

**Impacto de enfermedades foliares del girasol y
herramientas para el manejo de *Alternaria helianthi* y
Phoma macdonaldii en el Sudeste Bonaerense.**

Facundo José Quiroz

Trabajo de tesis para ser presentado como requisito
parcial para optar al Título de
DOCTOR en CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS
AGRARIAS

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA**

Unidad Integrada Balcarce, Argentina

10 de Septiembre de 2015

**Impacto de enfermedades foliares del girasol y
herramientas para el manejo de *Alternaria helianthi* y
Phoma macdonaldii en el Sudeste Bonaerense.**

Facundo José Quiroz

.....

Director: Ing. Agr. Alberto R. Escande (*M. Sc., PhD*)

.....

Co-Director: Ing. Agr. Guillermo Dosio (*M. Sc., Dr.*)

**Impacto de enfermedades foliares del girasol y
herramientas para el manejo de *Alternaria helianthi* y
Phoma macdonaldii en el Sudeste Bonaerense.**

Facundo José Quiroz

Aprobada por:

.....

Evaluador/a (*nombre y títulos*)

.....

Evaluador/a (*nombre y títulos*)

.....

Evaluador/a (*nombre y títulos*)

DEDICATORIA

A ustedes..., quienes me enseñan a vivir y crecer

Fausto y Josefina

Fernanda

Susana y Orlando

AGRADECIMIENTOS

A quienes me guiaron: Alberto Escande y Guillermo Dosio.

A quienes me (nos) acompañaron mañanas/tardes de ensayos y otras yerbas: Natalí Lazzaro, Hernan Panaggio, Juan Fernandez Miganne, Silvio Giuliano, Carlos Antonelli, Mauro Zabaleta, Luis Mendez, Juan Edwards Molina, Evangelina Nuñez Bordoy, Luciano Velazquez, Laura Maneiro, Marina Montoya, Nacho Erreguerena, Carla Maringolo.

A quienes me apoyaron en todo momento: Julia Albornoz, Carolina Troglia, Victoria Victoria Quillehauquy, Marina Montoya, Ignacio Erreguerena, Carla Maringolo, Gladys Clemente, Azucena Ridao, Alicia Melegari, Gricelda Gomez, Liliana Colavita, Barbara Carpanetto, Natalia Izquierdo, Enrique Viviani Rossi, Beatriz Cabral.

A ellos, que con pequeños consejo y experiencias vividas significaron grandes aportes: Carlos Maneiro, Víctor Pereyra, Fernando Andrade, Fernando Castaño, Luis Aguirrezabal, Jorge Tognetti, José Luis Costa, Liliana Iriarte y Cecilia Creus.

A todos aquellos que se preocuparon (y ocuparon): Grupos de ecofisiología, de Fisiología Vegetal, de Patología Vegetal, de Trigo de la UIB y el grupo de Biotecnología de Castelar.

A los correctores: Dra. Laura Giorda , Dr. Antonio y Dr. Daniel PLOPER

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1. EFECTO DE ENFERMEDADES FOLIARES PRODUCIDAS POR A. HELIANHTI P. Y MACDONALDII SOBRE COMPONENTES FISIOLÓGICOS DETERMINANTES DEL RENDIMIENTO.	7
1.1. RESUMEN	7
1.2. INTRODUCCIÓN.....	8
1.3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
1.4. RESULTADOS	17
1.4.1. SÍNTOMAS DE ENFERMEDADES.....	17
1.4.2. COMPONENTES FISIOLÓGICOS.....	21
1.4.3. RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES.....	30
1.5. DISCUSIÓN	35
1.6. CONCLUSIONES.....	42
2. INGREDIENTES ACTIVOS Y MOMENTOS DE PULVERIZACIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL GIRASOL ANTE LA MANCHA DE LA HOJA POR ALTERNARIA Y LA MANCHA NEGRA DEL TALLO.	44
2.1. RESUMEN	44
2.2. INTRODUCCIÓN.....	45
2.3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	50
2.3.1. INGREDIENTES ACTIVOS.....	50
2.3.2. MOMENTOS DE PULVERIZACIÓN.....	53
2.4. RESULTADOS	55
2.4.1. INGREDIENTES ACTIVOS.....	57
2.4.2. MOMENTOS DE PULVERIZACIÓN.....	75
2.5. DISCUSIÓN	90
2.6. CONCLUSIONES.....	98

3. PREDICCIÓN DE LA MANCHA NEGRA DEL TALLO POR <i>P. MACDONALDII</i> EN GIRASOL.	100
3.1. RESUMEN	100
3.2. INTRODUCCIÓN.....	101
3.3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	106
3.4. RESULTADOS	108
3.5. DISCUSIÓN	119
3.6. CONCLUSIONES.....	125
CONCLUSIONES GENERALES	126
ANÁLISIS DE LAS HIPÓTESIS.....	126
NUEVOS CONOCIMIENTOS, INTERROGANTES Y ALCANCES DEL TRABAJO	130
BIBLIOGRAFÍA.....	133
PUBLICACIONES, PRESENTACIONES EN CONGRESOS Y ACCIONES DE EXTENSIÓN RELACIONADAS CON ESTA TESIS	145
APÉNDICE	149

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tratamientos y principales características de los ensayos llevados a cabo en la EEA INTA Balcarce entre 2002 y 2009.	12
Tabla 2: Temperatura media diaria, precipitaciones acumuladas y radiación solar incidente media diaria durante el desarrollo de los cultivos para las campañas 2002/03, 2004/05, 2006/07, 2007/08 y 2008/09 en Balcarce.....	20
Tabla 3: PAR interceptada y material seca acumuladas durante llenado de aquenios, eficiencia de uso de la radiación durante el mismo período, en el híbrido Payé y Paraíso 30 durante los experimentos 2002/03 y 2004/05 e híbridos Agrobrel 967, Trisol 600, VDH 487 en siembras tempranas y tardías durante el experimento 2006/07. Tratamientos de protección con fungicida y testigo sin fungicida.....	27
Tabla 4: Correlación (<i>Pearson</i>) entre síntomas de enfermedades foliares del girasol y la duración del área foliar durante llenado de aquenio, el número y peso de mil aquenios, rendimiento, contenido de aceite y rendimiento de aceite.....	33
Tabla 5: Clasificación de los grupos químicos de estrobilurinas y triazoles según modo de acción, movilidad en la planta, rol de intervención y residualidad.....	47
Tabla 6: Arreglo factorial de dosis de pyraclostrobin y metconazole de los ensayos correspondientes al estudio de la dosis de activos para el control de enfermedades foliares en girasol (campañas 2007/08 y 2008/09).....	52
Tabla 7: Arreglo factorial de momentos de pulverización de fungicida y dosis de pyraclostrobin correspondientes al estudio de la dosis de activos para el control de enfermedades foliares en girasol (campañas 2007/08 y 2008/09).	54
Tabla 8: Temperatura media diaria, precipitaciones acumuladas y días con precipitación de la serie climática 2000-2014 y durante el desarrollo de los cultivos para las campañas 2007/08 y 2008/09 en Balcarce.....	56
Tabla 9: Severidad de la mancha de la hoja por <i>A. helianthi</i> a nivel de planta y del área bajo la curva de progreso de la enfermedad durante llenado de aquenios para dosis de pyraclostrobin y de metconazole pulverizadas en R2 durante la campaña 2007/08 en Balcarce..	59

Tabla 10: Incidencia de la mancha negra del tallo por <i>P. macdonaldii</i> , del área bajo la curva de progreso de la enfermedad y severidad de roya negra en la hoja 28 durante llenado de aquenios para dosis de pyraclostrobin y de metconazole pulverizadas en R2 durante la campaña 2008/09 en Balcarce.....	65
Tabla 11: Area foliar y la duración de área foliar por planta durante llenado de aquenios para dosis de pyraclostrobin y de metconazole pulverizadas en R2 durante las campañas 2007/08 y 2008/09 en Balcarce.....	71
Tabla 12: Rendimiento de aquenios para dosis de pyraclostrobin y de metconazole pulverizadas en R2 durante las campañas 2007/08 y 2008/09 en Balcarce.....	74
Tabla 13: Severidad de la mancha de la hoja por <i>A. helianthi</i> a nivel de planta y del área bajo la curva de la enfermedad durante llenado de aquenios para momentos de aplicación y dosis de pyraclostrobin durante la campaña 2007/08 en Balcarce.	76
Tabla 14: Incidencia de la mancha negra del tallo por <i>P. macdonaldii</i> , del área bajo la curva de progreso de la enfermedad, severidad de la mancha de la hoja por <i>A. helianthi</i> y severidad de roya negra en la hoja 28 durante llenado de aquenios para momentos de aplicación y dosis de pyraclostrobin, campañas 2008/09 en Balcarce..	82
Tabla 15: Área foliar y duración de área foliar durante llenado de aquenios para momentos de aplicación y dosis de pyraclostrobin, campañas 2007/08 y 2008/09 en Balcarce.	87
Tabla 16: Rendimiento de aquenios para momentos de aplicación y dosis de pyraclostrobin durante la campaña 2007/2008 y 2008/09 en Balcarce.	89
Tabla 17: Indicadores de ajuste obtenidos por el método de estimación de mínimos cuadrados de los modelos lineal, logístico, Gompertz y exponencial al progreso de la incidencia de la mancha negra del tallo por <i>P. macdonaldii</i> del cultivar susceptible VDH487 de girasol durante el llenado de aquenios en seis fechas de siembra y dos experimentos.	110
Tabla 18: Regresión entre las variables meteorológicas registradas durante prefloración y llenado de aquenios con el progreso de la MNT.....	114

Tabla 19: Condiciones meteorológicas calculadas durante pre-floración desde registros en casilla meteorológica de la EEA Balcarce y en los experimentos en relación a la tasa de progreso de la mancha negra del tallo por <i>P. macdonaldii</i> del girasol en seis fechas de siembra durante las campañas 2007/08 y 2008/09	115
Tabla 20: Condiciones meteorológicas calculadas durante principio de llenado de achenios desde registros en casilla meteorológica de la EEA Balcarce y en el experimento en relación a la tasa de progreso de la mancha negra del tallo por <i>P. macdonaldii</i> del girasol en seis fechas de siembra durante las campañas 2007/08 y 2008/09.	116
Tabla 21: Predicción de la tasa de progreso de la mancha negra del tallo por Phoma a partir de variables meteorológicas estimadas durante prefloración y/o llenado de achenios.	117
Tabla 22: Valores medios y error estándar de la incidencia de la mancha negra del tallo por Phoma y severidad de Mancha de la hoja y roya negra por Puccinia en R8-R9, para los híbridos Payé, Paraíso 30, Agrobél 967, Trisol 600 y VDH 487, durante los experimentos 2002/03, 2004/05, 2006/07, 2007/08 y 2008/9, y fechas de siembra tempranas y tardías. Tratamientos de protección con fungicida y testigo sin fungicida.	154
Tabla 23: Valores medios y error estándar del número de hojas senescidas y totales, índice de área foliar y material seca de la parte aérea de la planta en floración para los híbridos Payé, Paraíso 30, Agrobél 967, Trisol 600 y VDH 487 durante los experimentos 2002/03, 2004/05, 2006/07, 2007/08 y 2008/9, y fechas de siembra tempranas y tardías. Tratamientos de protección con fungicida y testigo sin fungicida.	155
Tabla 24: Valores medios y error estándar del rendimiento, contenido de aceite, número y peso de mil achenios para los híbridos Payé, Paraíso 30, Agrobél 967, Trisol 600 y VDH 487 durante los experimentos 2002/03, 2004/05, 2006/07, 2007/08 y 2008/9, y fechas de siembra tempranas y tardías. Tratamientos de protección con fungicida y testigo sin fungicida	156

Tabla 25: Indicadores de ajuste de las curvas dosis de ingrediente activo – respuesta entre severidad o área bajo la curva de la mancha de la hoja y la dosis de pyraclostrobin aplicada en botón floral R2 en Balcarce, campaña 2007/08.....	157
Tabla 26: Pruebas de comparación de medias LSD-Fisher ($P \leq 0,05$) del área foliar en R7 para las combinaciones de dosis de pyraclostrobin y metconazole aplicadas en botón floral R2 durante la campaña 2008/09 en Balcarce.	158
Tabla 27: Pruebas de comparación de medias LSD-Fisher ($P \leq 0,05$) de la duración del área foliar durante llenado de aquenios para la combinación de dosis de pyraclostrobin y metconazole aplicadas en botón floral R2 en la campaña 2008/09 en Balcarce. ...	159
Tabla 28: Indicadores de ajuste de las curvas dosis de ingrediente activo – respuesta entre el área bajo la curva de la mancha de la hoja y la dosis de pyraclostrobin aplicada durante V12-14 , R2, R4 y R6 en Balcarce, campaña 2007/08.....	160
Tabla 29: Pruebas de comparación de medias LSD-Fisher ($P \leq 0,05$) del área foliar para combinaciones de momentos de aplicación de fungicida y dosis de pyraclostrobin durante R7 de la campaña 2007/08 en Balcarce.	161
Tabla 30: Pruebas de comparación de medias LSD-Fisher ($P \leq 0,05$) del área foliar para combinaciones momentos de aplicación de fungicida y dosis de pyraclostrobin en R8 de la campaña 2007/08 en Balcarce..	162
Tabla 31: Pruebas de comparación de medias LSD-Fisher ($P \leq 0,05$) del rendimiento de aquenios para combinaciones de momentos de aplicación y dosis de pyraclostrobin durante la campaña 2007/08 en Balcarce.....	163

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Efecto de la protección fúngica sobre la a) incidencia de la mancha negra del tallo por <i>P. macdonaldii</i> , b) la severidad en la hoja 20 de la mancha de la hoja por <i>A. helianthi</i> y c) la roya negra por <i>P. helianthi</i> durante R8-R9 en ocho ambiente de Balcarce..	18
Figura 2: Efecto de la protección fúngica sobre el área foliar por planta en función del tiempo térmico para las campañas 2002/03 y 2004/05..	23
Figura 3: Efecto de la protección fúngica sobre el área foliar por planta en función del tiempo térmico para la fecha de siembra temprana y tardía de la campaña 2006/07.. ..	24
Figura 4: Efecto de la protección fúngica sobre el área foliar por planta en función del tiempo térmico para la fecha de siembra temprana y tardía de la campaña 2007/08.. ..	25
Figura 5: Efecto de la protección fúngica sobre la radiación interceptada en función del tiempo térmico desde principio de floración durante las campañas 2002/03 y 2004/05.	28
Figura 6: Efecto de la protección fúngica sobre la radiación interceptada en función del tiempo térmico desde principio de floración durante la fecha de siembra temprana y tardía de la campaña 2006/07.	29
Figura 7: Efecto de la protección fúngica sobre el peso de mil aquenios, en número de aquenios por metro cuadrado, el rendimiento y el contenido de aceite en ocho ambiente de Balcarce..	32
Figura 8: Biplot del análisis multivariado de combinación de dos niveles de protección de hojas con fungicida, cuatro campañas de experimentación, dos fechas de siembra y cinco híbridos de girasol asociados a síntomas de enfermedades foliares, la duración de área foliar y componentes del rendimiento en girasol..	34
Figura 9: Rastrojo de plantas de girasol infectadas con <i>P. macdonaldii</i> y <i>A. helianthi</i> esparcido en el entre surco central de cada unidad experimental.	51
Figura 10: Curva teórica de regresión exponencial negativa entre dosis de ingrediente activo y síntomas de una enfermedad..	53

Figura 11: Hojas de los estratos inferiores de plantas de girasol en estadio de botón floral R3 con síntomas de manchas por <i>A. helianthi</i> .	57
Figura 12: Efecto de la aplicación con fungicida pulverizado en R2 sobre el progreso de la severidad de la mancha de la hoja por <i>A. helianthi</i> y de dosis variables de pyraclostrobin sobre el área bajo la curva de de la enfermedad en tres hojas de girasol, en Balcarce 2007/08.	60
Figura 13: Relación entre la dosis de pyraclostrobin aplicada en R2 sobre la severidad de mancha de la hoja evaluada en tres momentos, y el área bajo la curva de la enfermedad de tres hojas de girasol o a nivel de planta, en Balcarce 2007/08.	62
Figura 14: Efecto de la aplicación en R2 con pyraclostrobin, metconazole y mezcla de ambos ingredientes activos sobre la severidad de la mancha de la hoja (campaña 2007/2008) durante llenado de aquenios en Balcarce.	63
Figura 15: Relación entre la dosis de pyraclostrobin aplicada en R2 sobre la incidencia de mancha negra del tallo evaluada en dos momentos (R7 y R8), y el área bajo la curva de la enfermedad, en Balcarce 2008/09.	66
Figura 16: Efecto de aplicaciones en R2 con pyraclostrobin, metconazole y mezcla de ambos ingredientes activos sobre la incidencia de la mancha negra del tallo por <i>Phoma</i> (campaña 2008/09) durante llenado de aquenios en Balcarce.	67
Figura 17: Relación entre la dosis de pyraclostrobin o metconazole aplicadas en R2 sobre la severidad de la roya negra evaluada en la hoja 28 durante R8, en Balcarce 2008/09.	68
Figura 18: Efecto de aplicaciones en R2 con pyraclostrobin, metconazole y la mezcla de ambos ingredientes activos sobre la severidad de la roya negra por <i>Puccinia</i> evaluada en la hoja 28 en R8 durante la campaña 2008/09 en Balcarce.	69
Figura 19: Relación entre la dosis de pyraclostrobin aplicada en R2 sobre la duración del área foliar durante llenado de aquenios en Balcarce 2007/08 y 2008/09.	72
Figura 20: Efecto de aplicaciones en R2 con pyraclostrobin, metconazole y la mezcla de ambos ingredientes activos sobre el área foliar y la duración de área foliar por	

planta, en los ensayos del 2007/08 y 2008/09 durante llenado de aquenios en Balcarce.	73
Figura 21: Evolución del efecto del momento de aplicación de fungicida sobre la severidad de la mancha de la hoja por <i>A. helianthi</i> y el área bajo la curva de la enfermedad sobre las hojas 12, 20 y 28, en Balcarce campaña 2007/08.	77
Figura 22: Relación entre la dosis de pyraclostrobin aplicada en mezcla junto con 150 g ha ⁻¹ de metconazole en cuatro estadios fenológicos sobre el ABC de de mancha de la hoja por <i>A. helianthi</i> , evaluada en tres hojas de girasol (12, 20 y 28 contabilizadas desde la base) o a nivel de planta completa, en Balcarce 2007/08.	79
Figura 23: Cambios en efectividad de dosis de pyraclostrobin sobre el porcentaje de control de la mancha de la hoja por <i>A. helianthi</i> con relación al momento de aplicación, evaluado sobre la hoja 12, 20, 28 y a nivel de planta.	80
Figura 24: Evolución del efecto del momento de aplicación de fungicida sobre la incidencia de la mancha negra del tallo y el área bajo la curva por <i>Phoma</i> del estrato inferior y medio de hojas, en Balcarce campaña 2008/09.	83
Figura 25: Efecto del momento de aplicación de fungicida y la dosis de pyraclostrobin sobre la severidad de la mancha de la hoja por <i>A. helianthi</i> durante R7 en la hoja 12 y la hoja 20, en Balcarce campaña 2008/09.	85
Figura 26: Progreso de la mancha negra del tallo por <i>P. macdonaldii</i> en seis fechas de siembra del híbrido VDH 487 de girasol para las campañas 2007/08 y 2008/9, en la EEA Balcarce.	109
Figura 27: Relación y ajuste a la función exponencial entre la incidencia de la mancha negra del tallo por <i>P. macdonaldii</i> del girasol y días después de inicio de floración para la campaña 2007/08.	111
Figura 28: Relación y ajuste a la función exponencial entre la incidencia de la mancha negra del tallo por <i>P. macdonaldii</i> en girasol y días después de inicio de floración para la campaña 2008/09.	112

Figura 29: Efecto de la fecha de siembra y el experimento sobre la tasa de progreso de la mancha negra del tallo por <i>P. macdonaldii</i> del híbrido VDH 487 de girasol en las campañas 2007/08 y 2008/09, en la EEA Balcarce.	113
Figura 30: Tasa de progreso de la mancha negra del tallo por <i>P. macdonalddi</i> predicha por los modelos seleccionados en base a variables meteorológicas (Tabla 21) observada para seis fechas de siembra entre octubre y diciembre durante las campañas 2007/08 y 2008/09.....	118
Figura 31: Ciclo de la mancha negra del tallo por <i>Phoma macdonaldii</i>	149
Figura 32: Ciclo de la mancha de la hoja por <i>Alternaria helianthi</i>	150
Figura 33: Síntomas de necrosis de tejidos de hoja y tallo causados por <i>Phoma macdonaldii</i> en girasol.	151
Figura 34: Escala diagramática desarrollada por Leite y Amorin (2002) para la evaluación de la mancha de la hoja por <i>A. helianthi</i> en girasol.	152
Figura 35: Escala diagramática desarrollada por Gulya <i>et al.</i> (1990) para la evaluación de la roya negra la hoja por <i>Puccinia helianthi</i> en girasol.....	153
Figura 36: Síntomas de fitotoxicidad de fungicida aplicado en V12-14 y R2 con 150 g ha ⁻¹ de metconazole y 0 g ha ⁻¹ de pyraclostrobin en tallo y hojas de girasol.	164

RESUMEN

El objetivo de esta tesis fue cuantificar la importancia de las enfermedades foliares del girasol en el sudeste bonaerense, y generar conocimientos y herramientas para el manejo de la mancha de la hoja por *A. helianthi* (ALT) y la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* (MNT). El trabajo se dividió en tres capítulos donde se estudiaron: 1- La prevalencia e intensidad de ALT y MNT, y su impacto sobre componentes fisiológicos del rendimiento en ambientes y manejos de cultivo; 2-La eficiencia de fungicidas y la protección de diferentes estratos de hojas mediante prueba de activos, dosis y momentos de aplicación; y 3- La relación entre variables meteorológicas (V_{met}) y la tasa de progreso de MNT ($rMNT$). Los experimentos se realizaron en la EEA Balcarce en lotes con antecedentes de ALT y MNT y agregado de rastrojo infectado. Se evaluaron cultivares, fechas de siembra y combinaciones de dosis de activos de fungicida (pyraclostrobin y metconazole) y de estadios de aplicación. Se incluyó un testigo protegido (dos a cuatro aplicaciones) y uno sin fungicida. Se evaluaron síntomas de enfermedad, componentes fisiológicos y de rendimiento, y se registraron V_{met} . La MNT fue la enfermedad de mayor predominio y asociación con disminución en peso y número de achenios. La MNT provocó senescencia anticipada de hojas, disminución en radiación interceptada y en eficiencia de conversión. La senescencia provocada por las enfermedades foliares fue importante en hojas medias o superiores. La siembra tardía presentó más MNT y ALT con relación a la temprana, observándose en algunos casos epifitias severas de ALT y roya negra. Metconazole no controló MNT y ALT. La protección con pyraclostrobin varió con la dosis, el estadio de aplicación y la hoja o estrato. La curva exponencial negativa de dosis-respuesta se ajustó para ALT, mientras que para MNT no hubo respuesta con más de $50 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$. Una alta eficiencia de control de ALT se obtuvo con aplicaciones en distintos estadios y hoja según: R2-hoja12, R4-hoja20 y R6-hoja28. La aplicación en R6 presentó menor incidencia de MNT en el estrato medio, en relación a R2 y R4. Ante una epifitia severa de ALT, el área foliar y el rendimiento fueron mayores con aplicaciones en R4 o R6 y dosis mínimas de $100 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$. Los mayores ajustes V_{met} vs $rMNT$ se observaron con las variables hídricas, y fueron lineales y positivos. La cantidad de precipitaciones durante el período de llenado de achenios presentó el mayor valor predictivo.

Palabras claves: senescencia de hoja; eficiencia de uso de la radiación; dosis efectiva de fungicida, tasa de progreso de enfermedad, roya negra, *Puccinia helianthi*.

ABSTRACT

The goal of this thesis was to estimate the importance of foliar sunflower diseases in the southeast of Buenos Aires, and generate knowledge for management of diseases caused by *A. helianthi* (ALT) and *P. macdonaldii* (MNT). This work was divided into three sections: 1- The prevalence and intensity of ALT and MNT, and their impact on physiological and yield components in different years and crop management systems; 2- The effective fungicide dose through the crop phenological stages; y 3- The relationship between meteorological variables (VMET) and the rate of MNT progress (*rMNT*). The experiments were performed in EEA Balcarce on fields with history of ALT and MNT and with the addition of infected stubble. Planting dates, cultivars, doses combinations of active ingredients (pyraclostrobin and metconazole) and spray phenological times were evaluated. Protected control (two to four fungicide applications) and check without fungicide were included. Disease symptoms, physiological and yield components were evaluated and the VMET were recorded. MNT was the most prevalent disease and had the highest association with decrease in weight and number of achenes. MNT caused early leaf senescence, decreasing the interception of the incidence radiation and the radiation use efficiency. Senescence caused by foliar diseases was important in upper or high leaves. The late sowing had more MNT and ALT than early sowing, and in some cases severe epidemics of ALT and black rust were observed. Metconazole did not control MNT or ALT. The efficiency of pyraclostrobin protection varied with the dose, the spray time and the leaf layer or stratum. The negative exponential dose-response curve was adjusted to ALT, whereas there was no response to MNT over 50 g ha⁻¹. High efficiency control of ALT was obtained at spraying times and leaf: R2-leaf12, R4-leaf20 and R6-leaf28. R6 spray time had lower incidence of MNT in the middle leaves stratum, in relation to R2 and R4. Under severe epidemics of ALT, greater leaf area and yield was achieved with applications in R4 or R6 and 100 g ha⁻¹ or higher doses. Higher regression between VMET and *rMNT* were observed with hydric variables and were linear and positive. The amount of rainfall during the filling period had the highest predictive value. Keywords: leaf senescence; radiation use efficiency; rate of disease progress; effective fungicide doses; black rust.

INTRODUCCIÓN GENERAL

El cultivo de girasol constituye la segunda especie oleaginosa en importancia por superficie y producción de la República Argentina. El aporte de la cadena girasol a la economía se explica principalmente por la producción primaria de granos (3,5 - 4,5 millones de tm), el aceite crudo (1,2 – 1,6 millones de tm), el aceite refinado (0,6 – 0,78 millones de tm) y las harinas proteicas (1,3 - 1,7 millones de tm) (ASAGIR, 2013). La República Argentina es el segundo exportador mundial de aceite crudo y de harinas proteicas y pellet después de Ucrania (SIIA-MAGPyA, 2011).

La producción de girasol en la República Argentina ha seguido una tendencia ascendente desde 851 millones de tm entre 1970-1975 a 6,0 millones de tm entre 1995 - 2000. En los últimos 12 años, el promedio de producción bajó a valores de 3,5 millones tm. Esta disminución fue acompañada por una reducción del área de siembra. El rendimiento presentó una tendencia ascendente desde 750 kg ha⁻¹ (1970 -1975) hasta 1800 kg ha⁻¹ (1990 - 1995) (SIIA - MAGPyA, 2011). Posteriormente los valores de rendimiento no han variado sustancialmente, excepto en las últimas campañas donde el promedio ascendió a alrededor de 2000 kg ha⁻¹ (ASAGIR, 2013).

En los últimos 15 años, el cultivo de girasol experimentó, junto con la disminución de la superficie sembrada, una redistribución de las zonas productivas hacia regiones de menor potencial o hacia ambientes de alto potencial productivo como el sudeste bonaerense, acompañado de un proceso de intensificación del cultivo. La siembra se realiza mayormente en la provincia de Buenos Aires (51%), aportando también las provincias del Chaco (19%), La Pampa y San Luis (19%) y Norte de Santa Fe, Santiago del Estero y Córdoba (10%) (SIIA-MAGPyA, 2011).

A pesar que bajo condiciones potenciales en la Argentina el cultivo alcanza rendimientos entre 5.000 y 5.900 kg ha⁻¹, en condiciones de secano existe una brecha que supera, en la mayoría de las regiones de producción, el 20% entre los rendimientos reales obtenidos por los productores y los alcanzables en ensayos comparativos de rendimiento (Hall, *et al.*, 2013). Estas brechas incluyen la región sur de la provincia de Buenos Aires donde los registros promedio disminuyen entre 62% y 77% del potencial, y la producción de lotes individuales con buena tecnología entre 21% y 32%. La oferta hídrica durante el verano y la calidad de suelos donde se realiza parte de la producción (suelos someros en secano o bajos inundables), son las principales limitantes del cultivo. Estos factores, junto con otros relacionados con la sanidad del cultivo no permiten que se exprese el progreso genético real que se ha

logrado luego de muchos años de trabajo de mejoramiento genético argentino (de la Vega *et al.*, 2007).

Los sistemas de producción agrícola actuales de la Argentina se basan en una rotación agrícola continua, con participación de pocos cultivos, difusión de genotipos de alta homogeneidad genética, intensificación en el uso de agroquímicos y cambios en las estructuras del canopeo (ajuste de densidad y espaciamiento para maximizar la interceptación de la radiación). Paralelamente se ha expandido la siembra directa por cuestiones económicas, de logística y de conservación del recurso suelo y agua.

A pesar del buen comportamiento agronómico del girasol y de su adaptabilidad a diversos ambientes de producción de la Argentina, el cultivo presenta una baja competitividad en relación a otros cultivos extensivos como la soja y el maíz. En el Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial Participativo y Federal 2010-2020 (Minagri, 2014) se plantea como meta mantener al cultivo de girasol con un superficie de 2,0 a 2,1 millones de ha y aumentar la productividad del cultivo con rendimientos que alcancen los 2.200 – 2.300 kg ha⁻¹. El girasol constituye una alternativa importante de diversificación de cultivos en ambiente productivos de la Argentina, como ocurre en el sur de la provincia de Buenos Aires, por ser un cultivo con niveles de insumos relativamente bajos en relación a otros (debido a su capacidad de acceso y uso del agua, nitrógeno y pesticidas), y consecuentemente con menor impacto sobre el medio ambiente, la salud de los trabajadores y usuarios de sus productos. Asimismo, el girasol posee una importante ventaja comparativa con respecto a otros oleaginosos debido a que puede aportar grandes volúmenes de aceite con alto contenido de ácido oleico. Esto será de suma utilidad para reemplazar las grasas trans ampliamente usadas en la industria de la alimentación humana, tal como lo marca la Ley 18.284 - RC 137/2010 y 941/2010- (INFOLEG, 2010) que acaba de entrar en vigencia en la Argentina, al igual que en otros países como Dinamarca y Suiza.

