias significativas, $P < 0,05$; Tukey = 243.

El análisis de varianza indica que tanto el efecto de la aplicación del fungicida ($P < 0,0010$) así como el efecto híbrido ($P < 0,0070$) fueron significativos, no ocurriendo lo mismo con la interacción ($P < 0,8747$). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ceretta y Stewart (2006a) en Mercedes-Uruguay; Vilaró y Stewart² en Paysandú-Uruguay.

El efecto híbrido marcó una diferencia de 380 Kg.ha^{-1} , entre MG 52 y MG 40 CL; mientras que el efecto fungicida fue de 530 Kg.ha^{-1} (20%). Estos datos coinciden con los obtenidos por Ceretta y Stewart (2005a) 23%, Ceretta y Stewart (2006a) 15% y 22%, Ceretta et al.¹ 24%; todos porcentajes de reducción de rendimiento por no aplicar fungicida en Soriano y Paysandú, Uruguay.

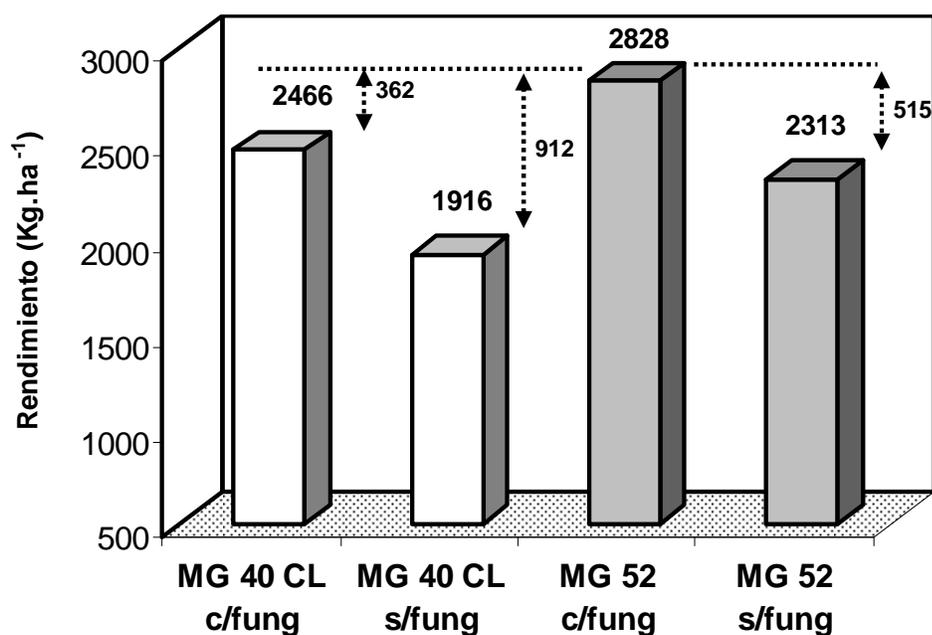


Figura 20. Rendimiento medio de los tratamientos. CV = 7.67; error estándar de la media = 105.39.

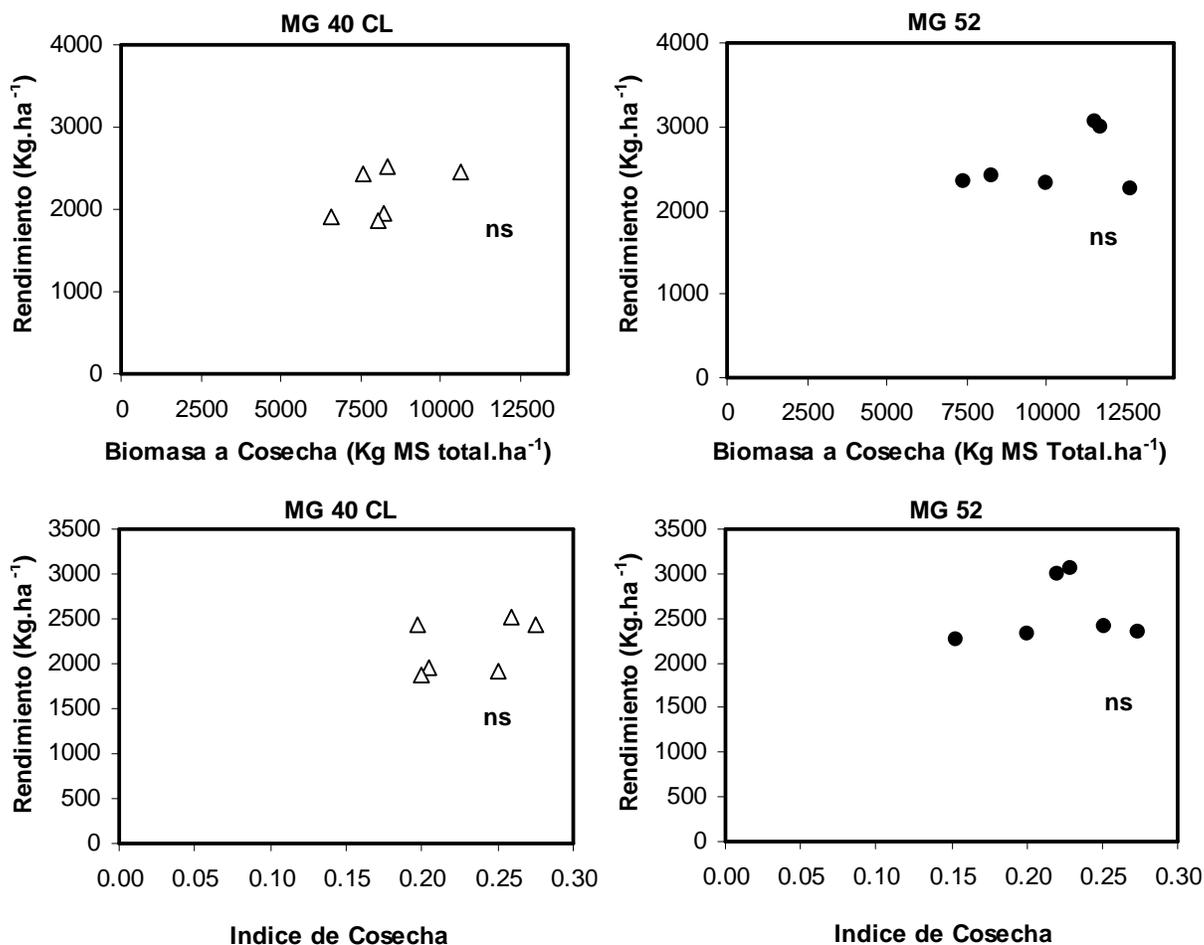
La Figura 20 presenta el rendimiento para cada tratamiento, donde no hay interacción híbrido*tratamiento. Estadísticamente no hubo diferencias entre tratamientos sin fungicida y entre tratamientos con fungicida; si bien existió una diferencia de 400 Kg.ha^{-1} y 360 Kg.ha^{-1} para MG 40 CL y MG 52 respectivamente.

El efecto fungicida dentro de los híbridos, fue de 550-516 Kg.ha⁻¹ (MG 40 CL y MG 52 respectivamente), evitando pérdidas de rendimiento en un 21%. Porcentajes similares fueron obtenidos por Ceretta y Stewart (2005a) (452 Kg.ha⁻¹ y 23 % de reducción) y Ceretta y Stewart (2006a) (564 Kg.ha⁻¹ y 22 % de reducción) en ensayos llevados a cabo en Mercedes-Uruguay para las zafras 2003/04 y 2004/05.

