

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

CONTROL QUIMICO DEL CANCRO DE GIRASOL, INDUCIDO POR
Phomopsis helianthi.

por

Fabrizio MARTINI PAULETTI
María Matilde NAUAR TEMPONI

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2008

Tesis aprobada por:

Directora: -----

Ing. Agr. Fernanda Gamba

Ing. Agr. Mónica Cadenazzi

Ing. Agr. M^a Emilia Cassanello

Ing. Agr. Domingo V. Luizzi

Ing. Agr. Alfredo Silbermann

Fecha: 12 de febrero de 2008.

Autores: -----

Fabricio Martini

Matilde Nauar

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias, amigos/as y compañeros/as que nos acompañaron y apoyaron durante esta etapa de formación.

A los funcionarios, ayudantes y docentes universitarios, que hicieron posible la realización de ésta tesina y a todos los que de alguna manera han colaborado para que la misma pueda llevarse adelante.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1 EL CULTIVO DE GIRASOL EN EL MUNDO Y EN EL URUGUAY.....	2
2.2 <i>Phomopsis helianthi</i>	5
2.2.1 <u>Importancia de <i>P. helianthi</i> a nivel mundial</u>	5
2.2.2 <u>Importancia de <i>P. helianthi</i> a nivel nacional</u>	6
2.3 DESCRIPCIÓN DE LA ENFERMEDAD.....	7
2.3.1 <u>Sintomatología de la enfermedad</u>	7
2.3.2 <u>Epidemiología y ciclo de la enfermedad</u>	8
2.3.2.1 Condiciones predisponentes.....	8
2.3.3 <u>Ciclo biológico de la enfermedad</u>	11
2.4 MANEJO DE LA ENFERMEDAD.....	12
2.4.1 <u>Cultivares resistentes</u>	13
2.4.1.1 Expresión de la resistencia genética a <i>P. helianthi</i>	16
2.4.2 <u>Control químico</u>	18
2.4.2.1 Tecnología de aplicación.....	23
2.4.3 <u>Sistema de alerta</u>	25
2.4.4 <u>Control cultural</u>	26
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	28
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO.....	28
3.1.1 <u>Antecedentes de la chacra</u>	28
3.1.2 <u>Siembra</u>	28

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO.....	28
3.2.1 <u>Tratamientos</u>	29
3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	29
3.4 DETERMINACIONES.....	29
3.4.1 <u>Condiciones ambientales</u>	29
3.4.2 <u>Calidad de aplicación</u>	29
3.4.3 <u>Variables sanitarias</u>	30
3.4.4 <u>Variables continuas medidas</u>	30
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	31
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	33
4.1 CARATERIZACIÓN CLIMATICA DE LA ZAFRA 2005/2006.....	33
4.1.1 <u>Precipitaciones</u>	33
4.1.2 <u>Régimen térmico</u>	33
4.2 RENDIMIENTO PROMEDIO DE GIRASOL.....	34
4.3 VARIABLES DE RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES.....	35
4.3.1 <u>Rendimiento, peso de mil granos y diámetro de capítulos</u>	35
4.3.2 <u>Rendimiento de capítulos</u>	39
4.4 VARIABLES SANITARIAS.....	41
4.4.1 <u>Sanidad en hojas</u>	41
4.4.2 <u>Evolución sanitaria en tallos</u>	44
4.4.3 <u>Evolución sanitaria en capítulos</u>	47
4.4.4 <u>Comportamiento sanitario en tallos y capítulos</u>	50
4.5 CALIDAD DE APLICACIÓN.....	53
5. <u>CONCLUSIONES</u>	55
6. <u>RESUMEN</u>	57
7. <u>SUMMARY</u>	58

8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	59
9. <u>ANEXOS</u>	63

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Índice de <i>P. helianthi</i> en tallo durante el estado reproductivo para dos zafros consecutivos según cultivares en la localidad de Young	15
2. Correlaciones fenotípicas en líneas endocriadas de girasol entre el largo de la hoja y tres características de resistencia a <i>P. helianthi</i> , medido luego de la infección artificial con una raza francesa en cuatro ambientes (sobre la diagonal), la raza yugoslava en dos ambientes (por debajo de la diagonal) y ambas razas de <i>P. helianthi</i> en dos ambientes comunes (la diagonal).....	16
3. Porcentaje de tallos totalmente afectados para los distintos tratamientos según día de aplicación respecto a la inoculación artificial; ensayos Drémil (31) 1993	19
4. Índice, severidad, incidencia y eficiencia de control de los distintos principios activos, al estado de R ₇	20
5. Índice y eficiencia de control del cancro del tallo de los distintos tratamientos químicos, según las etapas fenológicas en los que se efectuaron	21
6. Efecto de las aplicaciones de fungicida según momento en el rendimiento, peso de mil semillas y porcentaje de materia grasa en base seca	22
7. Análisis de Varianza (ANAVA) para las variables sanitarias evaluadas en los ensayos de Mate Amargo y La Sorpresa.....	22
8. ANAVA para los componentes del rendimiento y parámetros de calidad	23
9. Momento de aplicación y producto aplicado en cada tratamiento..	29

10. Formulación de contrastes ortogonales.....	31
11. Resultados de ANAVA y de test de Tukey para las variables rendimiento, peso de mil semillas y diámetro de los capítulos.....	36
12. Resumen contrastes ortogonales para las variables rendimiento y peso de mil granos (PMG).....	37
13. Rendimiento promedio en kg/ha según principio activo.....	38
14. Valores promedios de pesos de mil granos (g) para los tratamientos según el número de aplicación de Flusilazol + Carbendazim.....	39
15. Valores promedios de diámetro de capítulos (cm) y rendimiento (gramos/planta) según tratamientos.....	40
16. Probabilidad de encontrar hojas enfermas para cada uno de los tratamientos en los dos primeros momentos de evaluación (9 y 22 de marzo 2006).....	41
17. Probabilidades de encontrar hojas enfermas para cada uno de los tratamientos en la tercera y cuarta lectura.....	41
18. Probabilidad de encontrar hojas enfermas en cada uno de los tratamientos para la quinta y sexta lectura.....	42
19. Porcentaje de hojas enfermas promedio para cada tratamiento, tomando como base 100 al testigo (T ₁) en todos los momentos de evaluación.....	44
20. Rankings medios en los tallos con síntomas de enfermedad, para cada tratamiento según fecha de lectura.....	44
21. Probabilidades de encontrar tallos sanos y totalmente afectados según los tratamientos, en todos los momentos de evaluación.....	45
22. Rankings medio de severidad en capítulos con síntoma de <i>P.</i> <i>helianthi</i> , para todos los tratamientos.....	47

23. Probabilidad de encontrar capítulos sanos y totalmente afectados, según los tratamientos en los distintos momentos de evaluación...	48
24. Características de la aplicación.....	54

Figura No.

1. Área sembrada en miles de hectáreas y producción del cultivo de girasol en miles de toneladas, por año agrícola durante el período 1996 – 2006.....	3
2. Evolución de la superficie de siembra de los cultivos de soja y girasol en el país.....	4
3. Precios internos promedios de los granos de soja y girasol puestos en la fábrica de Montevideo, durante el periodo 1996 – 2006.....	4
4. Incidencia del “cancro del girasol” y las temperaturas mínimas promedios de diciembre (etapa del cultivo de R ₁ y R _{5.5}).....	9
5. Período de incubación en días del “cancro del tallo del girasol” y las precipitaciones del mes de noviembre (un mes previo a la llegada del cultivo al estadio R ₁).....	10
6. Ciclo biológico de <i>Phomopsis helianthi</i>	11
7. Efecto año por localidades según índice de <i>P. helianthi</i> en capítulo.....	15
8. Valores de regresión de los promedios de los padres y los híbridos para los porcentajes de resistencia a <i>P. helianthi</i>	18
9. Distribución mensual de las precipitaciones expresadas en mm para la serie histórica (período 1961-1990) y la zafra en la cual se llevo a cabo el ensayo.....	33
10. Caracterización mensual de la temperatura promedio en °C para la serie histórica (período 1961-1990) y la zafra en la cual se realizó el ensayo.....	34

11. Comparación de rendimientos de girasol registrados durante la serie histórica (período 1990/2006), zafra 2005/2006 y promedio general del ensayo.....	35
12. Rendimiento de cada tratamiento en kg/ha.....	38
13. Pesos de mil semillas medidos (gr) para cada uno de los tratamientos.....	39
14. Correlaciones entre diámetro (cm) y rendimiento por capítulo (g / planta) para el testigo (T ₁) y el tratamiento con doble aplicación de Flusilazol + Carbendazim (T ₄).....	40
15. Evolución del número de hojas promedio con síntomas visibles en cada tratamiento.....	43
16. Evolución del porcentaje de incidencia en tallos según tratamiento.....	46
17. Evolución del porcentaje de incidencia de enfermedad en capítulo para cada tratamiento.....	49
18. Coeficiente de determinación estimado según incidencia en tallo y capítulo para cada uno de los tratamientos.....	50
19. Número de tallos y capítulos con síntoma de <i>Ph</i> según número aplicaciones de Flusilazol + Carbendazim en los estadios R ₁ y R _{5,5}	51
20. Número de tallos y capítulos con síntomas de <i>Ph</i> para los tratamientos sin fungicida (T ₁) y con dos aplicaciones de Flusilazol + Carbendazim (T ₄).....	52
21. Números de tallos y capítulos con síntomas según principio activo utilizado.....	53

1. INTRODUCCIÓN

El cancro del tallo del girasol es una enfermedad causada por un hongo llamado en su fase teolomorfa *Diaporthe helianthi*. Es un patógeno de reciente aparición en nuestro país, constatándose por primera vez en la zafra 2002/2003, en la zona de Mercedes (Soriano).

Este hongo en su fase anamórfica (*Phomopsis helianthi*) ha causado grandes daños en diferentes regiones del mundo, siendo Europa central la más afectada. La falta de cultivares con resistencia efectiva a nivel de producción y la ausencia de posibilidades de control químico eficientes cuando ocurren condiciones ambientales predisponentes para el desarrollo de la enfermedad pueden provocar pérdidas importantes en el cultivo. Según Deglène et al. (1999), se han reportado pérdidas en rendimiento y calidad del cultivo que abarcan un rango de 20 a 80 %.

Las mermas en variables de interés productivas se deben a que este patógeno causa necrosis a nivel foliar, destruyendo los haces vasculares de los tallos en casos extremos pudiendo alcanzar el capítulo e interrumpir la etapa de llenado de grano.

Los objetivos del presente trabajo son:

- 1- Caracterizar y evaluar la sintomatología del cancro del tallo del girasol (*Phomopsis helianthi*) en el cultivo.
- 2- Determinar el momento óptimo para la aplicación de fungicida.
- 3- Caracterizar la calidad de aplicación de los fungicidas evaluados.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 EL CULTIVO DE GIRASOL EN EL MUNDO Y EN EL URUGUAY

El Girasol (*Helianthus annuus L.*) es una oleaginosa de verano de gran importancia productiva a escala nacional e internacional. Presenta diversas utilidades entre las que se destacan: la producción de aceite para consumo humano, generación de energía como bio-diesel (Hoffman y Mazzanino, 2005) y su utilización como producto intermedio para producción de carne, leche y lana.

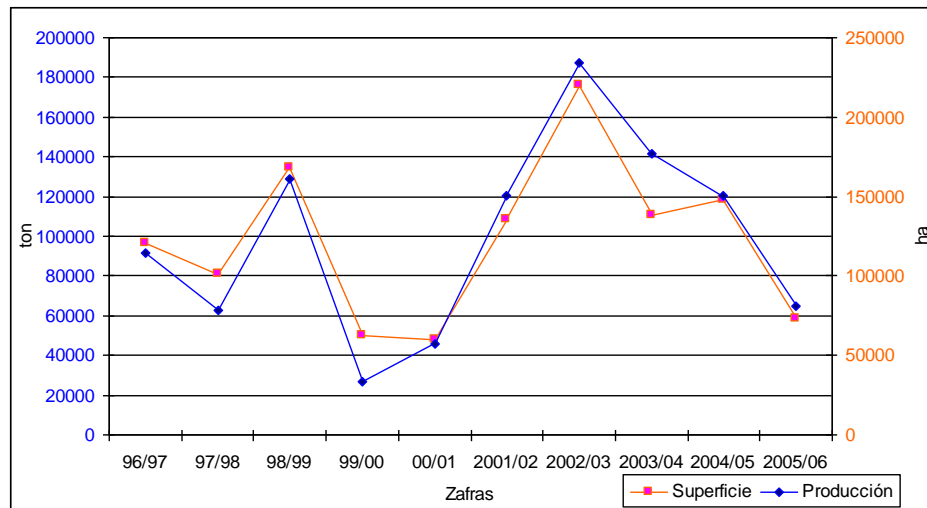
La introducción del girasol en el Uruguay se llevó a cabo en la década del 30 con la instalación de las primeras colonias rusas (Colonia San Javier, departamento de Río Negro). La rápida expansión del cultivo fue a partir de 1940 como consecuencia de las importaciones de aceite comestible generadas por la segunda guerra mundial (Luizzi et al., 2001).

Hasta finales de 1980 el cultivo se desarrolló con muy baja tecnología y por lo tanto con bajos costos. La mayor cantidad del área sembrada se realizaba a continuación de la cosecha de los cereales de invierno (mayormente trigo), ubicando al cultivo fuera de la época de siembra óptima dado los tiempos ocupados por cereales de invierno (Luizzi et al., 2001).

Sobre mediado y fines de la década de los 80 se efectuó un cambio muy importante, relacionado con las condiciones de comercialización el aumento progresivo de la base de contenido de aceite sobre la cual se establece el precio. Para lograr altos valores de aceite fue necesario incorporar mejoras genéticas a través del uso de híbridos. El alto costo de estas semillas determinó que se desarrollarán siembras de precisión, protección de semillas contra plagas y para manifestar el potencial de estos híbridos, fue necesario comenzar a fertilizar el cultivo y ajustar el control de malezas. Así se empezó a generar saldos exportables de semilla de girasol de buena calidad, en un contexto de buenos precios internacionales de los aceites (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2006).

En la Figura 1 se presenta la evolución del área de siembra y la producción total del cultivo de girasol durante los últimos diez años en Uruguay elaborada sobre la base de datos del MGAP-DIEA.

Figura 1. Área sembrada en miles de hectáreas y producción del cultivo de girasol en miles de toneladas, por año agrícola durante el período 1996 - 2006

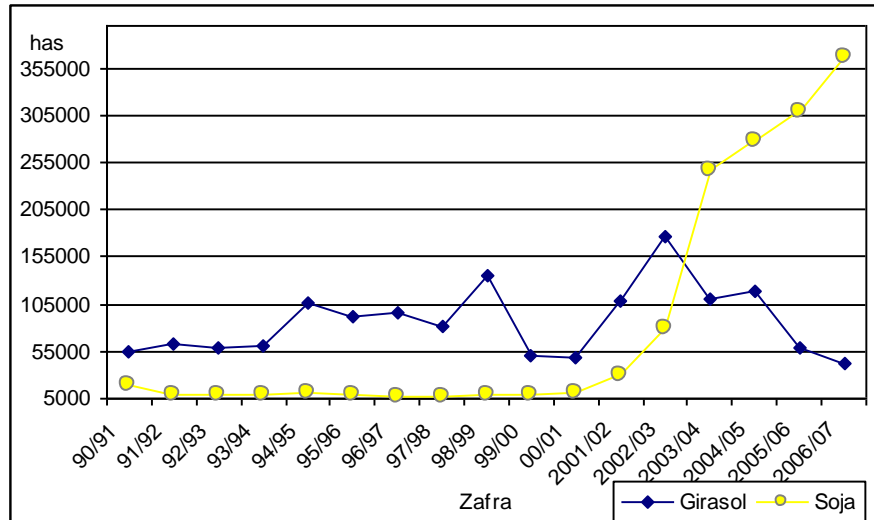


Fuente: adaptado de URUGUAY. MGAP. DIEA (2006)

Desde la zafra 2000/2001, ambas variables presentan una tasa de crecimiento ascendente, teniendo un máximo en la zafra 2002 /2003. En esta última zafra se detecta por vez primera la enfermedad conocida como “cancro del girasol”, uno de los factores causantes del decrecimiento del área de siembra y consecuentemente de la producción.

La merma actual en la superficie de siembra del girasol en el Uruguay, se debe entre otros factores a la aparición de la enfermedad y junto con ésta la expansión del cultivo de soja. Este cultivo (Figura 2) pasó de abarcar una superficie de 78940 ha a 309100 ha, en las zafras 2002/2003 y 2005/2006 respectivamente (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2006).

Figura 2. Evolución de la superficie de siembra de los cultivos de soja y girasol en el país

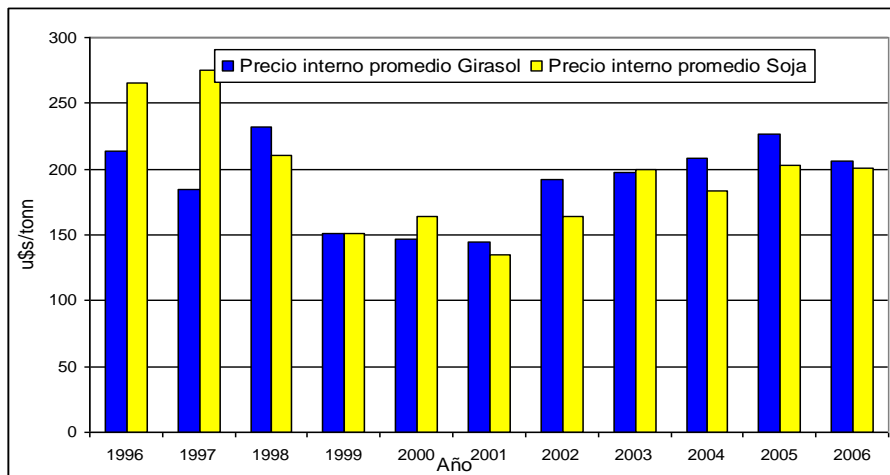


Fuente: adaptado de URUGUAY. MGAP. DIEA (2007)

La expansión del cultivo de soja se destaca desde la zafra 2001/2002 en adelante, notándose que durante 11 años estuvo estabilizada su área de siembra (Figura 2). El área de girasol experimenta una disminución desde la campaña 2002/2003 hasta la fecha.

En la Figura 3 se comparan los precios del cultivo de soja y girasol, posibles impulsores de la caída del área del girasol.

Figura 3. Precios internos promedios de los granos de soja y girasol puestos en la fábrica de Montevideo, durante el periodo 1996 - 2006



Fuente: adaptado de URUGUAY. MGAP. DIEA (2007)

El precio del cultivo de girasol durante el periodo 2002- 2006 fue superior al de soja (Figura 3). Esto demuestra que la reducción del área de girasol en el país, se debe a factores externos al precio, como lo es la aparición de *Phomopsis helianthi* durante la zafra 2002/2003, así como la fuerte presión por tierras para sembrar soja.

2.2 *Phomopsis helianthi*

Es el agente causal responsable del “cancro del tallo del girasol”, enfermedad de características muy agresivas (Catalano, 2005).

Diaporthe helianthi, fase sexual de *P. helianthi*, es un hongo clasificado como Ascomicete por producir ascosporas. La fase asexual de *D. helianthi* proviene de infectar varios órganos como lo son hojas, pecíolos, tallos y capítulos (Muntañola-Cvetkovic et al., 1989a).

Este hongo es un patógeno necrotrófico, debido a que tiene la característica de poder alimentarse de rastrojos o restos de cultivos muertos en la chacra, en especial de tallos contaminados, manteniéndose en forma de micelio en condiciones no favorables para su desarrollo durante el invierno (Muntañola- Cvetkovic et al. 1989a, Ridao 1994a).

Otra característica de este patógeno es la de ser monocíclico, es decir que se produce sólo una generación infectiva del hongo durante el ciclo del cultivo. Debido a esto, la única fuente de inóculo primario es el rastrojo de cultivos anteriores así como esporas que puedan diseminarse de cultivos cercanos. Al no presentar inóculo secundario, el inóculo primario es sumamente dependiente de la cantidad y sucesión de descargas de ascosporas desde el rastrojo, que son fundamentales en el inicio y posterior desarrollo de la epidemia (Alertas Phomopsis, 2005).

2.2.1 Importancia de *P. helianthi* a nivel mundial

El hongo se denunció en 1980 en la ex Yugoslavia, luego se extendió por toda Europa central (resto de la ex Yugoslavia, Hungría y Rumania) hasta llegar a Francia (Lamarque, citado por Ridao, 1994a). Diversos autores reportan la presencia en estos países de Europa, en el año 1985 en Rumania (Illiescu et al., citados por Degener et al., 1999), y en 1988 en Hungría (Virányi et al., citados por Degener et al., 1999). La llegada del patógeno a Francia ocurrió en los años 1984 y 1985 (Lamarque, citado por Ridao 1994a, Renault, citado por Degener et al. 1999).

Continuó la expansión del patógeno llegando a América del Norte; en los Estados Unidos se reportó por primera vez en el estado de Ohio en 1980 (Herr et al., 1983). Dos años más tarde se alerta su llegada al estado de Texas (Yang et al., citados por Deglène et al. 1999).

En Yugoslavia en 1980, se registraron disminuciones del rendimiento ocasionadas por esta enfermedad, que alcanzaron el 50% (Alonso, citado por Ridao 1994a). En Francia se cita un rango entre 10 y 40 % de merma, aunque puede ser mayor cuando las infecciones se producen antes de floración (Alonso, citado por Ridao, 1994b).

Se han constatado en Francia disminuciones, en el contenido de aceite en el orden del 30 %, peso de mil granos entre 15 y 25 % y de 500 a 1000 kg/ha de rendimiento según potencial (Muntañola- Cvetkovic et al., 1989a). Deglène et al. (1999) citan para Europa disminución en rendimiento de 10 a 50 % y en el contenido de aceite de 10 a 15 %.