Resulta entonces de suma importancia aumentar la competitividad de este cultivo mediante su adecuación al nuevo contexto. Con este objetivo se está trabajando en el desarrollo de técnicas culturales y cultivares que se ajusten a los cambios productivos y calidad de producto, tales como: cultivares alto oleico, resistencia a herbicidas de post-emergencia, adaptación del cultivo a la siembra directa, canopeo densos, etc (Vázquez, 2002). Uno de los avances más importantes en el desarrollo del cultivo de girasol de los últimos 30 años ha sido el mejoramiento ante enfermedades tales como la marchitez por *Verticillium dahliae*, la podredumbre

húmeda del capítulo del girasol por *Sclerotinia sclerotiorum*, la roya negra por *Puccinia helianthi* y el enanismo del girasol por *Plasmopara halstedii* (Pereyra y Escande 1994; Quiroz *et al.*, 2004; de la Vega, *et al.*, 2007). Es mucho lo que se ha avanzado en el desarrollo de estrategias de manejo integrado de estas enfermedades combinando genotipo resistente, técnicas culturales y uso de agroquímicos. Sin embargo, el nuevo contexto productivo y tecnológico ha impactado diferencialmente en la epidemiología de los patógenos del girasol.

Las enfermedades denominadas foliares o de fin de ciclo, entre las que se destacan la mancha de la hoja por *Alternaria helianthi* (ALT) y la mancha negra del tallo (MNT) por *Phoma macdonaldii* Boerema (teleomorfo: *Leptosphaeria lindquistii* Frezzi), han aumentado su importancia relativa en el cultivo. En los últimos años, estas enfermedades han aparecido más temprano (p.e. para ALT en Erreguerena *et al.*, 2013), han presentado alta prevalencia e intensidad (Quiroz *et al.*, 2014) y han provocado disminución del rendimiento en ambientes del sur de la provincia de Buenos Aires (Dosio *et al.*, 2007). Genotipos con homogeneidad genética y niveles bajos de resistencia a las mismas, rotaciones cortas, siembra directa, intensificación de cultivo y amplitud en las fechas de siembra, son algunos de los factores que favorecen al desarrollo de epifitias de MNT (Bhutta *et al.*, 1999; Pérès y Poisson, 2000; Debaeke y Pérès, 2003) y de ALT (Jeffrey *et al.*, 1984; Melero Vara y Alonso, 1988; Gulya *et al.*, 1997; Lagopodi y Thanassoulopoulos, 1998). Estas dos enfermedades se consideran endémicas en prácticamente todas las regiones del país donde se cultiva girasol, aunque hasta la actualidad no han sido consideradas como responsables de daños importantes en la producción.

En relación a lo expuesto anteriormente se planteó el objetivo general de “cuantificar la importancia de las enfermedades foliares del cultivo de girasol en el sudeste bonaerense, y generar conocimientos y herramientas para el manejo de *A. helianthi* y *P. macdonaldii*”.

Es escasa la información disponible sobre el impacto de estas enfermedades en ambientes de la República Argentina y en particular en el sur de la provincia de Buenos Aires. Velazquez y Formento (2003) determinaron que MNT produjo disminución de rendimiento y peso de aquenios de hasta el 10% en la provincia de Entre Ríos (región donde no se cultiva girasol) y Leitte *et al.* (2006) demostraron el efecto de ALT sobre la disminución de la radiación absorbida y una merma de rendimiento que alcanzó el 70% en Londrina, Brasil. Es así que los objetivos del primer

capítulo del presente trabajo fueron: cuantificar prevalencia, incidencia y severidad de las enfermedades foliares de girasol en ambientes de Balcarce (Sur de Buenos Aires); determinar cómo las afectan el genotipo del hospedante y la fecha de siembra; y establecer la asociación entre los síntomas de las enfermedades con la duración del área foliar verde, la interceptación de radiación, la eficiencia de uso de la radiación y el rendimiento, incluyendo el número, el peso y el contenido de aceite de los aquenios.

Durante varias décadas, el concepto de manejo integrado de plagas puso en relieve la complementariedad de combinar métodos de control químico y no químico. Para muchas plagas se desarrollaron conocimientos e implementaron herramientas de manejo sanitario de efecto parcial (cultivares multi-resistentes, control cultural o biológico) para reducir el uso de pesticidas (BICONET, 2014). Sin embargo, es difícil predecir consecuencias de cambios en las prácticas de los cultivos sobre el control de los patógenos y su impacto en la producción. En tal sentido, hace falta desarrollar un profundo conocimiento de las interacciones entre las plagas, el ambiente y las prácticas culturales físico-químicas. La utilización de fungicidas foliares en girasol ha aparecido como una herramienta promisorio para complementar el manejo de enfermedades foliares tales como ALT y MNT, ante la falta de niveles altos de resistencia y de control cultural suficiente. Sin embargo, esta tecnología, desarrollada en base a la combinación de estrobilurinas (p.e. pyraclostrobin) y triazoles (p.e. metconazole) como ingredientes activos, no ha tenido la difusión ni la eficiencia de control observada en otros cultivos como el trigo y la soja. Es necesario entonces profundizar el estudio de interacciones entre las enfermedades foliares, el ambiente y las tecnologías de protección con fungicida, en busca de maximizar el poder biocida de los activos, su residualidad sobre el patógeno y la protección de los tejidos más sensibles. En este contexto, el objetivo del segundo capítulo fue determinar el efecto de fungicidas formulados en base a pyraclostrobin y metconazole según dosis y momentos de pulverización sobre el control de la mancha de la hoja por *A. helianthi* y la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* en girasol.

Por último, y en busca de ampliar las herramientas disponibles para establecer un manejo integrado de las enfermedades foliares de girasol, se planteó la necesidad de desarrollar instrumentos de predicción de las enfermedades en base a las condiciones meteorológicas durante el cultivo. En tal sentido, Leite (2002) estudió la relación entre la humedad relativa del aire y la temperatura con la severidad de infecciones de *A. helianthi*. Por otro lado, Desanlis (2013) avanzó en el desarrollo de un modelo

conceptual para predecir la MNT, sin embargo, en el mismo no se consideró al inóculo secundario como componente epidemiológico para llevar a cabo la estimación de la enfermedad. El objetivo del tercer capítulo fue estudiar la relación entre las precipitaciones, la radiación, la temperatura, el mojado de hoja, la heliofania y la humedad relativa del aire, con el progreso de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* en Balcarce.

CAPITULO 1

**EFFECTO DE ENFERMEDADES FOLIARES PRODUCIDAS POR *A. HELIANHTI* Y
P. MACDONALDII SOBRE COMPONENTES FISIOLÓGICOS DETERMINANTES
DEL RENDIMIENTO.**

1. EFECTO DE ENFERMEDADES FOLIARES PRODUCIDAS POR *A. HELIANHTI* Y *P. MACDONALDII* SOBRE COMPONENTES FISIOLÓGICOS DETERMINANTES DEL RENDIMIENTO.

1.1. RESUMEN

Se requiere conocer el impacto de las enfermedades foliares sobre el rendimiento del girasol y los componentes fisiológicos que lo determinan para el sur de Buenos Aires, Argentina. Asimismo, se cuenta con escasa información sobre el efecto de la variabilidad ambiental y de manejo de cultivo sobre la ocurrencia enfermedades endémicas como la mancha de la hoja por *Alternaria* (ALT) y la mancha del tallo por *Phoma* (MNT). El objetivo fue determinar la ocurrencia e impacto de ALT y MNT sobre el rendimiento de grano y sus componentes fisiológicos, en ambientes de Balcarce, Argentina. Cinco experimentos de campo se realizaron en la EEA INTA Balcarce entre el 2002 y 2009. Bajo inoculación natural se evaluaron cinco híbridos, protegidos (PF) o no (TSF) con una mezcla de fungicidas foliares. En tres de los ensayos se realizaron dos fechas de siembra (temprana y tardía). El área foliar, la radiación incidente fotosintéticamente activa interceptada (PAR) y materia seca se midieron periódicamente, mientras que la incidencia y severidad de las enfermedades fueron evaluadas en fin de llenado de aquenios. En madurez fisiológica, se midió el número y el peso de aquenios, y la concentración de aceite. La MNT fue la enfermedad de mayor prevalencia e incidencia (rango de incidencia de nudos con MNT: 19 - 81%), y con menor asiduidad se observó presencia severa de ALT (rango de severidad: 0-10%) y roya negra por *Puccinia helianthi* (RN; rango de severidad: 0-23%). La siembra tardía presentó mayor incidencia y severidad de las enfermedades (> 70% de aumento). La PF mostró control sobre MNT, ALT y RN, y aumento en duración de área foliar, PAR interceptada, materia seca y eficiencia de uso de la radiación. Los mayores efectos fueron observados en estadios avanzados de llenado de aquenios. Las mermas en duración de área foliar fueron más importantes en hojas medias (16-20-24) o superiores (28-32). La MNT fue la enfermedad foliar que más se asoció con caídas en peso y número de aquenios. A su vez, se determinó que las enfermedades foliares del girasol reducen el contenido de aceite principalmente en las siembras tardías. La MNT se asoció mayormente con la senescencia prematura de hojas y disminución en PAR. El efecto observado no fue sólo sobre la eficiencia de intercepción sino también en la eficiencia de conversión de la radiación.

1.2. INTRODUCCIÓN

Se conocen más de 36 organismos patógenos capaces de producir pérdidas económicas en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) (Gulya *et al.*, 1997). En la República Argentina se han identificado 20 que pueden causar impacto en la productividad y calidad del cultivo (Pereyra y Escande, 1994). Entre estos existe un grupo de amplia distribución espacial causantes de las “enfermedades foliares”, cuyo conocimiento en relación a su impacto en la producción y el manejo del cultivo adecuado para minimizarlo es escaso. La mancha de la hoja por *Alternaria helianthi* (ALT) y la mancha negra del tallo (MNT) por *P. macdonaldii* son enfermedades foliares de alta prevalencia, que pertenecen a este grupo, y que ocurren prácticamente en todas las regiones de producción de la República Argentina (Romano, 1978; ASAGIR 2002; Velázquez y Formento, 2003; Dosio y Quiroz, 2005). Otras enfermedades foliares que en general presentan menor prevalencia e intensidad, también presentes en la Argentina, son la mancha de la hoja por *Septoria*, la roya blanca por *Pustula tragopogonis* y la roya negra por *Puccinia helianthi* (Pereyra y Escande, 1994).

La mancha de la hoja por *A. helianthi* (ALT) es una enfermedad que se encuentra habitualmente en regiones productoras de girasol de clima cálido (Frezzi *et al.*, 1979), resultando la enfermedad más prevalente en regiones subtropicales de cultivo de América del sur (Leite, 1997). Disminuciones de rendimiento entre 15 y 100% ocasionadas por esta enfermedad fueron observadas en diferentes regiones productoras del mundo (Carson, 1985; Yorinori *et al.*, 1985; Lagopodi y Thanassouloupoulos, 1998). En Argentina, la presencia de este patógeno se registró en la región del Chaco y norte de Santa Fe (Bonacic Kresic *et al.*, 1982), con ocurrencia de epifitias severas en ciertos casos (Huguet *et al.*, 2003). Esta enfermedad se encuentra presente también en el sudeste bonaerense (Quiroz *et al.*, 2007), aunque su manifestación y progreso son más moderados que en ambientes tropicales o subtropicales.

La MNT del girasol por *P. macdonaldii* Boerema (teleomorfo: *Leptosphaeria lindquistii* Frezzi) es una enfermedad de amplia distribución mundial, cuya presencia ha sido citada prácticamente en todas las zonas productoras importantes del mundo (Acimovic, 1984; Acimovic, 1988; Melero Vara y Alonso 1988; Miric *et al.*, 1999). Pérdidas de rendimiento entre 10 y 30% fueron asociadas con la MNT (Velázquez y Formento, 2003) y con la maduración o muerte prematura (Carson, 1991), ambas enfermedades causadas por *P. macdonaldii*. Varios trabajos señalan la presencia de la

MNT por su importancia dentro del complejo de enfermedades foliares en el sudeste bonaerense (Quiroz *et al.*, 2007; Edwards y Quiroz, 2008; Lazzaro *et al.*, 2011). Algunos inclusive le atribuyen mermas directas sobre el rendimiento (Edwards Molina, 2007).

No existen reportes sobre la existencia de genotipos de girasol con alto nivel de resistencia a la ALT y MNT, sin embargo, existen numerosos reportes de resistencias de tipo cuantitativa, basadas en grados e intensidad de infección para la MNT (Roustae *et al.*, 2000 a; Chaarani *et al.*, 2002; Darvishzadeh *et al.*, 2007a; Darvishzadeh *et al.*, 2007b; Darvishzadeh *et al.*, 2010) y ALT (Islam *et al.*, 1976; Carson, 1985; Reddy *et al.*, 2006).

El efecto de las enfermedades foliares sobre la fisiología de la planta puede ser evaluado a través del estudio de variables estructurales (área foliar, clorofila, radiación interceptada) y/o variables funcionales (eficiencia de uso de la radiación o fotosíntesis) (Sadras *et al.*, 2000 a). Leite *et al.* (2006) establecieron una relación exponencial negativa entre la severidad de ALT y el área foliar verde y el rendimiento. La funcionalidad de la hoja puede asociarse con la luz incidente y también con su posición en el tallo. Las hojas inferiores reciben una intensidad y calidad de la luz (relación rojo / rojo lejano) más pobre que las superiores y consecuentemente senescen antes (Rousseaux *et al.*, 1996). La edad de la hoja es un factor que modula la fotosíntesis. La capacidad de fotosíntesis en hojas viejas es menor que en las más jóvenes (English *et al.*, 1979). Por lo tanto, la importancia del efecto de MNT y ALT dependerá de la ubicación de la hoja en el canopy de la planta y el momento o estadio en que se infecte. En Argentina, y en particular en el sudeste de Buenos Aires (principal región de producción), se desconoce el impacto que tienen estas enfermedades sobre el rendimiento del girasol y los componentes que lo determinan.

La ALT y MNT son enfermedades que pueden manifestarse durante cualquier estadio de desarrollo del girasol, aunque el periodo de mayor susceptibilidad para ambas es a partir de floración (Sahu *et al.*, 1991 a; Gulya *et al.*, 1997). Es poca la información existente del efecto que tienen las condiciones del ambiente en el cual se desarrolla el cultivo sobre la manifestación de estas enfermedades. En general, las condiciones que favorecen el desarrollo vegetativo, adecuada disponibilidad hídrica y temperaturas templadas, aumentan su manifestación (Gulya *et al.*, 1997; Debaeke y Pérès, 2003). La fecha de siembra, es una práctica de manejo que impacta sobre el ambiente de cultivo y por lo tanto sobre la manifestación de enfermedades foliares y el

rendimiento (Novak, 2013). Siembras tardías en el sudeste bonaerense (p.e. diciembre) se relacionan, en general, con un buen desarrollo vegetativo del cultivo, con alta probabilidad de ocurrencia de precipitaciones y elevada humedad durante floración y llenado de achenios (Moschini *et al.*, 2002 a).

Los ambientes productivos pueden definirse no sólo de forma espacial, sino también de forma temporal (campañas productivas) y cultural (manejos de cultivo). Conocer el predominio de enfermedades foliares tales como la MNT y ALT en ambientes de Balcarce (p.e. campañas, fechas de siembra, localidades-lotes, etc), aportaría valiosa información que, complementariamente con la determinación de sus efectos sobre la fisiología del cultivo y su relación con los componentes del rendimiento (número, peso y contenido de aceite de achenios), ayudará a cuantificar el impacto de estas enfermedades sobre los sistemas productivos del sudeste bonaerense y ayudará a planificar estrategias de manejo.

Hipótesis.

H1- La mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* es la enfermedad foliar de mayor prevalencia en Balcarce (Buenos Aires).

H2- La mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* es la enfermedad foliar de mayor impacto sobre la senescencia foliar, la merma del peso de mil aquenios y el contenido de aceite de girasol en Balcarce (Buenos Aires).

H3- Fechas de siembras tardías favorecen el desarrollo de la mancha de la hoja por *A. helianthi* y la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* en Balcarce (Buenos Aires).

Objetivos.

- Cuantificar prevalencia, incidencia y severidad de las distintas enfermedades foliares de girasol en ambientes de Balcarce (Buenos Aires).
- Determinar el efecto del híbrido de girasol y la fecha de siembra sobre la mancha de la hoja por *A. helianthi* y la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* en ambientes de Balcarce (Buenos Aires).
- Determinar la asociación entre los síntomas de enfermedades foliares de girasol con la duración del área foliar verde, la interceptación de radiación, la eficiencia de uso de la radiación el rendimiento, el número y peso de mil aquenios y el contenido de aceite en ambientes de Balcarce (Buenos Aires).

1.3. MATERIALES Y MÉTODOS

Los resultados presentados en este capítulo fueron obtenidos a partir de mediciones realizadas en experimentos pertenecientes a la Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Girasol INTA y al proyecto del estudio de senescencia y potencialidad del cultivo de girasol en el sur bonaerense (Dirección del Dr. Dosio G). Los experimentos fueron sembrados en la EEA INTA Balcarce en un suelo Argiudol típico serie Balcarce (5-7,4% de materia orgánica) en lotes bajo agricultura continua y al menos dos ciclos de la secuencia de cultivo trigo-girasol. Los mismos fueron conducidos bajo condiciones de inoculación natural de *P. macdonaldii* y *A. helianthi* en campo experimental con antecedentes de presencia de estos patógenos (verificado en experimentos previos). En la Tabla 1 se detallan características generales de los ensayos.

Tabla 1: Tratamientos y principales características de los ensayos llevados a cabo en la EEA INTA Balcarce entre 2002 y 2009.

Experimento	Fecha de siembra	Cultivares	Protección fungica (PF)	Densidad (pl m ⁻²)	Riego (mm)
2002/03*	22 Nov. 2002	Paraíso 30 ⁽¹⁾	Combinación de dos fungicidas: (a) carbendazim + epoxiconazole (Duett®, Basf Co., Bs. As., Argentina). Aplicación de 0,750 l ha ⁻¹ cada 15 días.	7,2	150
2004/05*^	28 Oct. 2004	Payé ⁽²⁾	(b) azoxistrobin (Amistar®, Syngenta Co., Bs As, Argentina). Aplicación de 0,5 l ha ⁻¹ cada 30 días.	5,6	250
2006/07#	Te: 23 Oct. 2006 Ta: 5 Dic. 2006	Agrobel 967 ⁽³⁾	Pyraclostrobin:epoxiconazole (Opera ®, Basf Co, Bs. As., Argentina.).	5,0	90
2007/08#	Te: 14 Nov. 2007 Ta: 12 Dic. 2007	Trisol 600 ⁽⁴⁾	de 0,75 l ha ⁻¹ en V6 y R4.	5,5	138
2008/09#	Te: 14 Nov. 2008 Ta: 12 Dic. 2008	VDH 487 ⁽⁵⁾		5,5	250

Te: Siembra temprana, Ta: Siembra tardía.

* Experimentos pertenecientes al proyecto del estudio de senescencia y potencialidad del cultivo de girasol en el sur bonaerense, bajo la dirección del Dr. Dosio G.; ^ experimento perteneciente a Juan Edwards Molina (2007);

experimentos pertenecientes a la Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Girasol INTA. ⁽¹⁾ Nidera S.A., Junín, Bs. As., Arg.; ⁽²⁾ KWS Argentina S.A., Balcarce, Bs. As., Arg.; ⁽³⁾ Seminium S.A., Paraná, E. Ríos, Arg.; ⁽⁴⁾ Dow Agrosiences Argentina S.A., Colón, Bs. As., Arg.; ⁽⁵⁾ Advanta Semillas S.A. Junín, Bs. As., Arg.

La siembra se realizó bajo el sistema de labranza convencional mediante la utilización de cincel y disco doble. Las parcelas tuvieron cuatro surcos de 8 m de largo (experimentos 2002/03 y 2004/05) o seis surcos de 6 m de largo (experimentos

2006/07, 2007/08 y 2008/09), distanciados a 70 cm. Los dos o cuatro surcos centrales de cada parcela constituyeron la unidad experimental. La densidad de siembra varió según el ensayos entre 5,0 y 7,2 pl m² (Tabla 1). En todos los casos el cultivo fue fertilizado antes de la siembra con 75 kg ha⁻¹ de fosfato diamónico (46% de P₂O₅ y 18% N amoniacal) y en V7 (Schneiter y Miller, 1981) con 60 kg ha⁻¹ de urea (46% N). Se realizaron riegos complementarios durante la implantación o maduración de los aqenios según volúmenes indicados en la Tabla 1. Malezas e insectos fueron controlados adecuadamente a través de técnicas culturales y químicas recomendadas.

Se utilizó un diseño de tres bloques completos aleatorizados con arreglo factorial en parcelas divididas cuyos tratamientos se dispusieron en relación al nivel o tamaño de parcela según: a- experimentos 2002/03 y 2004/05, híbridos > protección fúngica; b- experimentos 2006/07, 2007/08 y 2008/09, fechas de siembra > híbridos = protección fúngica (Tabla 1).

Las fechas de siembra se realizaron según lo indicado en la Tabla 1, siendo las fechas tempranas las que se sembraron durante octubre y noviembre, y las tardías las sembradas durante el mes de diciembre.

Los híbridos fueron seleccionados por presentar variabilidad en el comportamiento ante enfermedades como MNT y marchitez por *Verticillium dahliae* (Payé más susceptible que Paraíso 30), en el largo de ciclo (Payé < Paraíso 30 y Agrobél 967 < VDH 487 < Trisol 600), el contenido de aceite (Payé < Paraíso 30 y Agrobél 967 < VDH 487 < Trisol 600), contenido de ácidos grasos (alto linoleico: Agrobél 967, Paraíso 30, Payé y VDH487; alto oleico: Trisol 600) (Álvarez *et al.*, 2005).

Los tratamientos de protección sanitaria fueron: 1) Protección fúngica (PF) según se detalla para cada experimento en Tabla 1 y 2) testigo sin fungicida (TSF) mediante pulverizaciones sólo con agua en los mismos estadios que en PF. Las pulverizaciones se realizaron con una mochila de presión constante de 3,5 kg cm⁻² equipada con una barra y cuatro pastillas cono hueco distanciadas a 35 cm. Se utilizó un volumen de aplicación de caldo de 150 - 170 l ha⁻¹.

La radiación global incidente diaria, heliofanía, la temperatura media diaria del aire y las precipitaciones fueron registradas en la casilla meteorológica de la EEA INTA Balcarce ubicada a menos de 1000 m de los experimentos.

La fenología del cultivo se registró semanalmente con la escala propuesta por Schneiter y Miller (1981) desde la emergencia hasta la madurez fisiológica del cultivo.

La fecha de floración se determinó cuando el 95% de las plantas presentaron las flores tubulares del círculo periférico del capítulo con estambres (R5.1, Schneiter y Miller, 1981). El tiempo fue expresado como la sumatoria del tiempo térmico o grados días (Cd) estimados a partir de la temperatura media diaria del aire (TM) y utilizando como temperatura base (TB) 6°C ($Cd = TM - TB$; Kiniry *et al.*, 1992). Se consideró como tiempo cero al estadio de floración.

Durante R8-R9 se evaluó la incidencia de la MNT (INC_{MNT} ; Figura 33 C del Apéndice) sobre diez (experimentos 2002/03 y 2004/05) o tres (experimentos 2006/07, 2007/08 y 2008/09) plantas por parcela, como la relación entre nudos con síntomas de mancha negra (N_{MNT}) con el total de nudos por planta (NT; $INC_{MNT} = N_{MNT} / NT \times 100$). En simultáneo, se evaluó la severidad de ALT por *A. helianthi* en la hoja 20 (contabilizada desde la base) según la escala diagramática de Leite y Amorim (2002) (Figura 34 del Apéndice). Para completar la evaluación sanitaria de las hojas se evaluó la severidad de mancha de la hoja por *Septoria helianthi* (Leite y Amorim, 2002), la roya blanca por *Pustula tragopogonis* (escala diagramática de cinco niveles de severidad; Quiroz, no publicado) y la roya negra por *Puccinia helianthi* (Gulya *et al.*, 1990; Figura 35 del Apéndice).

En floración se midió el número total de hojas verdes, senescentes y totales sobre tres plantas representativas por parcela. Una hoja fue considerada verde o senescente cuando al menos el 50% de su superficie era verde o senescente, respectivamente. Entre floración y madurez fisiológica (R9) se midió el ancho máximo de las hojas verdes cada 10 a 15 días y sobre tres plantas por parcela. El área foliar (AF) se estimó a partir del ancho de la hoja por la fórmula $AF = 1,7235 + 1,5128 \times \text{ancho máximo}$ (Pereyra *et al.*, 1982, modificado). En la campaña 2008/09 sólo se realizó la medición de floración o R5. Se calculó el área foliar por planta como la suma del área de cada hoja, el índice de foliar (superficie de hojas verdes / superficie de suelo), y la duración del área foliar (DAF) como la integral de la curva de evolución del área foliar verde a través del tiempo térmico, y a nivel de la hoja y la planta.

En los experimentos 2002/03, 2004/05 y 2006/07 se calculó la radiación incidente fotosintéticamente activa diaria (PAR) como 0,48 x la radiación incidente global diaria. La proporción de PAR interceptada por el cultivo se midió con barra integradora (Li Cor LI-191SB, Lincoln, NE, USA) en la parte superior del canopy (I_i) y por debajo del último estrato verde (I_0) periódicamente (cada 7 a 15 días) entre R5.1 y R9. Se calculó el porcentaje de intercepción según la ecuación $1 - (I_i / I_0)$ (Gallo y

Daughtry , 1986). La proporción de PAR diaria interceptada entre dos mediciones fue estimada por interpolación lineal entre ambas mediciones de interceptación. Finalmente la PAR diaria interceptada fue calculada como el producto la PAR incidente y la proporción de PAR interceptada. Se acumuló el PAR diario interceptado desde floración a madurez fisiológica.

La materia seca de la planta se midió en floración (R5.1) en tres a cinco plantas por parcela cortadas a nivel del suelo. Cada planta fue separada en hojas, tallos y capítulo. Las muestras fueron secadas en un cuarto con circulación de aire a 60°C hasta peso constante. En los ensayos del 2002/03 y 2004/05, esta medición fue repetida en R9 (madurez fisiológica). Para estos casos se estimó la eficiencia de uso de la radiación (EUR) como la relación entre la materia seca de la planta acumulada durante el llenado de los achenios (entre R5.1 y R9) y la PAR interceptada acumulada para dicho periodo.

Los capítulos provenientes de cada parcela fueron cosechados en R9 con tijera de podar. Dichos capítulos fueron trillados para separar los achenios del resto del capítulo con una trilladora estática de parcelas y sistema de disco dentado para el trilla individual de capítulo. A partir de las muestras obtenidas se midió el peso total por capítulo y el peso de 1000 achenios. Se registró la humedad, el peso total por parcela y se estimó el rendimiento de achenios a 5% de humedad (RTO), el cual se expresó en gramos por m². Se midió el número de achenios a partir de capítulos individuales muestreados en madurez fisiológica (experimentos 2002/03 y 2004/05), o se estimó a partir del peso de la muestra total por parcela / peso de un achenio (experimentos 2006/07 - tardía y 2007/08). Dicha variable se calculó por unidad de superficie, y se expresó en achenios m⁻². Muestras de 10-15 g de achenios se utilizaron para medir el contenido de aceite (AC) mediante la técnica de resonancia magnética nuclear (Analyser Magnet Type 10, Newport Oxford Instruments, Buckinghamshire, England). Se estimó el rendimiento de aceite (RTOAC) como el producto de contenido de aceite y el rendimiento de achenios ($RTOAC = RTO \times AC_{/100}$). Los componentes de rendimiento anteriormente descritos también fueron calculados y expresados en termino relativo como el coeficiente entre el valor de cada tratamiento de protección x híbrido y el promedio del tratamiento de protección fúngica de cada ambiente (experimento x fecha de siembra).

Se realizaron análisis de la varianza para determinar efecto de los tratamientos y sus interacciones (Balzarini *et al.*, 2008; Di Rienzo *et al.*, 2010). El análisis se realizó

por campaña y combinando experimentos de igual diseño y metodología de muestreo experimental. Por un lado se analizaron los ensayos 2002/03 y 2004/05, y por el otro los ensayos 2006/07, 2007/08 y 2008/09. Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para analizar la normalidad o no de los datos. Las variables analizadas fueron incidencia de MNT, severidad de ALT y roya negra por Puccinia, número de hojas totales y senescentes, área foliar, índice de área foliar, duración de área foliar, PAR interceptada acumulada, eficiencia de uso de la radiación, rendimiento, número de aquenios, peso de 1000 aquenios y contenido de aceite. Los promedios de tratamientos y sus interacciones se compararon con la prueba de LSD Fisher ($P \leq 0,05$). Se realizaron análisis de correlación Pearson y análisis multivariados de componentes principales y gráfico bi-plot combinando a las variables anteriormente mencionadas (Balzarini *et al.*, 2008; Di Rienzo *et al.*, 2010). Para la construcción del bi-plot se graficaron los primeros dos componentes principales y se estandarizaron los datos para realizar el análisis sobre la matriz de correlación en lugar de la matriz de covarianza de las variables (Balzarini *et al.*, 2008).

1.4. RESULTADOS

1.4.1. SÍNTOMAS DE ENFERMEDADES

En los ambientes evaluados se observaron mancha negra del tallo por Phoma (rango de incidencia del testigo sin fungicida (TSF): 19 - 81%), mancha de la hoja por Alternaria (TSF: 0 - 10% severidad) y roya negra por Puccinia (TSF: 0 – 23% severidad), aunque la manifestación de estas enfermedades dependió de la campaña y la fecha de siembra ($P_{\text{experimento}}, P_{F. Siembra}, P_{\text{experimento} \times F. siembra} \leq 0,05$; Figura 1; Tabla 22 del Apéndice). La mancha negra del tallo (MNT) y la mancha de la hoja por *A. helianthi* (ALT) estuvieron presentes en todos los ambientes evaluados (Figura 1; Tabla 22 del Apéndice).

La MNT presentó niveles de incidencia medios a altos en todas las campañas y fechas de siembra (Figura 1). Asimismo, se observó efecto de la protección fúngica en todos los ambientes de experimentación, con niveles de control entre 42 y 84% en relación al Testigo sin fungicida ($P = 0,0001$; Figura 1). En las campañas 2002/03 y 2004/05 los niveles de control fueron similares (83% para 2002/03 vs. 69% para 2004/05; $P = 0,05$), presentando esta última campaña mayor incidencia de enfermedad (26% en el TSF para 2002/03 vs. 46% en el TSF para 2004/05). En los años 2006/07, 2007/08 y 2008/09 el nivel de control observado dependió de la campaña y la fecha de siembra ($P_{\text{experimento} \times F. siembra \times protección} = 0,0001$), observándose 48, 57, 80, 48, 43, 79% de control para los ambientes 2006/07–temprana, 2006/07–tardía, 2007/08–temprana, 2007/08–tardía, 2008/09–temprana, 2008/09–tardía, respectivamente. Las fechas de siembra tardías presentaron mayor incidencia de MNT, excepto en la campaña 2006/07, donde el testigo sin fungicida tuvo 46% de incidencia promedio para ambas fechas de siembra (Figura 1; $P_{\text{experimento} \times F. siembra} \leq 0,0001$). En las restantes campañas (2007/08 y 2008/09) la fecha de siembra tardía presentó entre 70 y 100% más MNT en relación a la siembra temprana. En las fechas de siembra tardía se registró un mayor número y volumen de precipitaciones durante el periodo de llenado de aquenios (temprana: 8 vs. tardía: 14; temprana: 93 mm vs. tardía: 226 mm; Tabla 2). Sólo se identificaron diferencias entre híbridos en la campaña 2002/03 donde el híbrido Paraíso 30 presentó mayor nivel de MNT que Payé (Testigo sin fungicida= Payé: 19% a vs. Paraíso 30: 32% b; LSD Fisher $P = 0,05$; Tabla 22 del Apéndice).