Antes de la aparición de *Diaporthe helianthi*, el área de siembra de girasol, estaba constituida fundamentalmente por MG 2 (MG 40 CL es MG 2 con tecnología Clearfield®) susceptible a la enfermedad. Actualmente se cuenta con híbridos de mejor comportamiento y respuesta al fungicida. El contraste observado entre MG 52 c/fung. y MG 40 CL s/fung. (912 Kg.ha⁻¹, 32%); representa el cambio tecnológico con mayor impacto en el manejo del cultivo de girasol, desde que apareció la enfermedad.

Stewart (2005), encontró que la doble aplicación de fungicida (V5/6-V12/13; V5/6-R1; V12/13-R1), es más eficiente en el control de cancro del tallo que una sola aplicación tanto en V5/6 o R1. Teniendo en cuenta que el ensayo se llevo a cabo con una sola aplicación (estado R1), aun así, la respuesta fue significativa.

En la Figura 21 se representa la asociación entre el rendimiento en grano y biomasa a cosecha e índice de cosecha.



Componentes	MG 40 CL		MG 52		CV (%)
	c/fung	s/fung	c/fung	s/fung	
Rendimiento (Kg.ha ⁻¹)	2466 ab	1916 c	2828 a	2313 bc	7,67
Biomasa Total (Kg MS.ha ⁻¹)	8866 a	7620 a	10502 a	10015 a	20,19
Índice de Cosecha	0,24 a	0,22 a	0,23 a	0,21 a	17,67

Figura 21. Rendimiento en función de la biomasa a cosecha y del índice de cosecha (IC) para cada híbrido. Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$), ns: no significativo.

En contraposición a lo mencionado anteriormente, no se encontró ninguna asociación entre el rendimiento en grano y la biomasa a cosecha o el IC, para ambos híbridos. Las diferencias registradas a nivel de los rendimientos,

no pudieron ser explicadas tanto por la biomasa como por el IC, debido al elevado CV.

4.6.2 Componentes de rendimiento

El rendimiento del cultivo puede ser expresado en términos de sus componentes: número de granos por unidad de superficie, peso por grano y concentración de aceite. Estos se determinan secuencialmente, aunque con alguna superposición durante las fases de desarrollo del cultivo. Conocer su comportamiento frente a la enfermedad es fundamental, para explicar los rendimientos.

Como ha venido siendo analizado en este trabajo, hay diferencias entre los híbridos, en componentes de rendimiento, los que se presentan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Componentes del rendimiento.

Componentes	MG 40 CL		MG 52		CV (%)
	c/fung	s/fung	c/fung	s/fung	
plantas.m ⁻²	6,27 a	5,95 a	5,00 b	4,92 b	5.95
plantas muertas.m ⁻²	0,95 a	1,11 a	0,16 b	0,16 b	48.99
Nº capítulos. m ⁻²	5.32 a	4.84 b	4.84 b	4.76 b	2.41
Nº granos.capítulo ⁻¹	1034 a	865 b	828 bc	710 c	9.44
Nº granos.m ⁻²	5498 a	4181 b	4004 b	3383 c	3.85
Peso de Grano (mg)	45 b	46 b	71 a	69 a	8.14

Letras distintas indican diferencias significativas, P<0,05. (NGM²: número de granos.m⁻²)

Las diferencias observadas en población y número de plantas muertas; fueron estadísticamente significativa entre híbridos, sin embargo no fueron covariables de los componentes de rendimiento (P<0.8575 y P<0.4387). Sobre el número de plantas muertas, hubo efecto significativo del híbrido (P<0.0008), no así del fungicida (P<0.6499). La pérdida de plantas a causa de *Diaporthe helianthi*, significó una reducción del rendimiento equivalente a 430 Kg.ha⁻¹ en MG 40 CL y 86 Kg.ha⁻¹ en MG 52.

El híbrido MG 40 CL c/fung. tuvo mayor número de capítulos. m^{-2} , sin embargo, contrariamente a lo esperado alcanzó más granos.capítulo $^{-1}$ y NGM^{-2} . El resto de los tratamientos, básicamente se diferenciaron en granos.capítulo $^{-1}$ y NGM^{-2} .

La siguiente figura describe la asociación entre granos.capítulo $^{-1}$ y capítulos. m^{-2} con el número de granos. m^{-2} .

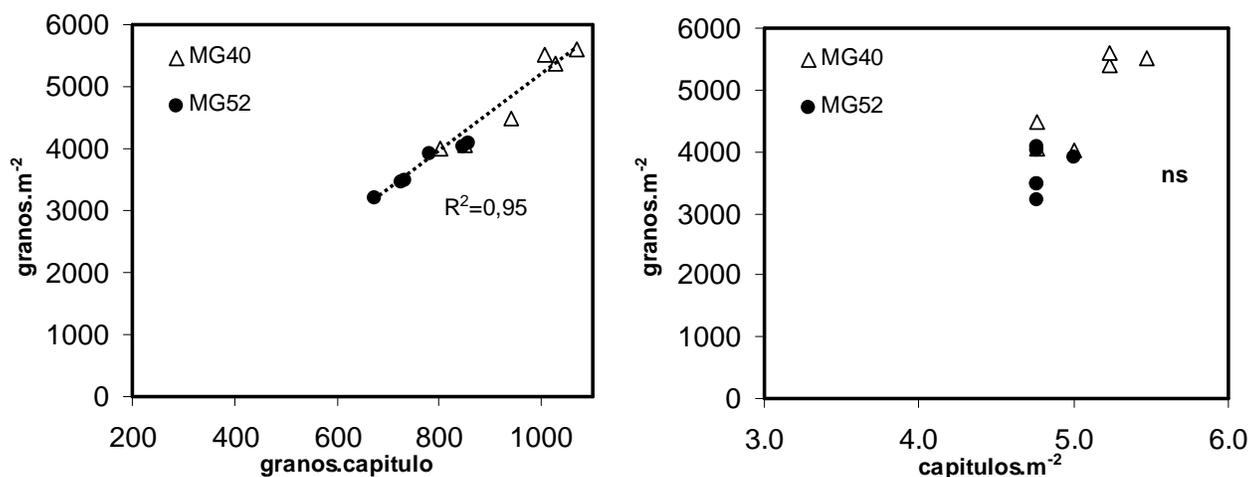


Figura 22. Número de granos. m^{-2} (NGM^{-2}) en función de granos.capítulo $^{-1}$ y capítulos. m^{-2} (ns: no significativo).

Para ambos híbridos, se observó relación significativa entre NGM^{-2} y granos.capítulo $^{-1}$ ($R^2=0.95$). Por el contrario, no se detectó relación en cuanto a granos. m^{-2} y capítulos. m^{-2} (Figura 22).

Como ya fuera mencionado con anterioridad, el número de granos por unidad de superficie es el principal determinante del rendimiento en girasol, en la Figura 23 se observa la relación alcanzada entre ambos.