2.2.2 Importancia de *P. helianthi* a nivel nacional

La enfermedad causada por *P. helianthi* conocida como “Cancro del tallo del girasol”, es de reciente aparición en nuestro país, por lo cual la información disponible es muy escasa. Se detectó por primera vez en el Uruguay en la zafra 2002/2003 sobre un cultivo de girasol en la zona de Mercedes, departamento de Soriano (Stewart et al., 2004).

Con el objetivo de determinar la dispersión y severidad de la enfermedad en la zafra 2003/2004, se realizó un relevamiento en los departamentos de Paysandú, Río Negro, Soriano, Colonia, San José y Flores. Según incidencia y severidad de la enfermedad a nivel de tallo se definieron zonas de riesgo, para ello se colectaron datos de fecha de siembra, nombre del material, estado fenológico, cultivos previos, tipo de laboreo y se determinó la población de plantas para cada chacra. Se tomaron muestras de tallos de cada chacra para ser diagnosticada en el laboratorio la presencia del patógeno (Stewart et al., 2004).

Los departamentos más severamente afectados durante la zafra del 2003/2004 fueron Río Negro y Soriano. En este último existen dos zonas de presión fuerte de la enfermedad; la más extensa al este de Mercedes y otra más pequeña entre las ciudades de Mercedes y Dolores. Ambas zonas se consideraron de alto riesgo para la ocurrencia de la enfermedad para la próxima zafra. Cuanto mayor sea la distancia de las zonas citadas el riesgo disminuye, debido principalmente a que el mismo está asociado al inóculo presente en el rastrojo infectado en cada localidad (Stewart et al., 2004).

Se ha demostrado en el ámbito nacional que la variable localidad está altamente asociada a la enfermedad (severidad e incidencia). Mientras que la variable, estado reproductivo, indica que aumenta la severidad al avanzar el ciclo del cultivo, dependiendo del cultivar y las condiciones climáticas presentes (Stewart et al., 2004).

Durante la zafra 2003/2004 se evaluó la enfermedad en cultivos comerciales ubicados en los departamentos de Paysandú, Río Negro, Soriano, Colonia, San José y Flores. La misma se determinó como el producto de la severidad por la incidencia en porcentaje, y se asoció la mayor cantidad en siembras tempranas con altas poblaciones del cultivo. Las condiciones climáticas durante el ciclo del cultivo fueron probablemente más favorables en siembras tempranas. Las poblaciones altas favorecen el mejor desarrollo de la enfermedad debido a las canopias densas, que generan microclima con humedad y temperatura favorable para el desarrollo de él patógeno (Stewart et al., 2004).

Los daños que se registraron en la zafra 2004/2005 en la zona litoral – oeste del país, correspondieron a una merma de 39% en rendimiento, máximo registrado en una sola zafra (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2006).

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA ENFERMEDAD

2.3.1 Sintomatología de la enfermedad

Los síntomas que se observan a nivel de las hojas son lesiones castañas que en un comienzo aparecen en las puntas de las nervaduras principales. Si estas lesiones avanzan pueden producir una mancha necrótica triangular con la punta dirigida en el sentido del avance hacia el pecíolo (Muntañola-Cvetkovic et al. 1989a, Lamarque, citado por Ridao 1994b). Al progresar la necrosis se puede observar que un halo clorótico (de color amarillo) rodea la mancha, lo que indicaría la producción de una toxina por parte del hongo durante su avance (Lamarque, citado por Ridao, 1994b).

La sintomatología en el tallo puede comenzar en el punto de inserción del pecíolo enfermo de una hoja totalmente necrosada o ya sea a nivel internodal por el contacto entre las hojas enfermas de las plantas vecinas. Las manchas en el tallo son generalmente marrones o de color castaño claro. Otro síntoma que también se puede apreciar es la formación de canchales de varios tamaños, desde muy pequeños hasta de mayor tamaño que al coalescer pueden cubrir la totalidad del tallo. Si la enfermedad continúa desarrollándose se puede producir ablandamiento y posterior quebrado del tallo (Ridao, 1994a).

La primera barrera que encuentra el patógeno antes de ingresar al huésped es la pared celular primaria, la cual debe ser evadida para poder infectar la planta, luego de haber germinado la ascospora sobre cualquier órgano de la planta. Uno de los mecanismos de entrada que tienen los aislamientos de *P. helianthi* estudiados en Italia, es por intermedio de enzimas. Las mismas tienen entre sus funciones principales, degradar la pared celular y así poder penetrar al huésped. Una de las enzimas más importantes es la endo poligalacturonasa que degrada los polisacáridos de la pared celular (Catalano, 2005).

Una vez que comenzó la infección en las hojas, el progreso de las hifas se produce por los espacios intercelulares hasta llegar a los vasos vasculares. Las masas de hifas se extienden por las vías del sistema vascular de las hojas, continuando la secuencia de invasión por nervaduras de hojas, pecíolo y tallo pudiendo extenderse hacia todos los órganos. Si la infección llega al tallo, ataca el sistema vascular, interrumpiéndolo y destruyéndolo. Los daños que el patógeno produce, son menores en el xilema comparándolo con los que causa en el floema y tejido parenquimático. Este último tejido es desintegrado completamente por el hongo, dando lugar al quebrado del tallo cuando el ataque es muy severo (Muntañola-Cvetkovic et al., 1991).

2.3.2 Epidemiología y ciclo de la enfermedad

2.3.2.1 Condiciones predisponentes

Como en toda enfermedad, los factores claves que determinan el desarrollo de una epifitía son las condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la enfermedad, presencia de abundante inóculo viable y virulento junto al uso masivo de cultivares susceptibles.

El inóculo estaría presente en los rastrojos de los cultivos anteriores. Los peritecios se formarían durante el otoño, permaneciendo en estado de latencia durante el invierno, hasta que ocurran las condiciones favorables para la formación de los peritecios y posterior liberación de ascosporas (Fálico et al., 2003).

Se ha reportado que el hongo puede mantenerse en estado de latencia durante largos períodos de desecación. La diferenciación de los peritecios se iniciaría con precipitaciones que aseguren la suficiente rehumedificación de los tallos presentes en el rastrojo y cuando la temperatura comienza a elevarse, para luego poder liberar las ascosporas (Fayret y Assemat, citados por Fálico et al., 2003). Los peritecios liberan las ascosporas durante diez días en sucesivas descargas, cuando ocurren alternancias climáticas, con lluvias rápidas que rehumedifiquen dichas estructuras (Fayret y Assemat, Peres y Regnault, citados por Fálico et al. 2003).

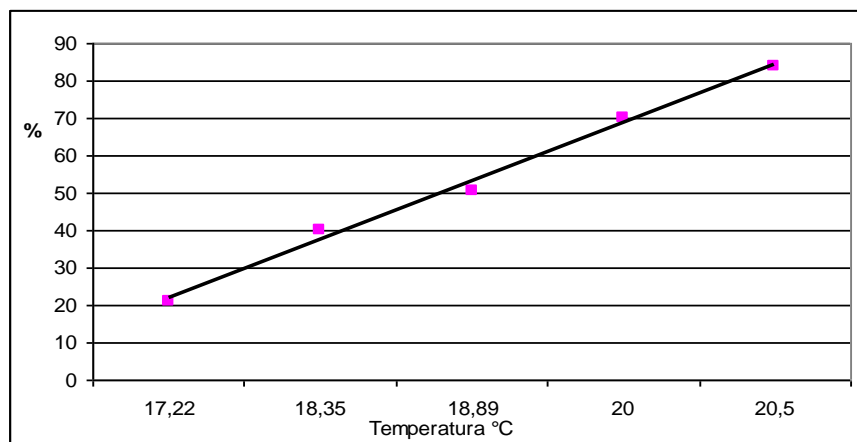
Según Fayret y Assemat, citados por Fálico et al. (2003), la formación de las estructuras reproductivas sexuales ocurre cuando la temperatura supera los 15 °C, en las condiciones climáticas de Toulouse-Balgnac (Francia).

Muntañola-Cvetkovic et al. (1989a) caracterizaron las temperaturas óptimas para el desarrollo del patógeno en un rango de 20 a 23 °C, constatando también que temperaturas elevadas no lo estarían favoreciendo. Otro trabajo llega a similares conclusiones, viéndose que el desarrollo del patógeno es promovido por temperaturas entre 22 y 25 °C, pudiéndose inhibir cuando son menores a 14 °C o cuando superaran los 32 °C (Jinga et al., 1987).

En Francia se han reportado temperaturas mayores a 10 °C como favorables para que ocurra la infección (Muntañola- Cvetkovic et al., 1989a). Según Ridao (1994a) en Argentina, para que ello ocurra son necesarias temperaturas en un rango de 18 a 32 °C.

Fálico et al. (2003) concluyen que en Entre Ríos (Argentina) la temperatura mínima diaria promedio debe ser superior a 18,89 °C, para que comiencen a ser más elevados los niveles de incidencia (mayores a 45%), cuando el cultivo se encuentra en el estadio R₁ (botón floral) y R_{5.5} (plena floración).

Figura 4. Incidencia del “cancro del girasol” y las temperaturas mínimas promedios de diciembre (etapa del cultivo de R₁ y R_{5.5})



Fuente: adaptado de Fálico et al. (2003)

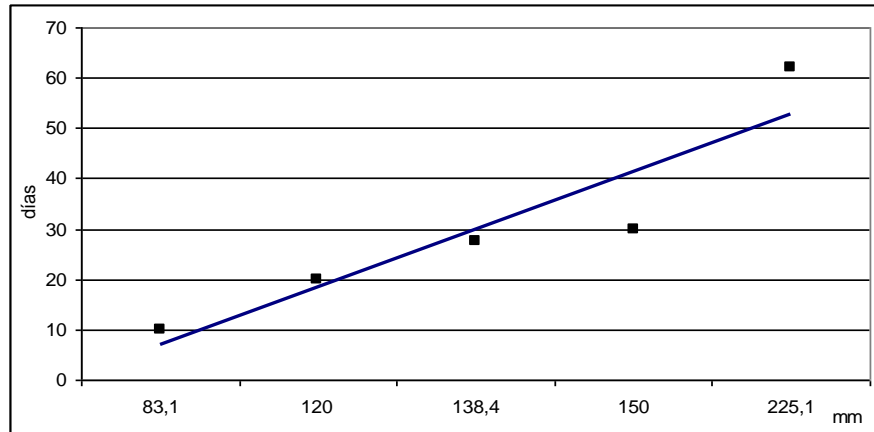
La Figura 4 presenta la regresión entre el porcentaje de incidencia de la enfermedad y las temperaturas mínimas promedio, registradas en el mes de diciembre. Estos valores resultaron de experimentos repetidos durante seis años (desde 1993 hasta 1999), donde las temperaturas mínimas diarias promedio y el nivel de incidencia durante el período entre R₁ y R_{5.5} presentaron el mayor coeficiente de correlación ($r = 0,822$) de todas las temperaturas evaluadas (Fálico et al., 2003).

Estudios realizados en Francia revelan que son necesarias por lo menos 15 horas con humedad relativa de 90 % para que ocurra la descarga de esporas, inoculación, germinación e infección (Muntañola- Cvetkovic et al., 1989a).

En Entre Ríos (Argentina), se estudiaron los requerimientos hídricos del patógeno durante una sucesión de años, cuando la incubación ocurre en menos de 20 días. Se determinó que para reducir el tiempo de incubación, las precipitaciones acumuladas deben ser menores a 138,4 mm un mes previo a la llegada del cultivo al estadio R₁ (Fálico et al., 2003). En la Figura 5 se muestra la correlación existente entre

las precipitaciones y los días de incubación; que es el tiempo que transcurrió desde la inoculación hasta la aparición del primer síntoma visible.

Figura 5. Período de incubación en días del “cancro del tallo del girasol” y las precipitaciones del mes de noviembre (un mes previo a la llegada del cultivo al estadio R₁)



Fuente: adaptado de Fállico et al. (2003)

Las precipitaciones del mes de noviembre aportaron la humedad necesaria para que se complete la formación de los peritecios y de las ascosporas presentes en los residuos del cultivo anterior. La asociación entre las precipitaciones un mes previo a la floración y el largo del tiempo de incubación mostró un alto coeficiente de correlación ($r = 0,806$) (Fállico et al., 2003).

Otros estudios realizados en Toulouse-Bagnac (Francia) por Fayret y Assemat, Peres y Regnault, citados por Fállico et al. (2003), muestran que el volumen de las precipitaciones acumuladas en abril y mayo (106,7 ml) aseguraba una superficie de humidificación suficiente para que los peritecios generados maduraran.

En un experimento llevado a cabo en Alemania desde 1996 hasta 1998, solamente en el año 1996 se observaron mayores síntomas en los tallos. En ese año, la temperatura promedio fue de 19,4 °C y las precipitaciones acumuladas en floración (R₅) 155 mm. Mientras que en los años donde no se observaron grandes daños en tallos (1997 y 1998), las temperaturas del aire fueron 20.1 y 18 °C y las precipitaciones acumuladas en R₅ 255 y 85 mm respectivamente (Degener et al., 1999).

Cuando las precipitaciones acumuladas son muy elevadas se estaría afectando el nivel de inóculo por el efecto arrastre de las ascosporas que se liberaron de los peritecios, impidiendo su llegada hasta las hojas o cualquier órgano donde se iniciaría el

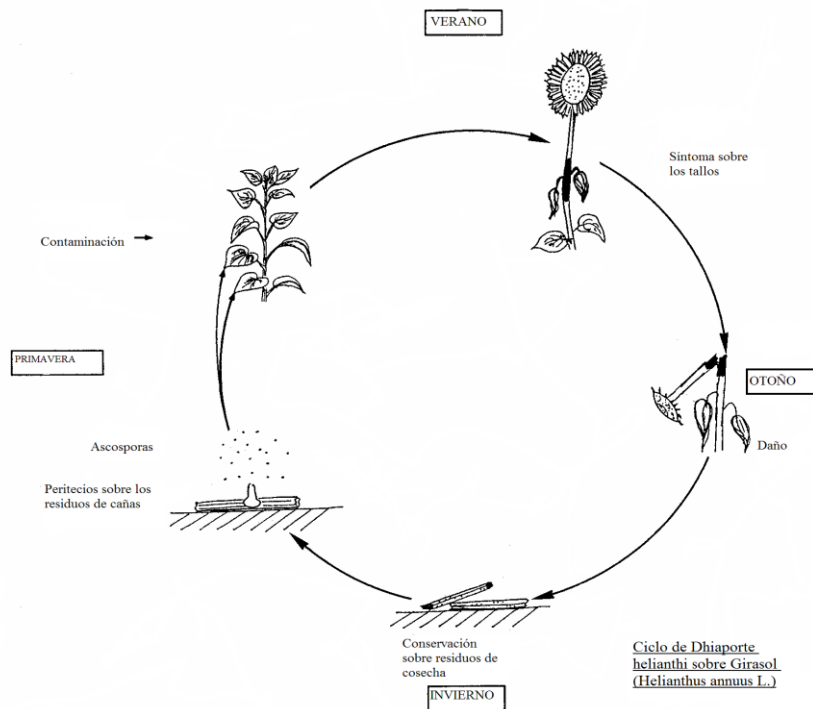
proceso de infección. Mientras que si las precipitaciones acumuladas son bajas no ocurrirían las condiciones óptimas de agua libre para la infección (Fálico et al., 2003).

Los síntomas de la enfermedad pueden aparecer tres a cuatro semanas luego de establecida la inoculación, dependiendo de la temperatura del aire (Delos y Mionard, 1995). Si se presentan condiciones hídricas desfavorables durante cinco semanas luego de establecida la inoculación, el ciclo del patógeno puede ser interrumpido (Delos et al., 1995); por lo cual es necesario que persistan condiciones favorables durante el período de susceptibilidad del huésped (comienzo de estadio reproductivo) para que ocurra la infección y su posterior colonización en el huésped (Muntañola- Cvetkovic et al., 1989a).

2.3.3 Ciclo biológico de la enfermedad

El ciclo de vida de *P. helianthi* depende estrictamente de las condiciones ambientales. En el invierno, el patógeno se encuentra en latencia sobre la superficie de los tallos, esta situación se mantiene hasta que ocurren condiciones favorables para que maduren los peritecios (Voros et al., 1983).

Figura 6. Ciclo biológico de *Phomopsis helianthi*



Fuente: adaptado de Moinard (2004)

Las condiciones favorables para el desarrollo del patógeno ocurren en primavera, cuando comienzan a elevarse la temperatura y la humedad relativa, momento en el cual maduran los peritecios. Estas estructuras liberarán las ascosporas (esporas de origen sexual) que son el inóculo primario (Muntañola- Cvetkovik, 1989b).

La liberación de las ascosporas desde los peritecios debe corresponderse con lluvia y viento, para permitir la dispersión y comienzo de la infección a órganos de la planta. Los síntomas de la enfermedad pueden aparecer de tres a cuatro semanas luego de establecida la infección (Muntañola-Cvektovic, 1989b).

El patógeno invade el tejido foliar y puede afectar el tallo sistémicamente, ocasionándose así los síntomas que pueden observarse durante el otoño. Los restos de cosecha contaminados permanecen en el suelo durante el invierno, hasta que ocurren nuevamente condiciones favorables para que el patógeno comience un nuevo ciclo (figura 6), (Muntañola-Cvektovic, 1989b).

2.4 MANEJO DE LA ENFERMEDAD

El manejo de la enfermedad debe ser entendido como un manejo integrado que considere todos los factores integrantes del triángulo- complejo causal: huésped, patógeno y ambiente, los cuales interactúan entre ellos en diferentes magnitudes según sean los escenarios en los que se presentan (huésped: susceptible o resistente; patógeno: virulento o no y ambiente de condiciones predisponentes o no) (Stewart, 2005a).

El control de las enfermedades de las plantas resulta más eficiente y económico cuando se toma en cuenta toda la información pertinente y disponible respecto al cultivo, sus patógenos, las condiciones del medio que se espera predominen, la localidad, la disponibilidad de los materiales, costos, etc., a fin de desarrollar un programa de control adecuado (Agrios, 1995).

Algunas medidas de control como las químicas, las prácticas agrícolas (como por ejemplo rotación de cultivos) y los métodos de control (como el uso de variedades resistentes); reducen o eliminan la posibilidad de una epifita, de una enfermedad en particular y con frecuencia de otras enfermedades causadas por patógenos similares. Sin embargo, a veces ciertos métodos de control (como el uso de ciertos químicos o el cultivo de ciertas variedades) pueden seleccionar cepas virulentas que son resistentes al agroquímico o pueden romper la resistencia de la variedad y de esta forma causar una epifita (Agrios, 1995).

En Francia, una de las medidas propuestas para el control de esta enfermedad ha sido un monitoreo a nivel de país para determinar las zonas de mayor riesgo, llegando a dividir el país en tres zonas (zona de presión fuerte, media y baja). En base a estas zonas se recomiendan distintas estrategias, como el cultivar a utilizar y el uso o no de

tratamiento químico preventivo o curativo temprano. Las zonas se determinan mediante el uso de diferentes herramientas, como la cantidad de inóculo del rastrojo, y las trampas caza ascosporas. Este tipo de manejo debe ser complementado con control químico y manejo cultural (Stewart et al., 2004).

2.4.1 Cultivares resistentes

El uso de cultivares resistentes constituye uno de los más importantes medios de control de enfermedades de las plantas cultivadas. Siempre que existan fuentes satisfactorias de resistencia, que posibiliten la obtención de cultivares resistentes, el empleo de estas en el control de enfermedades de plantas es la medida más económica porque es la que menos afecta al costo de producción. Es además, una medida ambientalmente sana y permite la maximización del control sanitario (Galli, citado por Kimati et al., 1995).

El nivel de resistencia, es una de las características a considerar cuando se seleccionan los cultivares a sembrar.

Tres mecanismos de defensa o resistencia han sido propuestos frente al ingreso y posterior desarrollo del patógeno en la planta. Uno de estos mecanismos se expresa al momento de la germinación de las ascosporas (Mihaljcevic, citado por Degener et al., 1999), el segundo luego de la infección, que se expresaría con un desarrollo en la hoja más paulatino (Vear et al., citados por Degener et al., 1999) y el tercero sería un bloqueo en el pasaje por el pecíolo hacia el tallo (Bertrand y Tourvieille, citados por Degener et al., 1999).

El primer mecanismo de defensa consiste en evitar que las ascosporas penetren luego de germinar en el agua libre que existe sobre la superficie de los bordes de la hoja. De esta forma se impediría el comienzo de la infección y por lo tanto sería uno de los mecanismos de resistencia evidenciados tempranamente (Mihaljcevic, citado por Degener et al., 1999).

El segundo mecanismo de resistencia que puede existir ocurriría dentro de la hoja, antes de la llegada del micelio del hongo al pecíolo, disminuyendo así la velocidad de avance. Este mecanismo de defensa más tardío, podría estar influenciado por un efecto de los componentes fenólicos de la estructura de la célula (Vear et al., citados por Degener et al., 1999).

El tercer mecanismo de resistencia se expresaría cuando el micelio del patógeno coloniza el pecíolo avanzando hacia el tallo. En este caso el huésped podría bloquear el tránsito del patógeno, evitando su progreso y posterior daño de los vasos vasculares del tallo (Bertrand y Tourvieille, citados por Degener et al., 1999).

Gamba et al. (2006), mencionan que puede existir un efecto escape del cultivo debido a su ciclo; lo cual puede llegar a enmascarar la expresión de la resistencia genética de la variedad o el híbrido. Este efecto de “escape” por ciclo o por época de siembra, es uno de los factores que no permite conocer el comportamiento de los diferentes genotipos frente a la enfermedad.

Las distintas líneas de híbridos utilizadas en el mundo tienen diferentes comportamientos frente al patógeno, debido a diversas interacciones entre virulencias, genes de resistencia y las condiciones climáticas que pueden favorecer o no su desarrollo (Ridao, 1994b).