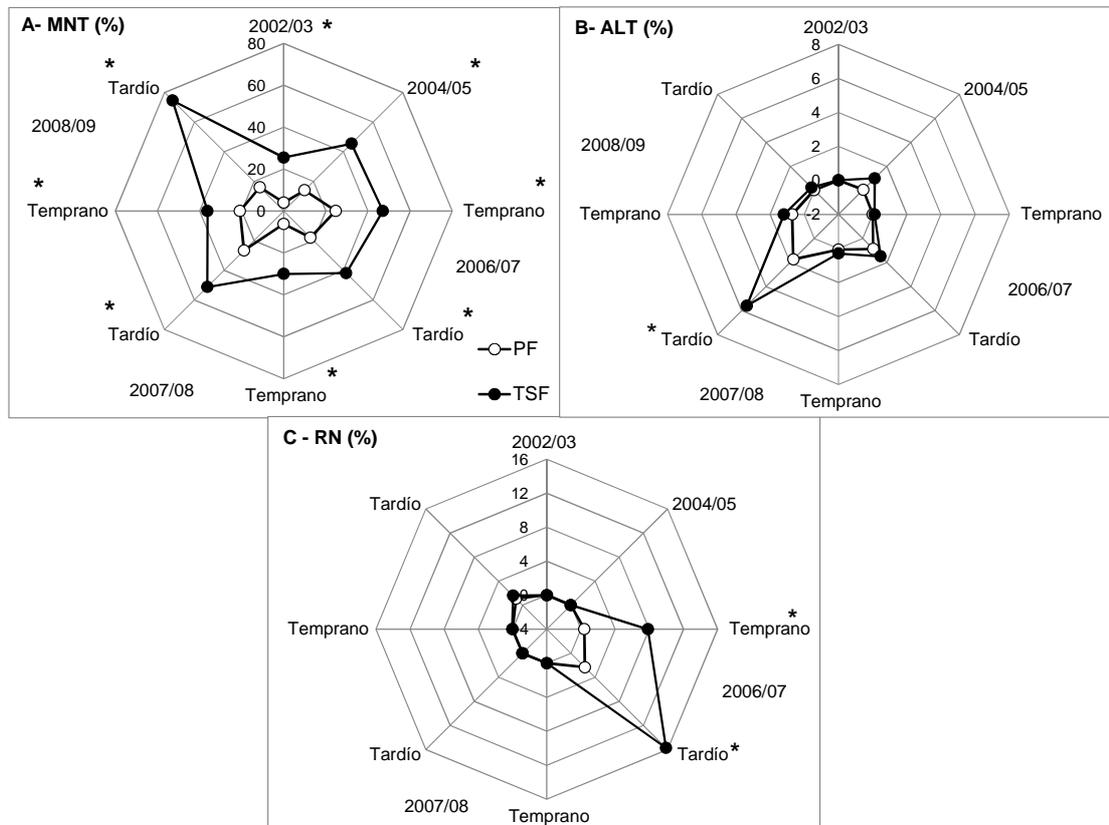


Figura 1: Efecto de la protección fúngica sobre la a) incidencia de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* (MNT), b) la severidad en la hoja 20 de la mancha de la hoja por *A. helianthi* (ALT) y c) la roya negra por *P. helianthi* (RN) durante R8-R9 en ocho ambiente de Balcarce. Ambientes determinados por campañas – fecha de siembra, según: 2002/03¹, 2004/05¹, 2006/07 – siembra temprana², 2006/07 – siembra tardía², 2007/08 – siembra temprana², 2007/08 – siembra tardía², 2008/09 – siembra temprana², 2008/09 – siembra tardía². Tratamientos de protección: protección fúngica (círculos blancos) y testigo sin fungicida (círculos negros). Los datos corresponden al promedio de todos los híbridos utilizados en cada campaña (Payé¹, Paraíso 30¹, Agobel 967², Trisol 600² y VDH 4872). * indica diferencias significativas (LSD Fisher $P \leq 0,05$) entre tratamientos de protección.

En el testigo sin fungicida de la siembra tardía del experimento 2007/08 se observó una alta severidad de ALT (16%; Figura 1), que se diferenció de la protección fúngica (69% de control; $P_{\text{experimento} \times \text{f. siembra} \times \text{protección}} = 0,015$). En esta situación se registró una marcada acumulación de precipitaciones y una caída en la radiación incidente diaria durante gran parte del período de llenado de aquenios (21 de Febr. – 10 de Marzo de 2007), en relación al resto de los ambientes de experimentación (Tabla 2). Estos registros se relacionaron con una elevada nubosidad (bajos valores de heliofania, datos no presentados), recurrencia de eventos de lluvia (12) y temperaturas templadas (21-29 Febrero = 15°C y 1-10 Marzo = 12°C; Tabla 2). Sólo en este ambiente pudieron detectarse diferencias de comportamiento entre cultivares

para la severidad de ALT, presentando el híbrido VDH 487 mayor nivel de susceptibilidad en comparación con los otros cultivares (testigo sin fungicida= Agrobrel 967 - 4,3% *a* vs. Trisol 600 - 2,9 *a* vs. VDH 487 - 9,53% *b*; LSD Fisher $P \leq 0,05$; Tabla 22 del Apéndice).

Durante las campañas 2006/07 y 2008/09 se registró presencia de roya negra por *P. helianthi* en ambas fechas de siembra, aunque la severidad fue marcadamente mayor en las fechas de siembra tardía ($\geq 200\%$; $P_{\text{experimento} \times \text{f. siembra}} = 0,0007$; Figura 1). En el experimento 2006/07 se detectó efecto de la protección fúngica en ambas fechas de siembra presentando mayor severidad y similares niveles de control la siembra tardía en relación a la temprana (Figura 1; Control Temprana: 95% vs. Tardía: 85%; $P_{\text{experimento} \times \text{f. siembra} \times \text{protección}} = 0,039$). La presencia de roya negra coincidió con condiciones de temperatura promedio elevada durante los meses de Diciembre y Febrero de las campañas 2006/07 y 2008/09 (Tabla 2). Sólo en la fecha de siembra tardía de 2006/07 se detectaron diferencias de comportamiento entre cultivares para la severidad de la roya negra, presentando el híbrido Agrobrel 967 mayor resistencia en comparación con los otros cultivares (Testigo sin fungicida= Agrobrel 967: 8,4% *a* vs. VDH 487: 16,3% *b* vs. Trisol 600: 22,5% *b*; LSD Fisher $P = 0,05$; Tabla 22 del Apéndice).

Tabla 2: Temperatura media diaria, precipitaciones acumuladas y radiación solar incidente media diaria durante el desarrollo de los cultivos para las campañas 2002/03, 2004/05, 2006/07, 2007/08 y 2008/09 en Balcarce. Los datos de cada campaña se presentan cada 9 u 11 días desde el 1 de octubre hasta el 31 de Marzo.

		Temperatura media (°C)					Precipitación (mm)					Radiación solar (Mj)				
		2002/03	2004/05	2006/07	2007/08	2008/09	2002/03	2004/05	2006/07	2007/08	2008/09	2002/03	2004/05	2006/07	2007/08	2008/09
1-10	Oct.	14,5	12,4	13,6	14,4	11,6	15	10	30	51	14	15,5	11,8	13,3	12,8	17,1
11-20	Oct.	15,4	13,3	13,1	14,0	14,7	257	30	22	25	6	14,2	16,3	14,4	16,0	17,4
21-31	Oct.	14,5	14,2	16,2	16,5	15,1	4	11	24	11	10	20,6	19,6	18,4	20,3	18,4
1-10	Nov.	15,3	14,7	13,8	13,2	18,7	64	32	18	23	34	16,2	17,7	22,6	19,4	20,4
11-20	Nov.	17,4	13,9	17,1	13,1	18,3	98	29	5	20	9	17,5	17,7	22,2	22,6	23,1
21-30	Nov.	17,7	19,4	17,0	17,7	22,3	7	9	5	5	11	23,8	19,8	22,6	21,8	20,7
1-10	Dic.	18,5	19,1	20,2	18,6	19,2	5	21	31	26	13	24,1	19,7	21,6	23,4	23,1
11-20	Dic.	19,6	19,5	22,3	19,0	22,5	33	16	75	0	7	23,4	23,4	21,2	26,2	22,2
21-31	Dic.	20,2	21,1	20,7	21,0	20,3	1	25	8	0	11	22,6	22,4	22,8	24,0	24,3
1-10	Ene.	19,9	23,7	20,5	22,2	22,1	44	11	8	61	10	23,6	22,0	21,1	23,7	25,7
11-20	Ene.	22,5	20,3	19,6	19,7	22,2	70	13	2	4	0	22,8	23,7	23,3	25,9	23,9
21-31	Ene.	21,8	19,3	21,7	22,2	23,1	10	44	26	92	15	22,5	22,3	20,6	17,0	24,7
1-10	Feb.	22,6	19,2	23,4	19,2	20,4	8	27	13	47	58	21,5	18,3	20,8	19,2	20,7
11-20	Feb.	18,6	21,4	20,2	21,8	24,2	44	1	88	36	6	16,3	16,3	17,9	19,0	21,8
21-29	Feb.	20,5	21,7	20,1	22,1	22,1	39	20	22	64	1	20,3	17,8	17,6	14,7	18,5
1-10	Mar.	23,0	18,4	18,0	19,8	20,9	88	58	149	209	56	17,7	16,2	14,9	11,8	15,3
11-20	Mar.	17,5	19,4	18,4	18,5	19,3	73	16	27	28	6	16,2	16,4	15,4	18,0	14,6
21-31	Mar.	17,0	16,5	18,4	17,1	17,4	6	15	36	6	4	11,7	15,1	13,1	14,4	17,9

1.4.2. COMPONENTES FISIOLÓGICOS.

El número de hojas totales y senescentes, el índice de área foliar y la materia seca aérea no fueron afectados por el tratamiento de protección fúngica hasta floración ($P \geq 0,05$, Tabla 23 del Apéndice). La campaña de experimentación, la fecha de siembra, el cultivar y/o la interacción entre estos, fueron los factores principales que afectaron dichas variables ($P \leq 0,05$, Tabla 23 del Apéndice). Para la serie de ensayos correspondiente a las campañas 2002/03 y 2004/05 el número de hojas totales y senescentes, el índice de área foliar y la materia seca aérea en floración fueron 16% ($P = 0,0022$) y 11% ($P = 0,0198$), 28% ($P = 0,005$) y 26% ($P_{exp. \times cultivar} = 0,0007$) mayor en Paraíso 30 que en Payé, respectivamente (Tabla 23 Apéndice). A su vez, en la campaña 2002/03 se observó un mayor índice de área foliar (32%; $P = 0,005$) y una menor cantidad de materia seca aérea en floración (28%; $P_{exp. \times cultivar} = 0,0007$) en comparación con la 2004/05, y no se detectaron diferencias en la cantidad de hojas totales y senescentes ($P \geq 0,05$; Tabla 23 del Apéndice). Entre las campañas 2006/07, 2007/08 y 2008/09, la última presentó mayor número de hojas totales que 2007/08 (2006/07: 32,9 *b* vs. 2007/08: 30,8 *a* vs. 2008/09: 33,2 *b*; LSD Fisher $P = 0,05$; $P = 0,02$), mayor índice de área foliar (2006/07: 2,7 *a* vs. 2007/08: 3,5 *b* vs. 2008/09: 3,9 *c*; LSD Fisher $P = 0,05$; $P \leq 0,0001$) y de materia seca (2006/07: 845 g m⁻² *a* vs. 2007/08: 877 g m⁻² *a* vs. 2008/09: 936 g m⁻² *b*; LSD Fisher $P = 0,05$; $P = 0,005$), y valores intermedios de hojas senescentes (2006/07: 12,3 *c* vs. 2007/08: 7,3 *a* vs. 2008/09: 9,8 *b*; LSD Fisher $P = 0,05$; $P \leq 0,0001$). No se detectó efecto de la fecha de siembra sobre el número de hojas totales y senescentes, ni sobre la materia seca, excepto en para la campaña 2007/08 cuando la siembra tardía presentó menor cantidad de hojas totales (temprana: 31,4 vs. tardía: 30,3) y mayor cantidad de hojas senescentes (temprana: 6,6 vs. tardía: 8,0). El índice de área foliar aumentó al atrasar la fecha de siembra (temprana: 3,1 vs. tardía: 3,7; $P \leq 0,0001$). El híbrido Trisol 600 presentó la mayor cantidad de hojas totales (Agrobel 967: 29,5 *a* vs. Trisol 600: 37,8 *b* vs. VDH847: 29,6 *a*; LSD Fisher $P = 0,05$; $P \leq 0,0001$), senescentes (Agrobel 967: 9,4 *a* vs. Trisol 600: 11,2 *b* vs. VDH847: 8,9 *a*; LSD Fisher $P = 0,05$; $P \leq 0,0001$) y alto índice de área foliar (Agrobel 967: 3,4 *b* vs. Trisol 600: 3,6 *b* vs. VDH847: 3,1 *a*; LSD Fisher $P = 0,05$; $P \leq 0,0003$).

A partir de floración las plantas desprotegidas mostraron menor área foliar en relación al tratamiento de protección fúngica en la mayoría de los ambientes de experimentación (campañas y fechas de siembra) e híbridos evaluados (Figura 2; Figura 3 y Figura 4), excepto en el híbrido Payé en 2002/03 (Figura 2 A) y en los híbridos Agrobelt 967 y Trisol 600 en la siembra temprana de 2006/07 (Figuras 3. B y C) donde las diferencias fueron bajas o nulas. La madurez fisiológica en el Híbrido Payé fue retrasada en el tratamiento de protección fúngica en 84 y 28 Cd para las campañas 2002/03 y 2004/05, respectivamente (Figura 2 A y C). Las diferencias observadas entre los tratamientos de protección aparecieron mayormente durante mediados y fines de llenado de aquenios [>300 Cd; Figura 2 (B, C, D), Figura 3 (A, D, F) y Figura 4 (C, D, E, F)], excepto en algunos casos donde se identificaron diferencias desde estadios previos [Figura 3 (E) y Figura 4 (A, B)].

La duración del área foliar (DAF) por planta (medida desde floración hasta madurez fisiológica) fue 21% (PF: $256,7 \pm 15,4$ m² Cd vs. TSF: $216,5 \pm 16,3$ m² Cd; $P = 0,0032$) y 23% (PF: $254,5 \pm 7,9$ m² Cd vs. TSF - $207,6 \pm 8,4$ m² Cd; $P = 0,0002$) mayor en el tratamiento de protección fúngica en relación al testigo sin fungicida para los ensayos entre 2002/03 y 2004/05, y entre 2006/07, 2007/08 y 2008/09, respectivamente. La variación de la DAF por la protección fúngica en la fecha de siembra temprana del 2006/07 (PF: $218,8 \pm 15,4$ m² Cd vs. TSF: $185,5 \pm 15,6$ m² Cd) y tardía del 2007/08 (PF: $205,6 \pm 15,5$ m² Cd vs. TSF: $218,2 \pm 15,6$ m² Cd) fue baja no detectándose diferencias significativas (LSD Fisher $P = 0,05$; $P_{exp. \times f. \text{ siembra} \times \text{protección}} = 0,04$). En las campañas 2002/03 y 2004/05, el híbrido Paraíso 30 tuvo una DAF 32% mayor que Payé ($281,7 \pm 11,7$ m² Cd vs. $191,4 \pm 8,5$ m² Cd; $P = 0,005$), mientras que en las campañas 2006/07 y 2007/08 ocurrió lo mismo con el híbrido Agrobelt 967 respecto de Trisol 600 y VDH 487 (Agrobelt 967: $276 \pm 9,6$ m² Cd *b* vs. Trisol 600: $212,8 \pm 9,6$ m² Cd *a* vs. VDH487: $203,9 \pm 10,9$ m² Cd *a*; LSD Fisher $P = 0,05$; $P \leq 0,0001$).

El tratamiento de protección presentó una mayor DAF en la hoja 16 (sólo campañas 2006/07 y 2007/08; $P = 0,05$), 20 ($P \leq 0,0124$), 24 ($P \leq 0,0355$), 28 (sólo campañas 2002/03 y 2004/05; $P = 0,0063$) y 32 ($P \leq 0,0272$) (insertos en Figura 2, Figura 3 y Figura 4).

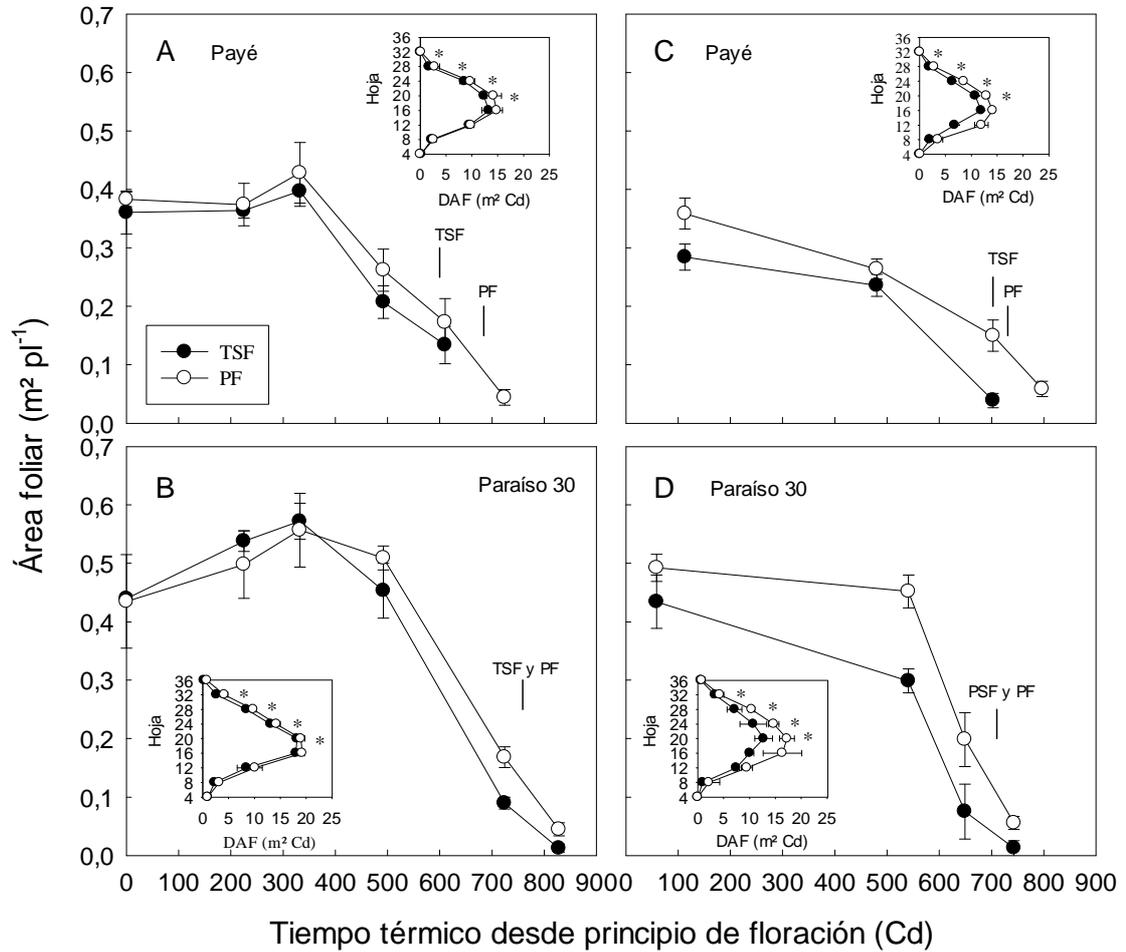


Figura 2: Efecto de la protección fúngica sobre el área foliar por planta en función del tiempo térmico (Cd, Tbase = 6 °C) para las campañas 2002/03 (A y B) y 2004/05 (C y D). Tratamientos de protección: PF, protección con fungicida (círculos blancos) y TFS, testigo sin aplicación de fungicida (círculos negros). Híbrido: Payé (A y C) y Paraíso 30 (B y D). Madurez fisiológica en TFS y PF es indicada en cada gráfico con líneas verticales. Gráficos insertos: duración del área foliar (DAF, m²Cd) desde floración hasta madurez fisiológica en hojas 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32 y 36. Hojas con efecto de protección significativo se indica con * ($P \leq 0,05$). Las barras de error verticales (área foliar) u horizontales (DAF) indican un error estándar ($n = 9$).

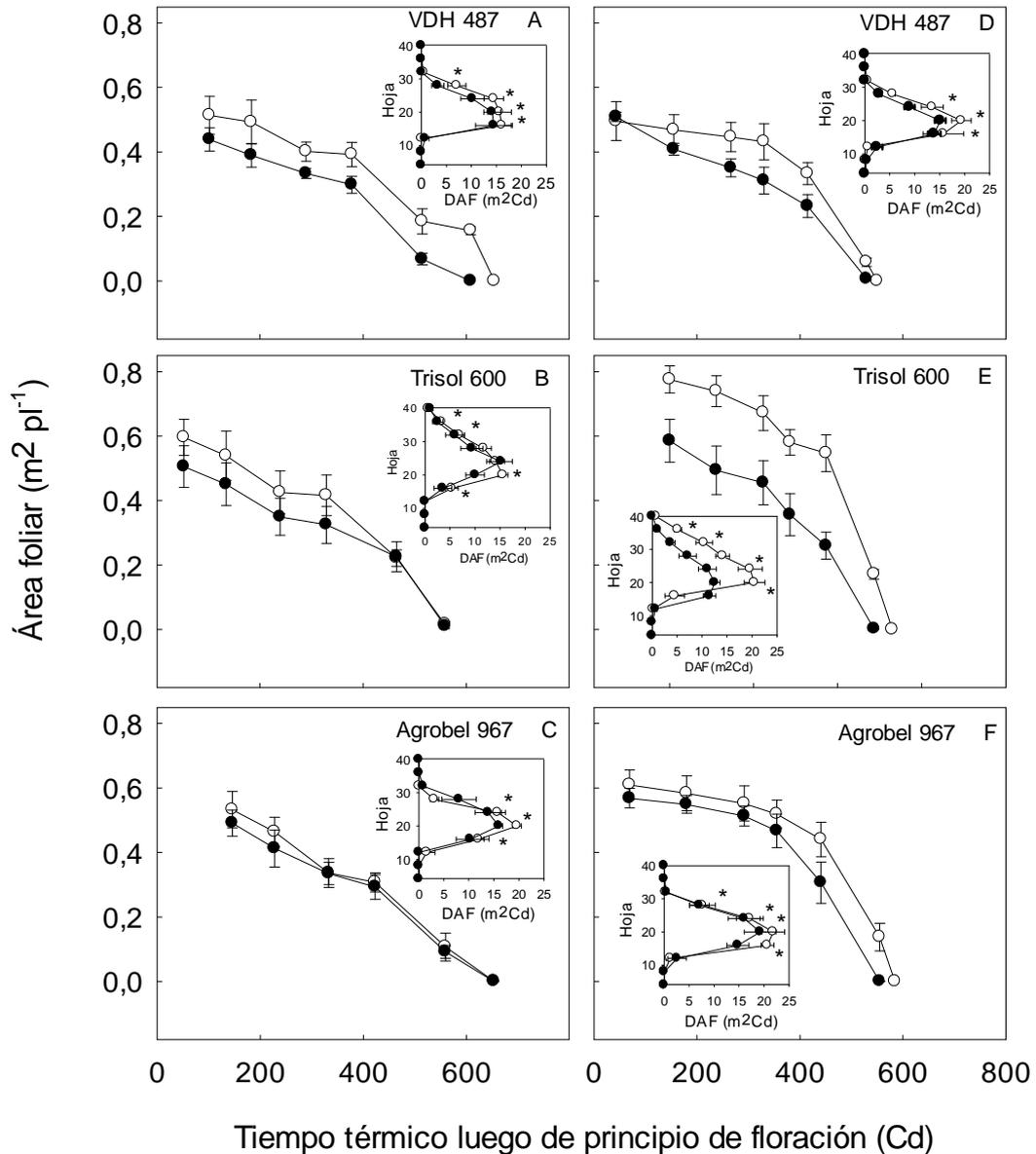


Figura 3: Efecto de la protección fúngica sobre el área foliar por planta en función del tiempo térmico (Cd, Tbase = 6 °C) para la fecha de siembra temprana (23/10; A, B y C) y tardía (5/12; D, E y F) de la campaña 2006/07. Tratamientos de protección: PF, protección fúngica con fungicida (círculos blancos) y TSF, testigo sin aplicación de fungicida (círculos negros). Híbrido: Agrobelt 967 (C y F), Trisol 600 (B y E) y VDH 487 (A y D). Madurez fisiológica en TSF y PF es indicada en cada gráfico con líneas verticales. Gráficos insertos: duración del área foliar (DAF, m²Cd) desde floración hasta madurez fisiológica en hojas 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32 y 36. Hojas con efecto de protección significativo se indica con * ($P \leq 0,05$). Las barras de error verticales (área foliar) u horizontales (DAF) indican un error estándar ($n = 9$).

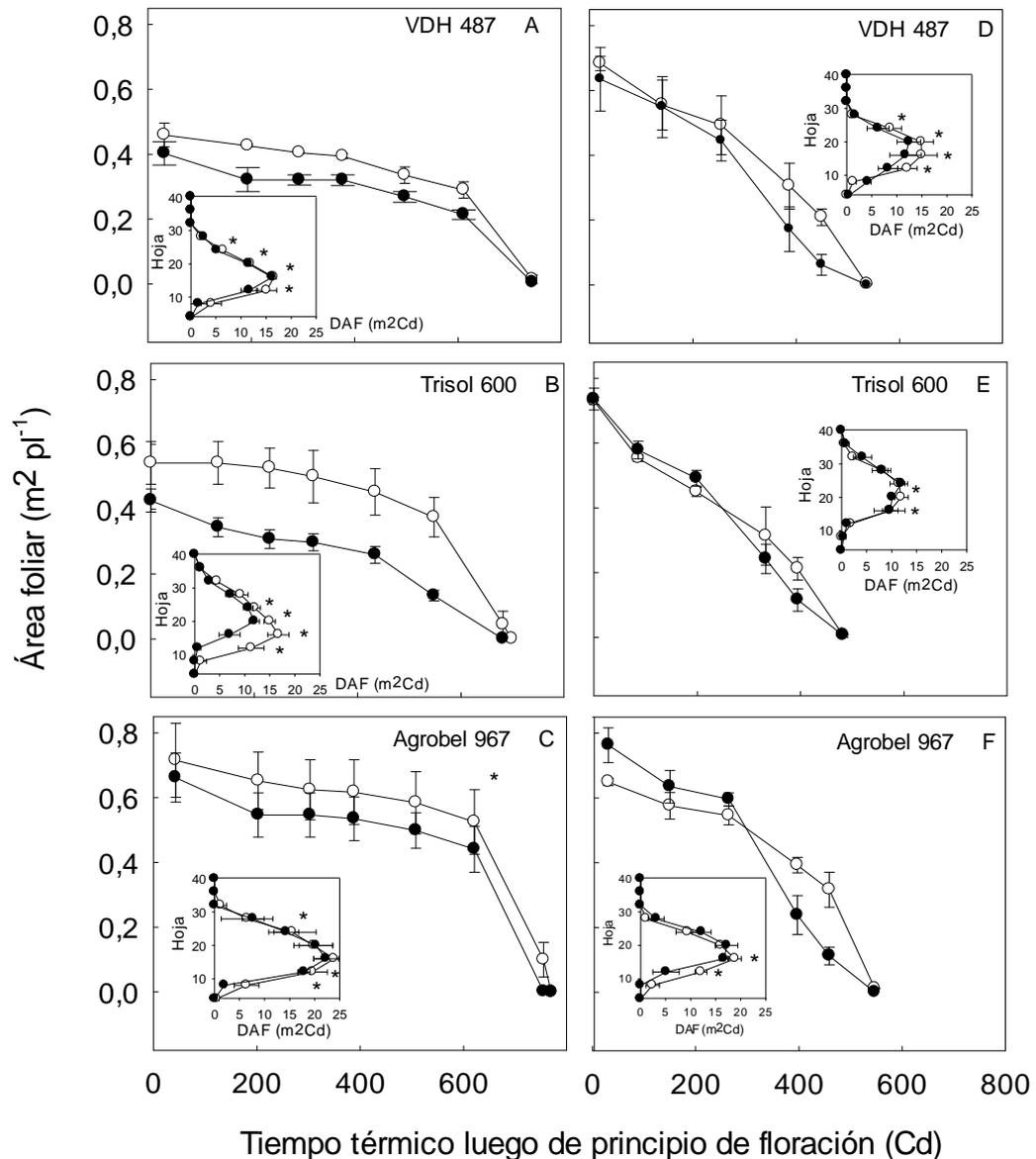


Figura 4: Efecto de la protección fúngica sobre el área foliar por planta en función del tiempo térmico (Cd, Tbase = 6 °C) para la fecha de siembra temprana (14/11; A, B y C) y tardía (12/12; D, E y F) de la campaña 2007/08. Tratamientos de protección: PF, protección fúngica con fungicida (círculos blancos) y TSF, testigo sin aplicación de fungicida (círculos negros). Híbrido: Agrobrel 967 (C y F), Trisol 600 (B y E) y VDH 487 (A y D). Madurez fisiológica en TSF y PF es indicada en cada gráfico con líneas verticales. Gráficos insertos: duración del área foliar (DAF, m²Cd) desde floración hasta madurez fisiológica en hojas 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32 y 36. Hojas con efecto de protección significativo se indica con * ($P \leq 0,05$). Las barras de error verticales (área foliar) u horizontales (DAF) indican un error estándar ($n = 9$).