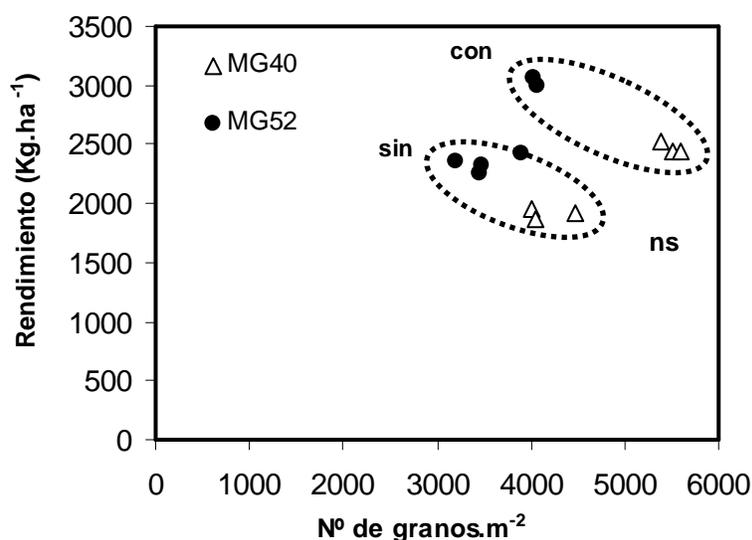


Figura 23. Rendimiento en grano en función del NGM^2 , para cada híbrido (ns: no significativo).

En cuanto al número de granos por metro cuadrado (NGM^2), se encontró efecto del híbrido ($P < 0.0001$), el fungicida ($P < 0.0001$) y su interacción ($P < 0.0063$). Sin embargo, no mostró relación estadísticamente significativa con el rendimiento (Figura 23).

Si examinamos la diferencia de NGM^2 frente a la aplicación de fungicida, la respuesta fue de $1317 \text{ granos.m}^{-2}$ en MG 40 CL y de $621 \text{ granos.m}^{-2}$ en MG 52, ambos frente a su par sin fungicida. Más allá del valor absoluto de la respuesta de cada material, frente a una sola aplicación de fungicida, se logró que los híbridos tratados incrementaran su NGM^2 .

Sobre el peso de grano, se encontraron diferencias debidas al híbrido ($P < 0.0001$), no así por el fungicida ($P < 0.8620$). En la Figura 24, se presenta la relación entre el PG y rendimiento; la cual no mostró asociación ($R^2 = 0.3895$).

El peso alcanzado por MG 52 (Cuadro 5), se encuentra entorno a los valores obtenidos por Ceretta y Stewart (2006a) (69.91 y 67.73), para los tratamientos con y sin fungicida respectivamente. No teniendo valores para comparar al MG 40 CL o MG2.

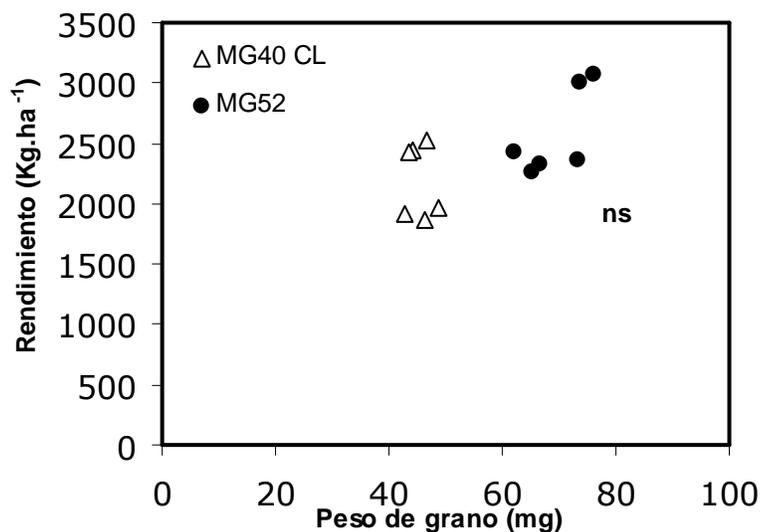


Figura 24. Relación entre el rendimiento y el PG para cada híbrido (ns: no significativo).

La reducción en el peso de grano (PG) puede deberse al corto período de llenado de grano en el MG 40 CL, visto anteriormente (Figura 7); o por el hecho de una menor tasa de crecimiento (TC) en este período. Esto se discutirá en mayor profundidad más adelante.

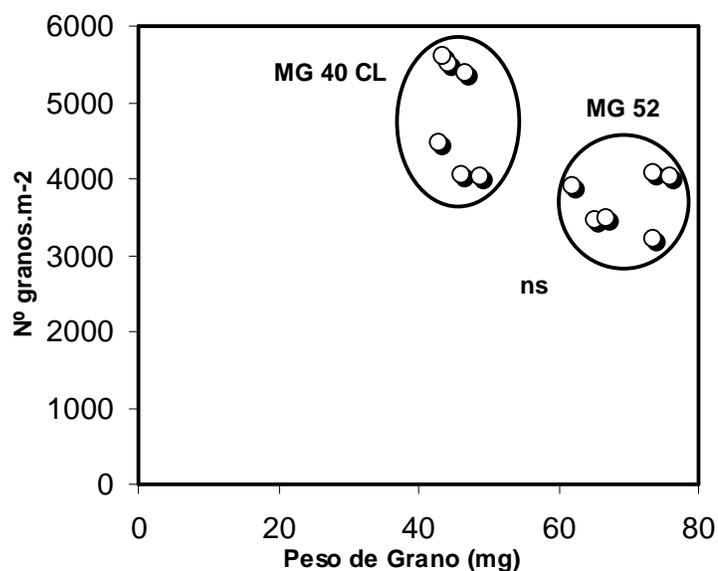


Figura 25. Relación entre NGM^{-2} y PG (ns: no significativo).

De la misma forma que se realizaran las asociaciones entre rendimiento respecto a NGM² y PG; se efectuó el análisis de relación entre NGM² y PG, el cual resulto no significativo ($R^2=0.5106$) (Figura 25).

4.6.3 Producción de aceite

Acerca del contenido de aceite o materia grasa, los resultados se detallan en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Componentes del rendimiento de aceite.

Componentes	MG 40 CL		MG 52	
	c/fung	s/fung	c/fung	s/fung
Rendimiento grano (Kg.ha ⁻¹)	2466 ab	1916 c	2828 a	2313 bc
Aceite (%)	37 b	38 b	47 a	48 a
Rendimiento Aceite (Kg.ha ⁻¹)	910 c	723 d	1330 a	1105 b

Letras distintas indican diferencias significativas, $P<0,05$.

El análisis estadístico para porcentaje de aceite, determinó un efecto del híbrido significativo ($P<0.0001$), no así del fungicida ($P<0.8609$). Esto coincide con los resultados de Ceretta y Stewart (2006a) en Mercedes, Ceretta et al.¹ en Ombúes De Lavalle, Vilaró y Stewart³ en Paysandú.

De la caracterización de cultivares a nivel nacional, mencionada en la sección 3 "materiales y métodos", se tomaron los porcentajes de aceite para cada híbrido. El híbrido MG 52 presentó 47.65% de aceite promedio (rango= 45 - 51 y CV= 4 %), mientras que MG 40 CL 45.31% (rango= 35 - 51 y CV= 12 %). Los resultados obtenidos para MG 52 no se alejaron de su valor promedio, sin embargo, los valores alcanzados por MG 40 CL están 7 - 8 puntos de aceite por debajo.

Los porcentajes de aceite tomados de referencia para Uruguay, fueron obtenidos en presencia de *Diaporthe helianthi*. Para aislar este efecto, se compararon los resultados con los alcanzados en Argentina (Cuadro 11), donde si bien la enfermedad está identificada y considerada potencialmente grave, no causa los daños registrados en Uruguay.