A escala mundial existen pocos estudios sobre la resistencia genética del girasol a *P. helianthi*. Se ha estudiado la resistencia genética a esta enfermedad en híbridos como también en materiales silvestres. Dentro de especies salvajes en las que se ha encontrado resistencia se mencionan: *Helianthus tuberosus*, *H. resinosus*, *H. decapetalus*, *H. divaricatus*, *H. eggertii*, *H. giganteus*, *H. mollis*, *H. salicifolius*, *H. nuttallii*, *H. grosseratus* y *H. radula* (Ridao, 1994a).

La resistencia a *P. helianthi* está correlacionada positivamente con la resistencia a *Macrophomina phaseolina*, *Phoma oleracea* y a la sequía, aún no se ha determinado si estas resistencias se deben a genes ligados (Ridao, 1994a).

Según citan Deglène et al. (1999), en 1985 se encontró que la resistencia genética era codificada por pocos genes (Skoria, citado por Degener et al., 1999), el mismo resultado fue reportado por Vranceanu en 1992. Mientras que Vear, citado por Degener et al. (1999) sugirió que los genes que gobiernan la resistencia eran de origen aditivo, descartando los efectos de dominancia y epístasis.

En nuestro país, el Instituto Nacional de Semillas (INASE), lleva a cabo en convenio con INIA la evaluación nacional de cultivares, en el que se caracteriza el comportamiento de diversas variables de interés agronómico. Los resultados del comportamiento sanitario de dos zafra (2004/2005 y 2005/2006), se resumen en el cuadro 1. En el mismo se incluyen algunos de los cultivares sembrados en ambas zafra, seleccionados por ser los que mostraron mayores y menores índices de *P. helianthi* en el tallo. Dicho valor resulta de severidad por incidencia de la enfermedad, dividido cien (Ceretta, 2005).

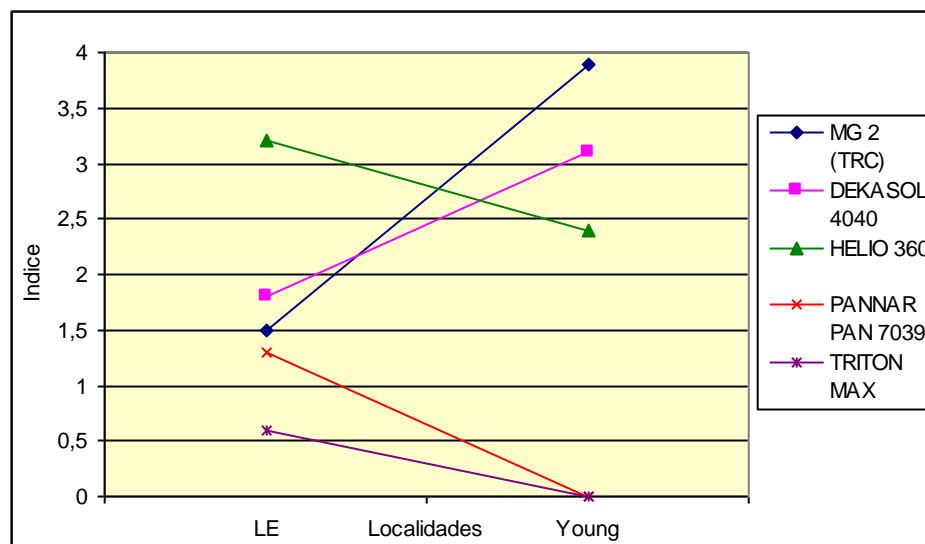
Cuadro 1. Índice de *P. helianthi* en tallo durante el estado reproductivo para dos zafras consecutivas según cultivares en la localidad de Young.

Cultivares	Zafra	
	2004/2005	2005/2006
MG 2 (TRC)	0.7	4
DEKASOL 4040	0.9	3.6
HELIO 360	0.4	3.1
PANNAR PAN 7039	0	1.4
TRITON MAX	0	1.5

Fuente: adaptado de URUGUAY. INASE (2006)

Se analizan aquellos cultivares de mejor y peor comportamiento frente a la enfermedad para dos zafras consecutivas (2004/2005 y 2005/2006) en las cuales se repite su presencia (algunos cultivares no fueron tomados en cuenta dado que la evaluación fue de una zafra). El comportamiento sanitario varía según el año considerado, no obstante TRITON MAX y PAN 7039 mantienen el ranking presentando los menores niveles de la enfermedad (cuadro 1), (URUGUAY. INASE, 2006).

Figura 7. Efecto año por localidades según el índice de *P. helianthi* en capítulo.



LE: La Estanzuela

Fuente: adaptado de URUGUAY. INASE (2006)

El índice refleja la existencia de interacción entre genotipo-ambiente para la variable en estudio (figura 7). El híbrido HELIO 360 presentó peor comportamiento en La Estanzuela, mientras que en Young cambió de ranking ubicándose tercero;

inversamente al comportamiento de MG 2. Los híbridos PANNAR PAN 7039 y TRITON MAX presentaron los menores índices para las dos localidades, (URUGUAY. INASE, 2006).

2.4.1.1 Expresión de la resistencia genética a *P. helianthi*

La resistencia de 17 híbridos de girasol fue estudiada con inoculaciones artificiales en tallos y hojas. El método de evaluación fue medir la longitud de las lesiones necróticas en tallos, 25 días post inoculación. En este estudio se encontraron diferencias significativas entre los genotipos. La heredabilidad estimada en sentido amplio, indicó que el 76% de la variabilidad fenotípica de lesiones en tallo se debió a causas genéticas. Encontraron también que no habría una asociación significativa entre las respuestas en tallo y aquellas producidas por inoculaciones foliares realizadas anteriormente. Se puede concluir que la siembra de híbridos con buen comportamiento en tallo no garantizaría una similar respuesta a nivel foliar y viceversa (Verschoor et al., 1998).

Degener et al. (1999), utilizando líneas endocriadas, demostraron la falta de correlación entre la resistencia a *P. helianthi* en hoja y tallo. Estos investigadores sugieren que ambos factores de resistencia (para hoja y tallo) se heredan independientemente. El estudio consistió en realizar inoculaciones artificiales y naturales post floración en diferentes híbridos, con dos razas del patógeno. Los híbridos fueron generados a partir de líneas endocriadas y las razas del patógeno se diferenciaban por su origen (francés o yugoslavo). Se encontraron correlaciones fenotípicas positivas entre las dos razas de *P. helianthi* (cuadro 2) para las mediciones en el pecíolo (días en colonizarlo totalmente), crecimiento del hongo en la hoja (mm/día) y tamaño de lesiones en el tallo (cm); considerando que los aislamientos estudiados eran agresivos.

Cuadro 2. Correlaciones fenotípicas en líneas endocriadas de girasol entre el largo de la hoja y tres características de resistencia a *P. helianthi*, medido luego de la infección artificial con una raza francesa en cuatro ambientes (sobre la diagonal), la raza yugoslava en dos ambientes (por debajo de la diagonal) y ambas razas de *P. helianthi* en dos ambientes comunes (la diagonal)

	Largo de la hoja (cm)	Días en colonizar el pecíolo (días)	Crecimiento del hongo (mm/día)
Largo de la hoja (cm)	0,95**	0,31	0,79**
Días en colonizar el pecíolo	0,48	0,78**	-0,29
Crecimiento del hongo (mm/día)	0,67**	-0,27	0,76**
Largo de la lesión en el tallo (cm)	-0,42	-0,67**	0,05

** Diferencia significativa a p = 0,01

Fuente: adaptado de Degener et al. (1999)

Cuando la inoculación se realizó con la raza de origen yugoslavo, se encontró que la correlación entre los días en colonizar el pecíolo y el tamaño de las lesiones en el tallo (cm), fue relativamente alta y negativa ($r = - 0,67$; con un $P < 0,01$), (cuadro 2). Por lo tanto, cuanto mayor sea el tiempo necesario para la colonización en pecíolo, menor será el largo de las lesiones en el tallo (Degener et al., 1999).

No se encontró correlación entre el crecimiento del hongo en la hoja (mm/día) y los días en colonizar el pecíolo. Por lo que se deduce que no siempre que ocurra un avance rápido por la hoja será de la misma manera en el pecíolo (Degener et al., 1999).

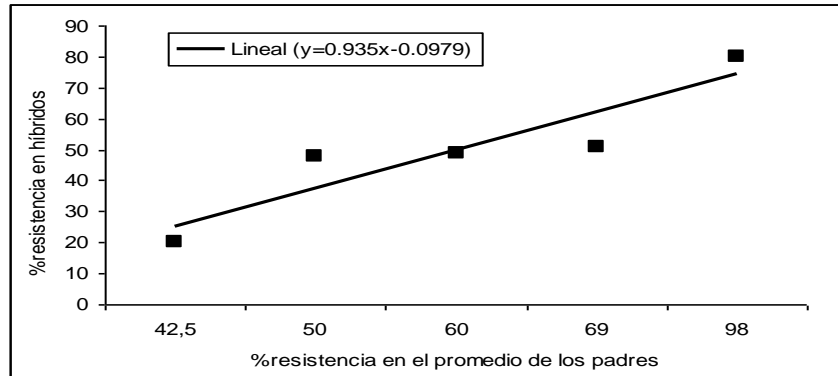
Entre el largo de la hoja y el crecimiento del hongo dentro de ella, se encontró una correlación relativamente alta y positiva ($r = 0,67$; con un $p \leq 0,01$), (Degener et al., 1999).

Las plantas más resistentes presentaron en sus tallos lesiones superficiales y de menor tamaño. Mientras que las plantas más susceptibles presentaron lesiones de mayor longitud en sus tallos (Degener et al., 1999).

Los diferentes comportamientos que tenían los genotipos analizados fueron causados por la resistencia a *P. helianthi*, esto se describió según la presencia o ausencia de tejido con necrosis en los híbridos estudiados. Deglène et al. (1999), analizaron las líneas maternas y las paternas de una F_1 , durante dos años consecutivos (1996 y 1997) en diferentes localidades francesas (Monbèqui y Lauragais), bajo condiciones naturales de infección. Dichas líneas endocriadas tuvieron el mismo comportamiento sanitario en ambos ensayos. Quiere decir que los materiales resistentes continuaron al año siguiente con la misma condición de resistencia ($r^2 = 0.81$), la misma respuesta se encontró con los genotipos susceptibles. Probablemente explicado por tratarse de genes que se expresan de diferente manera frente al patógeno y mantienen su comportamiento independientemente de las condiciones ambientales.

En el mismo experimento se demostró que existía una asociación entre la media de la resistencia que presentaban las líneas endocriadas y la resistencia que se obtendría en la F_1 . Se determinó que un 10% de aumento en la resistencia del promedio de los padres del híbrido, resultaría en un 9,35% más de resistencia en el híbrido comparado con otros híbridos, con un coeficiente de determinación $R^2 = 0,423$ (Figura 8). Estos resultados estarían sugiriendo el carácter aditivo de la resistencia genética a *P. helianthi* (Deglène et al., 1999).

Figura 8. Valores de regresión de los promedios de los padres y los híbridos para los porcentajes de resistencia a *P. helianthi*



Fuente: adaptado de Deglène et al. (1999)

La heredabilidad en el sentido estricto fue de 0,662. Las varianzas aditivas en las líneas paternas de los híbridos fueron menores a la presentada en las líneas maternas (Deglène et al., 1999). Esto se contradice con lo reportado en 1997, donde se afirmaba la existencia de un gran efecto de las líneas paternas de la progenie resultante en la F_1 (Vear et al., citados por Deglène et al., 1999). Probablemente en el experimento llevado a cabo por Deglène et al. (1999) existió algún efecto maternal, fundamentado en que los genes de resistencia usados en líneas maternas fueron más efectivos.

2.4.2 Control químico

Diversos estudios se han llevado a cabo con el objetivo de determinar el/los principios activos, momentos y dosis que presenten la mayor eficiencia para el control de *P. helianthi*.

Delos et al. (1994) en Francia, concluyeron que diferentes principios activos presentan variadas eficiencias en el control de la enfermedad. En este ensayo utilizaron dos fungicidas mezclas: Flusilazol + Carbendazim y Fenpropimorphe + Carbendazim + Mancozeb; evaluados en cinco momentos diferentes de aplicación, en dos cultivares (resistentes y muy sensibles). Las fechas de las aplicaciones diferían según los días pre y post inoculación (19 y 12 días previos; 2, 7 y 14 días posteriores a la inoculación (cuadro 4).

Cuadro 3. Porcentaje de tallos totalmente afectados para los distintos tratamientos según día de aplicación respecto a la inoculación artificial; ensayos Drémil (31) 1993

Aplicaciones en días respecto a la inoculación	Testigo (sin fungicida)	Flusilazol + Carbendazim	Fenpropimorphe + Carbendazim + Mancozeb
19 días previos	85 a	56 ab	80 a
12 días previos	86 a	15 d	15 d
2 días post	87 a	20 de	3 g
7 días post	88 a	26 cd	10 f
14 días post	89 a	45 bc	12 ef

Fuente: adaptado de Delos et al. (1994)

Cuando las aplicaciones se realizaron 19 días antes de la inoculación con las ascosporas la eficacia de la mezcla con Flusilazol fue mayor a la mezcla que tenía Fenpropimorphe (cuadro 3). Mientras que el Fenpropimorphe, presentó mejores eficiencias de control, a los 2, 7 y 14 días post- inoculación (Delos et al., 1994). Este estudio concluyó que las mezclas con Flusilazol tienen un efecto preventivo, mientras que aquellas con Fenpropimorphe presentarían algún efecto curativo (hasta los 14 días post inoculación).

En el mismo trabajo Delos et al. (1994), reportaron para Carbendazim y Mancozeb baja actividad preventiva. Por lo cual se caracterizaría el efecto de los productos activos: Flusilazol y Fenpropimorphe, ambos constituyentes de las mezclas evaluadas en el experimento.

Cuando se aplica Fenpropimorphe en los estadios de cinco pares de hojas, se debe tener cuidado en la dosis a utilizar, dado que presenta fitotoxicidad. Se ha comprobado que dosis superiores a 1,2 lts/ha provocan menor altura en las plantas (Delos y Moinard, 1995).

Stewart (2005a) evaluó la eficiencia de doce fungicidas con diferentes ingredientes activos para el control de *P. helianthi* sobre un cultivo de girasol (híbrido MG2). Las aplicaciones se realizaron en los siguientes estadios fenológicos: V₁₂₋₁₃, R₁, R₅ y R₇. Se estimó el porcentaje de área foliar afectada en el tercio medio, severidad e incidencia de la enfermedad en tallo luego de los 17 y 32 días de la última aplicación. La medida de la eficiencia se basó en el índice calculado como el producto entre severidad e incidencia; haciendo referencia a la cantidad de enfermedad de los tallos. Ningún ingrediente activo superó el 58,8 % de eficiencia de control siendo este valor presentado por la mezcla Trifloxystrobin + Tebuconazol. Mientras que las mezclas de los ingredientes activos: Kresoxim – metil + Epoxiconazol y la de Flusilazol + Famoxate

tuvieron una eficiencia de control, menor con 46,8 y 41,1 % respectivamente (cuadro 4).

Cuadro 4. Índice, severidad, incidencia en tallo y eficiencia de control de los distintos principios activos, al estado de R₇

Principios Activos	Índice*	Severidad**	Incidencia	Eficiencia de control (medida en %) ***
Trifloxystrobin + Tebuconazol	0.65 a	0.79	80.0	58,8
Kresoxim - metil + Epoxiconazol	0.84 ab	0.96	85.0	48,8
Flusilazol + Famoxate	0.93 ab	1.01	85.0	41,1
Flusilazol + Carbendazim	1.08 abc	1.16	87.5	31,6
Flutrafol + Carbendazim	1.17 bc	1.26	92.5	25,9
Myclobutanil + Carbendazim	1.28 bc	1.31	97.5	18,9
Epoxiconazol + Carbendazim	1.31 bc	1.36	94.4	17,1
Cyproconazol + Azoxistrobin	1.47 c	1.47	100	6,9
Pyraclostrobin + Epoxiconazol	1.50 c	1.50	100	5,1
Tebuconazol + Carbendazim	1.51 c	1.51	100	4,4
Carbendazim	1.54 c	1.57	97.5	2,5
TESTIGO	1.58 c	1.58	100	0
Fenbuconazol + Carbendazim	1.59 c	1.64	97.5	0
P>	0.006	0.006	Ns	
Coef. Variación	28.54	23.84	11.67	
MDS	0.518	0.451	-	

* índice 0-4, donde 4 significa tallo totalmente afectado por la enfermedad

** severidad 0-4, donde: 0 significa tallos sanos, 1: canchales pequeños < a 10 cm, 2: uno o más canchales circundantes, 3: muchos canchales circundantes que abarcan un área \geq a 1/3 del tallo, 4: 100% del tallo afectado por la enfermedad

*** Eficiencia de control respecto al testigo según los valores del índice

Fuente: adaptado de Stewart (2005a)

En el mismo ensayo, Stewart (2005a) evaluó diferentes momentos de aplicación de fungicidas para el control de *P. helianthi*, usando dos mezclas de ingredientes activos (Trifloxystrobin + Tebuconazol y Flusilazol + Carbendazim). Las aplicaciones se realizaron en los estados fenológicos V₅/V₆, V₁₂/V₁₃ y R₁ así como también la doble aplicación en diversas combinaciones de estos estadios. Las lecturas de enfermedad se efectuaron en los estadios R₅ y R₇, (a los 39 y 19 días desde la primera y la última aplicación respectivamente) donde se evaluó el porcentaje de área foliar afectada en el tercio medio de la planta y severidad e incidencia en tallo (cuadro 5).

Cuadro 5. Índice y eficiencia de control del cancro del tallo de los distintos tratamientos químicos, según las etapas fenológicas en los que se efectuaron

Principios Activos	Momento	Índice*	Eficiencia de Control (%) **
Trifloxystrobin + Tebuconazol	$V_{5/6} - V_{12/13}$	0,02 a	98,5
Trifloxystrobin + Tebuconazol	$V_{5/6} - R_1$	0,18 a	86,9
Trifloxystrobin + Tebuconazol	$V_{12/13} - R_1$	0,49 ab	64,5
Flusilazol + Carbendazim	$V_{12/13} - R_1$	0,84 bc	39,1
Trifloxystrobin + Tebuconazol	$V_{5/6}$	1,02 c	26,1
Trifloxystrobin + Tebuconazol	R_1	1,12 cd	18,8
Trifloxystrobin + Tebuconazol	$V_{12/13}$	1,13 cd	18,1
Flusilazol + Carbendazim	$V_{5/6} - V_{12/13}$	1,23 cd	10,9
Flusilazol + Carbendazim	$V_{12/13}$	1,37 d	0,74
TESTIGO	-	1,38 d	-
Flusilazol + Carbendazim	$V_{5/6}$	1,39 d	-
Flusilazol + Carbendazim	R_1	1,50 d	-
Flusilazol + Carbendazim	$V_{5/6} - R_1$	1,50 d	-
$P \geq$ CV (%) MDS		0,0001 32,58 0,485	

* Índice 0-4, donde 4 significa 100% de tallos totalmente afectados por la enfermedad.

** La eficiencia de control se calcula considerando el índice del testigo como el máximo valor. Restando al índice del testigo el índice de cada producto se calculó el porcentaje de control. Por ejemplo, el principio activo Trifloxystrobin + Tebuconazol aplicado en los momentos $V_{5/6} - V_{12/13}$ presenta un índice de 0.02, y el valor 1.38 es el índice del testigo, el resultado de la resta entre ambos valores (1,36) es dividido entre el índice del testigo y multiplicado por cien (llegando a 98,5).

Fuente: adaptado de Stewart (2005a)

Los controles más eficientes ocurrieron al utilizar la mezcla Trifloxystrobin + Tebuconazol en dos momentos de aplicación (cuadro 5). La doble aplicación en estadios $V_{5/6} - V_{12/13}$ logró una eficiencia de control de 98,5 %. Dicha mezcla mantuvo valores de eficiencias aceptables cuando se varió el momento de aplicación, tal es el caso de las aplicaciones llevadas a cabo en $V_{5/6} - R_1$ y en $V_{12/13} - R_1$ con 84,9 y 64,5 % respectivamente (Stewart, 2005a).

En otro ensayo realizado durante el verano 2005, en un cultivo comercial se evaluó el control del cancro con la mezcla Flusilazol 12,5% y Carbendazim 25 %, con diferentes dosis (se utilizaron: 1,3; 1,6 y 1,9 l/ha de producto comercial) en dos

momentos de aplicación (botón floral y floración). El tratamiento sin fungicida presentó menor rendimiento, peso de mil semillas, porcentaje de aceite (cuadro 6) y mayor incidencia de la enfermedad que el resto de los tratamientos (contrastándolo con todos los tratados). El ingrediente activo utilizado mostró un control altamente efectivo de la enfermedad, independientemente del momento y la dosis. El efecto de la aplicación en el estado botón floral fue significativo explicando la principal diferencia ocurrida en rendimiento, peso de mil semillas y materia grasa en base seca (cuadro 6). Existieron diferencias estadísticamente significativas entre el testigo “sin fungicida” y el tratamiento realizado en floración (con un caudal de 150 l/ha y una dosis de 1,6 l/ha), el cual se efectuó con síntomas absolutamente visibles (Gamba et al., 2006).