La proporción de radiación solar interceptada durante el periodo de llenado de aquenios disminuyó en el testigo sin fungicida en relación al tratamiento de protección fúngica (Figura 5 y 6). Las mayores diferencias entre tratamientos se observaron durante mediado y fin de llenado de aquenios [>300 Cd; Figura 5 y 6 (A, D, E, F)], excepto para algunos casos donde se registraron en estadios previos (Figura 6 B y C). La PAR interceptada acumulada desde floración hasta madurez fisiológica aumentó en promedio 7% y 11% por la protección con fungicida en relación al testigo en los ensayos 2002/03 y 2004/5 (Tabla 3; $P = 0,0079$) y el experimento 2006/07 (PF: $481 \pm 8,7$ MJm⁻² vs. TSF: $435 \pm 8,3$ MJm⁻²; $P = 0,0004$), respectivamente. La PAR interceptada acumulada durante el llenado de aquenios en el híbrido Payé fue 11% mayor en la campaña 2004/05 en relación al 2002/03 ($P_{exp. \times cultivar} = 0,007$; Tabla 3). Asimismo, el híbrido Trisol 600 presentó menor PAR interceptada acumulada en relación a los híbridos Agrobél 967 y VDH 487 (Agrobél 967: 493 ± 10 MJ m² *b* vs. Trisol 600: 415 ± 11 MJ m⁻² *a* vs. VDH847: 467 ± 10 MJ m⁻² *b*; LSD Fisher $P = 0,05$; $P \leq 0,0001$; Tabla 3).

La eficiencia en el uso de radiación durante el periodo de llenado del aquenio de los experimentos 2002/03 y 2004/05 aumentó 16% en el tratamiento de protección fúngica ($P = 0,0071$, Tabla 3). Durante la campaña 2002/03 el híbrido Paraíso 30 convirtió la PAR en materia seca 32% más eficientemente que en la campaña 2004/05 ($P_{exp. \times cultivar} = 0,0207$).

Tabla 3: PAR interceptada (iPARc) y material seca (MS) acumuladas durante llenado de aquenios, eficiencia de uso de la radiación (EUR) durante el mismo período, en el híbrido Payé y Paraíso 30 durante los experimentos 2002/03 y 2004/05 e híbridos Agrobelt 967, Trisol 600, VDH 487 en siembras tempranas y tardías durante el experimento 2006/07. Tratamientos de protección (Trat.): con (PF) y sin (TSF) protección fúngica. Casilleros vacíos indican datos no relevados y/o calculados.

Exp.	Siembra	Híbrido	Trat.	iPARc (MJ m ⁻²)	EUR (g MJ ⁻¹)	MS(II) (g m ⁻²)
2002/03	22 Nov. 2002	Payé	TSF	343 ± 11	1.50 ± 0.11	516 ± 46
			PF	368 ± 3	1.68 ± 0.11	618 ± 45
		Paraíso 30	TSF	413 ± 24	1.84 ± 0.07	762 ± 55
			PF	429 ± 13	2.49 ± 0.11	1070 ± 74
2004/05	28 Oct. 2004	Payé	TSF	390 ± 4	1.27 ± 0.08	494 ± 26
			PF	406 ± 3	1.41 ± 0.12	574 ± 49
		Paraíso 30	TSF	369 ± 30	1.39 ± 0.15	516 ± 77
			PF	435 ± 10	1.53 ± 0.02	667 ± 21
2006/07	Temprana	Agrobelt 967	TSF	473 ± 22		
		Agrobelt 967	PF	516 ± 29		
		Trisol 600	TSF	402 ± 25		
		Trisol 600	PF	415 ± 45		
		VDH 487	TSF	421 ± 7		
		VDH 487	PF	491 ± 2		
	Tardía	Agrobelt 967	TSF	465 ± 30		
		Agrobelt 967	PF	515 ± 22		
		Trisol 600	TSF	384 ± 13		
		Trisol 600	PF	456 ± 10		
		VDH 487	TSF	463 ± 18		
		VDH 487	PF	489 ± 12		

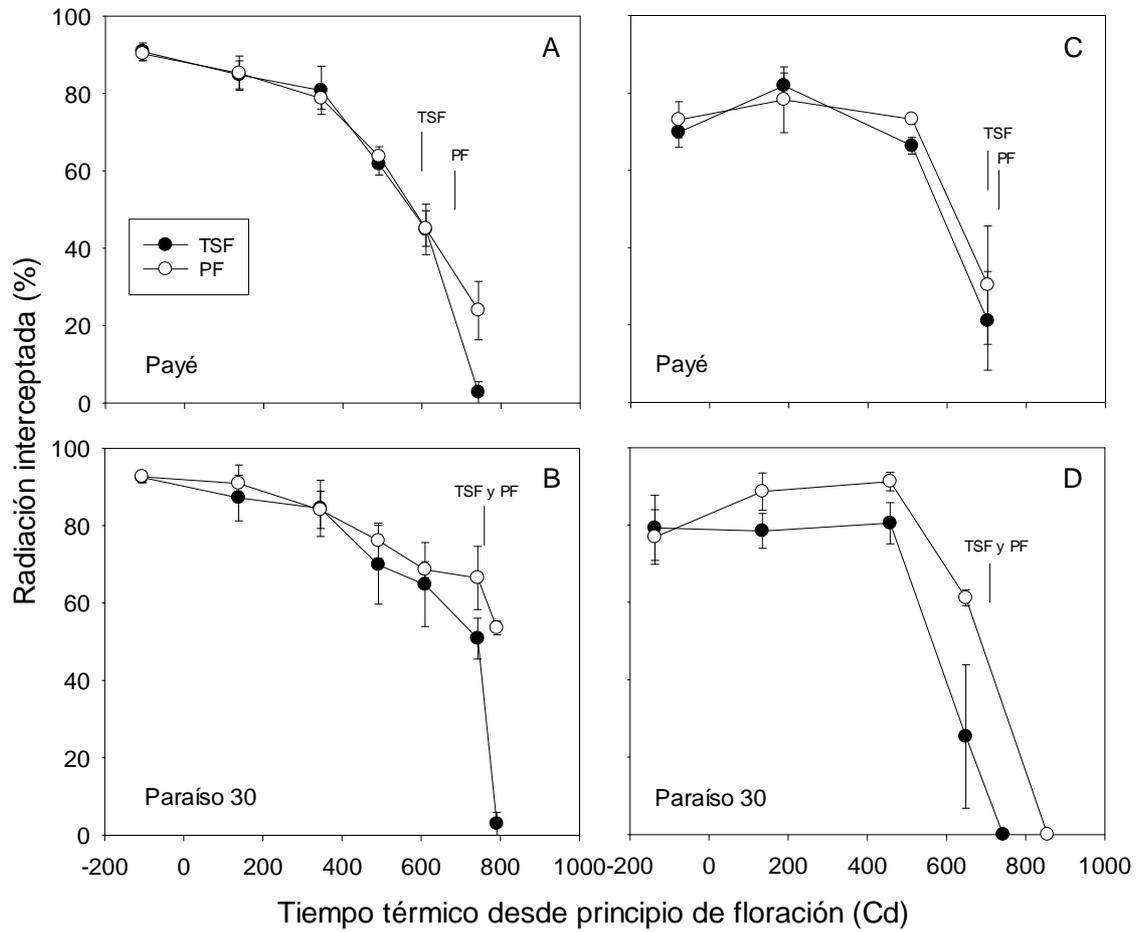


Figura 5: Efecto de la protección fúngica sobre la radiación interceptada en función del tiempo térmico desde principio de floración (Cd, $T_{base} = 6^{\circ}C$) durante las campañas 2002/03 (A y B) y 2004/05 (C y D). Tratamientos de protección: PF, protección fúngica con fungicida (círculos blancos) y TSF, testigo sin aplicación de fungicida (círculos negros). Híbrido: Payé (A y C) y Paraíso 30 (B y D). Madurez fisiológica en TSF y PF es indicada en cada gráfico con líneas verticales. Las barras de error vertical indican un error estándar ($n = 9$).

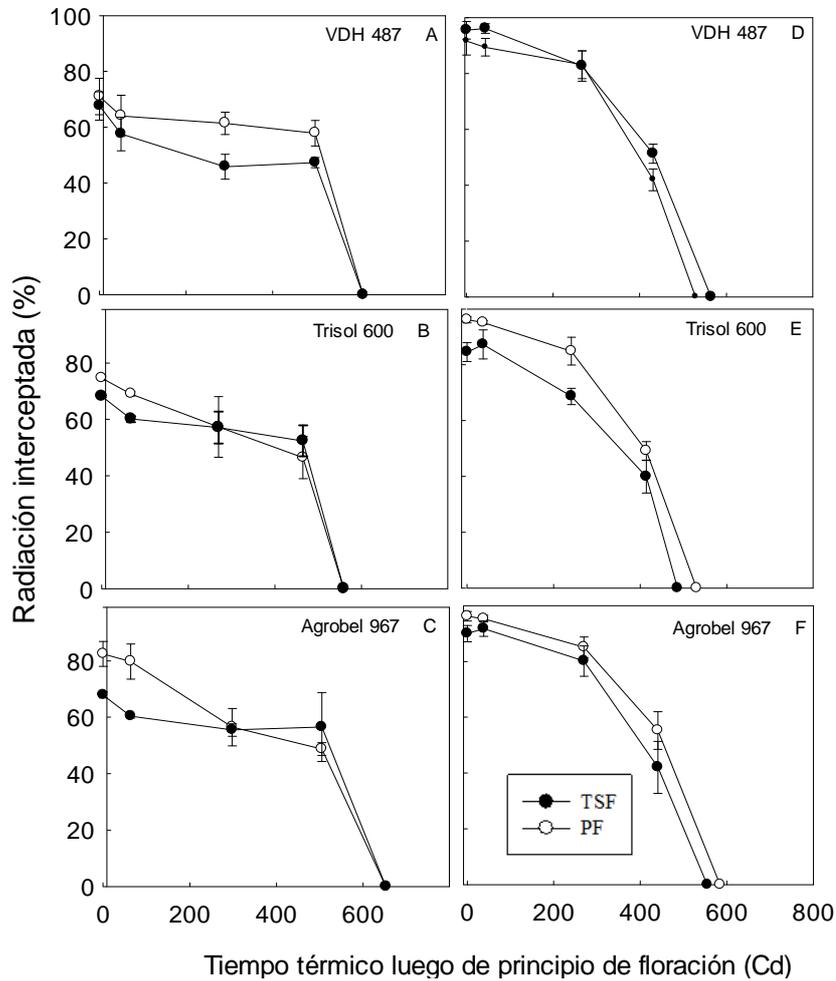


Figura 6: Efecto de la protección fúngica sobre la radiación interceptada en función del tiempo térmico desde principio de floración (Cd, $T_{base} = 6^{\circ}C$) durante la fecha de siembra temprana (23/10/06; A, B y C) y tardía (5/12/2006; D, E y F) de la campaña 2006/07. Tratamientos de protección: PF, protección fúngica con fungicida (círculos blancos) y TSF, Testigo sin aplicación de fungicida (círculos negros). Híbrido: Agrobol 967 (C y F), Trisol 600 (B y E) y VDH 487 (A y D). Madurez fisiológica en TSF y PF es indicada en cada gráfico con líneas verticales. Las barras de error indican un error estándar ($n = 9$).

1.4.3. RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES

La protección fúngica de las hojas aumentó 17% y 11% el rendimiento de aquenios en comparación con el testigo sin fungicida en los ensayos llevados a cabo entre 2002/03 y 2004/05 ($P = 0,0008$) y entre 2006/07, 2007/08 y 2008/09 ($P = 0,0001$), respectivamente (Figura 7 C). El híbrido Payé rindió 5% más que el Paraíso 30 ($P = 0,0058$, Tabla 24 del Apéndice) y la campaña 2004/05 un 21% más que la 2002/03 ($P = 0,0019$; Figura 7 C). No se identificaron diferencias en esta variable entre los híbridos Agrobrel 967, Trisol 600 y VDH 487 ($P = 0,0912$), excepto para la fecha de siembra temprana donde el híbrido VDH487 rindió más que Agrobrel 967 y Trisol 600 (Agrobrel 967: $311 \pm 9 \text{ gm}^{-2}$ a vs. Trisol 600: $322 \pm 9 \text{ gm}^{-2}$ a vs. VDH487: $334 \pm 10 \text{ gm}^{-2}$ b; LSD Fisher $P = 0,05$; $P_{F.\text{siembra} \times \text{cultivar}} \leq 0,018$, Tabla 24 Apéndice). Una fuerte interacción se observó entre la campaña de experimentación y la fecha de siembra ($P_{\text{exp.} \times \text{f. siembra}} \leq 0,0001$), ordenando su rendimiento de aquenio según: 2007/08-Temprana > 2008/09-Temprana > 2008/09-Tardía > 2006/07-Temprana > 2006/07-Tardía > 2007/08-Tardía (Figura 7 C). La siembra temprana rindió en promedio un 58% más que la tardía ($P \leq 0,0001$; Figura 7 C).

El tratamiento de protección fúngica aumentó en 7% el número de aquenios en comparación con el testigo sin fungicida durante las campañas 2002/03 y 2004/05 ($P = 0,0419$), mientras que en los restantes experimentos (2006/07-Tardío y 2007/08) no se observó efecto sobre esta variable ($P = 0,274$; Figura 7 B). El número de aquenios en el híbrido Payé fue 26% más alto que en Paraíso 30 en la campaña 2004/05 ($P_{\text{exp.} \times \text{cultivar}} = 0,0275$; $P = 0,05$, Tabla 24 del Apéndice), observándose para Payé un 16% más de aquenios durante la campaña 2002/03 en relación al 2004/05 (LSD, $P = 0,05$, Tabla 24 del Apéndice). La siembra temprana en 2007/08 presentó aproximadamente un 50% más aquenios que la siembra tardía de 2006/07 y 2007/08 ($P_{\text{exp.}_f.\text{siembra}} \leq 0,0001$; Figura 7 B).

La protección con fungicida aumentó 10% y 8% el peso del aquenio en comparación con el testigo sin fungicida en los ensayos llevados a cabo entre 200/03 y 2004/05 ($P = 0,0008$) y entre 2006/07, 2007/08 y 2008/09 ($P = 0,022$), respectivamente (Figura 7 A). Los aquenios en el experimento 2004/05 fueron 30% más pesados que en el 2002/03 ($P \leq 0,0001$, Figura 7 A), y el híbrido Paraíso 30, presentó un peso de aquenio 12% mayor que el híbrido Payé ($P = 0,0324$, Tabla 24 del Apéndice). El peso de aquenios difirió entre los restantes ambientes evaluados ($P_{\text{exp.}_f.\text{siembra}} = 0,0001$) resultando el siguiente ordenamiento: 2006/07-Tardía >

2007/08-Temprana > 2007/08-Tardía (Figura 7 A). En estos ambientes no se observaron diferencias de peso de aquenios entre los híbridos Agrobol 967, Trisol 600 y VDH 487 ($P = 0,562$, Tabla 24 del Apéndice).

El contenido de aceite (%) sólo fue afectado por los tratamientos de protección fúngica durante las fechas de siembra tardías de las campañas 2006/07, 2007/08 y 2008/09 ($P_{f. siembra \times proteccion} = 0,0002$, Figura 7 D). Las respuestas registradas por la aplicación de fungicida fue de aproximadamente 1,4% más en el contenido de aceite para dichas fecha de siembra tardía.

El híbrido Paraíso 30 presentó un 2% más de contenido de aceite que el Payé ($P = 0,0348$) y la campaña 2004/05 3% más que en la 2002/03 ($P = 0,0423$). En las restantes campañas (2006/07, 2007/08 y 2008/09) el contenido de aceite difirió entre los híbridos ($P \leq 0,0001$). El Trisol 600 presentó el menor valor ($40,2 \pm 0,2\%$) y Agrobol 967 el mayor ($50,9 \pm 0,2\%$), mientras que el VDH 487 presentó un valor intermedio ($48,6 \pm 0,2\%$) (Tabla 24 del Apéndice). La campaña 2008/09 presentó en promedio 3,3% de aceite más que las campañas 2006/07 y 2007/08 ($P = 0,0002$; Figura 7 D). A su vez, la siembra temprana presentó un 4,4% más de aceite en relación a la tardía ($P \leq 0,0001$; Figura 7 D).

La MNT se asoció negativamente con la duración de área foliar, el peso y número de aquenios, rendimiento y rendimiento de aceite (Tabla 4; $P \leq 0,05$). Asimismo, la ALT también se asoció negativamente con el número de aquenios, rendimiento y rendimiento de aceite (Tabla 4; $P \leq 0,05$). Por último, la roya negra se asoció negativamente con el número de aquenios, rendimiento y rendimiento de aceite (Tabla 4; $P \leq 0,05$). La MNT fue la enfermedad que presentó los mayores valores de asociación en todas las variables descriptas anteriormente.

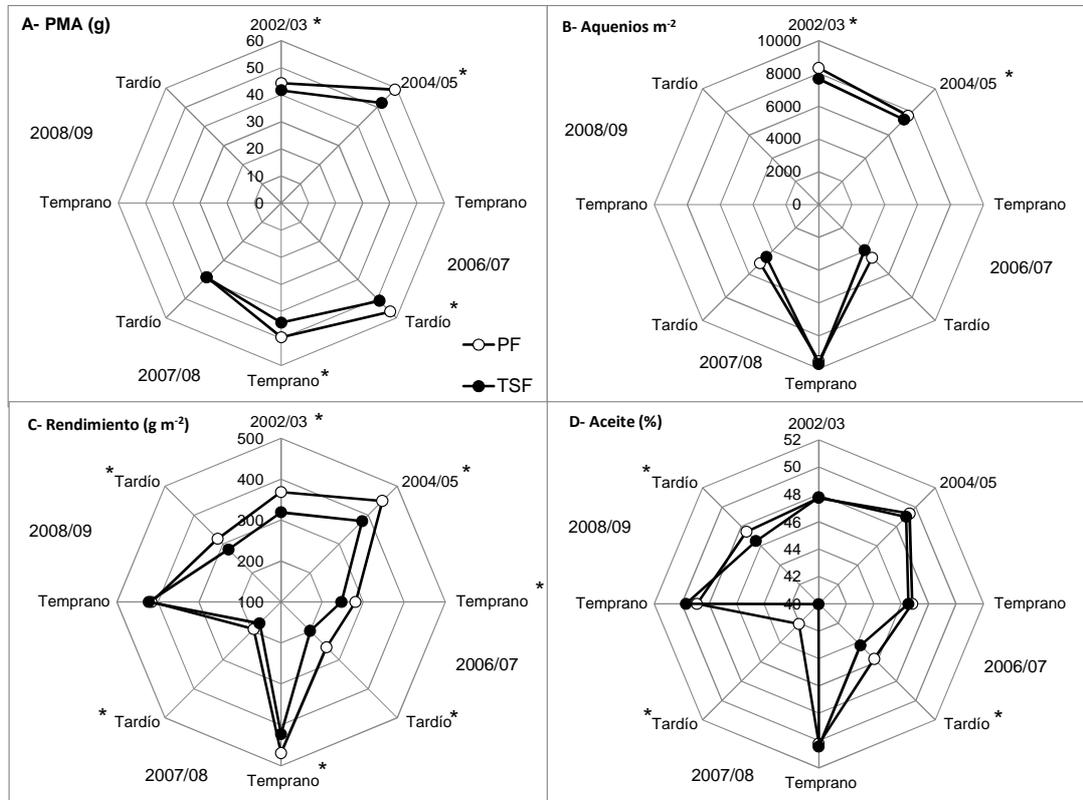


Figura 7: Efecto de la protección fúngica sobre el peso de mil aqueños (PMA) (A), en número de aqueños por metro cuadrado (B), el rendimiento (C) y el contenido de aceite (D) en ocho ambiente de Balcarce. Ambientes determinados por campañas – fecha de siembra, según: 2002/03¹, 2004/05¹, 2006/07 - siembra temprana², 2006/07 – siembra tardía², 2007/08 - siembra temprana², 2007/08 – siembra tardía², 2008/09 – siembra temprana², 2008/09 – siembra tardía². Tratamientos de protección: protección fúngica (PF) y testigo sin fungicida (TSF). * indican diferencias significativas (LSD Fisher $P \leq 0,05$) entre tratamientos de protección. La ausencia de símbolos en algunos ambientes de experimentación para las variables PMA y aqueños m² indica falta de datos experimentales. Los datos corresponden al promedio de todos los híbridos utilizados en cada campaña (Payé¹, Paraíso 30¹, Agrobelt 967², Trisol 600² y VDH 487²).

Tabla 4: Correlación (*Pearson*) entre síntomas de enfermedades foliares del girasol (mancha negra del tallo por *Phoma* – MNT; mancha de la hoja por *Alternaria* – ALT; roya negra por *Puccinia* - RN) y la duración del área foliar durante llenado de aquenio, el número y peso de mil aquenios, rendimiento, contenido de aceite y rendimiento de aceite. Cálculos realizados con valores absolutos y relativos (REL) al tratamiento de protección fúngica. Se evaluó la incidencia MNT y la severidad en la hoja 20 de ALT y RN en R8-R9. Datos obtenidos en la EEA Balcarce durante las campañas 2002/04¹, 2004/05¹, 2006/07², 2007/08² y 2008/09², bajo dos condiciones sanitarias de hoja (con y sin protección fúngica), dos fechas de siembra (temprana² y tardía²) y cinco híbridos de girasol (Payé¹, Paraíso 30¹, Agrobol 967², Trisol 600² y VDH 487²).

	MNT	ALT	RN
Duración de área foliar [^]	-0,57	-0,18	-0,28
Peso de mil aquenios [#]	-0,31	-0,37	0,22
Peso de mil aquenios (REL) [#]	-0,43	0,12	-0,25
Número de aquenios [#]	-0,49	-0,47	-0,45
Número de aquenios (REL) [#]	-0,42	-0,14	-0,44
Rendimiento	-0,45	-0,40	-0,41
Rendimiento (REL)	-0,57	-0,07	-0,53
Contenido de aceite	-0,19	-0,23	-0,26
Contenido de aceite (REL)	-0,51	-0,58	-0,39
Rendimiento de aceite	-0,42	-0,37	-0,41
Rendimiento de aceite (REL)	-0,63	-0,19	-0,56

Casillas sombreadas indican asociaciones significativas según *Pearson* ($P \leq 0,05$).

[^] Datos de las campañas 2002/03, 2004/05, 2006/07 y 2007/08;

[#] Datos de las campañas 2002/03, 2004/05, 2006/07-siembra tardía y 2007/08.

En el análisis “biplot” de componentes principales se observó que el primer componente (CP1 = 48%) separa las combinaciones de tratamientos analizados por su condición sanitaria (principalmente determinada por MNT y en segundo término RN) e impacto sobre el rendimiento de aquenios (RTO), de aceite (RTOAC) y número de aquenios (NA), y en menor medida sobre el contenido de aceite (AC), duración de área foliar (DAF) y peso de mil aquenios (PMA) (Figura 8). Se puede observar que la falta de protección fúngica (símbolos blancos de la Figura 8) se asocia con mayores valores de síntomas de enfermedades y con menores valores de rendimiento y sus componentes. Este efecto tuvo más impacto en las fechas de siembra tardía (triángulos blancos de la Figura 8).

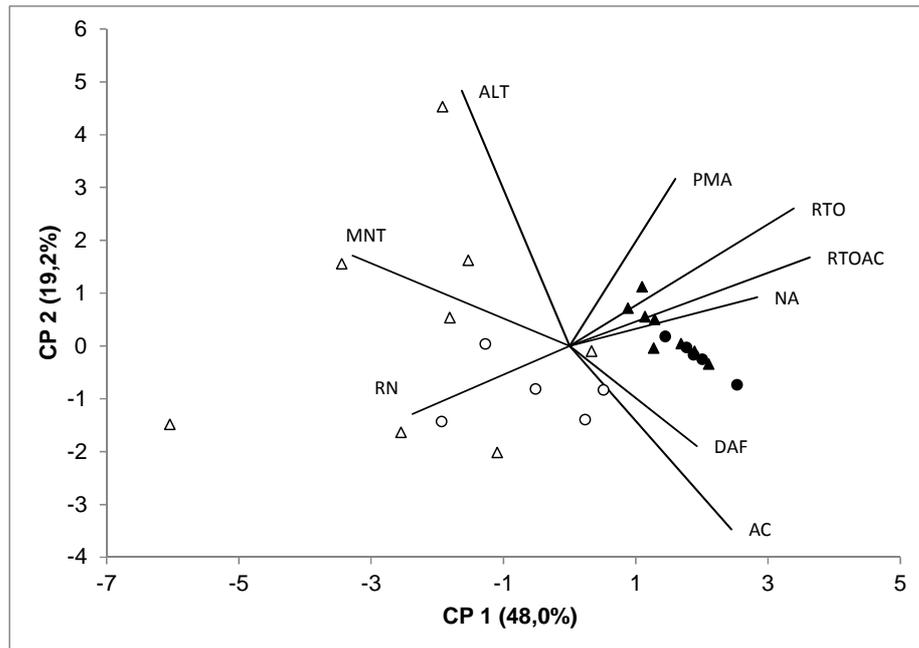


Figura 8: Biplot del análisis multivariado de combinación de dos niveles de protección de hojas con fungicida (PF - protección fúngica y TSF - testigo sin fungicida, diferenciados con símbolos blancos y negros, respectivamente), cuatro campañas de experimentación (2002/04¹, 2004/05¹, 2006/07¹ y 2007/08²), dos fechas de siembra (Temprana¹ y Tardía² diferenciadas con círculos y triángulos, respectivamente) y cinco híbridos de girasol (Payé¹, Paraíso 30¹, Agrobél 967², Trisol 600² y VDH 487²) asociados a síntomas de enfermedades foliares, la duración de área foliar (DAF) y componentes del rendimiento en girasol. Se evaluó la incidencia la mancha negra del tallo por Phoma (MNT) y la severidad en la hoja 20 de la mancha por *Alternaria* (ALT) y roya negra por *Puccinia* (RN) en R8-R9. Componentes de rendimiento calculados relativos al tratamiento de PF: peso de mil aquenios (PMA), número de aquenios (NA), rendimiento de aquenios (RTO), contenido de aceite (AC) y rendimiento de aceite (RTOAC).

El segundo componente principal (CP2 = 19,2%) separa las combinaciones de tratamientos analizados por su condición sanitaria (principalmente determinada ALT) e impacto sobre el contenido de aceite y duración de área foliar (Figura 8). Se puede observar que la falta de protección fúngica (símbolos blancos de la Figura 8) se asocia con mayores valores de síntomas enfermedades foliares y con menores valores de duración de área foliar y contenido de aceite. Nuevamente, este efecto tuvo principalmente impacto en las fechas de siembra tardía de la campaña 2007/08 (triángulos blancos de la Figura 8).

1.5. DISCUSIÓN

Los resultados muestran que los ambientes de Balcarce son predisponentes a la ocurrencia de enfermedades foliares de girasol. Se estableció la presencia de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* (MNT), mancha de la hoja por *Alternaria helianthi* (ALT) y la roya negra por *P. helianthi* (RN). La MNT y ALT prevalecieron en todos los ambientes de experimentación, aunque su manifestación varió ampliamente con la campaña y la fecha de siembra (Figura 1; Tabla 22 del Apéndice). La enfermedad que predominó fue la MNT manifestando niveles medios o altos (rango 19 - 81% para el testigo sin fungicida) en todos los ambientes. En el sudeste bonaerense las lluvias frecuentes y las temperaturas templadas a altas son habituales durante el desarrollo del cultivo de girasol (Tabla 2). Estas condiciones favorecen la dispersión de ascosporas y picnidiosporas de *P. macdonaldii* (inóculo presente en residuos de cultivos anteriores; Figura 31 del Apéndice) por efecto de la lluvia y el viento, pudiendo ocurrir varios ciclos de dispersión durante el cultivo (Gulya *et al.*, 1997). En Francia se demostró que ascosporas provenientes de pseudotecios contenidos en rastrojos pueden ser emitidas durante todo el ciclo del cultivo, lo cual se asoció mayormente a la ocurrencia de días lluviosos (Descorps *et al.*, 2012). Asimismo la germinación de picnidiosporas ocurre en un amplio rango de temperaturas desde 5 a 30°C (Roustae *et al.*, 2000 a). Siendo la temperatura óptima para que ocurra la infección de 25 °C, con un mínimo de duración de rocío de 24 h (Gulya *et al.*, 1997).

ALT sólo alcanzó niveles altos en la fecha de siembra tardía de la campaña 2007/08 (Figura 1), luego que el cultivo atravesara durante el llenado de aquenios un período atípico de precipitaciones recurrentes, alta nubosidad y temperaturas templadas (Tabla 2). Estas condiciones favorecen la producción de conidios de *A. helianthi* (Abbas *et al.*, 1995), su diseminación (Gulya *et al.*, 1997), germinación, penetración e infección en las hojas (Leite, 2002) (Figura 32 del Apéndice). La roya negra también tuvo una aparición excepcionalmente alta durante la campaña 2006/07, observándose también su presencia durante la campaña 2008/09, aunque con menor severidad (Figura 1). Ambas campañas se presentaron calurosas durante los meses de diciembre y febrero en relación a las restantes, con temperaturas promedio diarias entre 19 y 24 °C. Estas temperaturas resultan conducentes para la germinación de uredosporas y penetración de *P. helianthi* (Sood y Sackston, 1972 b), producción de pústulas y uredosporas, ya que la temperatura óptima de este proceso entre 20 y 35°C (Sood y Sackston, 1972 a).

Las siembras tardías presentaron más síntomas de enfermedades foliar en relación a las siembras tempranas, excepto para la MNT durante la campaña 2006/07, donde no se observaron diferencias entre fechas de siembra (Figura 1). En este trabajo el desarrollo del cultivo en siembras tardías coincidió con regímenes hídricos elevados (alta ocurrencia de precipitaciones, humedad relativa y menor heliofania) durante el periodo de llenado de aquenios (siembra temprana: mediados de enero a mediados de febrero; siembra tardía: principios de febrero a principios de marzo), que favorecen la dispersión y penetración de los agentes causales de las enfermedades foliares descritas (Gulya *et al.*, 1997). Efecto de la fecha de siembra sobre la manifestación de patógenos foliares de girasol han sido reportados ampliamente en la literatura, inclusive se sugiere a la fecha de siembra como una eficiente medida de manejo para la MNT (Debaeke y Pérès, 2003) y ALT (Allen *et al.*, 1983 b). Al igual que en el presente trabajo, Debaeke y Pérès (2003) observaron que las fechas tempranas (principios de primavera) presentaban menor incidencia de MNT en relación a las siembras tardías (mediados - fines de primavera). En la India, la estación de desarrollo invernal del cultivo, caracterizada por temperaturas templadas y altas precipitaciones, favorece la infección de *A. helianthi* en relación con la estación de desarrollo primaveral (Sahu *et al.*, 1991 b). Amabile *et al.* (2002), trabajando en la región del Cerrado (DF, Brasil) con ALT, plantean que la manifestación de síntomas está estrechamente relacionada con la época de siembra y principalmente con los factores climáticos como las precipitaciones y la humedad relativa.