³ VILARÓ NIETO, D .; STEWART S. 2007. Comportamiento de híbridos de girasol frente a cancro del tallo causado por *Phomopsis helianthi*. Convenio COPAGRAM/INIA. 14 p. (sin publicar)

Cuadro 11. Porcentaje de aceite para MG 2 (MG 40 CL) y MG 52 en la provincia de Entre Ríos (Argentina).

	Híbrido	Lugar de Evaluación				
		Villaguay	Paraná	Gualedguay	Gob. Solá	Gualedguaychú
2004/05	MG 2	49,2	49,4	50,2	49,3	49,1
	MG 52	50,8	49,4	50,2	50,3	50,2
2005/06	MG 2	s/d	48,2	51,3	s/d	49,6
	MG52	s/d	46,1	51,8	s/d	46,6

Fuente: Quiroz y Quillehauguy (2006).

Los dos híbridos, tienen porcentajes de aceite inferiores a los señalados en la evaluación de cultivares en Argentina (Cuadro 10 Vs. Cuadro 11). Las diferencias oscilaron en 1–2 puntos para MG 52; mientras que MG 2 (o MG 40 CL) está 12 puntos por debajo (24%), esto coincide con lo mencionado por Masirevic y Gulya (1992). Las disminuciones en el porcentaje de aceite registradas en el ensayo, podrían por lo tanto ser el resultado del daño de *Diaporthe helianthi*.

La siguiente figura describe el rendimiento de aceite. ha^{-1} según el tratamiento efectuado.

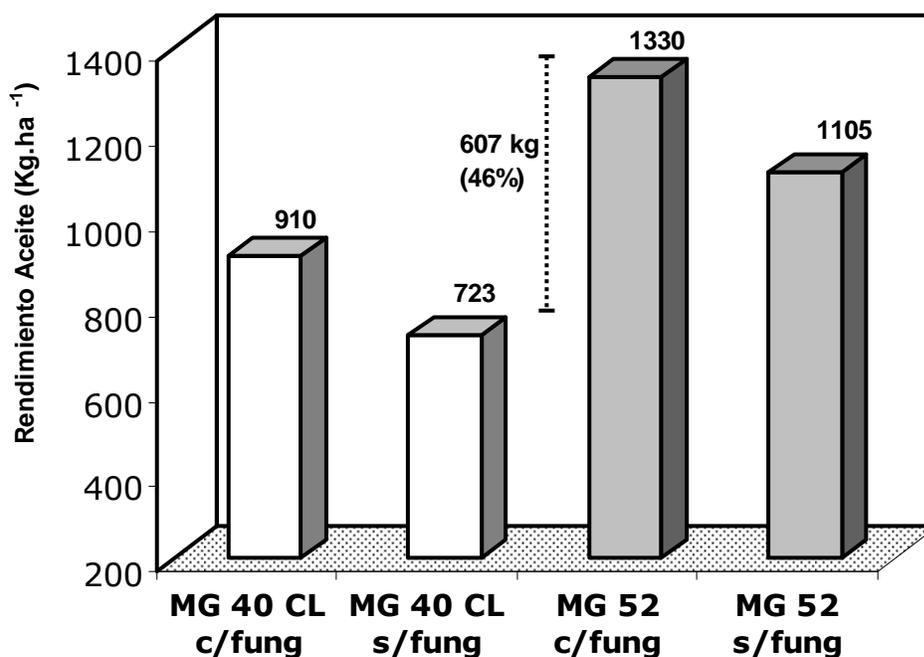


Figura 26. Rendimiento de aceite según tratamiento.

Si consideramos la producción de girasol respecto al rendimiento en aceite (Kg de grano * % aceite), éste muestra que tanto el híbrido ($P < 0.0001$), como el tratamiento ($P < 0.0010$) alcanzaron diferencias significativas, no así la interacción ($P < 0.6588$). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Ceretta y Stewart (2006a).¹

Al igual que como se hacía mención anteriormente con el impacto alcanzado en cuanto al rendimiento en grano; el cambio observado respecto a producción de aceite es muy claro. Previo a la aparición de cancro del tallo, el híbrido MG 40 CL poseía una producción de aceite considerable, sin embargo en presencia de éste alcanza rendimientos marginales. Pese a ser un año extremo en cuanto a condiciones ambientales (700 mm, elevado número de liberación de ascosporas y rastrojo de girasol como antecesor), el "cambio tecnológico" por el uso del híbrido resistente y la aplicación de fungicida fue de 46% (607 Kg aceite.ha⁻¹).

4.7 DISCUSIÓN CONJUNTA DE LOS RESULTADOS

Los resultados mostrados anteriormente, indicaban que dentro de cada híbrido, aquellos tratados alcanzaron mayor NGM². Según Vega et al. (1997) este componente del rendimiento, está directamente asociado con la TC por planta alrededor del periodo de floración. En base a esto se presenta el Cuadro 12.

Cuadro 12. Tasas de crecimiento (TC) para dos subperíodos de la etapa reproductiva y DAF.

	Estado	MG40 CL		MG 52		CV (%)	Tukey
		c/fung	s/fung	c/fung	s/fung		
TC (KgMS.ha ⁻¹)	R1 - R5.5	173 a	164 a	100 b	127 ab	12,83	47,28
	R5.5 - MF	83 a	50 a	124 a	97 a	49,66	114,84
DAF (%)	R5.5	96 a	99 a	98 a	95 a	2,20	2,83
	R6-R7	74 bc	71 c	89 a	85 ab	5,35	5,65

Letras distintas indican diferencias significativas, $P < 0,05$.

Para el período comprendido entre los estados R1 a R5.5, la TC tuvo efecto significativo solo para el híbrido ($P < 0.0007$). Mientras que de R5.5 a MF no se encontró ningún efecto; el elevado CV no permitió detectar diferencias.

En contraposición a lo mencionado párrafos anteriores por diversos autores, el número de granos no estuvo asociado a la TC en ninguno de los períodos evaluados ($R^2 = 0.3348$ para R1 – R5.5 y $R^2 = 0.0154$ para R5.5 – MF). En próximas evaluaciones fisiológicas, debería determinarse la TC a intervalos más cortos, de forma de tener más puntos en donde evaluar cambios en la TC.

La duración del área foliar (DAF) en R6-R7, mostró estar asociado con la TC durante el estado R5.5-R9, para MG 40 CL; comprendiendo dentro de éste periodo la fase de concreción y llenado de granos (Figura 27). Si bien estadísticamente no fue significativo, MG 40 CL c/fung. obtuvo una mayor TC que su par no tratado; no encontrándose asociación con el rendimiento, como se podría haber esperado. MG 52 por su parte, no mostró asociación con la TC y rendimiento.

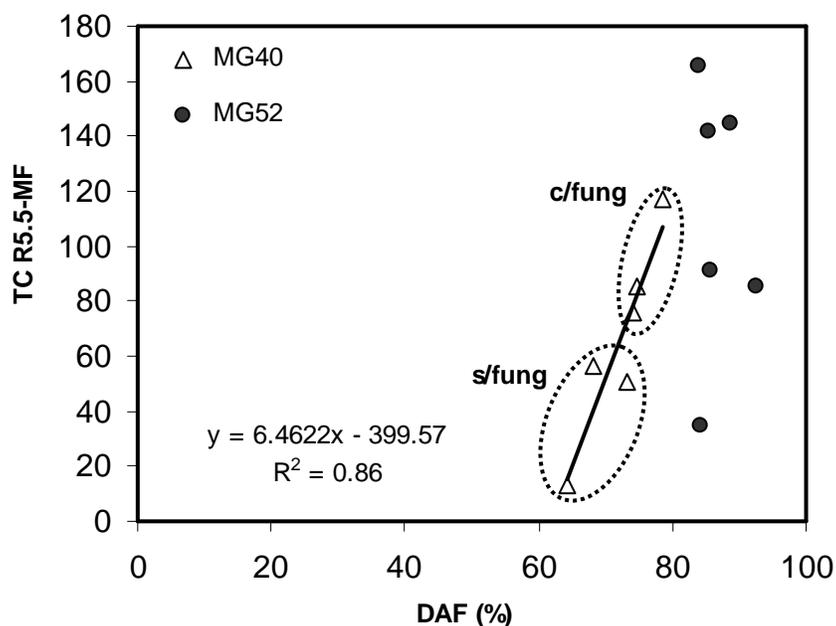


Figura 27. Asociación entre el porcentaje de DAF en R6-R7 y la tasa de crecimiento (TC) en R5.5-R9.