Cuadro 6. Efecto de las aplicaciones de fungicida según momento en el rendimiento, peso de mil semillas y porcentaje de materia grasa en base seca

Tratamiento de fungicida	Rendimiento (kg/ha)	Peso de mil semillas (g)	Grasa en base seca (%)
No aplicado	833,5 B	47,3 B	40,0 B
Aplicado	1198,6 A	50,9 A	41,2 A
Según momento de aplicación			
Botón Floral	1402,8 A	51,9 A	41,8 A
Floración	994,5 B	50,0 B	40,7 B

*Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas dentro de columnas

Fuente: adaptado Gamba et al. (2006)

Por otro lado se evaluó el comportamiento de 32 híbridos con y sin aplicación de fungicida (Ceretta y Stewart, 2006). La siembra se realizó sobre rastros de girasol donde se confirmó la presencia de peritecios. Los ensayos fueron tratados en dos estadios V₆-V₈ y R₁ con distintas mezclas de principios activos, Trifloxystrobin + Tebuconazol (usado en MA) y Kresoxim - metil + Epoxiconazol (en LS). Las variables evaluadas fueron: índice (incidencia por severidad/100) para tallo y capítulo, rendimiento en grano (kg/ha), porcentaje de aceite (%), rendimiento en aceite (kg/ha) y peso de mil semillas. Se calculó el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC) para MA en tallo y capítulo.

Cuadro 7. Análisis de Varianza (ANAVA) para las variables sanitarias evaluadas en los ensayos de Mate Amargo y La Sorpresa.

Fuente de Variación	G.L. (num)	G.L. (den)	Mate Amargo (MA)				La Sorpresa (LS)			
			AUDPC** Tallo		AUDPC** Capítulo		Índice Tallo		Índice Capítulo	
			F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F
Fungicida	1	20	100	0.0001	15.7	0.0008	10.7	0.0039	13.4	0.0016
Cultivar	31	44	6.92	0.0001	6.76	0.0001	1.87	0.0275	6.39	0.0001
Fung*Cul	31	43	2.00	0.018	2.12	0.0113	1.85	0.0296	2.92	0.0006

**Área de bajo de la curva de progreso de la enfermedad. GL(num)= grados de libertad numerador. GL(den)= grados de libertad denominador. Fung*Cul= Interacción fungicida por cultivar.

Fuente: Ceretta y Stewart (2006)

El efecto de la aplicación de fungicida y de cultivares fue significativo para todas las variables sanitarias evaluadas tanto en MA como en LS (Cuadro 7). La interacción entre fungicida y cultivar también es significativo para todos los casos. Se reporta que la doble aplicación de Trifloxystrobin + Tebuconazol en MA, presentó una eficiencia de control de la enfermedad promedio de: 56,15 % y 33,3 % para AUDPCT y AUDPCC respectivamente. Los resultados de control en LS fueron 75 % para tallo y 67 % en capítulo cuando se usó Kresoxim - metil + Epxiconazol (Ceretta y Stewart, 2006).

Cuadro 8. ANAVA para los componentes del rendimiento y parámetros de calidad

Fuente de Variación	Mate Amargo					La Sorpresa				
	G.L. (num)	G.L. (den)	Granos Kg/ha	% Aceite	Kg/ha Aceite	G.L. (num)	G.L. (den)	Granos Kg/ha	% Aceite	Kg/ha Aceite
			Pr>F	Pr>F	Pr>F			Pr>F	Pr>F	Pr>F
Fung.	1	20	0.0001	0.0001	0.0001	1	20	0.0001	0.1094	0.0001
Cultivar	31	40	0.0001	0.0001	0.0001	31	44	0.0001	0.0001	0.0001
Fung*Cul	31	32	0.2761	0.1229	0.4501	31	43	0.1408	0.0248	0.166

GL(num)= grados de libertad numerador. GL (den)= grados de libertad denominador. Fung*Cul= Interacción fungicida por cultivar

Fuente: Ceretta y Stewart (2006)

Dentro de las variables rendimiento en grano y en aceite para los dos ensayos son significativos los efectos de los fungicidas y de los cultivares; no siendo significativa en la mayoría de los casos, la interacción entre fungicida * cultivar. En cambio para la variable porcentaje de aceite fueron significativos los efectos de fungicida y cultivar en la mayoría de los casos, excepto en LS donde no hay efecto fungicida. El único sitio en donde existió efecto de la interacción fungicida * cultivar fue LS (Ceretta y Stewart, 2006).

En MA, el rendimiento de grano en el tratamiento con fungicida (Trifloxystrobin + Tebuconazol) fue 346 kg/ha superior al tratamiento sin fungicida, equivalente a un 15 % más. Mientras que en LS la mezcla de Kresoxim - metil + Epxiconazol, elevó 564 kg/ha el rendimiento de grano, representando una mejora de 22.1 % respecto al testigo (cuadro 8). Se reportan incrementos en rendimiento en aceite de 138 kg aceite/ha para MA y 225 kg aceite/ha para LS (Ceretta y Stewart, 2006).

2.4.2.1 Tecnología de aplicación

El estudio de la calidad de aplicación de un fungicida consiste en el análisis de la deposición de gotas en y dentro del cultivo, verificando y cuantificando la existencia de deriva (Ridao, 1994a). La deriva es el movimiento del plaguicida en el aire, lejos de la zona de tratamiento durante la aplicación. Se puede dañar así cultivos sensibles adyacentes al área tratada o contaminar cultivos que están a punto de ser cosechados; afectar el agua de los estanques, corrientes de agua, así como dañar a peces y otros

animales y plantas acuáticas. La deriva también puede ser nociva para las personas, animales domésticos o para los insectos que transportan polen. Cuando la deriva es excesiva ocurre reducción de la cantidad de plaguicida que se aplica al área o planta a tratar y esto puede reducir la efectividad del tratamiento (URUGUAY. MGAP. JUNAGRA, 2005).

Los factores que afectan la deriva se pueden clasificar en dos grandes grupos: operacionales (comprenden el 50 %) y ambientales (50 % restante). El equipo de aplicación, la tecnología empleada y el operador son factores operacionales; mientras que: temperatura del aire, velocidad del viento y humedad relativa son ambientales. Dentro de los factores operacionales, el operador es de gran importancia ya que es el encargado de regular: la distancia entre la boquilla de aplicación y la planta o el suelo a tratar, la velocidad de avance del equipo de aplicación, el volumen de aplicación y el tamaño de las gotas del pulverizado (URUGUAY. MGAP. JUNAGRA, 2005).

A continuación se detalla cómo influyen en la deriva algunos de los factores anteriormente mencionados:

- **Distancia entre la boquilla de aplicación y la planta o el suelo a tratar:** a mayor distancia, más grande será la influencia del viento sobre el pulverizado.
- **Tamaño de gotas del pulverizado:** cuanto más pequeñas las gotas, más alta es la probabilidad de que ocurra deriva.
- **Velocidad del viento:** cuanto más fuerte sea el viento, más cantidad de plaguicida se esparcirá.
- **Temperatura del aire:** cuanto más altas las temperaturas, más deriva del plaguicida.
- **Humedad relativa:** cuanto más baja, mayor será la deriva.
- **Presión de salida:** a mayor presión del pulverizado, mayor es la deriva. (URUGUAY. MGAP. JUNAGRA, 2005).

Considerando los factores operacionales las boquillas tienen gran relevancia, dado por el volumen de aplicación y los tamaños de las gotas. Estas cumplen tres funciones primordiales con los objetivos de:

- Pulverizar el líquido, con el objetivo de producir gotas
- Esparcir las gotas del líquido, pulverizado de una forma específica
- Ayudar a regular el caudal de salida de la boquilla (URUGUAY. MGAP. JUNAGRA, 2005).

Las boquillas se clasifican según su forma de aplicación del plaguicida. Existen siete formas o patrones comunes (B. de chorro, B. de cono lleno, B. de cono hueco, B. de abanico plano, B. de abanico plano uniforme, B. de espejo y B. de centro desplazado) (URUGUAY. MGAP. JUNAGRA, 2005).

Gamba et al. (2006), evaluaron en dos niveles tarjetas sensibles al agua (TSA), a la altura del cultivo y a 30 cm del suelo. Con los caudales de 120 y 150 l/ha, no fue posible la lectura de las TSA ubicadas en el estrato superior del follaje, dado que la superficie de estas quedó totalmente cubiertas por el exceso de gotas registrado. Cuando se procesaron y analizaron en el programa e-Sprinkle (EMBRAPA) las TSA de las estaciones de capturas ubicadas a 30 centímetros del suelo, el resultado fue que tanto la cobertura (valor mínimo 20 gotas) como la amplitud relativa volumétrica (de 200 a 250 μ), arrojaron valores aceptables. Fueron consideradas las condiciones operativas del equipo aplicador, las condiciones meteorológicas en el momento de la aplicación y los resultados biológicos (Gamba et al., 2006).

2.4.3 Sistema de alerta

Los sistemas de alertas o de advertencias se basan en información sobre el estado presente y/o pasado de las variables consideradas, e indican cuando se han producido las condiciones necesarias para la infección (Gepp, 2001).

Algunos objetivos que pueden implementarse en los sistemas de pronósticos de enfermedades de los cultivos son: prevenir pérdidas de cosechas, predecir la aparición o el incremento en intensidad de una enfermedad en un cultivo para determinar el uso racional y eficiente de las medidas de manejo disponibles. Generalmente se utilizan para racionalizar el uso del control químico. Según las condiciones, puede determinarse un menor uso de productos, ya que éstos se aplican solamente en los momentos en que son necesarios y efectivos (Gepp, 2001).

A escala mundial y nacional estos sistemas de alertas constituyen una herramienta más en la toma de decisiones al momento de aplicar un fungicida. En el caso de *P. helianthi* esta herramienta es de gran utilidad, debido a que la aplicación debe ser preventiva, antes de la aparición de los primeros síntomas (Stewart, 2005c).

La importancia de cuantificar la cantidad de inóculo del rastrojo y la sucesión de descargas de ascosporas, se debe a que es una enfermedad monocíclica, por lo que el inóculo primario es el más importante. La cantidad de inóculo de los restos del cultivo anterior y la sucesión de descargas del mismo son factores fundamentales en el establecimiento y posterior desarrollo de la epidemia (Stewart, 2005c).

La alerta disponible en Uruguay consiste en un monitoreo que cuantifica la descarga de ascosporas por parte del hongo que se encuentra alojado en el rastrojo. Para la elaboración del modelo se utilizó información básica de la epidemiología de la enfermedad extrapolada de Francia debido a la falta de información a nivel nacional, por ser una enfermedad nueva en el país (Stewart, 2005c).

Las trampas caza ascosporas son distribuidas según las zonas del país donde existen mayores riesgos de incidencia de la enfermedad, definidas como las que tienen mayor presión de inóculo, por sus rastrojos infectados. Estas trampas son monitoreadas dos veces por semana para indicar el momento y la magnitud de la descarga del hongo en la localidad. El objetivo es informar las descargas del hongo y por lo tanto advertir la existencia de riesgo. El sistema sólo informa la presencia de uno de los componentes del triángulo de la enfermedad, el patógeno. Para que se pueda establecer la enfermedad debe existir una interacción en tiempo y espacio entre el patógeno virulento, el huésped susceptible y las condiciones climáticas (Stewart, 2005c).

Este sistema de alerta considera que cuando existen conteos que superan las cien ascosporas por trampa, comienza a considerarse nivel de riesgo alto; siempre que se presenten condiciones de humedad relativa alta (agua libre) durante por lo menos 36 horas, en los ocho a diez días posteriores a la descarga (Alerta Phomopsis, 2005).

2.4.4 Control cultural

Es un método de control que generalmente distorsiona el ciclo de vida del patógeno, o hace que el hábitat sea menos favorable para su sobrevivencia. En esta categoría algunos métodos de control se consideran también como preventivos, debido a que detienen el desarrollo o diseminación de algunas enfermedades (URUGUAY. MGAP. JUNAGRA, 2005).

Los controles culturales incluyen las siguientes medidas:

- Rotación de cultivos para evitar enfermedades de las plantas originadas en el suelo y/o restos del cultivo anterior.
- Proporcionar las condiciones óptimas de crecimiento para producir plantas saludables.
- Elección de cultivares resistentes (o especies no huéspedes), (URUGUAY. MGAP. JUNAGRA, 2005).

Respecto a la elección de cultivares resistentes (o especies no huéspedes), los programas de mejoramientos franceses han logrado híbridos comerciales muy poco sensibles a *P. helianthi*, debido a que no existe inmunidad para este tipo de enfermedad. En nuestro país no se han encontrado materiales comerciales resistentes a la enfermedad, aunque existe un gradiente con materiales de mejor comportamiento (Stewart, 2005b).

Durante la zafra 2005/2006, Ceretta y Stewart (2006) evaluaron el efecto de seis fechas de siembras (13/9; 29/9; 13/10; 1/11; 17/11 y 2/12/2005) y las condiciones meteorológicas sobre 15 híbridos (MG 52, Agrobél 962, Agrobél 972, Macón, Tritón Max, DK 3810, MH 20, MG 50, Jaguel, Olisun 2, MG 60, ACA 876, ACA 885, Tropel y Pan 7355). Resultando un solo período de condiciones favorables para la infección con

precipitaciones sucesivas y humedades relativas superiores a 80% durante muchas horas por un período de 4 a 5 días y con temperaturas medias entre los 20 y 28°C, durante el ciclo de crecimiento del girasol. Dichas condiciones ocurrieron entre los días 11 y 16 de enero. Los niveles de enfermedad (medidos mediante un índice construido por el producto de incidencia y severidad) variaron según las fechas de siembras dado que las condiciones favorables de infección se dieron en diferentes etapas de los cultivos (botón floral y madurez fisiológica). Los mayores niveles de enfermedad se dieron en las siembras de diciembre; explicado por encontrarse en estado de R₂ etapa más sensible del cultivo e interaccionando con condiciones ambientales favorables para el desarrollo del patógeno (Ceretta y Stewart, 2006).

Para las condiciones que se dieron en el año 2005/2006 las fechas de siembra de setiembre resultaron en mayores rendimientos, pesos de mil semillas y contenido de aceite. Los híbridos sembrados en dicho momento presentaron un comportamiento significativamente mejor frente a la enfermedad, debido a que las infecciones ocurrieron en estado más avanzado del ciclo del cultivo. De todas formas no es posible afirmar que los diferentes comportamientos productivos se deben a efectos propios de la enfermedad, y que las fechas tempranas ofrecieron mejores condiciones para crecimiento del cultivo (Ceretta y Stewart, 2006). Al no interactuar en tiempo y espacio los componentes del triángulo de la enfermedad (huésped en su etapa más susceptible, patógeno virulento y condiciones ambientales favorables para la infección), las siembras tempranas presentaron mejor comportamiento frente a la enfermedad en el año que se llevó a cabo el experimento.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

El experimento, se realizó en la zona de Porvenir (departamento de Paysandú), en un cultivo comercial de girasol; geo referenciado en las coordenadas S 32° 25,431; W 57° 56,166; a una cota de 69 metros, con precisión de 7 m. El mismo fue llevado a cabo en la zafra 2005/2006, el suelo sobre el que se desarrolló corresponde a la unidad de suelo San Manuel, Según Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay (Altamirano et al., 1976).

3.1.1 Antecedentes de la chacra

Durante el verano 2004/2005 el uso del suelo fue con pradera cultivada y durante el invierno 2005 se le estableció un verdeo de *Lolium multiflorum* (raigrás). La siembra del cultivo de girasol se realizó con una sembradora comercial en cero laboreo.

3.1.2 Siembra

El cultivo se sembró el 20 de diciembre del 2005 y la variedad utilizada fue INIA Butía (Variedad de Polinización Abierta). La densidad objetivo fue de 4 semillas/metro lineal (equivalente a 80.000 semillas por hectárea).

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

La primer aplicación de fungicida fue realizada el 2 de marzo de 2006, con los dos productos evaluados en el experimento, utilizando un volumen de agua de 140 litros/ha,. En ese momento el cultivo se presentaba en estado de botón floral (R₁) con una altura promedio de 85 centímetros. La segunda aplicación de fungicida se efectuó el día 20 de marzo de 2006, aplicando Flusilazol 25% + Carbendazim 12,5%, el cultivo se encontraba en estado de floración (R₅), presentando una altura promedio de 1,58 metros.

Para las aplicaciones se utilizó una máquina pulverizadora terrestre autopropulsable CASE II SPX 3150, con las siguientes características: presión de trabajo 40 lbs, velocidad de avance 16 km/h, 54 boquillas de doble abanico plano TJ rojo (TJ 60 8004 VS), con un espaciamiento de 50 cm entre ellas y una altura entre el cultivo y la barral de 50 cm.

La cosecha del experimento fue realizada con una máquina cosechadora de ancho operativo de 4 metros. Se cosecharon manualmente 150 capítulos por cada uno de los tratamientos 1 y 4.

3.2.1 Tratamientos

Se establecieron cinco tratamientos según el momento y el producto a aplicar, utilizando un volumen de agua de 140 litros por hectárea en todos los casos.

Cuadro 9. Momento de aplicación y producto aplicado en cada tratamiento

	Momento de aplicación	Fungicida
Tratamiento 1	*	*
Tratamiento 2	Botón floral (R ₁).	Flusilazol 25% + Carbendazim 12,5%
Tratamiento 3	Floración (R ₅).	Flusilazol 25% + Carbendazim 12,5%
Tratamiento 4	Botón floral (R ₁) y floración (R ₅).	Flusilazol 25% + Carbendazim 12,5%
Tratamiento 5	Botón floral (R ₁).	Trifloxystrobin + Tebuconazol

* testigo sin aplicación

En cada uno de los tratamientos se seleccionaron y marcaron al azar 200 plantas (50 por cada sub muestreo, dentro de la parcela), para evaluar el comportamiento sanitario en cada una de las plantas. Luego de marcadas, las lecturas de enfermedad se realizaron siempre sobre los mismos 200 individuos.

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente al azar sin repetición, con sub muestreo. El tamaño de parcela fue de 30 m de ancho por 30 m de largo (900 m²), determinados por el ancho operativo de la pulverizadora.

3.4 DETERMINACIONES

3.4.1 Condiciones ambientales

Al momento de realizar la primer aplicación (02 de marzo de 2006) se registraron las siguientes condiciones ambientales: temperatura promedio 35,6 ° C, velocidad del viento 5 km/h. y humedad relativa 43%.

3.4.2 Calidad de aplicación

Esta variable se determinó al momento de la primer aplicación, con estaciones de captura, conformadas por colectores sobre los que se colocaron tarjetas hidro sensibles (TSA). Se distribuyó una TSA por metro lineal y en dirección transversal a la pasada de la pulverizadora, colocándolas a tres alturas: 0, 30 y 80 cm del nivel del suelo. Se ubicaron 5 TSA (una cada 5 m) en los niveles 0 y 80 cm de altura, mientras que a 30 cm

de altura se colocaron 28 TSA, (una por metro). Luego de recolectadas las tarjetas se procesaron con un programa computarizado de origen brasilero, comercializado como e-Sprinkle (EMBRAPA), determinado valores objetivos de diámetro medio volumétrico, cobertura de gotas, diámetro medio numérico, amplitud relativa y coeficiente de variación de los diámetros de las gotas.

3.4.3 Variables sanitarias

Son mediciones subjetivas realizadas por apreciación visual en base a escalas según los órganos evaluados. En los cuatro primeros momentos de evaluación se consideran todas las hojas enfermas, independientemente del porcentaje de área foliar afectada; mientras que en la 5ta y 6ta lectura se evaluó el número de hojas según severidad.

Incidencia en hojas fueron mediciones puntuales, realizadas en las dos primeras lecturas (a los 79 y 92 días luego de la siembra). El número de hojas según severidad (con mayor o menor del 50% de la lámina afectada), fue constatado en las dos ultimas lecturas (113 y 120 días post siembra).

Las dos primeras lecturas debieron ser analizadas como variable binomial, ya que la evaluación era presencia/ausencia de hojas con síntoma de enfermedad. En las siguientes lecturas se analizó mediante variable multinomial.

La escala utilizada para realizar las lecturas en tallo fue de cinco dígitos, donde 0: significa tallo sano; 1: cancro menor o igual a 10 cm; 2: cancro mayor a 10 cm gradualmente circundante; 3: varios cancos que abarcan un área mayor a un tercio del tallo; 4: tallo totalmente afectado (escala proporcionada por INIA, 2004).

Para el capítulo la escala tiene las siguientes correspondencias 0: sano; 1: síntoma menor o igual a 10%; 2: síntoma entre 10 y 25%; 3: área mayor a 25% de severidad; 4: totalmente afectado no se observan partes sanas (escala proporcionada por INIA, 2004).

Las mediciones repetidas en el tiempo fueron severidad para tallo, capítulo y número de hojas con síntomas. Las lecturas se realizaron a los 79, 92, 100, 106, 113 y 120 días posteriores a la siembra del cultivo.

3.4.4 Variables continuas medidas

Otras mediciones puntuales fueron: diámetro de capítulo (cm), rendimiento de cada sub muestra corregido a 11% de humedad (en Kg/ha), rendimiento de cada planta (para los tratamientos T1 y T4) y peso de mil granos.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados con los siguientes modelos estadísticos asociados:

- para las variables continuas: DCA (diseño completamente al azar).
- para variables ordinales, repetidas en el tiempo: Multinomial

El Modelo Lineal General (MLG) se asumió para analizar las variables continuas, mediante el Análisis de Varianza (ANAVA) se estudiaron los efectos de los tratamientos utilizando el test de Tukey cuando se detectaron diferencias significativas.

Al comienzo del experimento se quisieron responder las siguientes preguntas que se presentan en los contrastes ortogonales:

Contraste 1: ¿Existe efecto al usar fungicida?

Contraste 2: ¿En cuanto a las mezclas de principios activos cuál es más eficiente independientemente de los momentos en los cuales fueron aplicados?

Contraste 3: Con el fungicida 1 (Flusilazol 25% + Carbendazim 12,5%), ¿qué es mejor una o dos aplicaciones?

Contraste 4: ¿En cuanto al fungicida 1 cuál es el momento de aplicación más efectivo?