En este estudio, el híbrido no fue un factor de relevancia sobre la manifestación de las enfermedades estudiadas, ni sobre su impacto en las variables fisiológicas de cultivo y los componentes de rendimiento. Hasta el momento no existen reportes sobre genotipos de girasol con alta resistencia a la MNT o a ALT. En este trabajo todos los cultivares presentaron niveles de susceptibilidad intermedios o altos ante estas enfermedades (Tabla 22 del Apéndice). Sólo fue posible determinar diferencias de comportamiento entre genotipos ante ALT en la fecha de siembra tardía de la campaña 2007/08, donde el híbrido VDH 487 presentó mayor susceptibilidad con relación a Agrobél 967 y Trisol 600 (Tabla 22 del Apéndice). Asimismo sólo se detectaron diferencias entre genotipos para la incidencia de la MNT entre el híbrido Payé (menor incidencia) y Paraíso 30 (mayor incidencia) durante la campaña 2002/03, mientras que para la segunda campaña (2004/05) su comportamiento no difirió. Esto podría explicarse por la naturaleza cuantitativa de la resistencia genética que limita el

nivel de resistencia cuando la expresión de la enfermedad resulta más favorecida como ocurrió en la campaña 2004/05. Para ambas enfermedades es ampliamente citada la existencia de resistencias de tipo cuantitativa, basada en grados e intensidad de infección (MNT: Roustaei *et al.*, 2000 a; Chaarani *et al.*, 2002; Darvishzadeh *et al.*, 2007a; Darvishzadeh *et al.*, 2007b; Darvishzadeh *et al.*, 2010; ALT: Islam *et al.*, 1976; Carson, 1985; Reddy *et al.*, 2006). Para el caso de la roya negra por *P. helianthi* también se detectaron diferencias de comportamiento entre híbridos en la siembra tardía del 2006/07, donde el híbrido Agrobelt 967 presentó mayores niveles de resistencia en comparación con VDH 487 y Trisol 600 (Tabla 22 del Apéndice). Sin embargo, y al igual que para los casos anteriores, dicha resistencia fue de tipo parcial dado que los tres híbridos evaluados presentaron pústulas en las hojas. Esto es importante de destacar ya que existen fuentes de resistencia completa ante esta enfermedad (Gulya *et al.*, 1997) e inclusive híbridos comerciales argentinos inmunes (Quillehauquy *et al.*, 2007), ninguno de los cuales fue incluido en el presente estudio.

La protección con fungicida fue efectiva y disminuyó la manifestación de las enfermedades entre 43 y 95% (Figura 1). El contraste entre los tratamientos de protección (PF y TSF) logrado en el presente trabajo, y su efecto sobre variables fisiológicas y componentes del rendimiento y calidad del girasol, permitió cuantificar el impacto que tienen las enfermedades foliares anteriormente mencionadas sobre dichas variables para las condiciones de producción del sur Argentino. La MNT fue la que presentó la mayor asociación (negativa) con la duración de área foliar, número y peso de aquenios, rendimiento y contenido de aceite (Tabla 4).

Sin embargo, muchas de estas variables también se asociaron con ALT y la roya negra por *Puccinia*, lo cual podría estar relacionado con los altos valores de severidad que presentaron estas enfermedades durante la campaña 2007/08 y 2006/07, respectivamente. La aparición conjunta de las enfermedades foliares dificulta el estudio individual de las mismas. En los experimentos llevados a cabo durante las campañas 2002/03 y 2004/05 la MNT fue la única enfermedad foliar que se presentó en forma conspicua (Figura 1). Esto permitió evaluar su efecto directo sobre las variables fisiológicas y componentes de rendimiento estudiados.

Como era de esperar el número de hojas totales y senescentes, el índice de área foliar y la material seca en floración no fueron afectadas por el tratamiento de protección fúngica debido a que las enfermedades foliares que se identificaron se

manifiestan principalmente durante el periodo de llenado de achenios (Gulya *et al.*, 1997; Allen *et al.*, 1983 a).

En el presente trabajo se analizó el efecto de la protección de las hojas en relación a la radiación interceptada y de la eficiencia con que esta es convertida en biomasa (Monteith y Moss, 1977), variables ecofisiológicas que pueden ser afectadas por enfermedades foliares (Waggoner y Berger, 1987; Johnson, 1987). Para las campañas 2002/03 y 2004/05, la producción de materia seca desde floración a madurez fisiológica se incrementó con la protección con fungicida (Tabla 3). De acuerdo con los resultados presentados, el efecto de las enfermedades foliares podría estar asociado con: (1) disminución del área foliar (Figura 2, Figura 3 y Figura 4) e IAF por prematura senescencia de las hojas, (2) reducción en la interceptación de la radiación (%) (Figura 5 y 6) cuando el IAF cae por debajo de cierto valor crítico (Carretero *et al.*, 2010) y (3) disminución en la eficiencia de uso de radiación (Tabla 3), que sólo fue determinado para la MNT (campañas 2002/03 y 2004/05). Efectos depresores de enfermedades foliares sobre la interceptación de la radiación y la fotosíntesis fueron reportados en girasol para roya negra por *Puccinia* (Siddiqui, 1980), marchitez por *Verticillium* (Sadras *et al.*, 2000 a; Creus *et al.*, 2007) y para ALT por *Alternaria* (Leite *et al.*, 2006). El principal efecto fisiológico observado en el presente estudio fue sobre la duración del área foliar (21 – 23%) producto de la muerte prematura de las hojas por senescencia, ya que no se observó efecto de la protección de la hoja sobre la expansión (datos no presentados) o número de hojas (Tabla 23 del Apéndice). El retraso de la madurez fisiológica observado en las plantas protegidas del híbrido Payé (campañas 2002/03 y 2004/05; Figura 2) también está relacionado con el incremento en la duración del área foliar.

En el presente trabajo el rendimiento fue afectado en promedio entre 11 y 17% por la falta de protección fúngica ante las enfermedades foliares del girasol (Figura 7). Pérdidas del 10% fueron asociados con síntomas de la mancha negra del tallo por Velázquez y Formento (2003). Asimismo, caídas en el rendimiento entre 10 - 80% han sido atribuidas a ALT (Carson, 1985; Lagopodi y Thanassouloupoulo, 1998; Leite *et al.*, 2006) y roya negra por *Puccinia* (Siddiqui y Brown, 1977). En el presente trabajo el efecto de estas enfermedades sobre el rendimiento fue mayormente explicado por diferencias en peso de achenios ($P \leq 0,022$), aunque el número de achenios también fue disminuido en algunos casos, tal como se observó en las campañas 2002/03 y 2004/05 (Figura 1). Efecto sobre el número y peso de achenios y contenido de aceite

han sido descritos para ALT (Lagopodi y Thanassouloupoulo, 1998 ; Chattopadhyay, 1999; Allen *et al.*, 1981) y roya negra (Siddiqui y Brown, 1977). Hasta el momento no se habían reportado efectos de la MNT sobre el número de achenios y sí sobre su peso (Velázquez y Formento, 2003). Por otro lado, *P. macdonaldii* también afectó el número de achenios cuando infecta la base del tallo y produce síntoma de maduración prematura de la planta (Mirleau-Thebaud *et al.*, 2011; Donald *et al.*, 1987). Estos síntomas no han sido registrados en el presente estudio, ni ocurren con frecuencia en las condiciones de cultivo de girasol de la Argentina.

La disminución de interceptación de radiación y fotosíntesis desde floración podría explicar el efecto de las enfermedades foliares sobre el peso (Goffner *et al.*, 1998) y el número (Cantagallo *et al.*, 2004) de achenios. Sin embargo, en la mayoría de los casos las diferencias de radiación interceptada fueron detectadas en estadios avanzados de llenado de achenios (más de 350 Cd después de floración), lo cual sólo explicaría el efecto sobre el peso de achenios (Dosio *et al.*, 2000). El número de achenios es usualmente afectado por un estrés alrededor de floración (Cantagallo *et al.*, 2004) y se mantiene estable luego de la finalización de la misma (R6, Schneiter y Miller, 1981). Bajo nuestras condiciones de trabajo, la caída en el número de achenios sólo podría ser explicada por efectos tempranos de la MNT a mediados o fines de floración (R5.5–R5.10), cuando los síntomas en tallo son bajos o nulos. La radiación interceptada no siempre es efectivamente absorbida debido a la presencia de tejidos senescentes en las hojas. Esto ha sido estudiado por Leite *et al.* (2006) para ALT en girasol y por Carretero *et al.* (2010) para manchas foliares en trigo. En el presente trabajo se estimó la radiación interceptada por el cultivo, y no fue posible calcular la efectivamente absorbida. Esta situación pudo haber llevado a una sobre-estimación de la PAR interceptada durante floración del testigo sin protección fúngica, lo cual explicaría las diferencias observadas en el número de achenios, o durante llenado de achenios provocando una sub-estimación de la eficiencia de uso de la radiación (Carretero *et al.*, 2010).

La información relativa sobre efectos secundarios de los fungicidas del grupo de las estrobilurinas sobre la fisiología de las plantas es contradictoria. Algunos autores reportan beneficios sobre variables fisiológicas que mejoran el rendimiento de grano en trigo y soja (Beck *et al.*, 2002; Fagan *et al.*, 2010). En otros estudios en maíz y soja no se encontraron tales efectos (Swoboda y Pedersen, 2009; Blandino *et al.*, 2012). Trabajos preliminares de nuestro grupo en girasol no demostraron beneficio de la

aplicación con azoxystrobina (Quiroz y Dosio, 2010) o pyraclostrobin (no publicado) sobre el área foliar y la clorofila en ausencia de enfermedades foliares.

El efecto de las enfermedades foliares sobre el canopeo de girasol y las variables ecofisiológicas determinantes del rendimiento podrían estar influenciado por el ambiente y el genotipo. Si tomamos a la senescencia como uno de los procesos fisiológicos más afectados por las enfermedades foliares, se puede comprobar que el área foliar verde o duración de área foliar no aumentó en todos los ambientes y genotipos como respuesta a la protección fúngica [Figura 2 (A), Figura 3 (B y C)], o que dicha respuesta ocurrió muy tardíamente durante fines de llenado de aquenios o luego de la madurez [≥ 450 Cd; Figura 2 (B), Figura 3 (F) y Figura 4 (C, D y E)]. Una baja incidencia de la MNT, cómo la observada durante el experimento 2002/03, implica sólo presencia de la enfermedad en las hojas inferiores. Estas hojas son más pequeñas y viejas que la del estrato medio, y por consiguiente tienen un bajo impacto en el área foliar total, interceptación de la PAR y/o fotosíntesis. En concordancia con esto el efecto de las enfermedades foliares sobre variables ecofisiológicas en trigo se relacionó con presencia de síntomas en las hojas superiores (Carretero *et al.*, 2010).

En muchos de los ambiente evaluados, las hojas inferiores (por debajo de la ocho) ya estaban senescentes en floración, no habiéndose observado hasta ese momento efecto de la protección fúngica sobre el área foliar verde, la senescencia y la materia seca (Tabla 23 del Apéndice). Esto es habitual en girasol donde la disposición planófila de las hojas permite sólo la llegada de baja intensidad de la radiación provocando una senescencia temprana (Rousseaux *et al.*, 1996) y no por efecto de las enfermedades foliares. El mayor efecto de las enfermedades foliares sobre la duración del área foliar se observó principalmente en las hojas del estrato medio (16-20-24) y algunas hojas del estrato superior (hojas 28 y 32). La principal disminución de área foliar en girasol como consecuencia de la marchitez por *Verticillium* también fue reportada en hojas de los estratos medios (Sadras *et al.*, 2000 a). El análisis de los perfiles de senescencia en girasol bajo dos situaciones contrastantes de relación fuente / destino determinaron mayores diferencias en los estratos superiores o inferiores (Sadras *et al.*, 2000 b). Estos resultados sugieren una respuesta diferente ante cambios en un condición fisiológica interna de la planta y un estrés biótico como lo es una enfermedad foliar. Johnson (1987) destacó la importancia de la posición vertical de las hojas en el estudio de las enfermedades foliares. El conocimiento del efecto de las mismas sobre la fisiología de las hojas en

diferentes capas o estratos podría aportar al desarrollo de modelos de predicción del rendimiento en esta especie, semejante a lo desarrollado por Bancal *et al.* (2007) en trigo bajo condiciones de epidemias de enfermedades foliares. La identificación de los estratos de hojas más susceptibles a los efectos de las enfermedades foliares puede contribuir a mejorar las técnicas de aplicación de fungicidas. La aplicación de fungicidas basada en la consideración de los estadios de desarrollo y crecimiento de las hojas susceptibles, y en la residualidad de los diferentes ingredientes activos puede ser considerada como una estrategia promisorio para incrementar la eficiencia de los fungicidas, y reducir el uso de estos productos químicos.

1.6. CONCLUSIONES

- La MNT fue la enfermedad de mayor prevalencia, incidencia y severidad. Con menor asiduidad ocurrieron epifitias de mancha de la hoja por *A. helianthi* y roya negra por *P. helianthi*.
- La siembra tardía presentó mayor ocurrencia de epifitias severas de mancha de la hoja por *Alternaria*, mancha negra del tallo y roya negra.
- La mancha negra del tallo aceleró la senescencia de hojas y disminuyó la intercepción y eficiencia de uso de la radiación.
- El efecto de las enfermedades foliares sobre la intercepción de radiación generalmente se observó en estadios avanzados del período de llenado de achenios.
- La caída en la duración de área foliar verde fue especialmente importante en hojas de los estratos medios o superiores.
- En las siembras tardías las enfermedades foliares redujeron el contenido de aceite.
- La mancha negra del tallo fue la enfermedad foliar que más se asoció a disminuciones en el número y peso de achenios.

CAPITULO 2

INGREDIENTES ACTIVOS Y MOMENTOS DE PULVERIZACIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL GIRASOL ANTE LA MANCHA DE LA HOJA POR ALTERNARIA Y LA MANCHA NEGRA DEL TALLO.

2. INGREDIENTES ACTIVOS Y MOMENTOS DE PULVERIZACIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL GIRASOL ANTE LA MANCHA DE LA HOJA POR ALTERNARIA (ALT) Y LA MANCHA NEGRA DEL TALLO (MNT) .

2.1. RESUMEN

Un mayor conocimiento de las interacciones de las enfermedades foliares del girasol como ALT y MNT, con el ambiente y las tecnologías de aplicación con fungicida permitiría incluir esta herramienta de protección al manejo integrado de enfermedades del cultivo. El objetivo fue determinar el efecto de fungicidas en base a pyraclostrobin y metconazole según dosis y momentos de pulverización sobre la ALT y MNT en ambientes de Balcarce, Argentina. Los experimentos se realizaron con el híbrido VHD487 en la EEA INTA Balcarce (2007/08 y 2008/09), con el agregado de rastrojo infectado con *A. helianthi* y *P. macdonaldii*, y bajo condiciones de inoculación natural. En dos experimentos se combinaron dosis de pyraclostrobin (0, 50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) con iguales dosis de metconazole (25 tratamientos). En otros dos experimentos se combinaron las mismas dosis de pyraclostrobin en cuatro estadios de aplicación (V12-14, R2, R4 y R6) (16 tratamientos). Se incluyeron un testigo protegido (PF-cuatro aplicaciones periódicas) y otro sin fungicida (TSF). Se evaluó a nivel de planta la incidencia de MNT y el área foliar y a nivel de hoja la severidad de ALT y roya negra (RN). En cosecha se estimó el rendimiento. La aplicación con pyraclostrobin controló la MNT (rango 0–87%), ALT (0–85%) y RN (0-100%), mientras que metconazole aplicado en R2 sólo controló RN (59-100%). La protección con pyraclostrobin varió con la dosis, el estadio de aplicación, el momento de evaluación y la hoja o estrato. La curva exponencial negativa de dosis-respuesta presentó un alto ajuste ante ALT y RN, mientras que para MNT no se observaron respuestas con dosis superiores a 50 g ha⁻¹. La mayor eficiencia en el control de ALT se obtuvo en R2 para la hoja 12, en R4 para la hoja 20 y en R6 para la hoja 28. La aplicación en R6 presentó menor incidencia de MNT sobre fin de llenado (9%) en el estrato medio de la planta, en relación a aplicaciones en R2 (22%) y R4 (22%), las cuales a su vez se diferenciaron del TSF (58%). La aplicación de fungicida en V12-14 sólo ejerció control ante ALT y MNT en los estratos inferiores de hojas y parcialmente en el estrato medio. Bajo las condiciones de epifitias severas de ALT (2007/08), se logró mantener el área foliar por más tiempo y un mayor rendimiento con aplicaciones de fungicida en R4 o R6 a dosis de pyraclostrobin iguales o superiores a 100 g ha⁻¹.

2.2. INTRODUCCIÓN

El uso de fungicidas para el control de enfermedades de fin de ciclo en girasol ha sido una alternativa poco utilizada en la República Argentina, donde su uso se limitó a la producción de semilla híbrida y básica. Los cambios en los sistemas productivos agrícolas ocurridos en los últimos años y en la relación de precios de insumos entre productos han promovido, junto con la aparición de moléculas nuevas, la utilización de esta tecnología en el cultivo.

Existen fungicidas foliares registrados en Francia que controlan la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* (MNT), que originalmente fueron desarrollados para el control del cancro del tallo por *Phomopsis helianthi* (teleomorfo: *Diaporthe helianthi*) (Debaeke y Pérès, 2003). También existen fungicidas reportados por tener algún grado de control de la mancha de la hoja por *Alternaria* spp. (ALT), como captafol (Allen *et al.*, 1981), carbendazim (Srinivas y Chattopadhyay, 1997; Chattopadhyay, 1999), clorotalonil, iprodione, mancozeb, vinclozolina, zineb y ziram (Kolte, 1985) y mezclas de azoxistrobina, carbendazim y epoxiconazole (Dosio y Quiroz, 2005). Sin embargo, son escasos los trabajos referidos al control con fungicidas de estas enfermedades bajo las condiciones de cultivo de la Argentina y en particular, que utilicen moléculas de última generación.

Las estrobilurinas constituyen el grupo más importante de fungicidas utilizados actualmente, y se han convertido en una herramienta muy valiosa para el control de patógenos de diferentes grupos (Bartlett *et al.*, 2002; McGrath, 2002). Estos fungicidas son mayormente de movilidad translaminar en hoja (control en ambas superficies), de acción sitio-específico (Tabla 5) y de alta eficiencia de control en bajas dosis. Estas características los convierten en una alternativa interesante, no sólo por la mayor rentabilidad, sino también por su bajo impacto sobre el ambiente (Bartlett *et al.*, 2002). El aspecto negativo es que poseen un alto riesgo de generar resistencia en poblaciones de los patógenos (FRAC, 2014). Las estrobilurinas pertenecen al grupo de resistencia de Q₀I (grupo 11 del FRAC) la cual es conferida por un único punto de mutación ubicado en el gen citocromo b de la mitocondria (Zhonghua y Michailides, 2005). Por esta razón, y para preservar su eficacia, estos productos deberían combinarse con fungicidas de menor riesgo (FRAC, 2010) y con prácticas culturales tales como variedades resistentes/tolerantes y rotaciones de cultivos, dentro de un

manejo integrado de enfermedades. La combinación de estrobilurinas con fungicidas del grupo de los triazoles es una alternativa efectiva para lograr altos porcentajes de control y minimizar la generación de variantes patogénicas resistentes (Bartlett *et al.*, 2002; McGrath, 2002) debido a su diferente modo de acción (Tabla 5) y a su menor riesgo de producir mutaciones (grupo 3 FRAC; FRAC, 2014). Este tipo de mezcla es ampliamente utilizada en Argentina para el control de enfermedades de hoja en cebada, soja y trigo. Para el cultivo de girasol, existen al menos tres fungicidas foliares formulados en base a estrobilurina sola o combinada con triazol: Amistar® Top, Syngenta, Argentina (20% azoxystrobin : 12,5% difenoconazole); Nativo®, BAYER (10% trifloxistrobin : 20% tebuconazole), Argentina; Vivarus™, BASF Argentina SA (25% pyraclostrobin). Pruebas experimentales mostraron un nivel aceptable de control de enfermedades foliares en girasol con fungicidas formulados a partir de pyraclostrobin (estrobilurina) y metconazole (triazoles)¹.

Son muchos los factores que determinan la eficiencia de control de fungicidas foliares, y que deben ser contemplados en relación a él o los momento de control según el progreso de la epidemia y la dosis efectiva de supresión del antifúngico a utilizar (Paveley *et al.*, 2000). Entre los factores a considerar es importante mencionar las características de los grupos químicos de los ingredientes activos en relación a su modo de acción, movilidad y residualidad (Tabla 5). Asimismo, las dosis de los ingredientes activos de los fungicidas anteriormente descriptos varían entre 50 y 100 g ha⁻¹ de estrobilurina y entre 50 y 150 g ha⁻¹ de triazol bajo las condiciones de los cultivos extensivos en Argentina (CASAFE, 2009).

Horsfall (1945) describe la relación entre la dosis de fungicida que se aplica y la severidad de la enfermedad como la curva de respuesta de dosis, sobre la que se pueden calcular valores de dosis efectiva (dosis requerida para alcanzar un nivel específico de supresión de la enfermedad). Como la aplicación recomendada en girasol se realiza en estado estrella o botón floral incipiente (R1-R2 según Schneiter y Miller, 1981), antes de alcanzar la máxima expansión de las hojas en estratos medios y superiores, puede ocurrir una dilución del producto absorbido en los nuevos tejidos (Warner y Edgington, 1980). Sería entonces esperable que aumentos de dosis se traduzcan en aumentos en los niveles de supresión de las enfermedades foliares,

¹ Mantecón Jorge, comunicación personal.

ampliando la curva de respuesta de dosis. Asimismo, los triazoles poseen movimiento sistémico predominantemente acrópeto dentro de la hoja, con lo cual su aplicación previa a la expansión máxima podría predisponer a la ocurrencia de infecciones posteriores debido a la movilidad del producto (Buchenauer, 1987) y al efecto de dilución anteriormente mencionado. Además, la concentración de fungicida o metabolitos activos disminuye con el tiempo, por lo que la dosis de activo confrontada al patógeno depende de la dosis efectivamente aplicada y del período entre la aplicación y el proceso infectivo. Otros aspectos a considerar son el ambiente meteorológico en relación al desarrollo del cultivo y de las enfermedades, la estructura de canopeo, los estadios fenológicos de mayor susceptibilidad, los tejidos u órganos a proteger, los tipos de inóculo y el progreso de la enfermedad.

Tabla 5: Clasificación de los grupos químicos de estrobilurinas y triazoles según modo de acción, movilidad en la planta, rol de intervención y residualidad (adaptado de Mueller y Bradley, 2008).

Grupo químico	Estrobilurinas	Triazoles
Modo de acción	Inhibición de la respiración en mitocondria, mediante el bloqueo del sitio Q_0 del citocromo b.	Inhibición del crecimiento y multiplicación celular del micelio, mediante el bloqueo de la biosíntesis de ergosterol.
Movilidad en la planta	Translaminar.	Rápida absorción, penetración local y sistémico ascendente.
Rol de intervención	Preventivo.	Preventivo y curativo para infecciones tempranas.
Residualidad	25-30 días	15 días

La mancha negra del tallo (MNT) por *Phoma macdonaldii* Boerema (teleomorfo: *Leptosphaeria lindquistii* Frezzi) y la mancha de la hoja por *A. helianthi* (ALT) son las principales enfermedades foliares del sudeste bonaerense (ver Capítulo 1) y presentan similitud en algunos aspectos epidemiológicos. Ambas enfermedades se manifiestan principalmente en el sudeste bonaerense desde floración (Dosio y Quiroz, 2010), son policíclicas y progresan desde las hojas inferiores hacia las superiores (Gulya *et al.*, 1997). La recomendación comercial actual de protección química del girasol ante las enfermedades foliares es la pulverización simple de fungicida entre el estadio de estrella (R1- Schneiter y Miller, 1981, primera manifestación visual del capítulo), y

botón floral incipiente (R2), dado que el crecimiento posterior en altura del cultivo impide aplicaciones terrestres posteriores. Luego de la aplicación y hasta aproximadamente fin de floración (R6), el cultivo continúa expandiendo hojas de los estratos medio y superior (Aguirrezábal *et al.*, 1996; Lazzaro, 2009). En este sentido, es de esperar que la dosis de fungicida efectiva requerida para alcanzar un determinado grado de supresión de la enfermedad varíe de una manera predecible de acuerdo al patrón de desarrollo de las hojas, tal como ya fue determinado por Paveley *et al.* (2000) en el cultivo de trigo. De los fungicidas mencionados anteriormente, sólo las estrobilurinas podrían llegar al final del periodo de expansión foliar con efecto residual (Tabla 5), dado que bajo condiciones de cultivo normal, el tiempo transcurrido entre R2 y fin de floración (R6) es de aproximadamente 25 a 30 días (Aguirrezábal *et al.*, 1996). Ante lo expuesto, se deduce que la estrategia de control actual sería eficaz para mantener niveles bajos de inóculo inicial, ingresando al período de mayor susceptibilidad (a partir de floración) con área foliar desprotegida y pobre efecto residual de los fungicidas aplicados.

Las enfermedades policíclicas presentan un progreso inicial de tipo exponencial (Ribeiro do Vale *et al.*, 2004) alcanzando una elevada manifestación aun partiendo de bajos niveles de inóculo. La reducción de la tasa de multiplicación del inóculo secundario parecería ser una estrategia promisoría para el control de las enfermedades foliares en girasol, por lo que las aplicaciones más tardías que las actualmente recomendadas serían promisorias para las condiciones del sudeste bonaerense. A partir de información preliminar generada, Lazzaro (2009) determinó un periodo de protección donde el control de la MNT y ALT fue efectivo, entre botón floral R2 y fin de floración (R6). Estos resultados corresponden a condiciones de secano en el sudeste bonaerense y baja expresión de enfermedades, por lo cual deberían ser validados en otros ambientes. También sería necesario definir las curvas de dosis respuesta y control para diferentes momentos de pulverización entre R2 y R6.

Hipótesis

H4 - El control de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* y la mancha de la hoja *A. helianthi* en Balcarce con fungicida pulverizado en R2 aumenta con dosis superiores a las máximas recomendadas para:

a- pyraclostrobin

b- metconazole

H5 - La pulverización foliar de girasol con mezclas de metconazole y pyraclostrobin en R2 aumenta el control en comparación con la aplicación individual de cada activo en la misma dosis para:

a- la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii*;

b- la mancha de la hoja por *A. helianthi*.

H6 - La pulverización foliar en girasol con mezclas de metconazole y pyraclostrobin entre prefloración R4 y fin de floración R6 en Balcarce es más eficaz que la aplicada en botón floral R2 para el control de:

a- la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii*;

b- la mancha de la hoja por *A. helianthi*.

Objetivo

- Determinar el efecto de fungicidas formulados en base a pyraclostrobin y metconazole según dosis y momentos de pulverización sobre el control de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* y la mancha de la hoja por *A. helianthi* en girasol en Balcarce, sudeste de la provincia de Buenos Aires.

2.3. MATERIALES Y MÉTODOS

2.3.1. INGREDIENTES ACTIVOS

Dos experimentos se llevaron a cabo en el campo experimental de la EEA INTA Balcarce (37° 45' S, 58° 18' O) durante las campañas 2007/08 y 2008/09, en un suelo Argiudol típico serie Balcarce (M.O. 7,4%). La siembra se realizó el 15 de diciembre de 2007 y el 18 de noviembre de 2008. El híbrido utilizado fue VDH 48 (Advanta Semillas S.A. Venado Tuerto, Bs. As., Argentina) de ciclo intermedio y moderadamente susceptible a MNT y ALT. La siembra se realizó mediante el sistema de labranza convencional. Se realizaron riegos complementarios durante la implantación del cultivo y período de llenado de los achenios. Los riegos entre siembra y floración totalizaron 137 mm (seis riegos) y 190 mm (nueve riegos), mientras que para el período de llenado de achenios totalizaron 0 y 60 mm (tres riegos) para las campañas 2007/08 y 2008/9, respectivamente. El cultivo se mantuvo libre de malezas y plagas animales en ambos experimentos.

El diseño utilizado fue bloques completos aleatorizados con arreglo factorial y tres repeticiones. Cada parcela estuvo constituida por cuatro surcos de 6 m de largo distanciados 0,70 m, con una densidad de plantas logradas de 60.000 ha⁻¹. Los dos surcos centrales de cada parcela constituyeron la unidad experimental. En el entresurco de cada unidad experimental se esparcieron fragmentos de rastrojo (hojas y tallos) de girasol de la campaña anterior infectados con *P. macdonaldii* y *A. helianthi* (Figura 9).



Figura 9: Rastrojo de plantas de girasol infectadas con *P. macdonaldii* y *A. helianthi* esparcido en el entre surco central de cada unidad experimental. Foto correspondiente al ensayo de la campaña 2008/09, tomada el 15 enero de 2009.

Se establecieron 25 tratamientos los cuales surgen la combinación de un arreglo factorial de 0, 50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹ de los ingredientes activos pyraclostrobin (Comet® 25 EC, Basf Argentina SA, Bs. As., Argentina) y metconazole (Caramba® 9 SL, Basf Argentina SA, Bs. As., Argentina) (Tabla 6: Arreglo factorial de dosis de pyraclostrobin y metconazole de los ensayos correspondientes al estudio de la dosis de activos para el control de enfermedades foliares en girasol (campañas 2007/08 y 2008/09). Complementariamente se incluyó un testigo sin fungicida (TSF) y otro con aplicación de pyraclostrobin + metconazole (150:150 g ha⁻¹, respectivamente) cada 15 días desde V16 hasta R6 (protección fúngica: PF). Se incluyó un testigo sin fungicida (TSF) y otro con aplicación de pyraclostrobin + metconazole (150:150 g ha⁻¹, respectivamente) cada 15 días desde V16 hasta R6 (protección fúngica: PF). Las pulverizaciones de los fungicidas se realizaron en el estadio R2 con una mochila de presión constante de 3,5 kg cm⁻² equipada con una barra y cuatro pastillas cono hueco distanciadas a 35 cm. Se aplicaron 142 ml de caldo de aplicación (fungicida + agua) sobre las plantas de cada unidad experimental (volumen equivalente a 170 l ha⁻¹).

Las etapas fenológicas del cultivo, el área foliar verde (AF), la duración del área foliar (DAF), la incidencia de MNT y severidad de ALT y de roya negra fueron evaluadas durante los estadios de R1, R3, R5, R7 y R8. Se calculó el área bajo la curva de MNT y ALT (ABC). Para el caso del ABC de ALT el cálculo se realizó a nivel

de hoja (12, 20 y 28) o planta (promedio de las hojas 12, 20 y 28). El rendimiento se determinó separando, limpiando y pesando los aquenios, y se expresó en kg de peso seco ha⁻¹. Todas las evaluaciones detalladas anteriormente se realizaron según la metodología descrita en el Capítulo 1.