Para ambos híbridos la TC no estuvo asociada al PG ($R^2=0.0651$ MG 40 CL y $R^2=0.0011$ MG 52). Es decir, la TC no explica las diferencias entre uno y otro híbrido en cuanto a peso de grano; por lo tanto la diferencia corresponde al NGM^{-2} .

Como la DAF esta directamente asociada al rendimiento, se analizó la severidad de cancro del tallo (escala de 0-5, Stewart et al., 2004) y la DAF durante el llenado de grano; la Figura 28a muestra la relación significativa ($P < 0.001$, $R^2 = 0.81$) entre ambas variables, en todo el material estudiado. Al abrir la función por híbrdo, observamos una clara disociación, que concuerda con la susceptibilidad de cada material (Figura 28b), no ajustándose ninguna función de regresión.

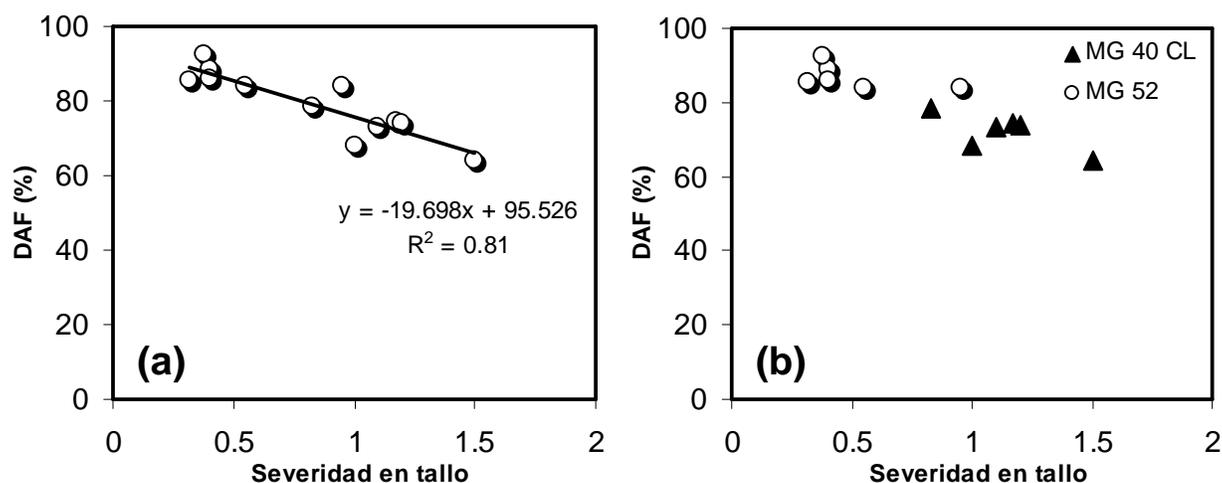


Figura 28. Asociación entre severidad en tallo y duración del área foliar (DAF), para el estado R6-R7.

La severidad esta asociada con el rendimiento, según lo reportado por Debaeke et al. (2003a) a nivel internacional y los trabajos de Stewart et al. (2006), Fassio et al. (2007) para Uruguay. En nuestro experimento, la pérdida de producción no se relacionó ($R^2 = 0.3561$ y $R^2 = 0.3165$, MG 40 CL y MG 52 respectivamente) con la severidad de los ataques de los tallos al estado R6-R7. Así mismo no se observó relación significativa para incidencia en hoja, incidencia en tallo y severidad en hoja, con rendimiento en grano ($R^2 = 0.001$, $R^2 = 0.26$, $R^2 = 0.44$, respectivamente) para el mismo estado analizado.

En general, el mayor nivel de severidad de cancro del tallo se relacionó con menor porcentaje de DAF. Si bien no se observó una significación estadística para el MG 40 CL, esta menor área verde se transformó en una disminución en la TC entre floración y llenado de grano (Figura 27); no ocurriendo lo mismo en el MG 52.

La producción de aceite no pudo ser explicada en base a los niveles de enfermedad, tales como severidad e incidencia en hoja o en tallo y sus respectivos CI. Debido a que ninguna de éstas variables mostraron asociación significativa con el rendimiento de aceite.

En los componentes del rendimiento, el híbrido tuvo efecto sobre el NGM^{-2} , el PMG y su % aceite; el fungicida solo tuvo efecto sobre el NGM^2 . Los resultados aquí presentados, en base a las determinaciones llevadas adelante durante el experimento y posterior procesamiento, no consiguieron explicar el efecto sobre el NGM^{-2} ; quien fue la variable en la determinación del rendimiento alcanzado.

El fungicida logro disminuir el nivel y enlentecer el avance de la enfermedad, si bien el efecto mayor como ya era conocido lo tuvo el híbrido. Estas variables generaron una diferencia a favor de aquellos tratados (c/fung.), la cual pudo haber afectado diferencialmente la TC, conduciendo a las diferencias observadas en NGM^{-2} , de todos modos estas pequeñas diferencias no lograron ser debidamente determinadas.

Por ultimo, cabe hacer algunas puntualizaciones:

El verano 2006/07 se caracterizo por haber generado todas las condiciones naturales predisponentes para el desarrollo de *Diaporthe helianthi*, provocando una fuerte presión de inoculo, en donde el hongo encontró un ambiente propicio para su progreso, resintiendo los rendimientos. Sin embargo, se alcanzo un 32% de respuesta en grano y 46% en aceite, comparando un híbrido susceptible sin fungicida frente a uno resistente con fungicida. Frente a valores altos de enfermedad, la respuesta vegetal fue significativa y desde el punto de vista tecnológico, el híbrido resistente con fungicida da resultado.

Desde el punto de vista de la epifitia, los síntomas se observaron a los 69 dps (R5.1) y a 27 días de la alerta de liberación de ascosporas, lo cual coincide con los antecedentes. En R2-R3 no hay síntoma alguno de la epifitia, en R7 el cultivo presenta alto nivel de daño. Esto significa que el momento en el cual debió realizarse la evaluación del daño, fue desde el entorno de floración (R5.5) a inicio de llenado de grano (R6).

En cuanto a los valores epidemiológicos, el que aparentemente es menos discriminatorio del comportamiento diferencial entre híbridos, es severidad en tallo; porque se obtuvo niveles altos de aparición de enfermedad asociados a

niveles bajos de severidad en tallo. Las variaciones de incidencia y severidad en hoja e incidencia en tallo fueron más discriminantes de los niveles de enfermedad. Por lo tanto, se debería combinar factores en hoja y tallo que puedan diferenciar el comportamiento entre híbridos.