Cuadro 10. Formulación de contrastes ortogonales

	Coeficiente de contrastes				
	T ₁ α ₁	T ₂ α ₂	T ₃ α ₃	T ₄ α ₄	T ₅ α ₅
C 1	4	-1	-1	-1	-1
C 2	0	-1	-1	-1	3
C 3	0	1	1	-2	0
C 4	0	1	-1	0	0

C 1: ¿Existe efecto al usar fungicida?. C 2: ¿En cuanto a las mezclas de principios activos cuál es más eficiente independientemente de los momentos en los cuales fueron aplicados?. C 3: Con el fungicida 1 (Flusilazol 25% + Carbendazim 12,5%), ¿qué es mejor una o dos aplicaciones?. C 4: ¿En cuanto al fungicida 1 cuál es el momento de aplicación más efectivo?. T₁ α₁: son los efectos del tratamiento 1. T₂ α₂: son los efectos del tratamiento 2. T₃ α₃: son los efectos del tratamiento 3. T₄ α₄: son los efectos del tratamiento 4. T₅ α₅: son los efectos del tratamiento 5.

La formulación de contrastes ortogonales consiste en comparar un tratamiento o grupos de tratamientos y sus efectos contra el promedio de los tratamientos, este análisis

permite la comparación de estos de manera diferente a la comparación de todos contra todos (ANAVA).

Para el efecto de los factores de las variables subjetivas se asumió una distribución binomial por lo que se analizó utilizando el modelo lineal generalizado, realizándose entonces Análisis de Deviance, utilizándose coeficiente de correlación de Spigman para variables de sanidad y rendimiento por planta. Cuando Chi-cuadrado resultó significativo fueron efectuados contrastes ortogonales.

Todos los análisis fueron realizados utilizando el software MIXED del paquete estadístico SAS versión 9.03.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

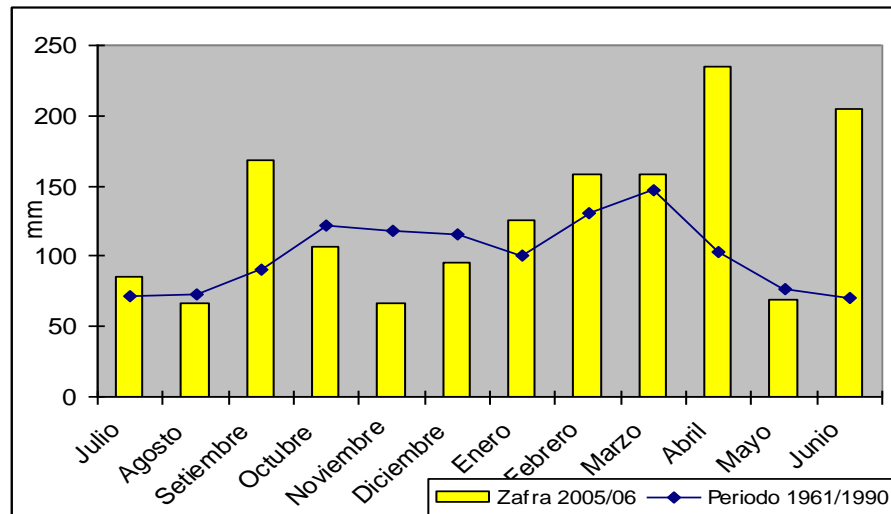
4.1 CARATERIZACIÓN CLIMATICA DE LA ZAFRA 2005/2006

Las características climáticas del año se evalúan desde el punto de vista de la temperatura promedio y las precipitaciones. La descripción abarca una comparación con la serie histórica, considerando un periodo desde 1961 hasta 1990.

4.1.1 Precipitaciones

Las precipitaciones registradas durante el invierno 2005 (valores acumulados) fueron inferiores a las de la serie histórica; salvo en el mes de setiembre donde se superó el valor promedio. La primavera se presento más seca que los valores promedios, en cambio el verano 2006 fue mas húmedo que el registro de la serie histórica (Figura 9).

Figura 9. Distribución mensual de las precipitaciones expresadas en mm para la serie histórica (período 1961-1990) y la zafra en la cual se llevo a cabo el ensayo



Fuente: adaptado de serie histórica meteorología estación Paysandú (2006)

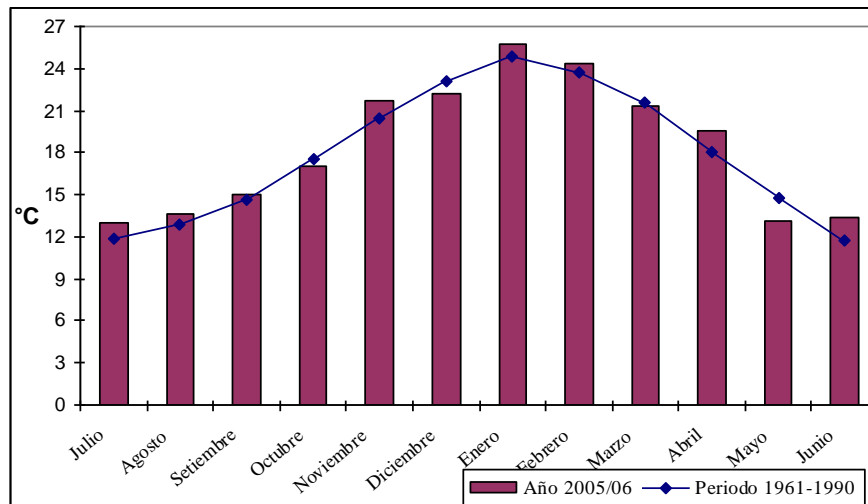
En el ciclo del cultivo las precipitaciones durante la etapa de implantación (diciembre) fueron inferiores a las del promedio histórico, mientras que en los estados vegetativo y reproductivo las precipitaciones fueron superiores al promedio histórico.

4.1.2 Régimen térmico

El comportamiento del año agrícola 2005/2006 en cuanto a temperaturas promedio, presentó una distribución similar a la serie histórica. Se destaca el verano

2006 con mayores temperaturas que las registradas en la serie histórica, mientras que en otoño del mismo año sucedió lo contrario (Figura 10).

Figura 10. Caracterización mensual de la temperatura promedio en °C para la serie histórica (período 1961-1990) y la zafra en la cual se realizó el ensayo

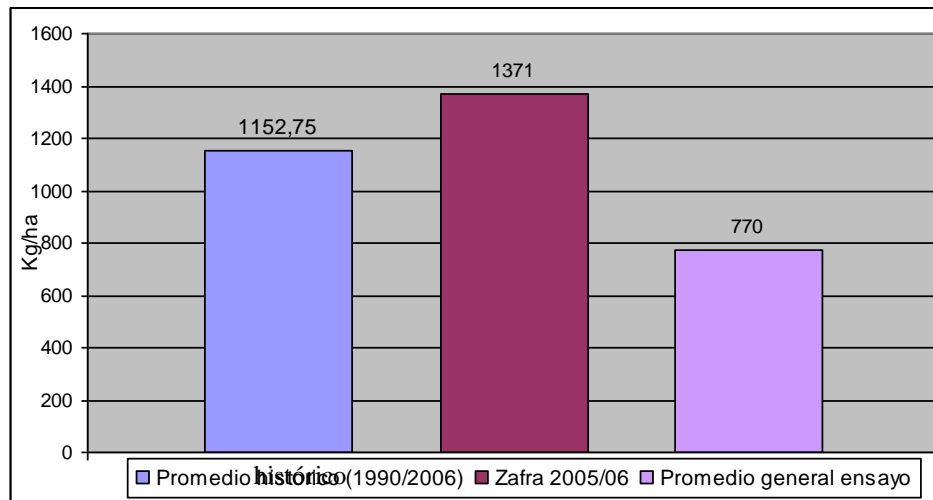


Fuente: adaptado de serie histórica meteorología estación Paysandú (2006)

4.2 RENDIMIENTO PROMEDIO DE GIRASOL

Los rendimientos promedios del cultivo de girasol registrados durante la serie histórica (1990/2006), la zafra 2005/2006 (a nivel comercial) y el ensayo se presentan en la figura 11. En el año en que se realizó el ensayo, el cultivo mostró buenos rendimientos (zafra 2005/06, según datos de URUGUAY. MGAP. DIEA, 2007); los valores superan a los presentados en la serie histórica y los obtenidos en el ensayo.

Figura 11. Comparación de rendimientos de girasol registrados durante la serie histórica (período 1990/2006), zafra 2005/2006 y promedio general del ensayo



Fuente: elaborado en base a datos de URUGUAY. MGAP. DIEA (2007)

Los rendimientos promedios del ensayo son inferiores a los de la zafra y al promedio histórico, esto puede explicarse por la variedad utilizada (VPA), la fecha de siembra (20 de diciembre 2005) y pobres condiciones de crecimiento inicial causadas por temperatura y precipitaciones ocurridas durante la etapa de implantación.

4.3 VARIABLES DE RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES

4.3.1 Rendimiento, peso de mil granos y diámetro de capítulos

Mediante análisis de varianza se analizan las variables de rendimiento (kg/ha), peso de mil granos (g), y diámetro de los capítulos (cm); considerando un nivel de significancia (α) de 5 % (cuadro 11).

Cuadro 11. Resultados de ANAVA y de test de Tukey para las variables rendimiento, peso de mil semillas y diámetro de los capítulos

	Rendimiento (kg/ha)	Peso de mil granos (g)	Diámetro de los capítulos (cm)
T1	852,8 a	54,53 a	7,80 b
T2	618,9 a	51,82 a	-
T3	760,9 a	52,95 a	-
T4	718,0 a	55,01 a	9,46 a
T5	894,8 a	52,97 a	-
Media general	769	53,45	8,63
P > F	0,2160	0,2220	0,0166
Significancia	Ns	Ns	Sig.
CV	22,26	2,70	29,43
DMS (Tukey 5%)	373,73	4,46	1,14

T1: testigo s/aplicación; T2: Fungicida 1 aplicación en botón floral; T3: Fungicida 1 aplicación en floración; T4: Fungicida 1 aplicación en botón floral y floración; T5: Fungicida 2 aplicación en botón floral según dosis recomendada.
Significancia ($\alpha = 0,05$)

Los resultados experimentales de los tratamientos (cuadro 11) no presentan diferencias significativas para las variables rendimiento ($P > F = 0,216$) y peso de mil granos ($P > F = 0,22$). Mediante contrastes ortogonales sí se obtienen diferencias significativas para ambas variables, en diferentes contrastes (cuadro 12).

Estos resultados no coinciden con los de Gamba et al. (2006), quienes sí obtuvieron efecto significativo en el rendimiento y peso de mil semillas, con la aplicación de Flusilazol + Carbendazim. También hay discrepancia con lo comprobado por Ceretta y Stewart (2006), quienes obtuvieron mejorías en el rendimiento de 15 y 22,1 % con el uso de Trifloxystrobin + Tebuconazol y Kresoxim-metil + Epoxiconazol respectivamente. Una de las posibles causas de no obtener resultados semejantes, es el bajo rendimiento promedio de todos los tratamientos y el valor alto de DMS; no se generan así diferencias estadísticas significativas. Considerando la diferencia de 373 kg/ha en el rendimiento es importante a nivel productivo.

La variable diámetro de los capítulos fue evaluada únicamente en dos de los tratamientos (T₁ y T₄), presentando diferencias significativas entre ambos, con un nivel de significancia del 5% ($P > F = 0,0166$). El tratamiento con doble aplicación de los principios activos Flusilazol + Carbendazim (T₄), resultó en un mayor tamaño de capítulo (cuadro 11).

Cuadro 12. Resumen contrastes ortogonales para las variables rendimiento y peso mil granos (PMG)

	Rendimiento (kg/ha)			PMG (g)		
	Gl	CM	P>F	gl	CM	P>F
Tratamiento	4	48048,17	0,2160	4	53,96	0,2220
C 1	1	35027,19	0,2914	1	46,20	0,2579
C 2	1	114689,10	0,0665	1	1,98	0,8110
C 3	1	2108,63	0,7921	1	146,95	0,0533
C 4	1	40367,77	0,2588	1	20,71	0,4433
Error	15	29295,64	-	15	33,41	-
Total	19	-	-	19	-	-

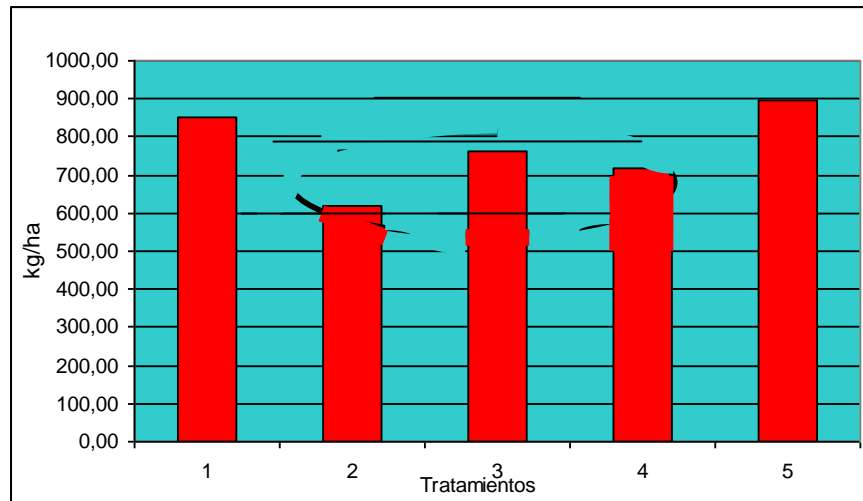
C1: efecto de uso del funguicida; C2: efecto de las mezclas de funguicida; C3: efecto de simple o doble aplicación de Flusilazol + Carbendazim ; C4: momento de aplicación de Flusilazol + Carbendazim .

Gl: grados de libertad, CM: cuadrado medio.

Para la variable rendimiento, el contraste 2 es significativo al 10 % ($P>F$ 0,0665). Existe diferencia entre los dos fungicidas (mezcla de principios activos): Trifloxystrobin + Tebuconazol en contraste con Flusilazol + Carbendazim , en los momentos evaluados (cuadro 12). Coincidiendo con los resultados obtenidos por Stewart (2005b), quién en esa zafra con la mezcla de los principios activos Trifloxystrobin + Tebuconazol, obtiene mejor eficiencia en el control de la enfermedad a nivel de los tallos.

Los rendimientos promedios no presentan diferencias significativas (figura 12). El tratamiento correspondiente a la aplicación en botón floral (estado R_1) con mezcla de principios activos Trifloxystrobin + Tebuconazol (T_5), presenta mayor rendimiento en términos absolutos. Esto se comprueba al realizar contrastes ortogonales ($P>F$ 0,0665) entre el rendimiento promedio de los tratamientos con Flusilazol + Carbendazim (T_2 , T_3 y T_4) y el rendimiento al que se aplicó Trifloxystrobin + Tebuconazol (T_5).

Figura 12. Rendimiento de cada tratamiento en kg/ha



T1: testigo s/aplicación; T2: Fungicida 1 aplicación en botón floral; T3: Fungicida 1 aplicación en floración; T4: Fungicida 1 aplicación en botón floral y floración; T5: Fungicida 2 aplicación en botón floral según dosis recomendada.

Cuadro 13. Rendimiento promedio en kg/ha según principio activo

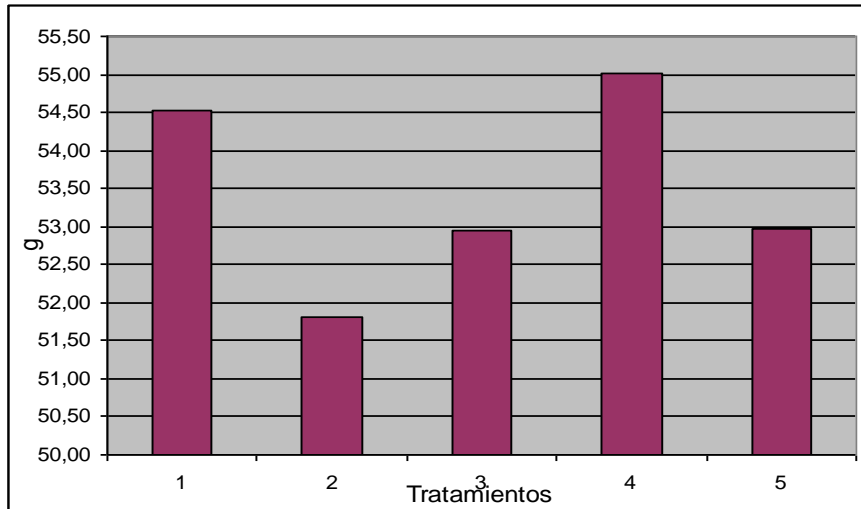
	Rendimiento kg/ha
Flusilazol + Carbendazim	699,3 B
Trifloxystrobin + Tebuconazol	894,8 A

Letras diferentes indican diferencias significativas ($\alpha = 0,0665$)

El uso de Trifloxystrobin + Tebuconazol presentó diferencias significativas, siendo 28 % superior en el rendimiento que Flusilazol + Carbendazim, independientemente de momento y número de aplicación (cuadro 13).

El contraste 3 para la variable peso de mil semillas es significativo al 5 % ($P > F$ 0,0533), demostrándose que la doble aplicación de Flusilazol + Carbendazim mejora el peso de mil granos. Similares resultados obtuvieron Gamba et al. (2006) con la misma mezcla de principios activos evaluados en una única aplicación.

Figura 13. Pesos de mil semillas medidos (gr) para cada uno de los tratamientos



T1: testigo s/aplicación; T2: Fungicida 1 aplicación en botón floral; T3: Fungicida 1 aplicación en floración; T4: Fungicida 1 aplicación en botón floral y floración; T5: Fungicida 2 aplicación en botón floral según dosis recomendada.

El peso de mil semillas (figura 13) no presenta diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos según ANAVA ($p = 0,222$). Sí existen diferencias cuando se analizan, según el número de aplicaciones de Flusilazol + Carbendazim (promedio de T₂ y T₃ vs T₄).

Cuadro 14. Valores promedios de pesos de mil granos (g) para los tratamientos según el número de aplicación de Flusilazol + Carbendazim

Tratamiento:	PMG (g)
Una aplicación*	52.4 b
Dos aplicaciones**	55.0 a

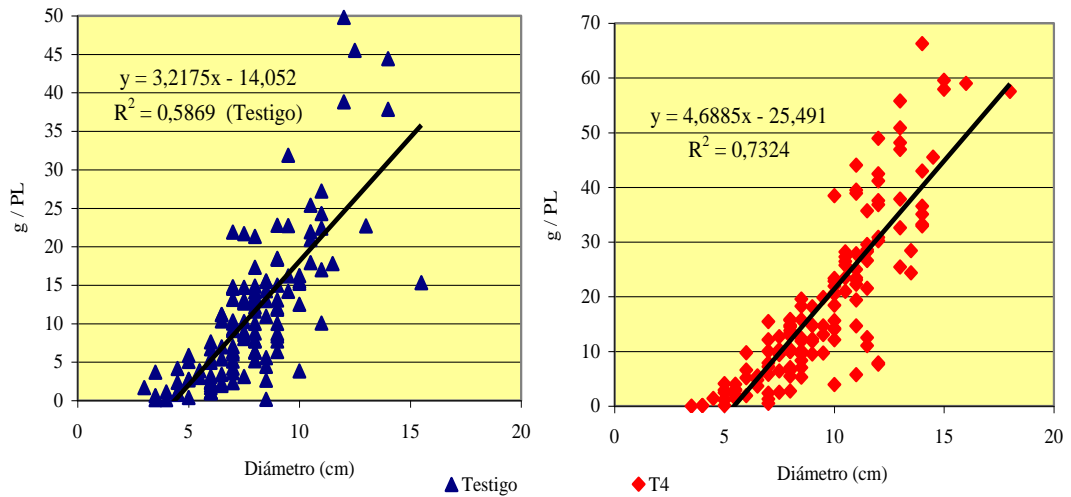
Significancia $\alpha = 0,0533$

Cuando se repite la aplicación del principio activo hay un aumento significativo del peso de mil granos de un 5% (Cuadro 14). Esto puede estar explicado por que al realizar tratamiento se pueden lograr mejores condiciones durante el llenado de grano, dado que se podría mantener mayor área foliar verde.

4.3.2 Rendimiento de capítulos

Según el análisis de varianza existen diferencias significativas en el tamaño de los capítulos de los tratamientos estudiados y sus rendimientos.

Figura 14. Correlaciones entre diámetro (cm) y rendimiento por capítulo (g / planta) para el testigo (T₁) y el tratamiento con doble aplicación de Flusilazol + Carbendazim (T₄)



Las variables diámetro de capítulos y rendimiento están asociadas, ya que existe entre ambas una correlación alta, positiva y significativa ($p < 0,0001$). El testigo (T₁) presenta un coeficiente de correlación de Pearson de 0.76609, mientras que el tratamiento con doble aplicación de fungicida posee un $r = 0,85578$. El tratamiento con dos aplicaciones de Flusilazol + Carbendazim tiene mayor coeficiente de regresión (figura 14), concluyéndose que el fungicida influye en la concreción de un mejor rendimiento por planta, cuando se logran generar capítulos de mayor tamaño.

Cuadro 15. Valores promedios de diámetro de capítulos (cm) y rendimiento promedio (g/planta) según tratamientos

	Testigo	Doble aplicación Flusilazol + Carbendazim
Diámetros (cm)	7,80 b	9.49 a
Gramos / Planta	11,09 b	18,74 a

Letras distintas dentro de filas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

El tratamiento con doble aplicación de Flusilazol + Carbendazim, presenta mayor tamaño promedio de capítulos respecto al testigo ($p < 0,016$). Resultando en mejor rendimiento de los capítulos ($p < 0,0409$), dada la alta correlación positiva existente entre

ambas variables. El fungicida tiene efecto mejorando el tamaño de los capítulos y su rendimiento en gramos por planta (cuadro 15).

4.4. VARIABLES SANITARIAS

4.4.1 Sanidad en hojas

Cuadro 16. Probabilidad de encontrar hojas enfermas para cada uno de los tratamientos en los dos primeros momentos de evaluación (9 y 22 de marzo 2006).