Tabla 6: Arreglo factorial de dosis de pyraclostrobin y metconazole de los ensayos correspondientes al estudio de la dosis de activos para el control de enfermedades foliares en girasol (campañas 2007/08 y 2008/09). Complementariamente se incluyó un testigo sin fungicida (TSF) y otro con aplicación de pyraclostrobin + metconazole (150:150 g ha⁻¹, respectivamente) cada 15 días desde V16 hasta R6 (protección fúngica: PF).

		Dosis de pyraclostrobin (g ha ⁻¹)				
		0	50	100	150	200
Dosis de metconazole (g ha ⁻¹)	0	0 / 0	0 / 50	0 / 100	0 / 150	0 / 200
	50	50 / 0	50 / 50	50 / 100	50 / 150	50 / 200
	100	100 / 0	100 / 50	100 / 100	100 / 150	100 / 200
	150	150 / 0	150 / 50	150 / 150	150 / 150	150 / 200
	200	200 / 0	200 / 50	200 / 200	200 / 150	200 / 200

Se realizó análisis de la varianza de las evaluaciones de ambas enfermedades, ABC del progreso, el área foliar, DAF y rendimiento, para establecer el efecto de la dosis de cada ingrediente activo y su interacción (Balzarini *et al.*, 2008; Di Rienzo *et al.*, 2010). Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para analizar la normalidad o no de los datos. Se realizaron pruebas de comparación de medias (LSD Fisher; $P \leq 0,05$).

Se ajustaron regresiones entre las dosis de ingrediente activo y los registros de enfermedad (Incidencia MNT o severidad de ALT o roya negra) a nivel de hoja o planta en diferentes momentos durante llenado de aquenios. Las funciones se ajustaron utilizando el software Sigmaplot 8.0 (1986-2001 SPSS Inc., Palo Alto, CA, EE.UU.). La función dosis de ingrediente activo – respuesta que se utilizó fue la exponencial negativa (Paveley, *et al.*, 2000; Figura 10).

$$ENF = a + be^{-k \text{ dosis}} \quad (\text{Ec.1})$$

Donde: ^{dosis} representa la dosis de ingrediente activo (i.a.); *a* representa al valor de enfermedad (ENF =Incidencia MNT o severidad de ALT o roya negra) de la asíntota inferior de la curva correspondiente a una dosis de i.a. tendiente al infinito; *b*

representa la cantidad de ENF potencialmente controlable con infinita dosis de i.a.; k tasa exponencial de reducción de ENF en relación a aumento dosis de i.a.; la ENF a dosis cero se calcularía como $a + b =$ Testigo sin fungicida (TSF);

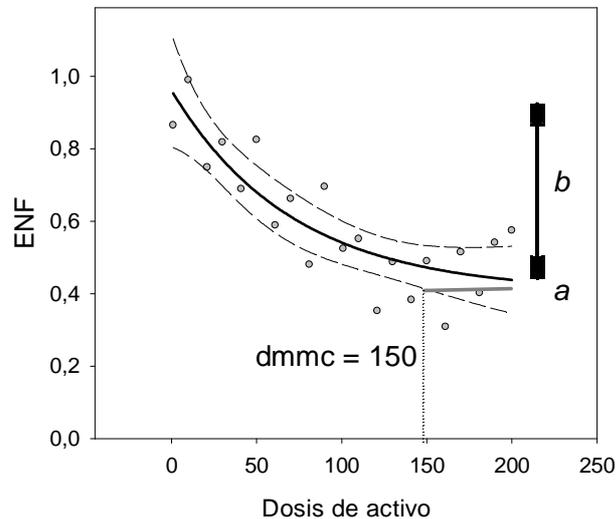


Figura 10: Curva teórica de regresión exponencial negativa entre dosis de ingrediente activo (i.a.) y síntomas de una enfermedad (ENF). dmmc= dosis mínima de máximo control.

A partir de las regresiones se determinó el intervalo de confianza del 95% (IC95%; línea discontinua Figura 10). Se calculó dosis mínima de máximo control (dmmc) estableciendo la recta horizontal de valor a (máximo control) donde se iguala con el valor de $-IC95\%$ y trazando una recta vertical hacia el eje de dosis de i.a.. En el ejemplo de la Figura 10 el valor de dmmc corresponde a 150 unidades de i.a.

Para caracterizar el ambiente meteorológico en el cual se desarrollaron los experimentos se obtuvieron los valores de temperatura y precipitaciones a partir de la estación meteorológica de la EEA INTA Balcarce, ubicada a 400 m del lugar de los experimentos.

2.3.2. MOMENTOS DE PULVERIZACIÓN

Al igual que en el punto anterior, se llevaron a cabo dos experimentos en el campo experimental de la EEA INTA Balcarce ($37^{\circ} 45' S$, $58^{\circ} 18' O$) durante las campañas 2007/08 y 2008/09. La metodología utilizada fue similar a la descrita en el punto anterior con las siguientes modificaciones: se establecieron 20 tratamientos los cuales surgen de la combinación de un arreglo factorial de cuatro momentos de pulverización (V12-14, R2, R4 y R6) y cinco niveles de dosis de pyraclostrobin (0, 50, 100, 150, 200 $g\ ha^{-1}$) combinados con 150 $g\ ha^{-1}$ de metconazole (Tabla 7: Arreglo

factorial de momentos de pulverización de fungicida [según escala de Scheneiter y Miller (1981)] y dosis de pyraclostrobin correspondientes al estudio de la dosis de activos para el control de enfermedades foliares en girasol (campañas 2007/08 y 2008/09). Complementariamente se incluyó un testigo sin fungicida (TSF) y otro con aplicación de pyraclostrobin + metconazole (150:150 g ha⁻¹, respectivamente) cada 15 días desde V16 hasta R6 (protección fúngica: PF).

Para la evaluación de la MNT se analizó la incidencia de nudos con mancha negra a nivel de planta como se indicó anteriormente (para la totalidad de los nudos) y a nivel de estratos calculando la incidencia de nudos con síntomas del estrato inferior entre los nudos 1 al 12, del estrato medio entre los nudos 13 al 24 y del estrato superior entre los nudos 25 al 36.

Se realizó análisis de la varianza de las evaluaciones de ambas enfermedades, ABC del progreso, el área foliar, DAF y rendimiento, para establecer el efecto de la dosis de cada ingrediente activo, momento de pulverización y su interacción (Balzarini *et al.*, 2008; Di Rienzo *et al.*, 2010). Se realizaron pruebas de comparación de medias (LSD Fisher; $P \leq 0,05$). Se ajustaron funciones matemáticas para establecer regresiones entre dosis de ingrediente activo para cada momento de pulverización con la manifestación de las enfermedades. Se realizó gráfico de contorno en dos dimensiones del porcentaje de control de ALT para cada las combinación de dosis de pyraclostrobin y momento de pulverización en relación al tratamiento de protección fúngica (Sigmaplot 8.0, 1986-2001 SPSS Inc., Palo Alto, CA, EE.UU.).

Tabla 7: Arreglo factorial de momentos de pulverización de fungicida [según escala de Scheneiter y Miller (1981)] y dosis de pyraclostrobin correspondientes al estudio de la dosis de activos para el control de enfermedades foliares en girasol (campañas 2007/08 y 2008/09). Complementariamente se incluyó un testigo sin fungicida (TSF) y otro con aplicación de pyraclostrobin + metconazole (150:150 g ha⁻¹, respectivamente) cada 15 días desde V16 hasta R6 (protección fúngica: PF).

		Dosis de pyraclostrobin (g ha ⁻¹)				
		0	50	100	150	200
Momento de pulverización	V12-14	V12-14/ 0	0 / 50	0 / 100	0 / 150	0 / 200
	R2	R2 / 0	R2 / 50	R2 / 100	R2 / 150	R2 / 200
	R4	R4 / 0	R4 / 50	R4 / 100	R4 / 150	R4 / 200
	R6	R6 / 0	R6 / 50	R6 / 150	R6 / 150	R6 / 200

2.4. RESULTADOS

La temperatura media diaria registrada durante el desarrollo de los cultivos de la campaña 2007/08 fue similar a la de la serie histórica, mientras que la campaña 2008/09 presentó en promedio 1,5°C por encima (Tabla 8: Temperatura media diaria, precipitaciones acumuladas y días con precipitación de la serie climática 2000-2014 y durante el desarrollo de los cultivos para las campañas 2007/08 y 2008/09 en Balcarce. Las celdas sombreadas diferencian momentos o estadios fenológicos de cultivo. Celdas grises indican periodo en el cual se realizó la siembra y en negro la floración (R5.5). Los datos de cada campaña se presentan cada 9 u 11 días desde el 21 de octubre hasta el 31 de marzo.). La campaña 2007/08 presentó un volumen de precipitaciones similar a la serie histórica y superior a la campaña 2008/09 durante los estadios vegetativos e inicios de reproductivo (periodo siembra-floración). La cantidad de eventos de lluvias registrados para dicho periodo de ambas campañas productivas fue menor en relación a la serie histórica. En el periodo comprendido desde inicio hasta fines de llenado de achenios se pudo observar una mayor cantidad y volumen de precipitaciones durante la campaña 2007/08 en relación a la serie histórica (2000-2014) y a la campaña 2008/09 (Tabla 8: Temperatura media diaria, precipitaciones acumuladas y días con precipitación de la serie climática 2000-2014 y durante el desarrollo de los cultivos para las campañas 2007/08 y 2008/09 en Balcarce. Las celdas sombreadas diferencian momentos o estadios fenológicos de cultivo. Celdas grises indican periodo en el cual se realizó la siembra y en negro la floración (R5.5). Los datos de cada campaña se presentan cada 9 u 11 días desde el 21 de octubre hasta el 31 de marzo.). La campaña (2008/09) presentó valores similares en cantidad y volumen de precipitaciones en relación a la serie histórica (2000/14) durante el mismo periodo.

En la campaña 2007/08 se observó una manifestación temprana de ALT (desde R3 detectado en hoja 12). En floración se registraron valores altos de severidad en el testigo sin fungicida de hasta 6% en los estratos inferiores (hoja 12) y presencia de la enfermedad aún en el estrato medio ($0,2 \pm 0,04\%$, hoja 20). La enfermedad progresó luego rápidamente en los estratos medios y superiores de la planta ocasionando deterioro importante de hojas y tallos, llegando al período final del llenado de achenios (R8) prácticamente sin hojas verdes. La MNT no pudo ser evaluada durante esta campaña por el deterioro de los tallos ocasionado por *A. helianthi*.

Tabla 8: Temperatura media diaria, precipitaciones acumuladas y días con precipitación de la serie climática 2000-2014 y durante el desarrollo de los cultivos para las campañas 2007/08 y 2008/09 en Balcarce. Las celdas sombreadas diferencian momentos o estadios fenológicos de cultivo. Celdas grises indican periodo en el cual se realizó la siembra y en negro la floración (R5.5). Los datos de cada campaña se presentan cada 9 u 11 días desde el 21 de octubre hasta el 31 de marzo.

		Temperatura media (°C)			Precipitación (mm)			Días con precipitaciones		
		2000-2014	2007/08	2008/09	2000-2014	2007/08	2008/09	2000-2014	2007/08	2008/09
21-31	Oct.	14,4	16,5	15,1	19	11	10	3	2	1
1-10	Nov.	15,5	13,2	18,7	37	23	34	4	7	5
11-20	Nov.	16,7	13,1	18,3	31	20	9	3	4	2
21-30	Nov.	17,8	17,7	22,3	29	5	11	3	1	1
1-10	Dic.	18,1	18,6	19,2	20	26	13	3	3	1
11-20	Dic.	19,7	19,0	22,5	31	0	7	2	0	2
21-31	Dic.	20,9	21,0	20,3	33	0	11	3	0	2
1-10	Ene.	22,0	22,2	22,1	27	61	10	3	2	2
11-20	Ene.	21,1	19,7	22,2	32	4	0	2	1	0
21-31	Ene.	21,9	22,2	23,1	47	92	15	3	3	1
1-10	Feb.	20,8	19,2	20,4	33	47	58	3	2	6
11-20	Feb.	21,0	21,8	24,2	31	36	6	3	4	1
21-29	Feb.	19,9	22,1	22,1	35	64	1	3	5	1
1-10	Mar.	20,1	19,8	20,9	64	209	56	4	7	7
11-20	Mar.	18,1	18,5	19,3	33	28	6	3	2	1
21-31	Mar.	17,5	16,6	21,3	20	2	4	3	1	3

En la campaña 2008/09 las enfermedades observadas y evaluadas fueron MNT, ALT (sólo en el experimento de momentos de pulverización) y roya negra por *P. helianthi*. Para el caso de ALT los síntomas progresaron hasta los estratos medios de hojas, observándose síntomas desde principios de botón floral R3 en estratos inferiores (Figura 11) y hasta principios de llenado de achenios (R7). En dicho momento el testigo sin protección presentó una menor severidad que la observada en el experimento del 2007/08, con $6 \pm 3\%$ y $0,18 \pm 0,1\%$ en las hojas 12 y 20 (2,1% a nivel de planta). La MNT presentó valores de incidencia que alcanzaron $47 \pm 4,8\%$ al fin de llenado de achenios. La roya negra apareció tardíamente (R8-R9), con una severidad máxima de $12 \pm 3,9\%$ y que sólo afectó las hojas del estrato superior (hoja 28).



Figura 11: Hojas de los estratos inferiores de plantas de girasol en estadio de botón floral R3 con síntomas de manchas por *A. helianthi*. Foto de plantas correspondientes al tratamiento testigo sin fungicida de la campaña 2008/09, tomada el 15 enero de 2009.

2.4.1. INGREDIENTES ACTIVOS

2.4.1.1. *Síntomas de enfermedades*

2.4.1.1.1. *Experimento 2007/08*

La severidad de ALT durante el llenado de achenios (R5 - R8) fue modificada por dosis de pyraclostrobin aplicada en botón floral R2 sobre (Tabla 9; $P \leq 0,05$). No se observó efecto de dosis de metconazole, ni interacción entre ambos ingredientes activos (Tabla 9: Severidad de la mancha de la hoja por *A. helianthi* (ALT) a nivel de planta (promedio de hojas 12, 20 y 28; $n = 3$) y del área bajo la curva de progreso ALT (ABCALT) durante llenado de achenios para dosis de pyraclostrobin (DP) y de metconazole (DM) pulverizadas en R2 durante la campaña 2007/08 en Balcarce. Momento de evaluación: R5, R7 y R8 según escala de Schneiter y Miller (1981). Se muestran los valores de probabilidad (P) del ANOVA del efecto de los factores (DP, DM y DPxDM) para cada momento de evaluación y ABCALT. Se indica valor medio y error estándar ($n=3$) de los tratamientos testigo sin fungicida (TSF) y protección fúngica (PF). Medias con letras iguales indican diferencias no significativas (LSD Fisher $P \leq 0,05$) entre dosis de cada activo, y símbolos * y ^ indican diferencias no significativas con las medias del testigo sin fungicida (TSF) y del protección fúngica (PF), respectivamente.). Las mayor amplitud del efecto de dosis de pyraclostrobin se

observó durante los primeros estadios de llenado de achenios (R5-R7) (Tabla 9; $P \leq 0,05$), resultando las dosis mayores o iguales a 100 g ha^{-1} redujeron la severidad de enfermedad, con valores de protección similares (en R5 y R7) o superiores (en R8) al tratamiento protección fúngica. Se observó control en relación al testigo sin fungicida para las dosis de 100 (18% en R7), 150 (19% en R7 y 17% en R8) y 200 g ha^{-1} de pyraclostrobin (68% en R5, 13% en R7 y 18% en R8). Durante floración o R5 se observó que la dosis de 0 g ha^{-1} de pyraclostrobin presentó una severidad de ALT superior al resto de los tratamientos, inclusive mayor a lo registrado en el tratamiento testigo sin fungicida.

Coincidentemente, con los resultados antes expuestos, el ABC ALT correspondiente al periodo de llenado de achenios, fue reducido por la dosis de pyraclostrobin ($P = 0,0001$). Los tratamientos de 100, 150 y 200 g ha^{-1} de pyraclostrobin presentaron mayor control (15%) que el tratamiento de 0 g ha^{-1} , y no difirieron entre sí (LSD Fisher $P = 0,05$; Tabla 9). La dosis de 50 g ha^{-1} presentó un valor intermedio (9%) entre las dosis de 0 g ha^{-1} y las mayores o iguales a 100 g ha^{-1} . La aplicación de pyraclostrobin en R2 fue insuficiente para alcanzar el nivel de control observado en el tratamiento de protección fúngica.

El control de ALT con aplicaciones de pyraclostrobin en R2 fue detectado en en la hoja 12 (estrato inferior), 20 (estrato medio) y 28 (estrato superior) (Figura 12; $P \leq 0,01$), El control con pyraclostrobin se observó inicialmente en la hoja 12 y 20 (67 días después de siembra o R5) y posteriormente en la hoja 28 (96 días después de siembra o R8). Durante el período de principio de llenado de achenios (R7 - 85 días después de la siembra) sólo se observó efecto sobre la hoja 20 (Figura 12). Las dosis de pyraclostrobin que presentaron menor enfermedad en las tres hojas analizadas fueron 100, 150 y 200 g ha^{-1} (insertos Figura 12), mientras que la dosis de 0 g ha^{-1} presentó los mayores valores de ABC de severidad de síntomas.

Tabla 9: Severidad de la mancha de la hoja por *A. helianthi* (ALT) a nivel de planta (promedio de hojas 12, 20 y 28; $n = 3$) y del área bajo la curva de progreso ALT (ABCALT) durante llenado de achenios para dosis de pyraclostrobin (DP) y de metconazole (DM) pulverizadas en R2 durante la campaña 2007/08 en Balcarce. Momento de evaluación: R5, R7 y R8 según escala de Schneiter y Miller (1981). Se muestran los valores de probabilidad (P) del ANOVA del efecto de los factores (DP, DM y DPxDM) para cada momento de evaluación y ABCALT. Se indica valor medio y error estándar ($n=3$) de los tratamientos testigo sin fungicida (TSF) y protección fúngica (PF). Medias con letras iguales indican diferencias no significativas (LSD Fisher $P \leq 0,05$) entre dosis de cada activo, y símbolos * y ^ indican diferencias no significativas con las medias del testigo sin fungicida (TSF) y del protección fúngica (PF), respectivamente.

Dosis de i.a. (g ha^{-1})	Severidad de la mancha de la hoja por <i>A. helianthi</i> (%)			ABCALT	
	R5	R7	R8		
pyraclostrobin (DP)					
0	0,90 c	29,15 c*	64,17 b*	1503 c*	
50	0,45 b*	24,93 ab^*	61,19 ab*	1397 b	
100	0,37 ab^*	22,82 a^	59,81 ab*	1348 ab	
150	0,3 ab^*	22,68 a^	54,78 a	1289 a	
200	0,15 a^	24,48 a^	54,44 a	1280 a	
metconazole (DM)					
0	0,40 a^	24,51 a^*	59,60 a*	1372 b	
50	0,38 a^	23,66 a^*	59,14 a*	1354 ab	
100	0,39 a^	23,20 a^	52,28 a	1271 a	
150	0,56 a^	27,24 a^*	61,10 a*	1404 b	
200	0,37 a^	24,69 a^*	61,14 a*	1391 b	
P	DP	<0,0001	0,0526	0,0406	<0,0001
	DM	0,5323	0,3632	0,1288	0,0388
	DP x DM	0,2491	0,8835	0,3874	0,3739
	TSF (*)	0,47 \pm 0,8	27,9 \pm 1,7	66 \pm 3,1	1535 \pm 39
	PF (^)	0,28 \pm 0,04	22,2 \pm 0,1	41,48 \pm 1,0	1136 \pm 30

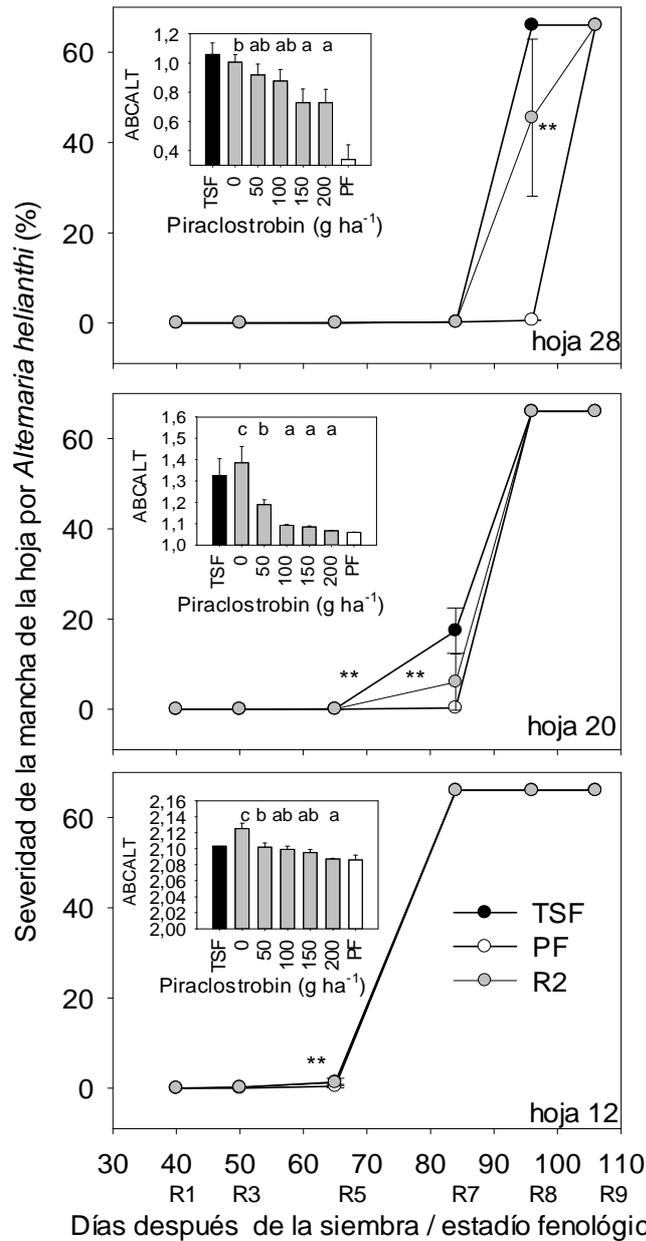


Figura 12: Efecto de la aplicación con fungicida (0-200 g ha⁻¹ pyraclostrobin: 0-200 g ha⁻¹ de metconazole) pulverizado en R2 (◐) sobre el progreso de la severidad de la mancha de la hoja por *A. helianthi* y de dosis variables de pyraclostrobin sobre el área bajo la curva de ALT (ABCALT, gráficos insertos) en tres hojas de girasol (12, 20 y 28 contabilizadas desde la base), en Balcarce 2007/08. Los valores de severidad y ABCALT representan el promedio de cinco dosis de metconazole (0, 50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) y tres repeticiones, excepto para los tratamientos testigo sin fungicida (TSG, ●) y protección fúngica (PF, ○) los cuales representan el promedio de tres repeticiones. Las barras verticales indican un error estándar. Los asteriscos indican el momento en el que se detectó efecto de la dosis de pyraclostrobin ($P = 0,001$).

Se observaron funciones de tipo exponencial negativas entre la severidad de ALT y dosis de pyraclostrobin ($R^2 \geq 0,94$; $P \leq 0,07$; Figura 13; Tabla 25 del Apéndice), mientras que no fue posible realizar ajustes con dosis de metconazole por falta de respuesta. Las regresiones sólo fueron significativas en hoja 12 (R5 y ABC), hoja 20 (R5, R7 y ABC) y hoja 28 (R8 y ABC) y planta (R5, R7, R8 y ABC) (Figura 13), la falta de respuesta generalmente se asoció a ausencia de enfermedad o severidades muy elevados (> 65%). Las dosis mínimas de pyraclostrobin que alcanzaron el máximo control (dmmc; ver materiales y métodos) fueron de 57 y 130 g ha⁻¹ para las hojas 12 y 20 estimada a partir del ABC ALT, mientras que para el estrato superior y a nivel de planta no pudo ser determinada.

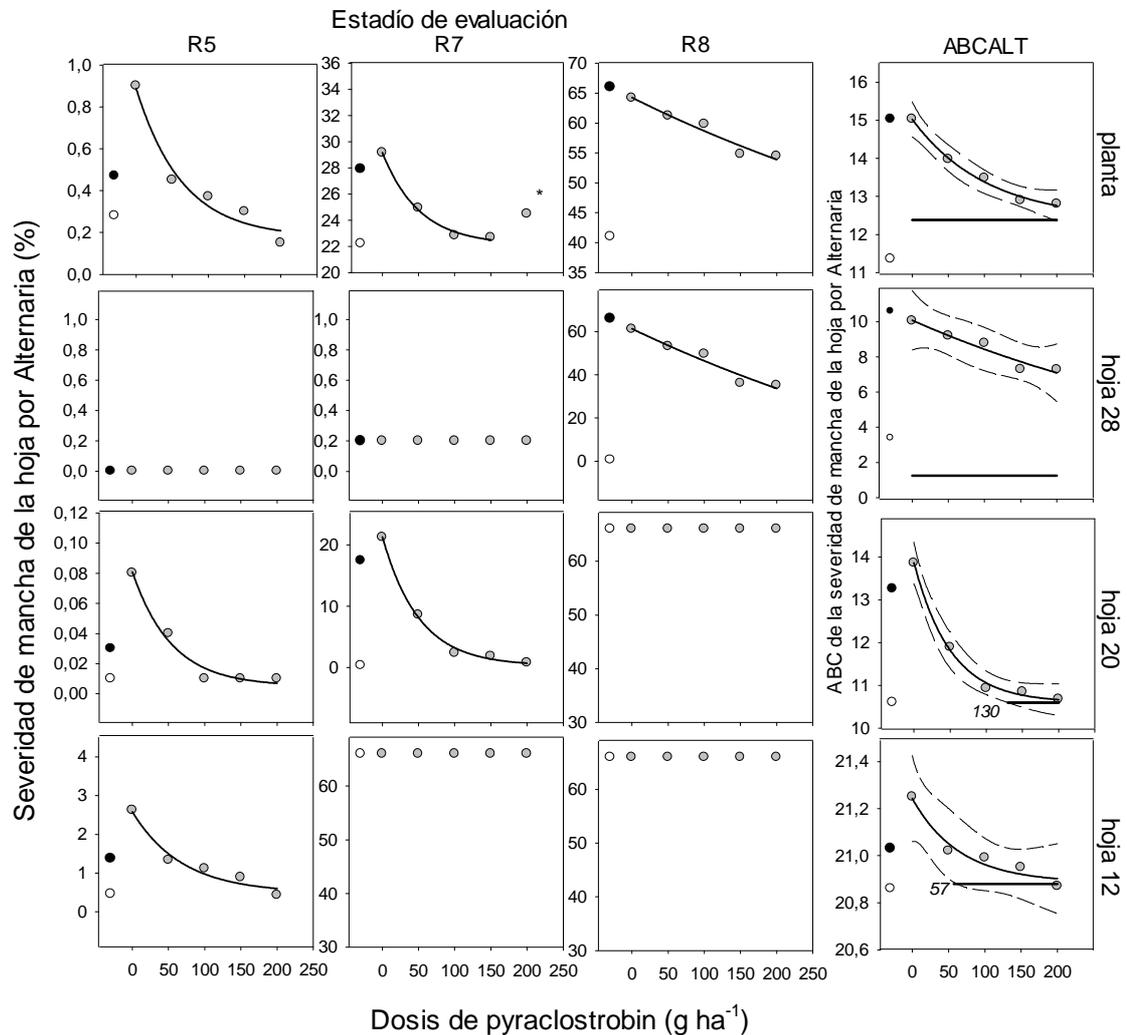


Figura 13: Relación entre la dosis de pyraclostrobin (DP) aplicada en R2 (●) sobre la severidad de mancha de la hoja (ALT) evaluada en tres momentos (R5, R7 y R8), y el área bajo la curva de ALT (ABCALT) de tres hojas de girasol (12, 20 y 28 contando desde la base) o a nivel de planta (PL), en Balcarce 2007/08. Los valores representan el promedio de cinco dosis de metconazole (0, 50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) y tres repeticiones, excepto para los tratamientos testigo sin fungicida (TFSF, ●) y protección fúngica (PF, ○) los cuales representan el promedio de tres repeticiones. Las líneas horizontales indican la estimación del ABC enfermedad de máximo control a dosis infinita de pyraclostrobin y el valor indicado en el extremo distal izquierdo corresponde a la dosis mínima necesaria para alcanzar el máximo control (ver materiales y métodos). * dato fuera de tipo no considerado para el ajuste de regresión. Las ecuaciones de las funciones ajustadas, el coeficiente de determinación (R^2) y el valor P se presenta en Tabla 25 del Apéndice.

La mezcla de metconazole (50-200 g ha⁻¹) con pyraclostrobin (50-200 g ha⁻¹) aplicadas en R2 redujo la severidad de ALT (Figura 14). Dicho control no se diferenció del obtenido con la aplicación de pyraclostrobin (50-200 g ha⁻¹), para ningún momento de evaluación, ni para el ABC del progreso de la enfermedad (inserto Figura 14). El control de ALT con metconazole (50-200 g ha⁻¹) no se diferenció del testigo sin fungicida para ningún momento durante el llenado de achenios (entre 65 y 98 días después de siembra; Figura 14), ni para el ABC de la enfermedad (inserto Figura 14).

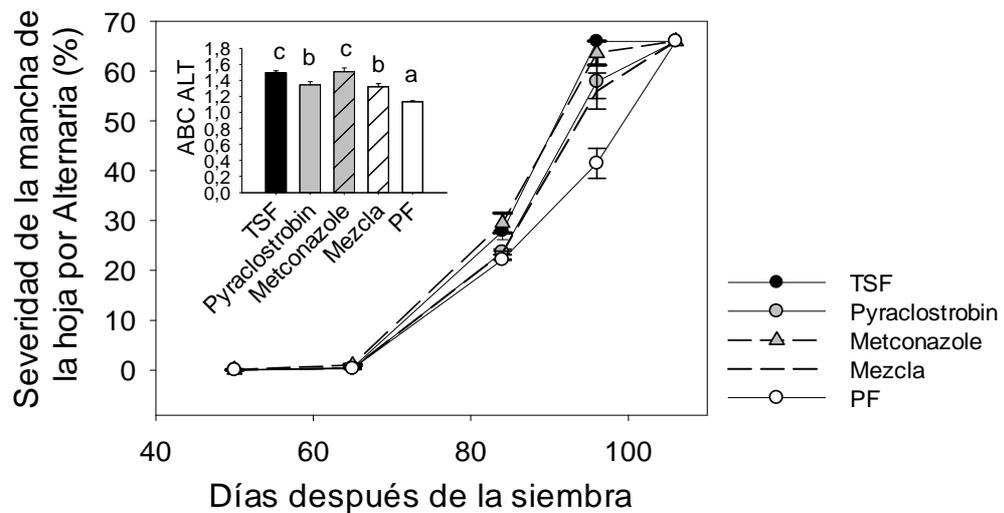


Figura 14: Efecto de la aplicación en R2 con pyraclostrobin, metconazole y mezcla de ambos ingredientes activos sobre la severidad de la mancha de la hoja (campaña 2007/2008) durante llenado de achenios en Balcarce. Los valores presentados corresponden al promedio de cuatro dosis simples (50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) para el tratamiento de pyraclostrobin, cuatro (50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) para metconazole y 16 combinaciones de ambos activos de 50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹ para la mezcla ($n=3$). Se incluyen a los tratamientos testigo sin fungicida (TSF) y protección fúngica (PF) los cuales representan el promedio de tres repeticiones. El gráfico inserto muestra ABC del progreso de ALT (ABCALT) donde letras iguales indican tratamientos que no difieren entre sí (LSD Fisher $P \leq 0,05$). Las barras verticales indican un error estándar.