El coeficiente de infección (CI) en tallo alcanzado por cada híbrido, condice con un nivel bajo de enfermedad, de acuerdo a los niveles propuestos por INIA (Fassio et al., 2007). El CI_t discrimino bien las diferencias entre los híbridos, aunque los niveles (bajo, medio y alto) asignados a cada valor no reflejan la respuesta vegetal, debido a que con un nivel de enfermedad "bajo" (0-1) se esperaría que los híbridos respondan de la misma forma. Los resultados muestran que con un $CI_t = 0.71$ se obtuvieron 723 Kg aceite.ha⁻¹, mientras que con un $CI_t = 0.03$ se alcanzaron 1330 Kg aceite.ha⁻¹.

En un escenario donde se podría haber esperado perder el cultivo a causa de la enfermedad, la combinación híbrido resistente y fungicida resultaron ser eficientes, aun en un ambiente con condiciones extremas.

5. CONCLUSIONES

El cancro del tallo no afectó la producción de MS dentro de cada híbrido.

Hubo una reducción del ciclo en MG 40 CL, esta reducción se dio entre R5.5 y MF, es decir llenado de grano. La duración de esta etapa fue de 28 y 54 días para MG 40 CL y MG 52 respectivamente.

El híbrido más susceptible (MG 40 CL), redujo su DAF pudiendo ser este el factor que actuó acortando su ciclo.

No se encontró asociación entre el rendimiento y el IAF; éste superó el IAF "cítico" (IAF=3), no siendo limitante alguna para alcanzar altos potenciales de producción.

En un año con condiciones favorables para el desarrollo del hongo (700 mm durante el ciclo y 12 eventos de liberación de ascosporas con nivel de riesgo de infección); no existió impedimento alguno para lograr bajos niveles de severidad y rendimientos aceptables, con el uso de híbridos de buen comportamiento frente a la enfermedad y uso de fungicida con estrobirulinas.

De acuerdo con lo anterior, recurrir a híbridos resistentes y su protección con fungicida se constituye como el "cambio tecnológico" que permite seguir desarrollando el cultivo de girasol.

El monitoreo de la incidencia de *Diaporthe helianthi* de acuerdo a la localización en la planta, contribuye a determinar la resistencia observada en hoja y tallo, de manera de caracterizar los híbridos.

Teniendo en cuenta que el ensayo se llevó a cabo con una sola aplicación de fungicida (estado R1), y que la misma no fue capaz de mantener el cultivo sano durante todo el ciclo del cultivo, aun así, la respuesta en rendimiento tanto en grano como en aceite fue significativa.

Aplicar fungicida a un híbrido con mal comportamiento a *Diaporthe helianthi*, no logra obtener los rendimientos alcanzados por un híbrido resistente y con fungicida.

Cuando la aplicación del fungicida se efectúa en R1, éste ayuda a disminuir los niveles de incidencia de la epifitía desde éste momento hasta inicios de R6; sin embargo el híbrido es significativo durante todo el ciclo del cultivo.

Para detectar diferencias entre híbridos, es mejor recurrir a la incidencia en planta o tallo y a la severidad en hojas; ya que la severidad medida en tallo tiene un rango de variación bajo. Deberían combinarse factores en hoja y tallo que puedan diferenciar el comportamiento entre híbridos.

El momento en el cual debe realizarse la evaluación del daño para los híbridos, es desde el entorno de floración (R5.5) a inicio de llenado de grano (R6), considerando que en R2-R3 no hay síntoma alguno de la epifitía y en R7 el cultivo presenta alto nivel de daño.

6. RESUMEN

En Uruguay el girasol fue tradicionalmente la oleaginosa más sembrada, la reciente aparición (2002/2003) de *Diaporthe helianthi*, una enfermedad nueva para Uruguay y de la cual no se tenían antecedentes, provocó pérdidas en la producción y una fuerte reducción en el área de siembra. Dos híbridos de girasol de comportamiento contrastante al cancro del tallo fueron evaluados, MG 40 CL (susceptible) y MG 52 (resistente) en dos situaciones de manejo: sin aplicación de fungicida y con aplicación de fungicida, ambos en condiciones naturales de infección. El ensayo se desarrolló en el verano 2006/2007 en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni, de la Facultad de Agronomía en el departamento de Paysandú – Uruguay. En este período existieron condiciones favorables para el desarrollo del hongo, 700 mm durante el ciclo del cultivo, 12 eventos de liberación de ascosporas y la siembra del cultivo sobre rastrojo de girasol. El trabajo se evaluó en base a mediciones de biomasa aérea producida, IAF, lectura de la enfermedad y su desarrollo, duración del área foliar, incidencia y severidad (medida tanto en hoja como en tallo), rendimiento de grano, peso de grano (PG), porcentaje y rendimiento de aceite. El cancro del tallo no afectó la producción de MS. A su vez los fungicidas no estuvieron asociados a cambios en la producción de biomasa y la principal diferencia encontrada fue en la comparación de híbridos, ya que se afectó de manera diferencial la duración del llenado de grano entre cada uno de ellos (MG 40 CL: 28 días y MG 52: 54 días). El IAF no presentó reducciones significativas, alcanzó un nivel no limitante para la concreción de rendimiento. La severidad de la enfermedad medida en el cultivo, a nivel de hoja y tallo, no mostró correlación alguna con los rendimientos obtenidos, reseña que no coincide con otras citas que sí encuentran asociación entre estas variables. El análisis de varianza para rendimiento, indica que tanto el efecto de la aplicación del fungicida ($P < 0,0010$), así como el efecto híbrido ($P < 0,0070$) fueron significativos, la respuesta en rendimiento a la aplicación de fungicida fue de aproximadamente $500 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. El fungicida no tuvo efecto en el PG ni en el porcentaje de aceite. El NGM^2 principal componente del rendimiento, fue afectado por la enfermedad, sobre ésta variable el fungicida tuvo efecto ($P < 0,0001$), al igual que para la interacción híbrido*fungicida ($P < 0,0063$). Las medidas de manejo que produjeron impacto en el rendimiento, fueron la elección del híbrido y el tratamiento con fungicida preventivo. Herramientas tales como los sistemas de alerta que justifiquen la aplicación de fungicida; conocer la resistencia diferencial a nivel de los tejidos de hoja y tallo, y la continua evaluación de los materiales bajo diferentes presiones de enfermedad, parecerían ser acciones a seguir como instrumentos de manejo frente a la enfermedad.

Palabras clave: *Diaporthe helianthi*; *Phomopsis helianthi*; Cancro del tallo;
Helianthus annuus; Girasol.