	9/03	22/03
T ₁	0,63 a	0,91 a
T ₂	0,41 b	0,92 a
T ₃	-	-
T ₄	0,44 ab	0,92 a
T ₅	0,43 ab	0,84 a

T1: testigo s/aplicación; T2: Fungicida 1 aplicación en botón floral; T3: Fungicida 1 aplicación en floración; T4: Fungicida 1 aplicación en botón floral y floración; T5: Fungicida 2 aplicación en botón floral según dosis recomendada.

Letras iguales dentro de columnas no difieren significativamente, prueba de Chi-cuadrado ($\alpha = 0.05$).

En la primer fecha el testigo (T₁) presenta mayor probabilidad de tener al menos una hoja enferma, superando en 0,20 unidades al resto de los tratamientos (cuadro 16). Mientras que en la evaluación sanitaria efectuada el 22 de marzo, las probabilidades aumentaron para todos los tratamientos, la mayoría de las plantas presentan al menos alguna hoja con síntoma. Esto quiere decir que en todos los tratamientos evaluados existe presencia de la enfermedad.

Cuadro 17- Probabilidades de encontrar hojas enfermas para cada uno de los tratamientos en la tercera y cuarta lectura

	29/03	05/04
T ₁	0,20 a	0,20 a
T ₂	0,16 b	0,17 ab
T ₃	0,15 b	0,14 c
T ₄	0,14 b	0,18 ab
T ₅	0,21 a	0,17 b

T1: testigo s/aplicación; T2: Fungicida 1 aplicación en botón floral; T3: Fungicida 1 aplicación en floración; T4: Fungicida 1 aplicación en botón floral y floración; T5: Fungicida 2 aplicación en botón floral según dosis recomendada.

Letras iguales dentro de columnas no difieren significativamente, prueba de Chi-cuadrado ($\alpha = 0.05$).

El 29 de marzo el testigo (T₁) y el tratamiento con Trifloxystrobin + Tebuconazol (T₅), en comparación a los demás tratamientos, presentaron valores significativos de probabilidades de encontrar mayores número de hojas enfermas (20 %).

En la cuarta lectura (05/04) el tratamiento con Flusilazol + Carbendazim aplicado en floración (T₃), presentó menor probabilidad de encontrar hojas con síntomas de enfermedad, mientras que los tratamientos restantes presentan mayores probabilidades (cuadro 17). Se puede interpretar que cuando se retrazó el momento de aplicación disminuyó la probabilidad de encontrar hojas enfermas.

Cuadro 18. Probabilidad de encontrar hojas enfermas en cada uno de los tratamientos para la quinta y sexta lectura.

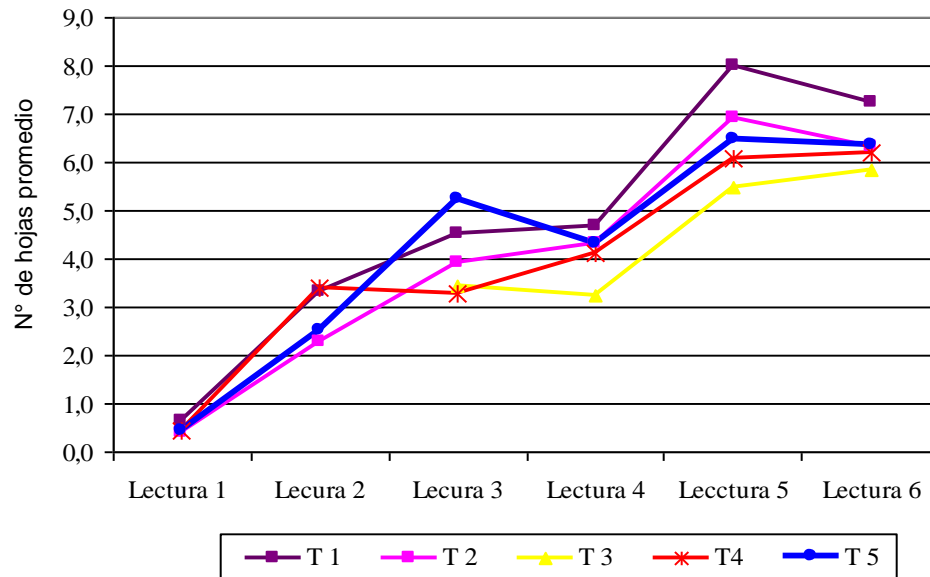
	12/04		18/04	
	HA	HB	HA	HB
T ₁	0,20 a	0,14 a	0,15 a	0,15 a
T ₂	0,13 b	0,15 a	0,13 a	0,12 ab
T ₃	0,14 b	0,10 b	0,13 a	0,11 b
T ₄	0,13 b	0,12 ab	0,14 a	0,11 ab
T ₅	0,12 b	0,13 a	0,12 a	0,13 ab

T1: testigo s/aplicación; T2: Fungicida 1 aplicación en botón floral; T3: Fungicida 1 aplicación en floración; T4: Fungicida 1 aplicación en botón floral y floración; T5: Fungicida 2 aplicación en botón floral según dosis recomendada. HA = área foliar afectada > 50 %. HB = área foliar afectada < 50 %.

Letras iguales dentro de columnas no difieren significativamente, prueba de Chi-cuadrado ($\alpha = 0.05$).

Al comparar los tratamientos según el área foliar afectada mayor al 50 % (HA), se observa que el 12 de abril, el testigo (T₁) presentó el valor más alto de probabilidad. Significando que la no aplicación de fungicida genera mayor probabilidad de ocurrencia de enfermedad en estos rangos de severidad. En la misma fecha, los tratamientos con menor probabilidad de presentar hojas enfermas para las dos categorías (HA y HB) son T₃ y T₄. Para la última evaluación (18/04), no se presentan diferencias significativas en la severidad del AF con más del 50 % afectada; esto se explica por el avanzado estado de madurez del cultivo, lo cual impide diferenciar el origen de la senescencia de sus hojas (cuadro 18).

Figura 15. Evolución del número de hojas promedio con síntomas visibles en cada tratamiento



T1: testigo s/aplicación; T2: Fungicida Flusilazol + Carbendazim aplicación en botón floral; T3: Fungicida Flusilazol + Carbendazim , aplicación en floración; T4: Fungicida Flusilazol + Carbendazim aplicación en botón floral y floración; T5: Fungicida Trifloxystrobin + Tebuconazol, aplicación en botón floral según dosis recomendada.

Lectura1: 9/03/06; Lectura 2: 22/03/06; Lectura 3: 29/03/06; Lectura 4:6/04/06; Lectura 5: 12/04/06; Lectura 6: 18/04/06.

El número promedio de hojas con enfermedad presentó tendencia al alza; es decir que la enfermedad progresó con el tiempo (Figura 15). El testigo (T₁) presenta un comportamiento similar al de los demás tratamientos desde la lectura 1 a la 4, ubicándose entre los tratamientos con mayor probabilidad de presentar hojas enfermas. Desde la lectura 4 hasta la última evaluación, el testigo (T₁) se encuentra por encima del resto de los tratamientos, esto coincide con las probabilidades donde son significativos los mayores niveles de severidad que presenta en dichos momentos. Al final del experimento existe una pequeña depresión en los promedios de hojas por planta, esto es debido a la senescencia presente en los órganos ocasionado por el avanzado estado de madurez del cultivo.

Los valores promedios de los tratamientos con fungicidas presentaron menos hojas enfermas respecto al testigo (cuadro 19). Se destaca el tratamiento con una aplicación en floración (R_{5,5}) de Flusilazol + Carbendazim (T₃), por ser inferior al testigo sin fungicida (T₁) en un valor promedio de 26 %.

Cuadro 19. Porcentaje de hojas enfermas promedio para cada tratamiento, tomando como base 100 al testigo (T₁) en todos los momentos de evaluación

	T1	T2	T3	T4	T5
Lectura 1	100	63	-	71	68
Lectura 2	100	68	-	102	76
Lectura 3	100	87	76	72	115
Lectura 4	100	93	69	88	92
Lectura 5	100	86	69	76	81
Lectura 6	100	87	81	86	88
Media	100	81	74	83	87
CV (%)	0	13	8	14	19

T1: testigo s/aplicación; T2: Fungicida 1 aplicación en botón floral; T3: Fungicida 1 aplicación en floración; T4: Fungicida 1 aplicación en botón floral y floración; T5: Fungicida 2 aplicación en botón floral según dosis recomendada

Lectura 1: 9/03/06; Lectura 2: 22/03/06; Lectura 3: 29/03/06; Lectura 4: 6/04/06; Lectura 5: 12/04/06; Lectura 6: 18/04/06.

4.4.2 Evolución sanitaria en tallos

En todas las lecturas el T₂ se destaca por presentar menores valores, obteniendo en la sexta fecha (18/04) como valor máximo 0,51, seguido en ese momento por el T₅ con 0,83 siendo lecturas bajas en la escala de severidad para tallos con síntomas de enfermedad. La diferencia presente en la última lectura entre ambos tratamientos (0,3), junto a lo mencionado anteriormente, demuestra que las plantas del T₂ exhibieron mejor comportamiento frente a la enfermedad en todos los momentos considerados (cuadro 20).

Cuadro 20. Rankings medios en los tallos con síntomas de enfermedad, para cada tratamiento según fecha de lectura

	Fecha de lecturas					
	9/03	22/03	29/03	5/04	12/04	18/04
Testigo	0.099 a	0.099 a	0.464 a	0.671 a	1.017 a	1.645 a
T ₂	0.022 b	0.022 b	0.092 c	0.064 d	0.138 d	0.512 c
T ₃	S/d	S/d	0.346 ab	0.487 b	0.607 b	1.034 b
T ₄	0.134 a	0.134 a	0.262 b	0.409 b	0.493 b	1.003 b
T ₅	0.115 a	0.115 a	0.099 c	0.224 c	0.326 c	0.834 b

T1: testigo s/aplicación; T2: Fungicida 1 aplicación en botón floral; T3: Fungicida 1 aplicación en floración; T4: Fungicida 1 aplicación en botón floral y floración; T5: Fungicida 2 aplicación en botón floral según dosis recomendada.

S/d= sin dato

Letras iguales dentro de una columna no difieren significativamente ($\alpha = 0,05$), según prueba chi-cuadrado.

Desde la cuarta lectura (5/04) en adelante, el testigo (T_1) presenta registro de severidad mayor a 0,5, mientras que los tratamientos restantes superan dicho valor en las dos últimas lecturas. Es destacable la brecha existente en las cuatro últimas lecturas entre el testigo y el T_3 , quién sigue al T_1 en el ranking con mayores niveles de severidad (cuadro 20). Esto no se corresponde con lo sucedido en las hojas, dado que el tratamiento de mejor sanidad en éstas (T_3) finaliza en el ranking de severidad en tallos con mayores valores. Esto puede ser explicado por dos causas, los niveles de enfermedad en todos los tratamientos fueron bajos o que no exista una correspondencia entre las hojas y los tallos.

Cuadro 21. Probabilidades de encontrar tallos sanos y totalmente afectados según los tratamientos, en todos los momentos de evaluación

	Sanos					
	9/03	22/03	29/03	5/04	12/04	18/04
T_1	0.955	0.955	0.700	0.630	0.478	0.317
T_2	0.990	0.990	0.936	0.960	0.916	0.734
T_3	S/d	S/d	0.770	0.721	0.660	0.513
T_4	0.940	0.940	0.823	0.762	0.718	0.525
T_5	0.950	0.950	0.931	0.866	0.808	0.592
Totalmente afectados						
T_1	0	0	0.014	0.022	0.033	0.116
T_2	0	0	0.002	0.002	0.003	0.021
T_3	S/d	S/d	0.009	0.015	0.016	0.055
T_4	0	0	0.008	0.012	0.012	0.052
T_5	0	0	0.002	0.006	0.007	0.040

T_1 : testigo s/aplicación; T_2 : Fungicida 1 aplicación en botón floral; T_3 : Fungicida 1 aplicación en floración; T_4 : Fungicida 1 aplicación en botón floral y floración; T_5 : Fungicida 2 aplicación en botón floral según dosis recomendada.

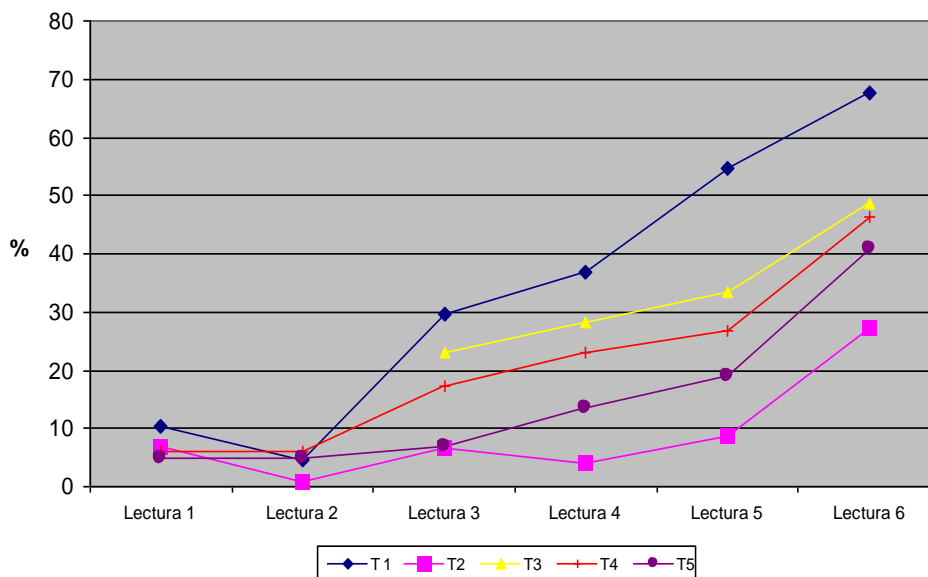
S/d= sin dato

Valores obtenidos de modelo multinomial, SAS versión 9.03.

Para las dos primeras lecturas (9 y 22 de marzo) no existen diferencias apreciables en las probabilidades de tener tallos sanos entre los tratamientos (cuadro 21). Desde la tercera lectura comienza a disminuir las probabilidades para todos los tratamientos, consecuencia del avance de la enfermedad. El testigo es quien pierde mayor probabilidad de presentar tallos sanos, a una tasa de 10 % por semana, llegando al final con los valores más bajos del ensayo. El T_2 presenta el mejor comportamiento entre todos los tratamientos, logrando hasta la quinta lectura (12/04), probabilidades de presentar tallos sanos mayores al 90 %. En la última evaluación los tratamientos con fungicida tienen valores medios, destacándose el T_2 con mejor comportamiento (cuadro 21).

Todos los tratamientos tienen probabilidades bajas de presentar tallos totalmente afectados, destacándose el testigo con un valor final mayor respecto a los demás. Dicho tratamiento tiene una probabilidad (0,074) mayor que el promedio de los tratamientos con aplicación de fungicida (cuadro 21). Esto se explica por el bajo nivel de enfermedad presente en los tallos evaluados con o sin aplicación, resultando bajas probabilidades de tener alta severidad en tallos.

Figura 16. Evolución del porcentaje de incidencia en tallos según tratamiento



T1: testigo s/aplicación; T2: Fungicida 1 aplicación en botón floral; T3: Fungicida 1 aplicación en floración; T4: Fungicida 1 aplicación en botón floral y floración; T5: Fungicida 2 aplicación en botón floral según dosis recomendada.

Lectura 1: 9/03/06; Lectura 2: 22/03/06; Lectura 3: 29/03/06; Lectura 4: 6/04/06; Lectura 5: 12/04/06; Lectura 6: 18/04/06.

Los niveles de incidencia en tallo posterior a la segunda lectura, se incrementan para todos los tratamientos con diferencias en las pendientes de las curvas de cada uno de ellos (figura 16). Al comparar, el T₁ se destaca por mostrar valores más elevados. El T₂ demuestra mejor comportamiento sanitario, ya que tiene respecto a los demás tratamientos, valores de incidencia inferiores durante toda la evaluación; sucediendo lo mismo con los niveles de severidad de la enfermedad.

Resultados semejantes han sido reportados con el uso de las mezclas de principios activos Flusilazol + Carbendazim y Fenpropimorphe + Carbendazim + Mancozeb, disminuyendo la incidencia de la enfermedad en tallos, demostrando que la aplicación de fungicida mejoró el comportamiento sanitario de dicho órgano (Delos et al., 1994). Estos autores concluyeron que existía algún efecto preventivo del Flusilazol, y curativo del Fenpropimorphe. Como se pudo apreciar en los cuadros 20 y 21, la

probabilidad de presentar tallos enfermos en el tratamiento con Flusilazol mostró los valores más bajos, mientras que tallos sanos presentaron niveles altos hasta el final de la evaluación; sucediendo lo mismo que lo reportado por Delos et al. (1994).

Según Ceretta y Stewart (2006) hay efecto significativo de fungicida, cultivar y la interacción de estos, con la cantidad de enfermedad en el tallo. En este caso la prueba fue con 32 híbridos y el uso de dos mezclas de ingredientes activos, por lo cual pudieron determinar la interacción. La eficiencia de control que reportan del Trifloxystrobin + Tebuconazol medido en la enfermedad fue de 56,15 % AUDPCT (área debajo de la curva de progreso de la enfermedad en tallo).

4.4.3 Evolución sanitaria en capítulos

Para todos los tratamientos, los valores son medios a bajos hasta la cuarta lectura (5/04), desde ese momento hay un aumento en el nivel de severidad, donde los valores extremos se presentan en T₁ y T₂ (cuadro 22). En todas las lecturas el testigo (T₁) muestra mayores valores en el ranking de capítulos con síntomas de *P. helianthi*, dicho parámetro se va duplicando semanalmente durante todo el periodo. Desde el 5/04 en adelante todos los tratamientos tienen aumentos importantes en sus niveles de severidad y también bajan las probabilidades de encontrar tallos sanos (cuadro 22).

Cuadro 22. Ranking medio de severidad en capítulos con síntoma de *P. helianthi*, para todos los tratamientos

	Fecha de lecturas				
	22/03	29/03	5/04	12/04	18/04
Testigo	0.099	0.155 a	0.321 a	0.678 a	1.301 a
T ₂	0.022	0.008 e	0.032 c	0.148 c	0.627 c
T ₃	S/d	0.049 cd	0.157 b	0.359 b	0.810 bc
T ₄	0.134	0.059 bc	0.201 b	0.329 b	1.071 ab
T ₅	0.115	0.009 de	0.083 b	0.287 b	0.813 bc

T1: testigo s/aplicación; T2: Fungicida 1 aplicación en botón floral; T3: Fungicida 1 aplicación en floración; T4: Fungicida 1 aplicación en botón floral y floración; T5: Fungicida 2 aplicación en botón floral según dosis recomendada.

S/d= sin dato.

Letras iguales dentro de una columna no difieren significativamente ($\alpha = 0,05$), según prueba chi-cuadrado.

En la quinta lectura (12/04), todos los tratamientos superan el valor 0,15; destacándose T₁ con niveles de severidad para capítulos con síntoma de *Phomopsis helianthi* de 0,68. En esa fecha bajan las probabilidades en todos los tratamientos de tener tallos sanos (cuadro 21); evidenciándose así el progreso de la enfermedad en los órganos de la planta. Considerando únicamente los tratamientos con aplicación de fungicida, el T₂ muestra menores niveles de enfermedad en capítulo durante toda la evaluación (cuadro 22). Si bien las diferencias son estadísticamente significativas, a

nivel biológico es difícil apreciar debido a que son niveles de enfermedad muy bajos (difícilmente de detectar a campo).

Cuadro 23. Probabilidad de encontrar capítulos sanos y totalmente afectados, según los tratamientos en los distintos momentos de evaluación

	Sanos				
	22/03	29/03	5/04	12/04	18/04
T ₁	0.956	0.905	0.858	0.701	0.485
T ₂	0.990	0.995	0.985	0.930	0.723
T ₃	S/d	0.969	0.929	0.834	0.652
T ₄	0.940	0.963	0.910	0.847	0.559
T ₅	0.950	0.995	0.962	0.866	0.651
Totalmente afectados (severidad 100%)					
T ₁	0	0.003	0.034	0.056	0.151
T ₂	0	1.38 *10 ⁻⁴	0.003	0.010	0.060
T ₃	S/d	8.71 *10 ⁻⁴	0.016	0.027	0.082
T ₄	0	0.001	0.021	0.025	0.116
T ₅	0	1.49 *10 ⁻⁴	0.008	0.021	0.082

*T₁: testigo s/aplicación; T₂: Fungicida 1 aplicación en botón floral; T₃: Fungicida 1 aplicación en floración; T₄: Fungicida 1 aplicación en botón floral y floración; T₅: Fungicida 2 aplicación en botón floral según dosis recomendada.

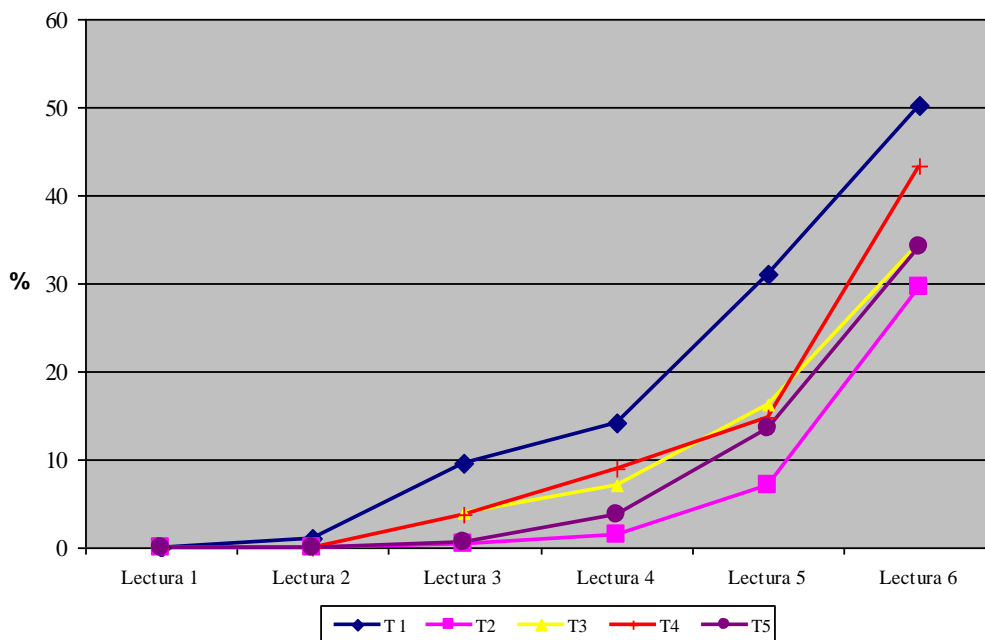
S/d: sin dato.