2.4.1.1.2. Experimento 2008/09

Se observó efecto de la dosis de pyraclostrobin aplicada en botón floral R2 sobre la incidencia de la MNT evaluada a mediados y fines de llenado de aquenios (R7-R9) (Tabla 10; $P \leq 0,0522$). No se observó efecto de la dosis de metconazole, ni de la interacción entre dosis de ambos ingredientes activos (Tabla 10). La aplicación de pyraclostrobin con dosis igual o superior a 50 g ha^{-1} ejerció control en relación al testigo sin fungicida. A su vez este último tratamiento no difirió de la dosis de 0 g ha^{-1} de pyraclostrobin (Tabla 10). El control promedio observado por la aplicación de pyraclostrobin ($50\text{-}200 \text{ g ha}^{-1}$) fue de 26% y 24% con relación al testigo sin fungicida para las evaluaciones de R7 y R8-R9, respectivamente. La aplicación de pyraclostrobin en R2 fue insuficiente para alcanzar los niveles de control observados en el tratamiento de protección fúngica (entre 66% y 80%).

Coincidentemente con los resultados antes expuestos, el ABC MNT fue afectada por la aplicación de pyraclostrobin ($P < 0,0001$), no detectándose efecto de la dosis de metconazole ($P = 0,3174$), ni interacción de la dosis de pyraclostrobin x metconazole ($P = 0,8533$). Los tratamientos de 50, 100, 150 y 200 g ha^{-1} de pyraclostrobin presentaron valores de ABC MNT menores que el control sin fungicida y al tratamiento 0 g ha^{-1} de pyraclostrobin (LSD Fisher $P \leq 0,05$, Tabla 10). El control promedio observado para la aplicación de pyraclostrobin en R2 fue de 24%, mientras que para el tratamiento de protección fúngica fue de 71%.

Tabla 10: Incidencia de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* (MNT), del área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABC MNT) y severidad de roya negra en la hoja 28 durante llenado de aquenios para dosis de pyraclostrobin (DP) y de metconazole (DM) pulverizadas en R2 durante la campaña 2008/09 en Balcarce. Los valores son promedio de tres repeticiones. Momento de evaluación: R7 y R8-R9 según escala de Schneiter y Miller (1981). Se muestran los valores de probabilidad (*P*) del ANOVA del efecto de los factores (DP, DM y DPxDM) para cada momento de evaluación y ABC MNT. Se indica valor medio y error estándar (*n*=3) de los tratamientos testigo sin fungicida (TSF) y protección fúngica (PF). Medias con letras iguales indican diferencias no significativas (LSD Fisher $P \leq 0,05$) entre dosis de cada activo, y símbolos * y ^ indican diferencias no significativas con las medias del testigo sin fungicida (TSF) y del protección fúngica (PF), respectivamente.

Dosis de i.a. (g ha ⁻¹)	Incidencia de mancha negra del tallo por <i>Phoma macdonaldii</i> (%)		ABC MNT	Roya negra (%) R8-9	
	R7	R8-9			
	pyraclostrobin (DP)				
0	15,03 b*	57,91 b*	666 c*	6,32 c	
50	11,60 a	45,28 a	518 ab	4,25 bc	
100	12,73 ab*	46,18 a	541 b	2,92 ab	
150	11,46 a	46,15 a	523ab	1,58 a^	
200	10,51 a	41,77 a	476 a	1,83 ab^	
metconazole (DM)					
0	12,39 a*	49,61 a	564 a	4,86 c	
50	13,37 a*	49,06 a	572 a	5,67 c	
100	10,86 a	46,70 a	520 a	3,65 bc	
150	11,46 a	47,22 a	551 a	1,76 ab^	
200	11,87 a	44,70 a	517 a	0,96 a^	
<i>P</i>	DP	0,0522	<0,0001	<0,0001	0,0014
	DM	0,5583	0,3068	0,3174	0,0009
	DP x DM	0,7908	0,5674	0,8533	0,2489
TSF (*)	15,74 ± 1,1	58,92 ± 0,17	683 ± 16	12,33 ± 3,93	
PF (^)	3,2 ± 1,0	19,70 ± 5,3	200 ± 55	0,00 ± 0,00	

No se encontró relación entre la dosis pyraclostrobin y la incidencia de MNT ($0,08 < P < 0,1$; Figura 15). Por esta razón, no posible estimar la dmhc para esta enfermedad. Sin embargo, 50 g ha^{-1} pyraclostrobin fueron suficientes para alcanzar los niveles máximos de control con aplicaciones simples.

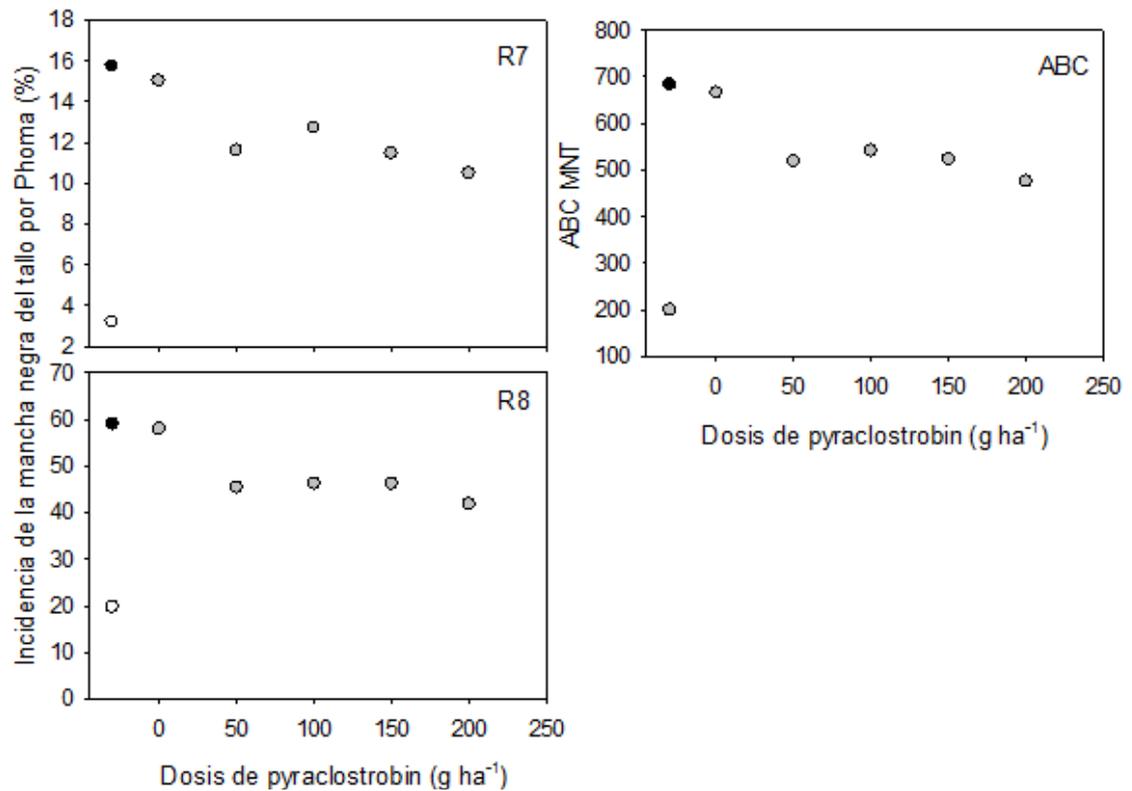


Figura 15: Relación entre la dosis de pyraclostrobin (DP) aplicada en R2 (●) sobre la incidencia de mancha negra del tallo (IMNT) evaluada en dos momentos (R7 y R8), y el área bajo la curva de la enfermedad (ABC MNT), en Balcarce 2008/09. Los valores representan el promedio de cinco dosis de metconazole ($0, 50, 100, 150$ y 200 g ha^{-1}) y tres repeticiones, excepto para los tratamientos testigo sin fungicida (TSF, ●) y protección fúngica (PF, ○) los cuales representan el promedio de tres repeticiones. Se indica ecuación de regresión, valor de ajuste (R^2) y valor P para de las funciones ajustadas.

Las mezclas con pyraclostrobin (50-200 g ha⁻¹) y metconazole (50-200 g ha⁻¹) aplicadas en R2 también disminuyeron la incidencia de MNT (Figura 16). Dicho control no se diferenció del obtenido con la aplicación de pyraclostrobin (50-200 g ha⁻¹), en ningún momento de evaluación, ni para el ABC de progreso de la enfermedad (Figura 16). Con formulaciones con metconazole (50-200 g ha⁻¹) no se diferenciaron del testigo sin fungicida para ningún momento durante el llenado de achenios (entre 65 y 98 días después de siembra), ni para el ABC MNT (Figura 16).

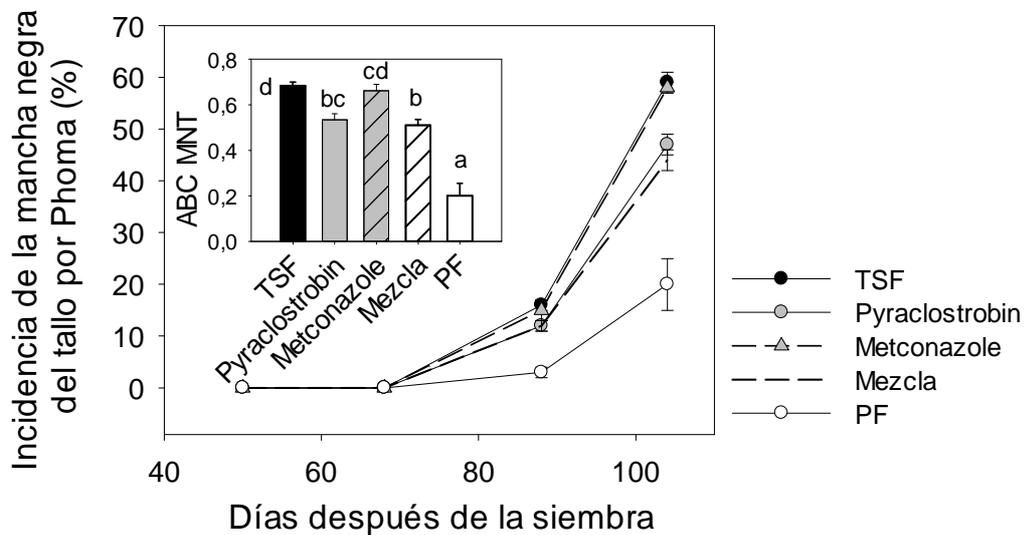


Figura 16: Efecto de aplicaciones en R2 con pyraclostrobin, metconazole y mezcla de ambos ingredientes activos sobre la incidencia de la mancha negra del tallo por *Phoma* (MNT; campaña 2008/09) durante llenado de achenios en Balcarce. Los valores presentados corresponden al promedio de cuatro dosis simples (50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) para el tratamiento de pyraclostrobin, cuatro (50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) para metconazole y 16 combinaciones de ambos activos de 50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹ para la mezcla ($n=3$). Se incluyen a los tratamientos testigo sin fungicida (TSF) y protección fúngica (PF) los cuales representan el promedio de tres repeticiones. El gráfico inserto muestra el área bajo la curva de la MNT (ABC MNT). Letras iguales indican promedios que no difieren entre sí (LSD Fisher $P \leq 0,05$). Las barras verticales indican un error estándar.

Se observó efecto de dosis de ambos ingredientes activos aplicados en R2 sobre la severidad de roya negra por *P. helianthi* ($P \leq 0,0014$; Tabla 10.). Los mayores niveles de control se observaron en las dosis de 100, 150 y 200 g ha⁻¹ de pyraclostrobin (83%) y en las dosis de 150 y 200 g ha⁻¹ de metconazole (91%). El tratamiento de protección fúngica no presentó signos de roya. En este caso, dosis iguales o superiores a 150 g ha⁻¹ de ambos ingredientes activos no difirieron del tratamiento de protección total (LSD Fisher $P \leq 0,05$; Tabla 10).

La severidad de roya negra disminuyó ante el aumento de la dosis de pyraclostrobin y metconazole. Se determinaron funciones de tipo exponencial y lineal negativas con las dosis de pyraclostrobin y metconazole, respectivamente ($R^2 \geq 0,83$; $P \leq 0,03$; Figura 17). La dosis mínima de máximo control estimada para pyraclostrobin fue de 160 g ha^{-1} , mientras que para metconazole no pudo ser determinada.

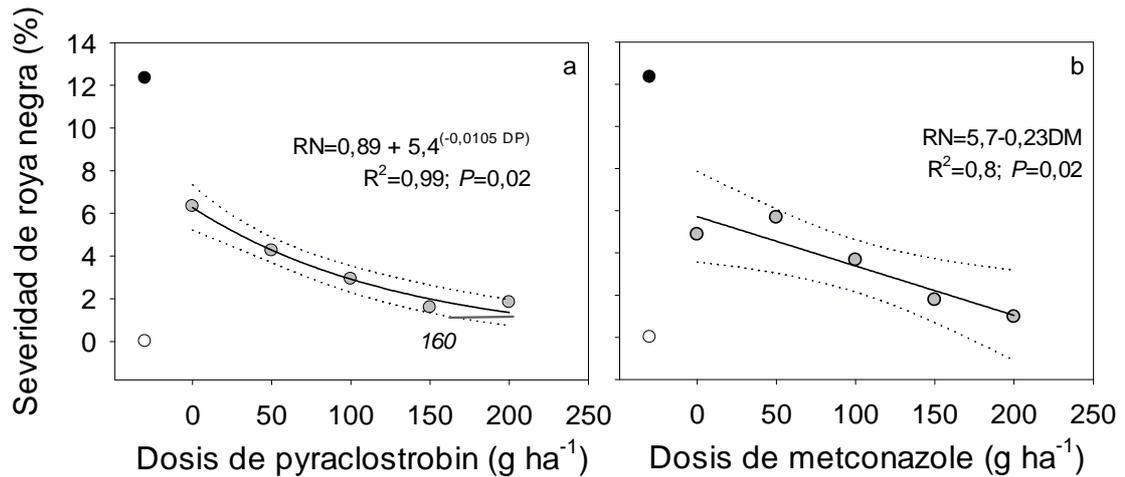


Figura 17: Relación entre la dosis de pyraclostrobin (DP; gráfico a) o metconazole (DM; gráfico b) aplicadas en R2 (●) sobre la severidad de la roya negra (RN) evaluada en la hoja 28 durante R8, en Balcarce 2008/09. Los valores de cada dosis de activo representan el promedio de cinco dosis del otro ingrediente activo ($0, 50, 100, 150$ y 200 g ha^{-1}) y tres repeticiones, excepto para los tratamientos testigo sin fungicida (TSF, ●) y protección fúngica (PF, ○) los cuales representan el promedio de tres repeticiones. Se indica ecuación, valor de ajuste (R^2) y valor P para de las funciones ajustadas. La línea horizontal indican la estimación de enfermedad de máximo control a dosis infinita y el valor indicado en el extremo distal izquierdo corresponde a la dosis mínima necesaria para alcanzar el máximo control (ver materiales y métodos).

La mezcla con metconazole ($50\text{-}200 \text{ g ha}^{-1}$) y pyraclostrobin ($50\text{-}200 \text{ g ha}^{-1}$) aplicada en R2 bajo la severidad de roya negra en relación al testigo sin fungicida (Figura 18). Dicho control no se diferenció de lo obtenido con la aplicación simple de pyraclostrobin ($50\text{-}200 \text{ g ha}^{-1}$), de metconazole ($50\text{-}200 \text{ g ha}^{-1}$) o del tratamiento de protección fúngica.

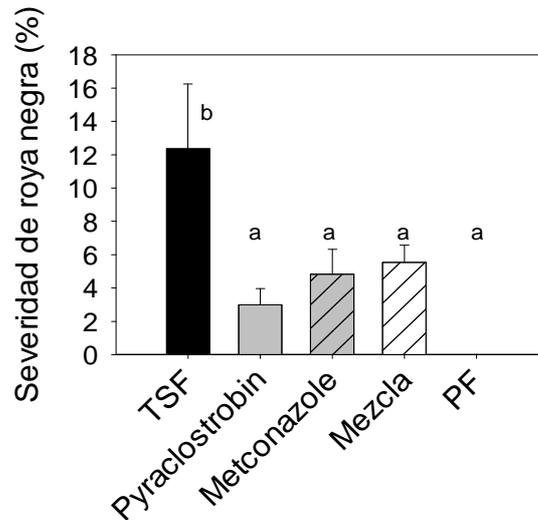


Figura 18: Efecto de aplicaciones en R2 con pyraclostrobin, metconazole y la mezcla de ambos ingredientes activos sobre la severidad de la roya negra por *Puccinia* evaluada en la hoja 28 en R8 durante la campaña 2008/09 en Balcarce. Los valores presentados corresponden al promedio de cuatro dosis simples (50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) para el tratamiento de pyraclostrobin, cuatro (50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) para metconazole y 16 combinaciones de ambos activos de 50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹ para la mezcla ($n=3$). Se incluyen los testigos sin fungicida (TSF) y protección fúngica (PF) los cuales representan el promedio de tres repeticiones. Tratamientos con la misma letra no difieren entre sí (LSD Fisher $P \leq 0,05$). Las barras verticales indican un error estándar.

2.4.1.2. Área foliar verde

El área foliar verde por planta en floración fue 6034 ± 90 cm² y 5702 ± 41 cm² para el tratamiento de protección fúngica en el experimento 2007/08 y 2008/09, respectivamente. No se observó en ese momento efecto de la aplicación en R2 de fungicidas formulados con dosis variables de pyraclostrobin y/o metconazole sobre el área foliar ($P_{\text{pyraclostrobin}}$, $P_{\text{metconazole}}$ y $P_{\text{pyraclostrobin} \times \text{metconazole}} > 0,05$). A partir de floración se registró caída de área foliar diferencial en relación a la dosis de pyraclostrobin y metconazole ($P \leq 0,0859$; Tabla 11). Durante principios de llenado de grano (R7) la dosis de pyraclostrobin afectó el área foliar verde ($P \leq 0,0001$), mientras que no se observó efecto de la dosis de metconazole, ni de la interacción entre activos ($P > 0,05$) en el experimento del 2007/08 y sí para el 2008/09 (Tabla 11). Para esta última campaña, y del análisis de comparación de medias (LSD Fisher $P \leq 0,05$) entre dosis de metconazole y su interacción con dosis de pyraclostrobin no se encontró un patrón de respuesta del área foliar verde ante dosis variables de metconazole (Tabla 11) o metconazole x pyraclostrobin (Apéndice Tabla 26). En ambas campañas se determinó un retardo en caída del área foliar verde por la aplicación de pyraclostrobin en R2 (50-

200 g ha⁻¹) con relación al testigo sin fungicida, observándose una mayor respuesta en el primer experimento (150% en 2007/08 vs 12% en 2008/09). A pesar de lo mencionado anteriormente la aplicación de pyraclostrobin en el primer experimento fue insuficiente para alcanzar el nivel de protección con relación al tratamiento de protección fúngica (en evaluaciones de R7: 290% para protección fúngica vs 190% para la máxima respuesta observada con 200 g ha⁻¹ de pyraclostrobin). Por otro lado, en el experimento 2008/09 no se detectaron diferencias entre la aplicación de pyraclostrobin y el tratamiento de protección fúngica (Tabla 11; LSD Fisher $P \leq 0,05$). La pérdida de área foliar resultó más abrupta en el primer experimento ya que durante fines de llenado de aquenios (R8) los valores de área foliar verde registrados fueron prácticamente nulos para las diferentes dosis de pyraclostrobin (entre $0,8 \pm 0,8$ y $46,71 \pm 44$ cm² pl⁻¹). Sólo la dosis de 200 g ha⁻¹ de pyraclostrobin difirió del testigo sin fungicida, mientras que el tratamiento de protección fúngica presentó un área foliar sustancialmente mayor (976 ± 312 cm² pl⁻¹). Durante fines de llenado de aquenios del experimento 2008/09 se observó una caída de área foliar de entre 29 y 55% en relación a la máxima registrada en R5, y una respuesta de hasta 25% por la aplicación de pyraclostrobin (dosis entre 50 y 200 g ha⁻¹).

Coincidentemente con los resultados antes expuestos, la duración del área foliar fue afectada por la dosis de pyraclostrobin (Tabla 11; $P \leq 0,0713$) y no se detectó efecto de la dosis de metconazole ($P > 0,40$). La interacción de dosis de pyraclostrobin x metconazole sólo fue significativa en el experimento 2008/09 ($P = 0,0019$; ver test de comparación de medias en Apéndice Tabla 27). Los tratamientos de 150 y 200 g ha⁻¹ de pyraclostrobin presentaron alta duración de área foliar para ambas campañas difiriendo del tratamiento sin fungicida, mientras que 100 g ha⁻¹ de pyraclostrobin presentó un comportamiento intermedio durante la campaña 2007/08 y no se diferenció de los testigos de protección (TSF y PF) en la campaña 2008/09 (Tabla 11). El aumento en la duración del área foliar por la aplicación de 100 o más g ha⁻¹ de pyraclostrobin fue entre 18 y 30% en relación al tratamiento sin fungicida. El tratamiento de protección fúngica presentó la mayor duración de área foliar, aunque para el caso del segundo experimento este no se diferenció de 200 g ha⁻¹ de pyraclostrobin.

Tabla 11: Área foliar (AF) y la duración de área foliar (DAF) por planta durante llenado de achenios para dosis de pyraclostrobin (DP) y de metconazole (DM) pulverizadas en R2 durante las campañas 2007/08 y 2008/09 en Balcarce. Los valores son promedio de tres repeticiones. Momentos de evaluación: R7 y R8 según escala de Schreiner y Miller (1981). Se muestran los valores de probabilidad (P) del ANOVA del efecto de los factores (DP, DM y DPxDM) para cada momento de evaluación y DAF. Se indica valor medio y error estándar ($n=3$) de los tratamientos testigo sin fungicida (TSF) y protección fúngica (PF). Medias con letras iguales indican diferencias no significativas (LSD Fisher $P \leq 0,05$) entre dosis de cada activo, y símbolos * y ^ indican diferencias no significativas con las medias de TSF y PF, respectivamente.

Dosis de i.a. (g ha ⁻¹)	Experimento 2007/08			Experimento 2008/09			
	AFR7 (cm ²)	AFR8 (cm ²)	DAF (m ² d)	AFR7 (cm ²)	AFR8 (cm ²)	DAF (m ² d)	
pyraclostrobin (DP)							
0	1367 a*	0,8 a*	77,7 a*	2436 a*	1818 a*	91,1 a*	
50	1865 b	6,15 a*	87,1 ab	2702 b^	2181 b^	98,1 ab	
100	2204 bc	10,59 a*	91,7 b	2495 a*	2228 b^	98,1 ab	
150	2397 cd	18,43 a b*	93,5 bc	2735 b^	2194 b^	98,9 b	
200	2735 d	46,71 b	101,3 c	2834 b^	2283 b^	107,7 b^	
metconazole (DM)							
0	1926 a	18,7 a*	86,4 a	2756 b^	1991 a	96,9 a	
50	2268 a	9,9 a*	94,1 a	2480 a*	1967 a	93,9 a	
100	2240 a	19,2 a*	92,8 a	2597 ab*	2281 a^	98,4 a	
150	2005 a	26,7 a*	93,5 a	2781 ab^	2207 a^	100,9 a	
200	2247 a	9,9 a*	93,3 a	2586 ab*	2258 a^	97,7 a	
P	DP	<0,0001	0,0859	0,0006	0,0011	0,0591	0,0713
	DM	0,4814	0,8197	0,4023	0,0252	0,1854	0,43
	DP x DM	0,1802	0,7081	0,1069	<0,0001	0,3249	0,0019
TSF (*)	922 ± 185	0 ± 0	73,1 ± 6,4	2402 ± 272	1614 ± 233	86,1 ± 10,3	
PF (^)	3612 ± 188	979 ± 312	125,9 ± 11,3	2848 ± 240	2516 ± 120	110,2 ± 18,5	

La duración de área foliar aumentó en forma lineal al incrementar la dosis de pyraclostrobin en ambas campañas de experimentación ($R^2 \geq 0,83$; $P \leq 0,03$; Figura 19). La respuesta difirió entre años observándose una pendiente mayor en el experimento del 2007/08 (0,11 m² d g ha⁻¹ pyraclostrobin) en relación al experimento del 2008/09 (0,07 m² d g ha⁻¹).

Las mezclas de metconazole (50-200 g ha⁻¹) con pyraclostrobin (50-200 g ha⁻¹) aplicadas en R2 protegieron el área foliar verde retardando su senescencia en relación al testigo sin fungicida durante la campaña 2007/08, mientras que en la campaña 2008/09 no se diferenció del testigo sin fungicida, ni de la protección fúngica (Figura 20). El efecto observado con las mezclas no se diferenció de lo observado con la aplicación de pyraclostrobin (50-200 g ha⁻¹), para ningún momento de evaluación ni

duración del área foliar. La aplicación con formulaciones en base a metconazole (50-200 g ha⁻¹), presentó resultados semejantes al testigo sin fungicida (Figura 20).

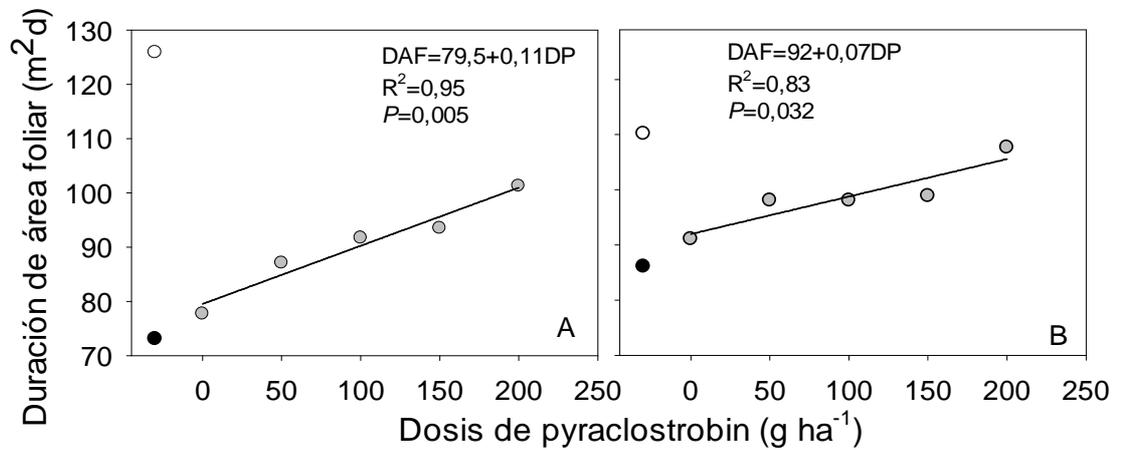


Figura 19: Relación entre la dosis de pyraclostrobin (DP) aplicada en R2 (●) sobre la duración del área foliar (DAF) durante llenado de aquenios en Balcarce 2007/08 (A) y 2008/09 (B). Los valores representan el promedio de cinco dosis de metconazole (0, 50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) y tres repeticiones, excepto para los tratamientos testigo sin fungicida (TSG, ●) y protección fúngica (PF, ○) los cuales representan el promedio de tres repeticiones. Se indica ecuación, valor de ajuste (R^2) y valor P para las funciones ajustadas ($P \leq 0,05$).

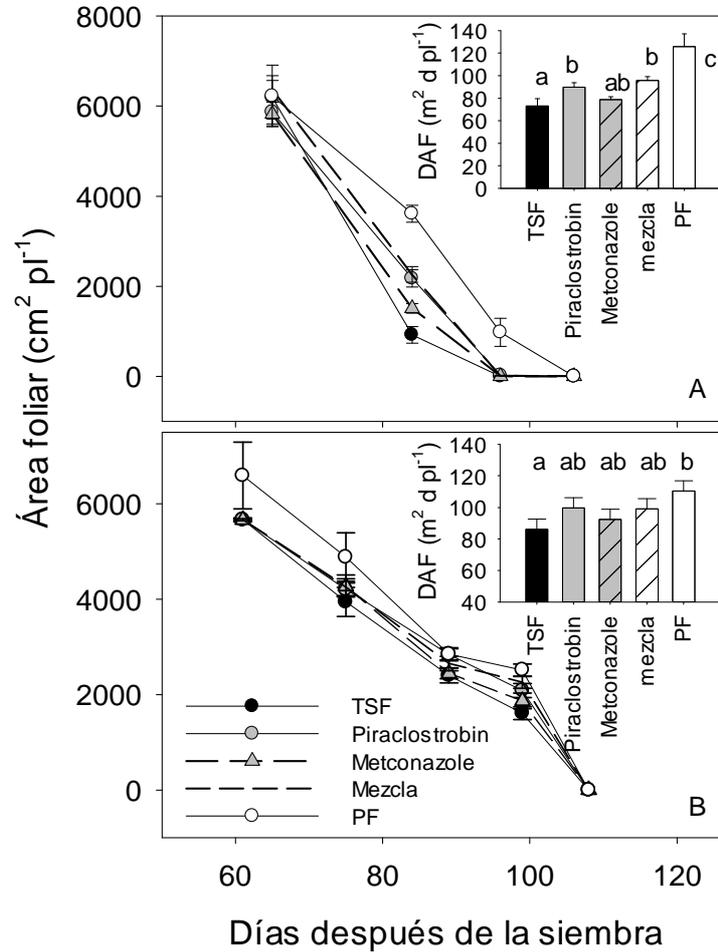


Figura 20: Efecto de aplicaciones en R2 con pyraclostrobin, metconazole y la mezcla de ambos ingredientes activos sobre el área foliar y la duración de área foliar por planta (DAF; gráficos insertos), en los ensayos del 2007/08 a y 2008/09 b durante llenado de achenios en Balcarce. Los valores presentados corresponden al promedio de cuatro dosis simples (50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) para el tratamiento de pyraclostrobin, cuatro (50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) para metconazole y 16 combinaciones de ambos activos de 50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹ para la mezcla ($n=3$). Se incluye a los tratamientos testigo sin fungicida (TSF) y protección fúngica (PF) los cuales representan el promedio de tres repeticiones. Letras iguales indican tratamientos que no difieren entre sí (LSD Fisher $P \leq 0,05$). Las barras verticales indican un error estándar.