7. SUMMARY

In Uruguay the sunflower was traditionally the oilseeds more planted, the recent emergente (2002/2003) of the *Diaporthe helianthi*, a new disease for Uruguay which have not any background, caused lost in the productions and a strong reduction in the planting area. Two hybrids from sunflower of behavioral contrasting from the stem canker stem were evaluated, MG 40 CL (sensitive) and MG 52 (resistant) in two situations of manage: without application of fungicide and another with application of fungicide, both in natural conditions of infection. The test was developed in summer 2006/2007 in the Experimental Station Dr. Mario A. Cassinoni, from the Agronomy University in Paysandú – Uruguay. In this period there were favourable conditions for the development of the fungus, 700 mm during the crop cycle, 12 events of realising of ascospores and sowing of the crop in no tillage system on a site with infected stover of sunflower. The work was evaluated based on measurements of above ground biomass produced, leaf area index (LAI), disease incidence and severity (measured in both leaf and stem in 6 times), grain yield, grain weight, percentage and oil yield. The stem canker did not affect the biomass production. Fungicides were not associated with changes in biomass production and the principal difference found was in the compare of the hybrids, as it affects the length of grain filling between them (MG 40 CL: 28 días y MG 52: 54 días). LAI did not present significant reductions, reached a level not limiting for the achievement of high yields. The severity of the disease both in leaf and stem, showed no correlation whatsoever with the yields obtained, review that does not coincide with other events that it found association between these variables. The analysis of variance, showed that fungicide application ($p < 0,0010$), and hybrid effect ($p < 0,0070$) were significant, yield response was 500 Kg.ha^{-1} . The fungicide had no effect on the grain weight neither in the percentage of oil. The grain number, principal component of the performance, was affected by the disease, this variable on the fungicide took effect ($p < 0.0001$), as well as for interaction hybrid fungicide ($p < 0.0063$). The management measures that produced impact on performance were the choice of hybrid and treatment with preventive fungicide. Tools such as warning systems to justify the application of a fungicide; knowing the differential resistance at the leaf and stem tissues, and continuous evaluation of materials under different pressures of illness, would seem to follow actions as management tools against disease.

Keywords: *Diaporthe helianthi*; *Phomopsis helianthi*; Stem canker; *Helianthus annuus*, Sunflower.

8. **BIBLIOGRAFIA**

1. AGRIOS, G. 1995. Fitopatología. 2ª. ed. México, D.F., Noriega. 837 p.
2. AGUIRREZÁBAL, L.A.N.; ORIOLI, G.A.; HERNANDEZ, L.F.; PEREYRA, V.R.; MIRAVÉ, J.P. 2001. Girasol; aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento. (en línea). Buenos Aires, Unidad Integrada Balcarce. Consultado 25 jul. 2007. Disponible en http://www.inta.gov.ar/balcarce/actividad/divulga/sincargo/alta_girasol.htm
3. ANDRADE, F.; SADRAS, V. 2000. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana. 443 p.
4. _____.; AGUIRREZÁBAL, L.A.N.; RIZZALLI, R.H. 2005. Determinación del rendimiento en girasol y soja. (en línea). Balcarce, Buenos Aires, INTA. Consultado 9 dic. 2007. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/oleaginosa/sojaygira02.pdf>
5. BATTILANI, P.; ROSSI, V.; GIROMETTA, B.; DELOS, M.; ROUZET, J.; ANDRÉ, N.; ESPOSITO, S. 2003. Estimating the potential development of *Diaporthe helianthi* epidemics in Italy. Bulletin OEPP/EPPO. 33: 427-431.
6. CANTAGALLO, J. E.; CHIMENTI, C.A.; HALL, A. J. 1997. Number of seeds per unit area in sunflower correlates well with a photothermal quotient. Crop Science. 37(6): 1780–1786.

7. CANTORE, M.; DE LA VEGA, A.; LOPEZ PEREIRA, M.; TRAPANI, N. 2002. Analisis fisiológico de híbridos de girasol contrastantes para el caracter "stay green" I. Efectos sobre el area foliar y la resistencia al quebrado del tallo. *In*: Reunión Latinomamericana de Fisiología Vegetal (11a.), Reunión Argentina de Fisiología Vegetal (24a.), Congreso Uruguayo de Fisiología Vegetal (1º., 2002, Punta del Este-Uruguay). Actas. Resúmenes de conferencias, simposios y trabajos presentados. Córdoba, Argentina, Ediciones del Copista. p. 61.
8. CASSANELLO, M.E. 2001. Control cultural. Montevideo, Facultad de Agronomía. 20 p.
9. CERETTA, S. 2004. Evaluación de cultivares de girasol evaluados en la zafra 2004-2005. (en línea). Montevideo, INIA. Consultado 15 ene. 2008. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/gir/gir04.htm
10. _____.; STEWART, S. 2005a. Comportamiento de híbridos de girasol frente a cancro del tallo causado por *Phomopsis helianthi* (Convenio AUSID-CALMER-INIA). *In*: Jornada Técnica de Cultivos de Verano (2005, Montevideo). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 61–71 (Actividades de Difusión no. 417).
11. _____. 2005b. Evaluación de cultivares de girasol evaluados en la zafra 2005-2006. (en línea). Montevideo, INIA. Consultado 15 ene. 2008. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/gir/gir05.htm
12. _____.; _____. 2006a. Comportamiento de híbridos de girasol frente a cancro del tallo causado por *Phomopsis helianthi*, 2005/06. Montevideo, INIA. pp.15-30 (Actividades de Difusión no. 467).

13. _____. 2006b. Evaluación de cultivares de girasol evaluados en la zafra 2005-2006. (en línea). Montevideo, INIA. Consultado 15 ene. 2008. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/gir/gir05.htm
14. DEBAEKE, P.; CABELGUENNE, M.; HILAIRE, A.; RAFFAILLAC, D. 1998. Crop management systems for rainfed and irrigated sunflower (*Helianthus annuus*) in south-western France. *Journal of Agricultural Science*. 131: 171-185.
15. _____.; ESTRAGNAT, A.; REAU, R. 2003a. Influence of crop management on sunflower stem canker (*Diaporthe helianthi*). *Agronomie*. 23: 581-592.
16. _____.; _____. 2003b. A simple model to interpret the effects of sunflower crop management on the occurrence and severity of a major fungal disease; *Phomopsis* stem canker. *Field Crops Reserch*. 83: 139–155.
17. DEGENER, J.; MELCHINGER, A.E.; HAHN, V. 1999. Resistance in the leaf and stem of sunflower after infection with two isolates of *Phomopsis*. *Plant Breeding*. 118: 405–410.
18. DEGLÉNE, L.; ALIBERTA, G.; LESIGNE, P.; TOURVIEILLE DE LABROUHE T.; SARRA, A. 1999. Inheritance of resistance to stem canker (*Phomopsis helianthi*) in sunflower. *Plant Pathology*. 48: 559–563.
19. DÍAZ-ZORITA, M.; DUARTE, G.A.; PLANTE, E. 2003. El cultivo de girasol. (en línea). Buenos Aires, ASAGIR. Consultado 16 feb. 2008. Disponible en http://www.asagir.org.ar/Publicaciones/cuadernillo_web.pdf

20. ERNST, O; VILLALBA, J; CASTIGLIONI, E; PEREZ, C. 2004. Modelos de producción en la Republica Oriental del Uruguay. In: Duarte, G.; Díaz-Zorita, M. eds. El cultivo del girasol en siembra directa. Buenos Aires, SEMA. cap. 19, pp. 199-208.
21. ESCALANTE ESTRADA, J. A. 1999. Área foliar, senescencia y rendimiento del girasol de humedad residual en función del nitrógeno. (en línea). México, Terra Latinoamericana. Consultado 21 ene. 2008. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/573/57317208.pdf>
22. FÁLICO DE ALCARAZ, L.; VISÍNTIN, G.; GARCIA, B.; CÁCERES, C. 1996a. La Asociación de *Phoma oleracea* var. *Helianthi tuberosi* y *Phomopsis helianthi* en lesiones de tallos en girasol. Revista Oleaginosos. 5 (15): 29-36.
23. _____.; _____.; _____.; _____. 1996b. La diversidad de *Phomopsis spp.* aislados de girasol en la Argentina. Revista Oleaginosos. 5 (15): 17-27.
24. _____.; _____.; _____. 1997. Las manchas de *Phomopsis spp.* en tallos de girasol. Paraná, Entre Ríos, Universidad Nacional de Entre Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cátedra de Fitopatología. 19 p.
25. _____.; ALCARAZ FÁLICO, M.E.; VISINTÍN. G.; GARCÍA, B. 2003. Relación entre las condiciones climáticas, aparición de síntomas e incidencia del cancro del tallo del girasol (*Diaporthe helianthi*). Ciencia, Docencia y Tecnología. 27: 167-177.
26. FASSIO, A.; TOJO, C.; SAWCHIK, J. 1997. Girasol; algunos factores para el logro de un mejor cultivo. Montevideo, INIA. 64 p. (Serie Técnica no. 92).