Valores obtenidos del modelo multinomial, SAS versión 9.03.

La probabilidad de encontrar capítulos sanos muestra valores altos y similares para todos los tratamientos hasta la quinta lectura (12/04), en esta fecha comienzan a distinguirse diferencias entre los distintos tratamientos, resaltándose la última lectura. El 18/04 el testigo presenta valores absolutos más bajos para los tallos sanos en comparación a los demás tratamientos. El aplicado en estado R₁ con Flusilazol + Carbendazim (T₂), mantiene probabilidades altas durante toda la evaluación, superando al T₁ en 23,8 % al finalizar el ensayo (cuadro 23).

Para los capítulos totalmente afectados la probabilidad es baja en todos los tratamientos; destacándose en la última lectura el testigo (T₁) y el T₄ con los valores más altos (cuadro 23). Se puede decir entonces, que los niveles de enfermedad en capítulo no fueron tan severos, ya que la probabilidad de presentar capítulos sanos es alta para todos los tratamientos con fungicida. El testigo no muestra probabilidades altas para alguna de las dos categorías (capítulos sanos y totalmente afectados); concluyendo que si bien existieron capítulos enfermos estos se encontraban con niveles intermedios en la escala de severidad.

Figura 17. Evolución del porcentaje de incidencia de enfermedad en capítulo para cada tratamiento.



T1: testigo s/aplicación; T2: Fungicida 1 aplicación en botón floral; T3: Fungicida 1 aplicación en floración; T4: Fungicida 1 aplicación en botón floral y floración; T5: Fungicida 2 aplicación en botón floral según dosis recomendada.

Lectura 1: 9/03/06; Lectura 2: 22/03/06; Lectura 3: 29/03/06; Lectura 4: 6/04/06; Lectura 5: 12/04/06; Lectura 6: 18/04/06.

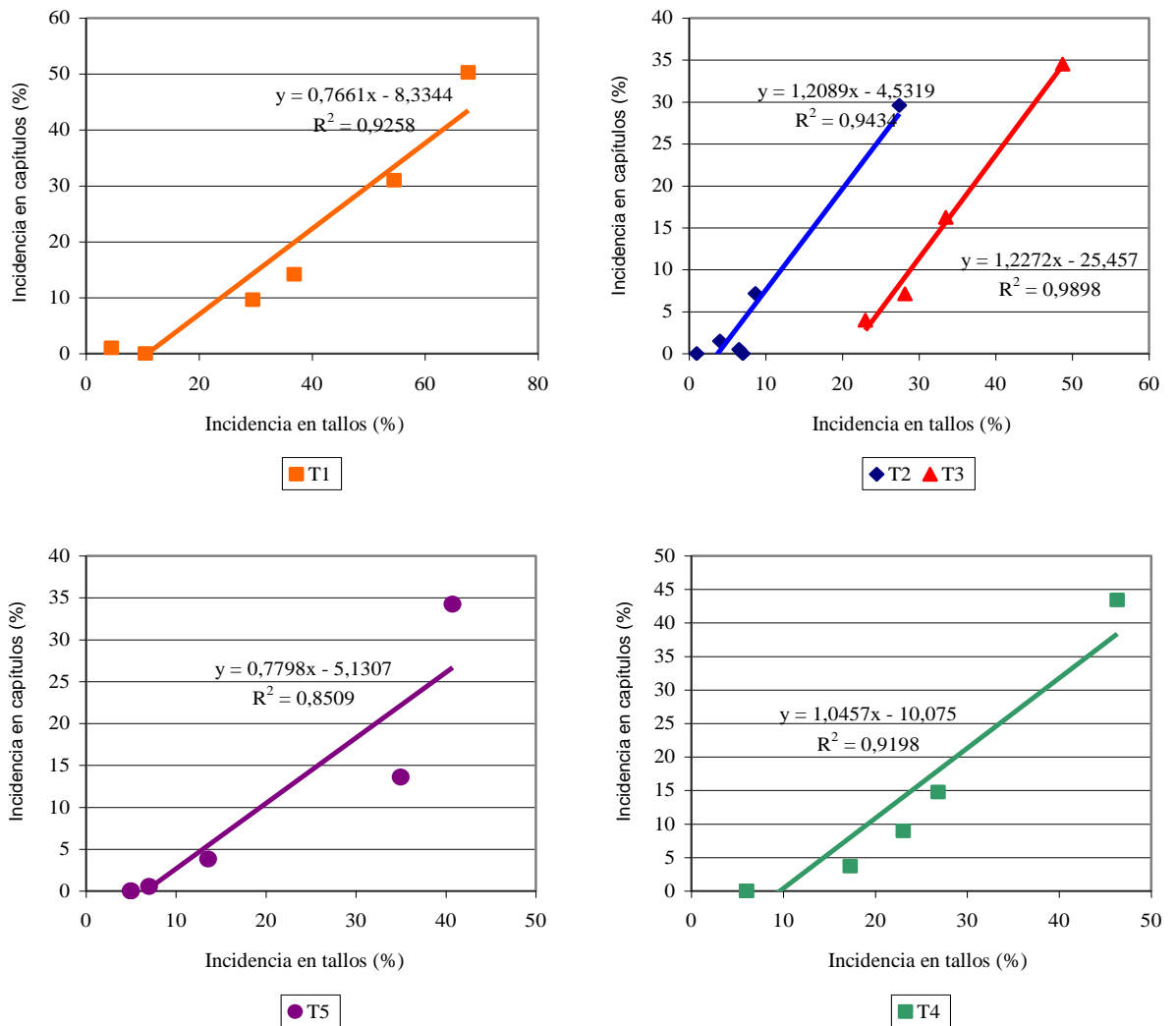
Al medir la enfermedad en los capítulos, el testigo presentó mayor grado de incidencia, acentuándose la diferencia respecto a los demás tratamientos posterior a la tercer lectura (29/03). Desde ese momento se confirma lo analizado con el ranking de severidad, es decir que comienzan a observarse aumentos en el nivel de enfermedad para todos los tratamientos.

Esto coincide con los resultados del cuadro 23, donde el T₂ presenta muy buen comportamiento hasta la quinta lectura (12/04), mientras que el testigo (T₁) se diferencia de los demás tratamientos por presentar mayor incidencia en capítulos (figura 17).

Los resultados obtenidos por Ceretta y Stewart (2006), afirman que hay efectos significativos de fungicida, cultivar y la interacción de estos para dos localidades en las variables índice de enfermedad y AUDPCC para capítulo. Esos autores reportaron una eficiencia de control de la enfermedad de cada principio activo de 33,3 % cuando se utilizó Trifloxystrobin + Tebuconazol y 67% cuando se uso Kresoxim - metil + Epoxiconazol.

4.4.4 Comportamiento sanitario en tallos y capítulos

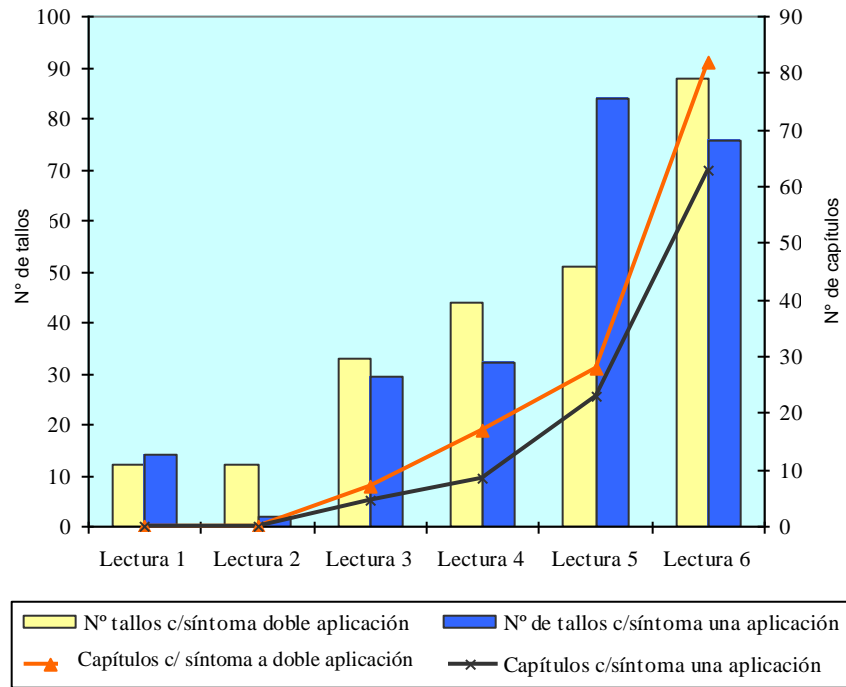
Figura 18. Coeficiente de determinación estimado según incidencia en tallo y capítulo para cada uno de los tratamientos



*T1: testigo s/aplicación; T2: Fungicida 1 aplicación en botón floral; T3: Fungicida 1 aplicación en floración; T4: Fungicida 1 aplicación en botón floral y floración; T5: Fungicida 2 aplicación en botón floral según dosis recomendada.

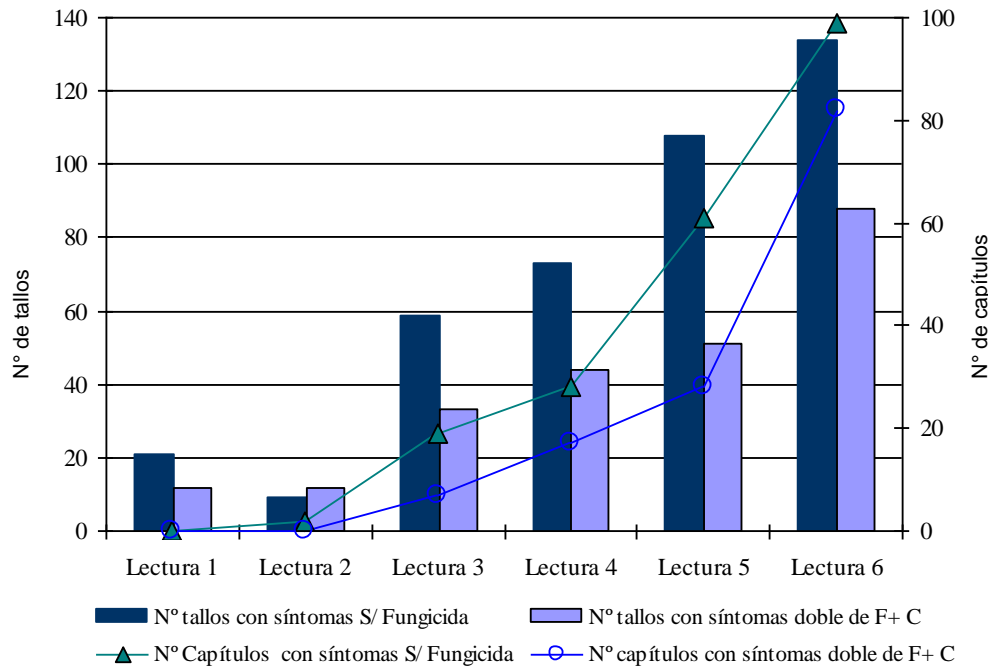
En todos los tratamientos el coeficiente de determinación estimado y la correlación presentan valores altos, positivos y significativos; comprobándose que la variable incidencia en tallos explica gran parte de los valores de enfermedad en capítulos (figura 18).

Figura 19. Número de tallos y capítulos con síntoma de *Phomopsis helianthi* según número aplicaciones de Flusilazol + Carbendazim en los estadios R₁ y R_{5,5}



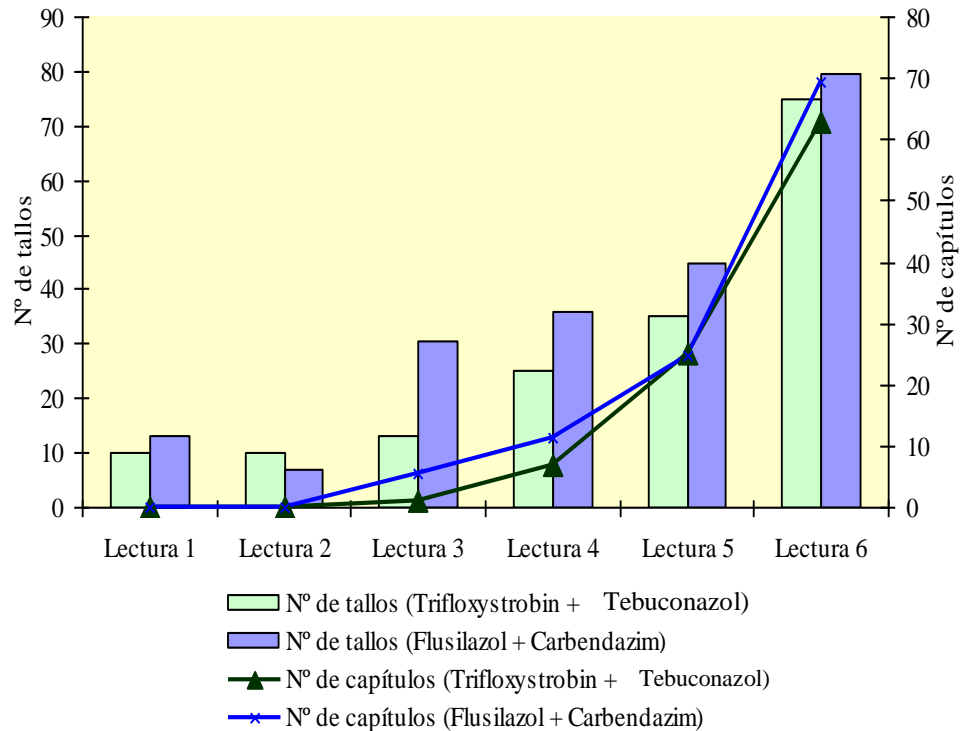
La evolución de tallos y capítulos con síntomas, no da una clara explicación de lo que sucedió con el PMG, donde la doble aplicación mejoró significativamente. En tallos y capítulos donde se repitió la aplicación de fungicida, el patógeno continuó infectando nuevos individuos (figura 19). Lo mismo sucede con las probabilidades de presentar capítulos sanos y totalmente afectados, donde no habría diferencias entre los valores para poder afirmar que el nivel de incidencia o de severidad originó las diferencias en PMG.

Figura 20. Número de tallos y capítulos con síntomas de *Ph* para los tratamientos sin fungicida (T₁) y con dos aplicaciones de Flusilazol + Carbendazim (T₄).



El comportamiento en tallos y capítulos totales sin fungicida (T₁), registra los mayores valores para ambas variables. Al final del ensayo el testigo supera al tratamiento con doble aplicación en 52,3 y 20,7 % para las variables número de tallos y capítulos con síntomas respectivamente. Estos valores representan una eficiencia de control de la enfermedad a nivel de tallos de 34,3 % y en capítulos de 17,2 %, valores bajos para dicha variable. La doble aplicación de fungicida pudo ser causante de mayores diámetros en capítulos y sus mejores rendimientos.

Figura 21. Números de tallos y capítulos con síntomas según principio activo utilizado.



El número de tallos y capítulos afectados, tiene igual comportamiento a lo largo de toda la evaluación, independientemente del ingrediente activo utilizado. Los tallos y capítulos enfermos fueron superiores durante todo el experimento en aquellos tratamientos donde se aplicó Flusilazol + Carbendazim, presentando una diferencia muy ajustada con los valores registrados para Trifloxystrobin + Tebuconazol. Quizás esto repercutió sobre la performance alcanzada por cada uno de los principios activos en cuanto al rendimiento, ya que al tratar con Trifloxystrobin + Tebuconazol supera 195,5 kg/ha.

4.5 CALIDAD DE APLICACIÓN

Dentro de los parámetros que caracterizan la calidad de aplicación se consideraron para el experimento: el diámetro medio volumétrico (DMV), la amplitud relativa (A.R.), el coeficiente de variación (C.V.D.V.), el diámetro medio numérico (DMN) y la cobertura.

Cuadro 24. Características de la aplicación.

	Arriba (85 cm)	30 cm.	Suelo
DMV 0.5 (μm)	175	178	174
A.R.	0,6	0,7	0,6
C.V.D.V	21	23	24
DMN	137	137	136
COBERTURA	168	132	127

DMV 0.5: diámetro medio volumétrico (μm)

A.R.: amplitud relativa

C.V.D.V: coeficiente de variación de los diámetros de las gotas (%)

DMN: diámetro medio numérico

COBERTURA: número de gotas/ cm^2

Todos los valores presentados (cuadro 24), se encuentran en el rango de aceptables para fungicidas en aplicaciones terrestres; comparando con valores presentados por FAO, citado por Ferrazzini y Gamba (s.f.). Considerando que los registros al momento de aplicación mostraron una velocidad del viento baja (5 kph), condiciones de temperatura media-alta ($35,6^\circ\text{C}$) y humedad relativa baja (43%), puede decirse que el grado de cobertura en el estrato superior y a nivel del suelo presentan población de gotas elevadas.

Se infiere que 41 gotas/ cm^2 desaparecen entre el estrato superior (85 cm) y el suelo, estas pueden haber sido retenidas por el cultivo o perdidas por deriva. El diámetro medio volumétrico, la amplitud relativa y el coeficiente de variación obtenido, indican aceptable calidad de aplicación con bajo riesgo de deriva (cuadro 24).

5. CONCLUSIONES

Los resultados del experimento no arrojan diferencias significativas entre los distintos tratamientos para el rendimiento en kg/ha y el PMG, considerando el análisis de varianza. Al realizarse el estudio de las variables por grupos de tratamientos, sí resultan diferencias significativas; esto ocurre al considerar los diferentes principios activos evaluados y el número de aplicaciones de Flusilazol + Carbendazim según la variable contemplada. Se obtuvieron mayores rendimientos en Kg/ha con el uso de Trifloxystrobin + Tebuconazol respecto a la aplicación de Flusilazol + Carbendazim . Para la variable PMG la doble aplicación de Flusilazol + Carbendazim mostró mejores resultados que una sola aplicación de la misma mezcla, independientemente del estadio fenológico del cultivo.

La doble aplicación de Flusilazol + Carbendazim en la Variedad de Polinización Abierta (VPA) de girasol analizada, generó capítulos con mayores diámetros y mejores rendimientos (g/planta). Dichas variables continuas presentan un coeficiente de correlación de Pearson alto, positivo y significativo. Concluyéndose que sí se generan capítulos de mayor tamaño, pueden obtenerse mejores rindes. El efecto del fungicida provocó un coeficiente de regresión superior (respecto al testigo), generando incrementos importantes en el rendimiento de los capítulos a través de aumentos en los diámetros.

Para las variables sanitarias evaluadas, se observan aumentos en las probabilidades de presentar hojas enfermas a medida que avanzan las lecturas, para todos los tratamientos, variando los niveles de comportamiento. Cuando no se aplicó fungicida, se encontraron mayores probabilidades significativas de presentar hojas enfermas a lo largo de toda la evaluación. El aumento de las probabilidades, demuestra que hubo progreso de la enfermedad a medida que avanza el tiempo.

En los tallos y capítulos, se muestran probabilidades crecientes de severidad de la enfermedad para todos los tratamientos durante el transcurso de la evaluación. Una vez más, la no aplicación de fungicida mostró valores superiores para ambos órganos en todas las lecturas, destacándose mayor severidad de la enfermedad en este tratamiento. Incrementos notorios en severidad e incidencia en tallos, se observan desde la cuarta lectura (5/04), mientras que en capítulos el crecimiento de estas dos variables se hace notorio a partir de la quinta lectura (12/04). Esto demuestra el progreso del patógeno en la planta, demorando siete días en provocar daños en nuevos órganos. Cuando se aplicó Flusilazol + Carbendazim en estadio R₁ se logró mantener mejor estado sanitario en tallos y capítulos durante toda la evaluación.

Para las variables más generales (rendimiento y PMG) no se encontraron diferencias significativas entre todos los tratamientos, en cambio al analizar las plantas

individualmente se comprueba que la aplicación de fungicida tiene efecto, mejorando el crecimiento de los capítulos y la eficiencia de concreción de rendimiento de ellos.

Para obtener conclusiones de mayor validez deberían continuarse estos experimentos ya que los resultados aquí presentados corresponden a evaluaciones realizadas en un solo año para esta metodología en particular.