27. _____.; RODRIGUEZ, M.; PEREYRA, S.; STEWART, S. 2007. Avances en *Phomopsis* en Girasol. (en línea). Montevideo, INIA. Consultado 20 dic. 2007. Disponible en http://www.inia.org.uy/estaciones/la_estanzuela/actividades/documentos/informe_phomopsis.pdf
28. FOURNIER, R. 2007. Lutte contre le *Phomopsis*. (en línea). París, Maisadour Semences. Consultado 25 oct. 2007. Disponible en <http://www.maisadour-semences.com/phomopsis.htm>
29. GAMBA, F.; FERRAZZINI, H.; BENTANCOUR, O. 2006. La *Phomopsis* del girasol; ¿que se puede recomendar hoy?. Cangüé. no. 28: 21–24.
30. GIMÉNEZ, A.; FUREST, J.; CASTAÑO, J.P.; OLIVERA, L.; STEWART, S. 2006. Cancro del tallo del girasol. Estudio de frecuencia de condiciones climáticas consideradas como favorables para la liberación e infección del hongo causal de la *Phomopsis*. INIA-GRAS. (en línea). Montevideo, INIA. Consultado 25 nov. 2007. Disponible en http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/ambiente/dol_84.pdf
31. GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY (GBIF). s.f. Scientific names. (en línea). Consultado 12 oct. 2007. Disponible en <http://data.gbif.org/species/14362252>
32. HELLER, A; GIERTH, K. 2001. Cytological observations of the infection process by *Phomopsis helianthi* (Munt.-Cvet) in leaves of sunflower. Journal of Phytopathology. 149: 347–357.
33. INIA. s.f. *Phomopsis*. (en línea). Montevideo. Consultado 18 dic. 2007. Disponible en <http://www.alertaphomopsis.com.uy/>

34. JOCIĆ, S.; LAČOK, N.; MIKLIĆ, V.; ŠKORIĆ, D.; GRIVEAU, Y. 2004. Testing two isolates of *Diaporthe/Phomopsis helianthi* in a population of sunflower recombinant inbred lines. *Helia*. 27(41): 129–136.
35. KUFNER, E.G. 1987. Las enfermedades más importantes del girasol y posibilidades de su control. *Reportes agrícolas BASF*. 4: 3–12.
36. LESOVOI, M.P.; PARFENYUK, A.I.; SKRIPNIK, N.V.; MARCHENKO, O.A. 1998. Establishing of a collection of neotypes with sunflower resistance to *Phomopsis helianthi*. *Overseas publishers association. Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 31(6): 555–560.
37. McCULLAGH, P.; NELDER, J.A. 1989. *Generalized linear models*. 2nd. ed. London, Chapman and Hall. 511 p.
38. MARTINO, D. 1994. Algunos factores de manejo. In: Giménez, A.; Restaino, E. *Girasol y soja. Algunos aspectos tecnológicos de producción para el litoral oeste de Uruguay*. Convenio INIA/Cámara de Aceites Comestibles/Facultad de Agronomía. Montevideo, INIA. pp. 3 -14 (Boletín de Divulgación no. 47).
39. MOLFINO, J.; CALIFRA, A. 2001. *Agua disponible de las tierras del Uruguay, segunda aproximación*. Montevideo, MGAP. DSA. DGRNR. 12 p.
40. MUNTANOLA-CVETKOVIC M.; MIHALJCEVIC M.; PETROV M. 1981. On the identity of the causative agent of a serious *Phomopsis-Diaporthe* disease in sunflower plants. *Nova Hedwigia*. 34: 417–435.

41. QUIROZ, F.; QUILLEHAUGUY, V. 2006. Red Nacional de evaluación de cultivares comerciales de girasol. Informe final nacional. Ciclos 2004/2005 y 2005/2006. (en línea). Balcarce, INTA – ASAGIR. Consultado 26 mar. 2008. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/agric/oleag/ret/06/girasol.htm>
42. REGNAULT, Y. 1985. Premières observations sur le *Phomopsis* du tournesol. Bulletin Cetiom. 92 (2): 13–20.
43. SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. 1981. Description of sunflower growth stages. Crop Science. 21:901–903.
44. SEILER, G.J. 1992. Utilization of wild sunflower species for the improvement of cultivated sunflower. Field Crops Reserch. 30: 195-230.
45. STEWART, S.; ARRIVILLAGA, S.; CASTAÑO, J. P. 2004. Cancro del tallo en girasol. Jornada técnica de cultivos de verano. Montevideo, INIA. pp. 11–15 (Actividades de Difusión no. 371).
46. _____. 2005a. Evaluación de fungicidas para el control de cancro de tallo de girasol. *In*: Jornada Técnica de Cultivos de Verano (2005, Montevideo). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 37-39 (Actividades de Difusión no. 417).
47. _____. 2005b. La *Phomopsis* o cancro del tallo del girasol. Revista INIA. 2: 20–22.
48. _____. 2005c. Uso de la alerta para *Phomopsis*. Revista INIA. 5: 15–16.

49. _____.; CERETTA, S.; FASSIO, A. 2006. Consideraciones para el manejo sanitario del cultivo de soja y girasol. *In*: Jornada Técnica de Cultivos de Verano (2006, Montevideo). Memorias. pp. 15–19 (Actividades de Difusión no. 472).
50. TRAPANI, N.; LOPEZ PEREIRA, M.; SADRAS, V.; HALL, A. 2003. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en girasol. *In*: Satorre, E.; Benech, R.; Slafer, G.; de la Fuente, E.; Miralles, D.; Otegui, M.; Savin, R. eds. Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. cap. 10, pp. 203-241.
51. URUGUAY. MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. DIRECCION NACIONAL DE METEOROLOGIA. 2007. Aspectos generales del clima durante el invierno en el Uruguay. (en línea). Montevideo. Consultado 20 dic. 2007. Disponible en <http://www.meteorologia.com.uy/Invierno2007.pdf>
52. _____. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2007. Anuario estadístico agropecuario 2007. Montevideo. 190 p.
53. _____. _____. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay a escala 1:1.000.000. Montevideo. 96 p.
54. _____. _____. 2007. Encuesta agrícola "Invierno 2007". Montevideo. 43 p. (Serie Encuestas no. 253).
55. VEGA, C.R.C.; VALENTINUZ, O.R.; UHART, S.A.; ANDRADE., F.H. 1997. Numero de granos por planta en soja, girasol y maíz en función de la tasa de crecimiento por planta durante el periodo crítico de determinación del rendimiento. *In*: Congreso Nacional de Maíz (6º., 1997, Pergamino, Buenos Aires). Trabajos presentados. Pergamino, Bs. As., AIANBA. t. 2, pp. 27-34.

56. VILARÓ NIETO, D. 2007a. Caracterización de cultivares de girasol en su comportamiento frente a *Phomopsis helianthi*. In: Jornada Técnica de Cultivos de Verano (2007, Montevideo). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 55–58 (Actividades de Difusión no. 505).