6. RESUMEN

En nuestro país el cancro del tallo del girasol se reportó por primera vez en la zafra 2002/2003. Desde ese momento la superficie de producción del cultivo ha disminuido notoriamente. Las pérdidas en rendimiento del cultivo fueron calculadas para nuestro país en 39 %, registrándose mayores valores en otros países. Desde el 2003 se evalúan diferentes alternativas de control químico y genético. La eficacia de las alternativas disponibles se comprueban con el uso de distintos fungicidas aplicados en diferentes estadios de híbridos y variedades de girasol. En el 2006, con los objetivos de caracterizar la sintomatología del cancro del tallo del girasol, evaluar el momento óptimo de aplicación de los ingredientes activos y caracterizar la calidad de aplicación de los fungicidas evaluados, se realizó el experimento en la localidad de Porvenir (Paysandú). El cultivo comercial fue sembrado el 20 de diciembre de 2005, utilizándose una VPA (INIA Butiá). Se realizaron cinco tratamientos según los principios activos evaluados y el momento de aplicación, dejando un tratamiento de testigo (sin aplicación). Se evaluó el nivel de enfermedad mediante incidencia y severidad para hojas, tallos y capítulos, desde el estadio fenológico botón floral (R_1) hasta cosecha, totalizando 6 lecturas en 200 plantas de cada tratamiento. Determinándose al final, rendimiento de los capítulos, peso de mil granos y rendimiento del cultivo según los tratamientos. La calidad de aplicación se evaluó a través de Tarjetas Sensibles al Agua (TSA), colocadas a 3 alturas diferentes; procesadas luego por el programa e-Sprinkle, obteniendo valores aceptables para todos los casos. Para la variable rendimiento la aplicación de Trifloxystrobin + Tebuconazol (T + T) fue superior que la de Flusilazol + Carbendazim (F + C), mientras que la doble aplicación de F + C mejora el PMG respecto a la única. La aplicación de F + C en comparación al testigo, generó capítulos de mayor tamaño y mayores rendimientos individuales, presentando dicha variable una correlación alta, positiva y significativa. Las plantas tratadas con los fungicidas evaluados presentaron menores niveles de enfermedad que aquellas no tratadas para hojas, tallos y capítulos, pero estas diferencias no se vieron reflejadas en los kg/ha y en los PMG, de cada uno de los tratamientos.

Palabras clave: Calidad de aplicación; Cancro del tallo; Fungicida; Girasol; *Phomopsis helianthi*; Sintomatología.

7. SUMMARY

The stem canker in sunflower was first reported in our country in the period 2002/2003. Since that moment, the crop production area has decreased notoriously. The yield losses were calculated in 39 % in our country, existing higher rates in other countries. Since 2003, different alternatives in chemical and genetic control have been evaluated. The efficiency of available alternatives has been proved with the use of several fungicides applied in different hybrid and sunflower varieties stages. In 2006, with the aim of characterizing the symptoms of the stem canker in sunflower, evaluating the best moment for applying the active ingredients and observing the quality of the application of the evaluated fungicides, an experiment was held in the location of Porvenir (Paysandú). The commercial grow was sown the 20th of December of 2005, using a VPA (INIA Butia). Five treatments combining the different active ingredients and moments of application to be evaluated, and a control (no application) were tested. The level of disease was evaluated according to the affection observed in leaves, stems and inflorescences, from R₁ stage to harvest, making 6 readings to 200 plants in each treatment along that period. Finally, the capitulum yield, the 1000 grains weight and the crop yield were evaluated. The application quality was evaluated by Water Sensible Cards (WSC) at 3 different heights, using the program e-sprinkle, obtaining acceptable results in all the cases. The application of Trifloxystrobin + Tebuconazol (T + T) resulted in a higher yield than de application of Flusilazol + Carbendazim (F + C), while the doble application of F + C resulted in a higher 1000 grains weight than the single application. The application of F + C resulted in bigger capitulum size and higher capitulum yield when compared with the control, being the variable correlation significant, high, and positive. The plants treated with any of the tested fungicides presented lower disease levels in leaves, stem and capitulum than the control, but no differences were found in crop yield and 1000 grain weight among the different treatments.

Keywords: Capitulum; Stem canker; Sunflower; Quality of the application; Fungicides; *Phomopsis helianthi*.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. AGRIOS, G. N. 1995. Fitopatología. México, UTEHA. 838 p.
2. ALERTAS PHOMOPSIS. 2005. Características de la *Phomopsis* del girasol y el uso de la alerta (en línea). Montevideo, AGROMIL/ INIA/ MGAP/ Facultad de Agronomía. Consultado 12 ene. 2006. Disponible en <http://www.alertaphomopsis.com.uy>.
3. ALTAMIRANO, A.; DA SILVA, H.; DURÁN, A.; ECHEVERRÍA, A.; PANARIO, D.; PUENTES, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
4. BERRETA, A. 1991. Evaluación de cultivares de girasol. Fenología del cultivo. In: Jornada de Cultivos de Verano (1991, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. p. 21.
5. CATALANO, V. 2005. Indagini sulla regione del promotore del gene codificante per una endopoligalacturonasi in *Diaporthe helianthi* Tesi di laurea specialistica; riassunto analitico. s.n.t. s.p.
6. CERETTA, S. 2005. Comportamiento sanitario y contenido de aceite. (en línea). Montevideo, INIA. Consultado 22 dic. 2006. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/gir/comp04.htm
7. _____.; STEWART, S. 2006. Comportamiento de híbridos de Girasol frente a cancro del tallo causado por *Phomopsis helianthi*. In: Cerreta, S.; Sawchik, J.; Steward, S. eds. Presentación de resultados Convenio INIA- AUSID- CALMER. Montevideo, INIA. pp. 15-30 (Actividades de Difusión no. 467).
8. DEGENER, J.; MELCHINGER, A.; HAHN, V. 1999. Resistance in the leaf and stem of sunflower after infection with two isolates of *Phomopsis*. Plant Breeding. 118: 405-410.
9. DEGLÈNE, L.; ALIBERT, G.; LESIGNE, P.; TOURVIEILLE de LABROUHE, D.; SARRAFI, A. 1999. Inheritance of resistance to stem canker (*Phomopsis helianthi*) in sunflower. Plant Pathology. 48: 559- 563.
10. DELOS, M. ; MIONARD, J. ; FABREGUE C. 1994. Le Phomopsis du tournesol (*Diaporthe helianthi*); nouvelles acquisitions sur la

dynamique de la maladie et la mise en oeuvre de la lutte fongicide.
In: Conférence International sur les Maladies des Plantes (4^{ème.},
1994, París). Travaux presentées. s.n.t. t. 3, pp. 1187-1194.

11. _____.; _____. 1995. Phomopsis du tournesol mise en oeuvre de la lutte chimique. Phytoma- La Défense des Végétaux. no. 437: 28-30.
12. FÁLICO, L.; ALCARAZ, M.; 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. no. 27: 167-177.
13. FERRAZZINI, H.; GAMBA, F. s.f. Evaluación de dos tecnologías de aplicación de funguicida. (en línea). Montevideo, MGAP. s.p. Consultado 15 oct. 2007. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy>
14. GAMBA, F.; FERRAZINI, H.; BENTANCUR, O. 2006. La *Phomopsis* del girasol ¿qué se puede recomendar hoy?. Cangüé. no. 28: 21- 23.
15. GEPP, V. 2001. Sistema de pronóstico o alarma de enfermedades. Montevideo, Facultad de Agronomía. 40 p.
16. HERR, L.; LIPPS, P. ; WATTERS, B. 1983. *Diaporthe* stem canker of sunflower. Plant Disease. 67: 911-913.
17. HOFFMAN, E.; MAZZARINO, M. 2005. Biodiesel ; una propuesta para viabilizar su producción a partir de cultivos oleaginosos extensivos. Cangüé. no. 27 : 2 – 8.
18. JINGA, V.; ILIESCU, H.; RAFAILA, C.; CIUREA, A.; IONITA, A.; CSEP, N. 1987. Research on forecasting attacks of brown spot and stem canker (*Diaporthe* – *Phomopsis*) of sunflower. Analele Institutului de Cercetari Pentru Protectia Plantelor. 20:57 – 68.
19. KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. eds. 1995. Manual de fitopatología. 3^a ed. Sao Paulo, Editora Agronómica Ceres. v. 1, 919 p.
20. LUIZZI, P.; DOMINGO, V.; VIEGA, L.; CASTIGLIONI, E. 2001. Girasol. Paysandú, Facultad de Agronomía. 85 p.

21. MOINARD, J. 2004. Intercambio de experiencias y discusión sobre el manejo de la enfermedad. Visita en el marco de una cooperación del INIA con el Ministerio de Agricultura de Francia. s.n.t. s.p.
22. MUNTAÑOLA-CVETKOVIC, M.; VUKOJEVIC, J.; MIHALJCEVIC, M. 1989a. Pathohistology of sunflower stems attacked by *Diaporthe helianthi*. Canadian Journal of Botany. 67: 1119-1125.
23. _____. 1989b. State of the art. (en línea). s.n.t. Consultado 28 abr. 2006. Disponible en <http://www.maisadour-semences.com/phomopsis.htm>.
24. _____.; VUKOJEVIC, J.; MIHALJCEVIC, M.1991. The systemic nature of the sunflower disease caused by *Diaporthe helianthi*. Canadian Journal of Botany. 69: 1552-1556.
25. RIDAO, A. 1994a. Quebrado de tallo y otras afecciones provocadas por *Diaporthe helianthi* (*Phomopsis helianthi* Munt.). s.n.t. pp.61-66.
26. _____. 1994b. Servicio; análisis de deposición de gotas. (en línea). s.n.t. Consultado 19 nov. 2006. Disponible en http://www.chasque.net/dgsa/serv_dep_gota.doc
27. SCHNEITER, A.; MILLER, J. 1981. Description of sunflower growth stages. Crop Science. 21: 901-903.
28. STEWART, S.; ARRIVILLAGA, S.; CASTAÑO, J. 2004. Cancro del tallo en girasol. In: Jornada Técnica de Cultivos de Verano (2004, Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 11-15 (Actividades de Difusión no. 371).
29. _____. 2005a. Evaluación de fungicidas para el control de cancro de tallo de girasol. In: Jornada Técnica de Cultivos de Verano (2005, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 37 - 40 (Actividades de Difusión no. 417).
30. _____. 2005b. La *Phomopsis* o cancro del tallo del girasol. Revista INIA. no. 2: 20-22.
31. _____. 2005c. Uso de la alerta para *Phomopsis*. Revista INIA. no. 5: 15-17.

32. URUGUAY. INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS (INASE). 2006. Evaluación nacional de cultivares, zafras 2004/2005 – 2005/2006. (en línea). Montevideo. Consultado 22 dic. 2006. Disponible en <http://inase.org.uy/registro/evaluacionCultivares>
33. _____. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS AGROPECUARIAS. 2006. Anuario 2006. (en línea). Montevideo. Consultado 22 dic. 2006. Disponible en <http://www.mgap.org.uy/diea/preciosgranos/soja/girasol>
34. _____. _____. _____. 2007. Anuario 2007. (en línea). Montevideo. Consultado 15 may. 2007. Disponible en <http://www.mgap.org.uy/diea/rendimientos/girasol>
35. _____. _____. JUNTA NACIONAL DE LA GRANJA (JUNAGRA). 2005. Manual de capacitación para el buen uso y manejo de plaguicidas en Uruguay. Montevideo. p. irr.
36. VERSCHOOR, M.; CASTAÑO, F.; RIDAO, A. del C.; RODRÍGUEZ, R. 1998. Comportamiento de híbridos de girasol frente a inoculaciones de *Phomopsis helianthi* en tallo. In: Congreso Latinoamericano de Fitopatología (9º, 1997, Montevideo). Resúmenes. Montevideo, Sociedad Uruguaya de Fitopatología. p. 234.
37. VIGUIÉ, A.; VEAR F.; TOURVIEILLE de LABROUHE D. 1999. Interactions between french isolates of *Phomopsis/Diaporthe helianthi* Munt.-Cvet.et al. and sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes. European Journal of Plant Pathology. 105: 693-702.
38. VOROS, J.; LERANTH, J.; VAJNA, L. 1983. Overwintering of *Diaporthe helianthi* a new destructive pathogen of sunflower in Hungary. Acta Phytopathologica. Academy. Science. Hungary. 18:303-305.

9. ANEXOS

9.1. Evoluciones de áreas sembradas de cada cultivo según zafra

ZAFRA	Superficie sembrada	
	Girasol	Soja
90/91	55400	18562
91/92	62900	9000
92/93	58000	8750
93/94	61200	10000
94/95	107100	11000
95/96	91600	8500
96/97	96800	7560
97/98	80984	7500
98/99	134300	10000
99/00	50200	8900
00/01	48100	12000
2001/02	108498	28948
2002/03	176030	78940
2003/04	110567	247096
2004/05	117971	277961
2005/06	58800	309100
2006/07	42000	366100

9.2 Análisis de Varianza (salida SAS), para variables continuas (rendimiento, peso de mil granos y diámetro de capítulos)

F de Δ	Rendimiento (kg/ha)			PMG (g)			Diámetro de capítulo (cm)		
	Gl	CM	P>F	Gl	CM	P>F	Gl	CM	P>F
Tratamiento	4	48048,17	1,64	4	53,96	0,22	1	185,25	0,0166
Repetición	-	-	-	15	33,41	-	4	11,76	-
Error	15	29295,64	-	140	33,41	-	273	11,77	-
Total	19	-	-	159	-	-	278	-	-
CV (%)	22,26	-	-	2,70	-	2,7	29,43	-	-
Δ Tukey	373,73	-	-	4,37	-	4,46	1,14	-	-

9.3. Probabilidades de cada tratamiento de presentar alguno de los valores de la escala en tallos (0: Sanos; 1: cancos menores o iguales a 10 cm; 2: cancro mayor a 10 cm)

gradualmente circundante; 3: varios canchros que abarcan un área mayor a un tercio de tallo; 4: tallo totalmente afectada; escala proporcionada por INIA 2004) $\alpha = 0,05$

		0	1	2	3	4	MEDIA
Momento 1	T1	0.95545	0.012680	0.009647	0.022224	-	0.09864 a
	T2	0.98999	0.002922	0.002183	0.004904	-	0.02200 b
	T3	*	*	*	*	*	*
	T4	0.93952	0.017009	0.013049	0.030427	-	0.13439 a
	T5	0.94994	0.009953	0.014881	0.025227	-	0.11540 a
Momento 2	T1	0.95545	0.012680	0.009647	0.022224	-	0.09864 a
	T2	0.98999	0.002922	0.002183	0.004904	-	0.02200 b
	T3	*	*	*	*	*	*
	T4	0.93952	0.017009	0.013049	0.030427	-	0.13439 a
	T5	0.94994	0.009953	0.014881	0.025227	-	0.11540 a
Momento 3	T1	0.69977	0.18665	0.18665	0.021901	0.014022	0.46376 a
	T2	0.93601	0.04398	0.014107	0.003641	0.002261	0.09216 c
	T3	0.77040	0.14787	0.056503	0.015449	0.009782	0.34635 ab
	T4	0.82343	0.11638	0.041903	0.011225	0.007058	0.26209 b
	T5	0.93125	0.04718	0.015203	0.003930	0.002441	0.09914 c
Momento 4	T1	0.62972	0.18501	0.091946	0.071121	0.022207	0.67109 a
	T2	0.96062	0.02377	0.008481	0.005544	0.001581	0.06369 d
	T3	0.72094	0.14885	0.066746	0.048729	0.014730	0.48745 b
	T4	0.76226	0.13010	0.055866	0.039869	0.011903	0.40905 b
	T5	0.86554	0.07778	0.030199	0.020510	0.005964	0.22357 c
Momento 5	T1	0.47799	0.21749	0.14777	0.12339	0.033369	1.01666 a
	T2	0.91591	0.04859	0.02012	0.01249	0.002894	0.13788 d
	T3	0.66061	0.16859	0.09039	0.06444	0.015980	0.60658 b
	T4	0.71776	0.14605	0.07345	0.05046	0.012277	0.49344 b
	T5	0.80752	0.10525	0.04824	0.03151	0.007478	0.32617 c
Momento 6	T1	0.31654	0.18204	0.15807	0.22688	0.11647	1.64470 a
	T2	0.73444	0.12142	0.06363	0.05892	0.02160	0.51182 c
	T3	0.51343	0.18033	0.11957	0.13197	0.05470	1.03417 b
	T4	0.52524	0.17848	0.11669	0.12729	0.05230	1.00293 b
	T5	0.59213	0.16496	0.09994	0.10261	0.04036	0.83410 b

9.4. Probabilidades de cada tratamiento de presentar alguno de los valores de la escala en capítulos (0: sano; 1: síntoma menor o igual a 10%; 2: síntoma entre 10 y 25%; 3: área mayor a 25% de severidad; 4: totalmente afectado no se observan partes sanas; escala proporcionada por INIA 2004) $\alpha = 0,05$

		0	1	2	3	4	MEDIA
Momento 1	T1	*	*	*	*	*	*
	T2	*	*	*	*	*	*
	T3	*	*	*	*	*	*

	T4	*	*	*	*	*	*
	T5	*	*	*	*	*	*
Momento 2	T1	0.95545	0.012680	0.009647	0.022224	*	0.09864
	T2	0.98999	0.002922	0.002183	0.004904	*	0.02200
	T3	*	*	*	*	*	*
	T4	0.93952	0.017009	0.013049	0.030427	*	0.13439
	T5	0.94994	0.009953	0.014881	0.025227	*	0.11540
Momento 3	T1	0.90481	0.049720	0.033974	.008610873	.002887200	0.15505 a
	T2	0.99499	0.002737	0.001720	.000418135	.000138665	0.00799 e
	T3	0.96930	0.016559	0.010648	.002618174	.000870810	0.04919 cd
	T4	0.96336	0.019712	0.012744	.003142036	.001045781	0.05881 bc
	T5	0.99461	0.002943	0.001850	.000449847	.000149187	0.00859 de
Momento 4	T1	0.85845	0.057786	0.022547	0.027146	0.034067	0.32059 a
	T2	0.98498	0.006636	0.002389	0.002743	0.003251	0.03265 c
	T3	0.92906	0.030325	0.011304	0.013240	0.016070	0.15693 b
	T4	0.90956	0.038192	0.014415	0.017008	0.020826	0.20135 b
	T5	0.96219	0.016488	0.006020	0.006967	0.008336	0.08277 b
Momento 5	T1	0.70072	0.098125	0.079768	0.065224	0.056160	0.67797 a
	T2	0.92956	0.027674	0.018839	0.013478	0.010446	0.14757 c
	T3	0.83375	0.061056	0.044600	0.033563	0.027028	0.35906 b
	T4	0.84668	0.056859	0.041130	0.030728	0.024608	0.32973 b
	T5	0.86582	0.050462	0.035982	0.026603	0.021134	0.28677 b
Momento 6	T1	0.48458	0.15201	0.091849	0.12075	0.15081	1.30120 a
	T2	0.72256	0.10657	0.052254	0.05837	0.06025	0.62718 c
	T3	0.65209	0.12530	0.065069	0.07574	0.08180	0.80985 bc
	T4	0.55916	0.14351	0.080828	0.10018	0.11633	1.07100 ab
	T5	0.65079	0.12561	0.065301	0.07607	0.08223	0.81335 bc

9.5. Probabilidades de hojas enfermas $\alpha = 0,05$

		Estimate	exponente	1+ exponente	p1 estimado	p1	
Momento1	T1	0,5108	1,666623961	2,666623961	0,624993994	0,63	A
	T2	-0,4263	0,652920437	1,652920437	0,395010203	0,41	B
	T4	-0,2209	0,801796856	1,801796856	0,444998477	0,44	AB
	T5	-0,3023	0,739116297	1,739116297	0,424995326	0,43	AB
Momento2	T1	2,2541	9,526715407	10,52671541	0,905003606	0,91	A
	T2	2,4423	11,49945911	12,49945911	0,919996538	0,92	A
	T4	2,3763	10,76499859	11,76499859	0,915002115	0,92	A
	T5	1,6959	5,451550153	6,451550153	0,844998492	0,84	A
Momento 3	T1	-1,3958	0,247634849	1,247634849	0,198483434	0,20	A
	T2	-1,671	0,188058913	1,188058913	0,158290898	0,16	B
	T3	-1,7263	0,177941577	1,177941577	0,151061462	0,15	B
	T4	-1,7904	0,166893399	1,166893399	0,143023689	0,14	B
	T5	-1,3273	0,265192315	1,265192315	0,209606328	0,21	A
Momento 4	T1	-1,3757	0,25266267	1,25266267	0,201700487	0,20	A
	T2	-1,5535	0,211506404	1,211506404	0,174581334	0,17	AB
	T3	-1,7989	0,165480817	1,165480817	0,14198502	0,14	C

	T4	-1,5336	0,21575754	1,21575754	0,177467573	0,18	AB
	T5	-1,5749	0,207028254	1,207028254	0,17151898	0,17	B

9.6 Probabilidad de hojas enfermas con más del 50 % del AF afectada $\alpha = 0,05$

		Estimate	exponente	1+ exponente	p1 estimado	p1	
Momento 5	T1	-1,3973	0,247263675	1,247263675	0,19824491	0,20	A
	T2	-1,897	0,150017999	1,150017999	0,130448392	0,13	B
	T3	-1,8525	0,156844564	1,156844564	0,135579635	0,14	B
	T4	-1,9384	0,14393406	1,14393406	0,125823739	0,13	B
	T5	-1,9928	0,13631321	1,13631321	0,11996095	0,12	B
Momento 6	T1	-1,7562	0,17269988	1,17269988	0,1472669	0,15	A
	T2	-1,925	0,14587576	1,14587576	0,12730504	0,13	A
	T3	-1,8589	0,15584396	1,15584396	0,13483132	0,13	A
	T4	-1,832	0,16009306	1,16009306	0,13800019	0,14	A
	T5	-1,9519	0,14200401	1,14200401	0,12434633	0,12	A

9.7 Probabilidad de hojas enfermas con menos del 50 % del AF afectada $\alpha = 0,05$

		Estimate	exponente	1+ exponente	p1 estimado	p1	
Momento 5	T1	-1,8515	0,157001487	1,157001487	0,135696876	0,14	A
	T2	-1,7647	0,17123815	1,17123815	0,146202675	0,15	A
	T3	-2,248	0,105610234	1,105610234	0,09552212	0,10	B
	T4	-1,969	0,139596383	1,139596383	0,122496337	0,12	AB
	T5	-1,8913	0,150875543	1,150875543	0,131096315	0,13	A
Momento 6	T1	-1,7648	0,171221027	1,171221027	0,146190192	0,15	A
	T2	-1,9678	0,139763999	1,139763999	0,122625385	0,12	AB
	T3	-2,0819	0,12469307	1,12469307	0,110868532	0,11	B
	T4	-2,041	0,129898747	1,129898747	0,114964945	0,11	AB
	T5	-1,9428	0,143302142	1,143302142	0,125340569	0,13	AB