2.4.1.3. Rendimiento de aquenios

El rendimiento de aquenios en el tratamiento de protección fúngica fue de 3434 ± 202 y $3654 \pm 218 \text{ kg ha}^{-1}$ para el experimento 2007/08 y 2008/09, respectivamente. Sólo se observó disminución en el rendimiento por la falta de protección sanitaria en el primer experimento (diferencia de 1343 kg ha^{-1} o 35% de respuesta con relación al testigo sin protección). A su vez, la aplicación de fungicida en R2 no afectó al rendimiento en ninguno de los dos experimentos ($P_{\text{pyraclostrobin}} > 0,14$; $P_{\text{metconazole}} > 0,12$; $P_{\text{pyraclostrobin} \times \text{metconazole}} > 0,26$), ni se diferenció del tratamiento sin fungicida (Tabla 12).

Tabla 12: Rendimiento de aquenios ($n=3$) para dosis de pyraclostrobin (DP) y de metconazole (DM) pulverizadas en R2 durante las campañas 2007/08 y 2008/09 en Balcarce. Se muestran los valores de probabilidad (P) del ANOVA del efecto de los factores (DP, DM y DPxDM). Se indica valor medio y error estándar ($n=3$) de los tratamientos testigo sin fungicida (TSF) y protección fúngica (PF). Medias con letras iguales indican diferencias no significativas (LSD Fisher $P \leq 0,05$) entre dosis de cada activo, y símbolos * y ^ indican diferencias no significativas con las medias de TSF y PF, respectivamente.

Dosis de i.a. (g ha^{-1})	Rendimiento de aquenios (kg/ha)		
	2007/08	2008/09	
pyraclostrobin (DP)			
0	2209 a*	3609 a^*	
50	2445 a*	3877 a^*	
100	2459 a*	3658 a^*	
150	2330 a*	3572 a^*	
200	2455 a*	3533 a^*	
metconazole (DM)			
0	2266 a*	3860 a^*	
50	2392 a*	3671 a^*	
100	2623 a*	3658 a^*	
150	2344 a*	3634 a^*	
200	2312 a*	3632 a^*	
	P DP	0,4082	0,14
	DM	0,1208	0,6313
	DP x DM	0,2642	0,4087
	TSF (*)	2091 ± 88	3610 ± 21 ^
	PF (^)	3434 ± 302	3654 ± 218 *

2.4.2. MOMENTOS DE PULVERIZACIÓN.

2.4.2.1. *Síntomas de enfermedades*

2.4.2.1.1. *Experimento 2007/08*

El momento de aplicación de fungicida ($0-200 \text{ g ha}^{-1}$ de pyraclostrobin – 150 g ha^{-1} de metconazole) y la dosis de pyraclostrobin afectaron la severidad de ALT durante llenado de achenios (R5 - R8) (Tabla 13; $P \leq 0,06$), no observándose interacción entre ambos factores. El efecto del momento de aplicación varió según la fecha de evaluación y la posición de la hoja en la planta (Tabla 13; Figura 21). En R5 se observó una menor severidad de ALT en la hoja 12 (posición inferior) para la aplicación en botón floral incipiente R2 (40% de control con relación al testigo sin fungicida; (Tabla 13) mientras que durante mediados (R7 / 84 dds) y fines (R8 / 95 dds) de llenado de achenios también se observó efecto para las pulverizaciones realizadas en R4 y R6 (15% de control promedio). Dicho efecto fue observado en la hoja 20 (posición media) y la 28 (posición superior) durante las evaluaciones de R7 y R8, respectivamente (Figura 21). Dosis de 100 g ha^{-1} de pyraclostrobin o más presentaron menor severidad de ALT durante llenado de achenios (R7 y R8; Tabla 13; $P \leq 0,0672$), con relación a las dosis menores y al testigo sin fungicida. El control promedio observado en R8 para dosis de entre 100 y 200 g ha^{-1} de pyraclostrobin fue de 16%.

Coincidentemente, se observó efecto del momento de pulverización ($P = 0,0001$) y de dosis de pyraclostrobin ($P = 0,0002$) sobre el ABC ALT, mientras que la interacción de ambos factores no fue significativa ($P = 0,12$). Las aplicaciones de fungicida que presentaron menor ABC de la enfermedad fueron las realizadas en R4 y R6, y la mayor en V12-14. La aplicación de R2 presentó valores intermedios entre los momentos de pulverización anteriormente mencionados. A su vez el testigo sin fungicida no difirió del tratamiento aplicado en V12-14. Los tratamientos de 100 a 200 g ha^{-1} de pyraclostrobin no difirieron en el ABC ALT (LSD Fisher $P \leq 0,05$), mientras que el testigo sin fungicida presentó mayor enfermedad, y no difirió de las dosis 0 y 50 g ha^{-1} de pyraclostrobin (LSD Fisher $P = 0,05$; Tabla 13). El tratamiento de protección fúngica presentó la menor ABC ALT en relación a todas las aplicaciones simples de pyraclostrobin (combinación de momentos y dosis) llevadas a cabo en este experimento.

Tabla 13: Severidad de la mancha de la hoja por *A. helianthi* a nivel de planta (severidad promedio de hojas 12, 20 y 28) y del área bajo la curva de ALT durante llenado de aquenios para momentos de aplicación (MA) y dosis de pyraclostrobin (DP) durante la campaña 2007/08 en Balcarce. Los valores son promedio de tres repeticiones. Momento de evaluación: R5, R7 y R8 según escala de Schneiter y Miller (1981). Se muestran los valores de probabilidad (*P*) del ANOVA del efecto de los factores (MA, DP y MAxDP) para cada momento de evaluación y ABC ALT. Se indica valor medio y error estándar (*n*=3) de los tratamientos testigo sin fungicida (TSF) y protección fúngica (PF). Medias con letras iguales indican diferencias no significativas (LSD Fisher $P \leq 0,05$), y símbolos * y ^ indican diferencias no significativas con las medias de TSF y PF, respectivamente.

Tratamiento	Severidad de la mancha de la hoja por <i>Alternaria</i> (%)			ABC ALT
	R5	R7	R8	
momento de aplicación (MA)				
V12-14	0,96 b	27,4 b*	66,0 c*	1497 c*
R2	0,58 a	23,99 a	60,7 bc*	1380 b
R4	0,85 ab	24,02 a	55,31 ab	1326 ab
R6	1,10 b*	23,45 a^	51,55 a	1280 a
pyraclostrobin (DP; g ha ⁻¹)				
0	1,04 a	25,72 b*	66,0 c*	1472 c*
50	0,95 a	25,65 b*	60,2 bc*	1406 bc
100	0,93 a	24,45 ab	58,13 ab	1364 ab
150	0,89 a	24,6 ab	54,3 ab	1324 a
200	0,67 a	23,54 a^	53,5 a	1296 a
<i>P</i>	MA	0,0421	<0,0001	<0,0001
	DP	0,3513	0,0672	0,0017
	MA x DP	0,1089	0,5108	0,2629
TSF (*)	1,7 ± 0,7*	27,1 ± 0,4*	66,0 ± 0,0*	1505 ± 18*
PF (^)	0,1 ± 0,05^	22,1 ± 0,1^	44,2 ± 0,1^	1160 ± 2^

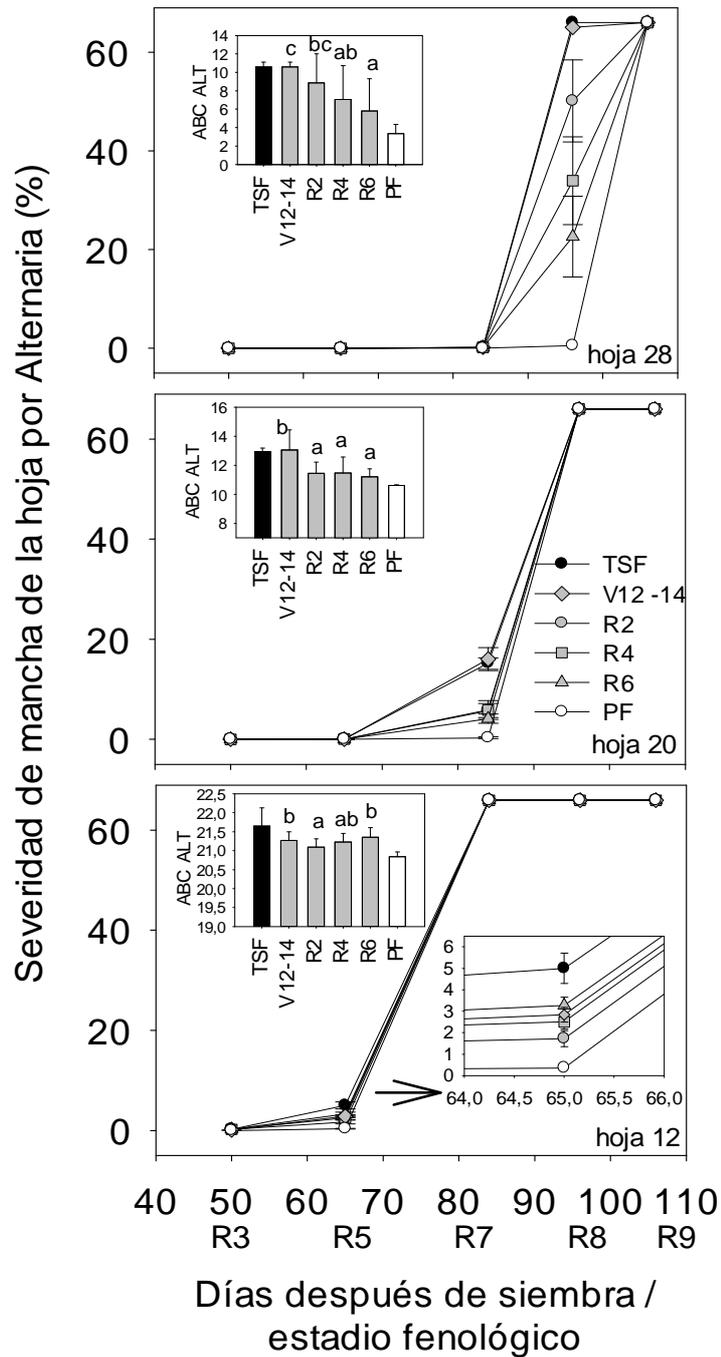


Figura 21: Evolución del efecto del momento de aplicación de fungicida ($0-150 \text{ g ha}^{-1}$ pyraclostrobin : 150 g ha^{-1} metconazole) sobre la severidad de la mancha de la hoja por *A. helianthi* (ALT) y el área bajo la curva de ALT (ABC ALT, gráficos insertos) sobre las hojas 12, 20 y 28, en Balcarce campaña 2007/08. Los momentos de pulverización: V12-14 (◆), R2 (●), R4 (■) y R6 (▲). Cada dato corresponde al promedio de cinco dosis de pyraclostrobin (0, 50, 100, 150 y 200) y tres repeticiones, excepto para los tratamientos testigo sin fungicida (TSF) y protección fúngica (PF) los cuales representan el promedio de tres repeticiones. Las barras verticales indican un error estándar. Medias con letras iguales indican diferencias no significativas (LSD Fisher $P \leq 0,05$) entre momentos de pulverización.

Las funciones analizadas con relación a cada momento de aplicación entre las dosis de pyraclostrobin y el ABC de ALT ($P \leq 0,1$; Figura 22) se ajustaron a modelos exponenciales o cuadráticos negativos (Apéndice Tabla 28). La respuesta a la aplicación de dosis variables de pyraclostrobin dependió del momento de aplicación y de la hoja evaluada ($P_{\text{momento aplicación} \times \text{hoja}} = 0,0001$). En aplicaciones tempranas de V12-14 sólo se observó relación dosis – respuesta de pyraclostrobin en las hoja 12 y la 20. Para la aplicación en R2 pudieron ajustarse funciones de respuesta sobre las tres hojas evaluadas (12, 20 y 28), mientras que para aplicaciones más tardías sólo en las hojas 20 y 28 (Figura 22). A diferencia del experimento presentado anteriormente (Figura 13), la pulverización en R2 ajustó a una relación de tipo cuadrática negativa para la hoja 28. En este caso, sólo las dosis de 150 g ha^{-1} de pyraclostrobin o más presentaron niveles similares a los obtenidos con aplicaciones de R4 y R6. El máximo control observado ($\geq 80\%$) correspondió a dosis mínimas entre 75 y 125 g ha^{-1} de pyraclostrobin, lo cual se observó para la hoja 12 aplicado en R2, hoja 20 en R4 y hoja 28 en R6 (Figura 23).

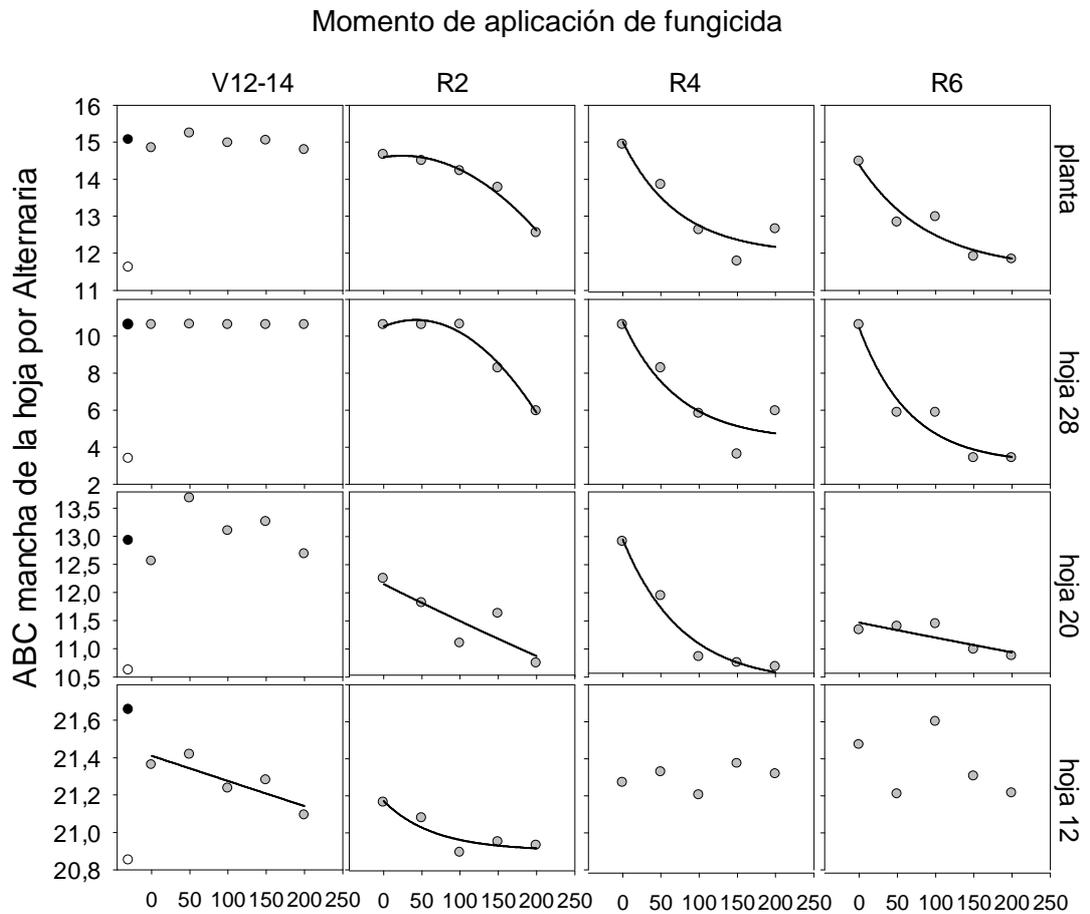


Figura 22: Relación entre la dosis de pyraclostrobin (DP) aplicada en mezcla junto con 150 g ha^{-1} de metconazole en cuatro estadios fenológicos (V12-14, R2, R4 o R6) sobre el ABC de de mancha de la hoja por *A. helianthi* (ABCALT; ●), evaluada en tres hojas de girasol (12, 20 y 28 contabilizadas desde la base) o a nivel de planta completa (PL), en Balcarce 2007/08. En los gráficos de la izquierda se incluyen los valores de ABC ALT de los tratamientos testigo sin fungicida (TSF, ●) y protección fúngica (PF, ○). Cada dato representa el promedio de tres repeticiones. Las ecuaciones de las funciones ajustadas, el coeficiente de determinación (R^2) y el valor P se presenta en Tabla 28 del Apéndice.

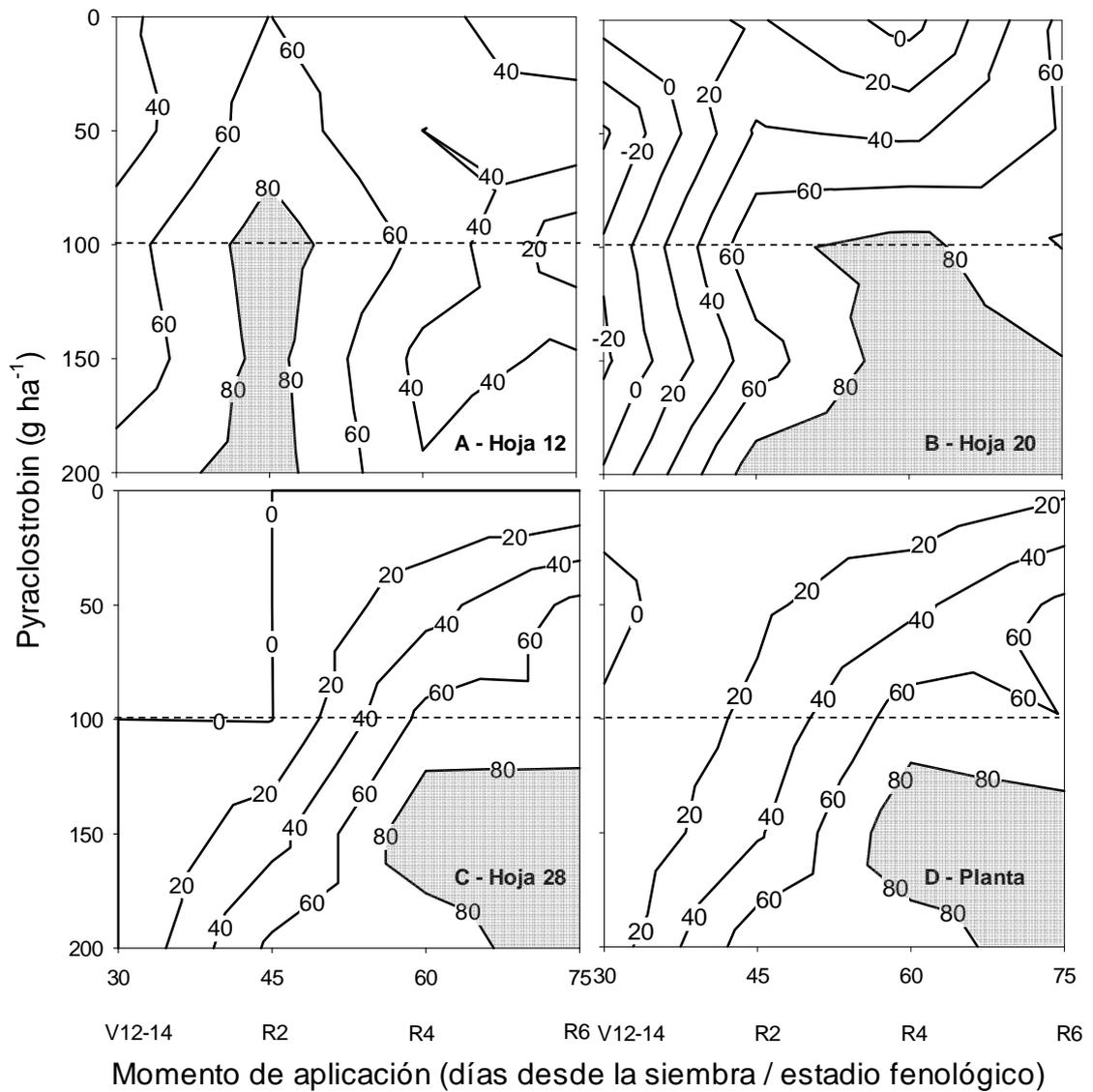


Figura 23: Cambios en efectividad de dosis de pyraclostrobin sobre el porcentaje de control de la mancha de la hoja por *A. helianthi* (ALT) con relación al momento de aplicación (V12-14, R2, R4 y R6 según Schneiter y Miller, 1981), evaluado sobre la hoja 12, 20, 28 y a nivel de planta (12 + 20 + 28). El área sombreada con gris representa combinaciones de dosis y momento de aplicación donde se estimó el máximo control de ALT (> 80%). La línea punteada, 100 g ha⁻¹ pyraclostrobin, representa la dosis comercial máxima de estrobilurina recomendada.

2.4.2.1.2. Experimento 2008/09

Se detectó efecto del momento de aplicación de fungicida (0-200 g ha⁻¹ de pyraclostrobin – 150 g ha⁻¹ de metconazole) sobre la incidencia de la MNT durante llenado de achenios (R7 - R8), no observándose efecto de dosis de pyraclostrobin, ni interacción entre ambos factores (Tabla 14; Figura 24). El efecto del momento de aplicación varió según la fecha de evaluación y el estrato de hojas evaluado (Tabla 14; Figura 24). En la evaluación de R7 se observó control en el estrato inferior de hojas (nudos 1 - 12) para la pulverización llevada a cabo en V12-14 (61% de control en relación al testigo sin fungicida; Tabla 14). Al avanzar la enfermedad hacia fines de llenado de achenios (R8-9 / 104 dds) se observó control en el estrato medio de hojas (nudos 13-24) con la pulverización realizada en V12-14, R2, R4 o R6. Considerando sólo este estrato, la aplicación de R6 fue la que presentó mayor control (83%, ver inserto ABC MNT de nudos 13-24 de la Figura 24) y V12-14 la de menor (35%), mientras que las aplicaciones de R2 y R4 mostraron niveles intermedios (63%). No fueron detectadas diferencias entre momentos de aplicación en el estrato superior de hojas (25-36) el cual presentó baja incidencia de nudos con síntomas de MNT (V12-14 = 2 ± 1%; R2 = 1 ± 1%; R4 = 0 ± 0%; R6 = 0 ± 0%; TSF = 4 ± 4; PF = 0 ± 0). A nivel de planta y a pesar de las diferencias observadas en los estratos bajos y medios no se detectó efecto del momento de aplicación de fungicida sobre la incidencia de MNT en R8-9 ni en el ABC de la enfermedad (Tabla 14). El tratamiento de protección fúngica presentó la menor ABC MNT con relación a todas las aplicaciones simples de pyraclostrobin (combinación de momentos y dosis) llevadas a cabo en este experimento, presentando un 89% de control sobre el ABC de la enfermedad a nivel de planta completa (Tabla 14).

Tabla 14: Incidencia de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* (MNT), del área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABC MNT), severidad de la mancha de la hoja por *A. helianthi* (promedio hoja 12, 20 y 28) y severidad de roya negra en la hoja 28 durante llenado de aquenios para momentos de aplicación (MA) y dosis de pyraclostrobin (DP), campañas 2008/09 en Balcarce. Los valores son promedio de tres repeticiones. Momento de evaluación: R7 y R8-R9 según escala de Schreiner y Miller (1981). Se muestran los valores de probabilidad (*P*) del ANOVA del efecto de los factores (MA, DP y MAxDP) para cada momento de evaluación y ABC MNT. Se indica valor medio y error estándar (*n*=3) de los tratamientos testigo sin fungicida (TSF) y protección fúngica (PF). Medias con letras iguales indican diferencias no significativas (LSD Fisher $P \leq 0,05$), y símbolos * y ^ indican diferencias no significativas con las medias de TSF y PF, respectivamente.

Tratamiento	Incidencia de mancha negra del tallo por <i>Phoma</i> (%)		ABC MNT	Severidad de mancha de la hoja por <i>Alternaria</i> (%)		Roya negra (%)	
	R7	R8-9		R7	R8-9	R7	R8-9
momento de aplicación (MA)							
V12-14	7,7 a	30,9 a	350 a	1,10 b		11,2 b*	
R2	11,2 a	30,1 a	390 a	0,68 ab		0,11 a^	
R4	15,9 b*	32,6 a	472 a	0,99 ab		0,01 a^	
R6	16,4 b*	26,2 a	429 a	0,52 a		0,00 a^	
dosis pyraclostrobin (DP; g ha ⁻¹)							
0	11,9 a	33,8 a	427 a	1,31 b		1,78 a	
50	15,0 a	32,0 a	460 a	1,16 b		3,06 a	
100	12,4 a	27,5 a	384 a	0,62 a		2,27 a^	
150	11,2 a	27,1 a	364 a	0,56 a		2,79 a	
200	13,6 a	29,5 a	415 a	0,47 a^		4,22 a	
<i>P</i>	MA	0,004	0,3956	0,1952	0,0629		<0,0001
	DP	0,6306	0,4509	0,6048	0,0056		0,3557
	MA x DP	0,9681	0,9482	0,9971	0,1519		0,3841
TSF (*)	19,5 ± 4,5	47,0 ± 5,0	638 ± 12	2,1 ± 0,95		11,67 ± 1,66	
PF (^)	2,0 ± 0,5	5,5 ± 0,5	71 ± 22	0,00 ± 0,00		0,00 ± 0,00	

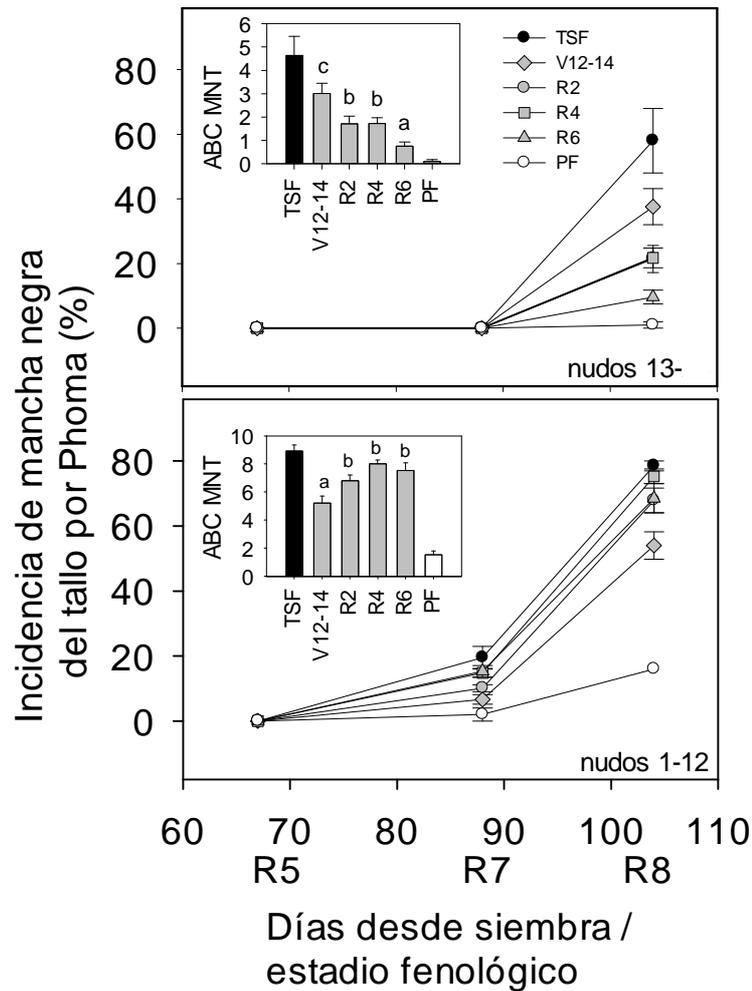


Figura 24: Evolución del efecto del momento de aplicación de fungicida ($0-150 \text{ g ha}^{-1}$ pyraclostrobin : 150 g ha^{-1} metconazole) sobre la incidencia de la mancha negra del tallo (MNT) y el área bajo la curva (ABC MNT, gráficos insertos) por *Phoma* del estrato inferior (nudos 1-12) y medio (nudos 13-24) de hojas, en Balcarce campaña 2008/09. Momentos de pulverización: V12-14 (\blacklozenge), R2 (\bullet), R4 (\blacksquare) y R6 (\blacktriangle). Cada dato corresponde al promedio de cinco dosis de pyraclostrobin (0, 50, 100, 150 y 200) y tres repeticiones, excepto para los tratamientos testigo sin fungicida (TSF) y protección fúngica (PF) los cuales representan el promedio de tres repeticiones. Las barras verticales indican un error estándar. Medias con letras iguales indican diferencias no significativas (LSD Fisher $P \leq 0,05$) entre momentos de pulverización.

La severidad de ALT fue afectada por el momento de aplicación de fungicida (0-200 g ha⁻¹ de pyraclostrobin – 150 g ha⁻¹ de metconazole) y la dosis de pyraclostrobin ($P \leq 0,06$; Tabla 14), no detectándose interacción entre ambos tratamientos ($P = 0,15$). La aplicación en R6 fue la que presentó mayor control (75%) y en V12-14 la de menor (48%), mientras que las aplicaciones en R2 y R4 mostraron niveles intermedios (60%) y no se diferenciaron significativamente de R6 y V12-14 (LSD Fisher $P \leq 0,05$). El efecto del momento de aplicación fue principalmente observado en el estrato medio de hojas (hoja 20, $P = 0,0068$; Figura 25), no presentando control la aplicación en V12-14. El tratamiento de protección fúngica no presentó síntomas de ALT, diferenciándose de todas las aplicaciones simples de pyraclostrobin (combinación de momentos y dosis), excepto para las dosis de 200 g ha⁻¹ (Tabla 14). Dosis de pyraclostrobin de 100 g ha⁻¹ o más presentaron menor severidad de ALT en relación a 0 g ha⁻¹ pyraclostrobin y/o al testigo sin fungicida (Tabla 14; Figura 25). Efecto de dosis de pyraclostrobin fue detectado tanto en el estrato inferior (hoja 12) como en el estrato medio de hojas (hoja 20). El control promedio observado para dosis entre 100 y 200 g ha⁻¹ de pyraclostrobin fue de 73%.

Por último, también se detectó efecto del momento de aplicación de fungicida (0-150 g ha⁻¹ de pyraclostrobin – 150 g ha⁻¹ de metconazole) sobre la severidad de roya negra ($P < 0,0001$), no observándose efecto de dosis de pyraclostrobin, ni interacción entre ambos factores (Tabla 14). Se observó un elevado porcentaje de control (99%) en pulverizaciones realizadas durante los estadios reproductivos de R2, R4 y R6, no observándose control para aplicaciones en V12-14. El tratamiento de protección fúngica no presentó síntomas de la enfermedad, ni se diferenció significativamente de las aplicaciones llevadas a cabo durante estadios reproductivos (Tabla 14).

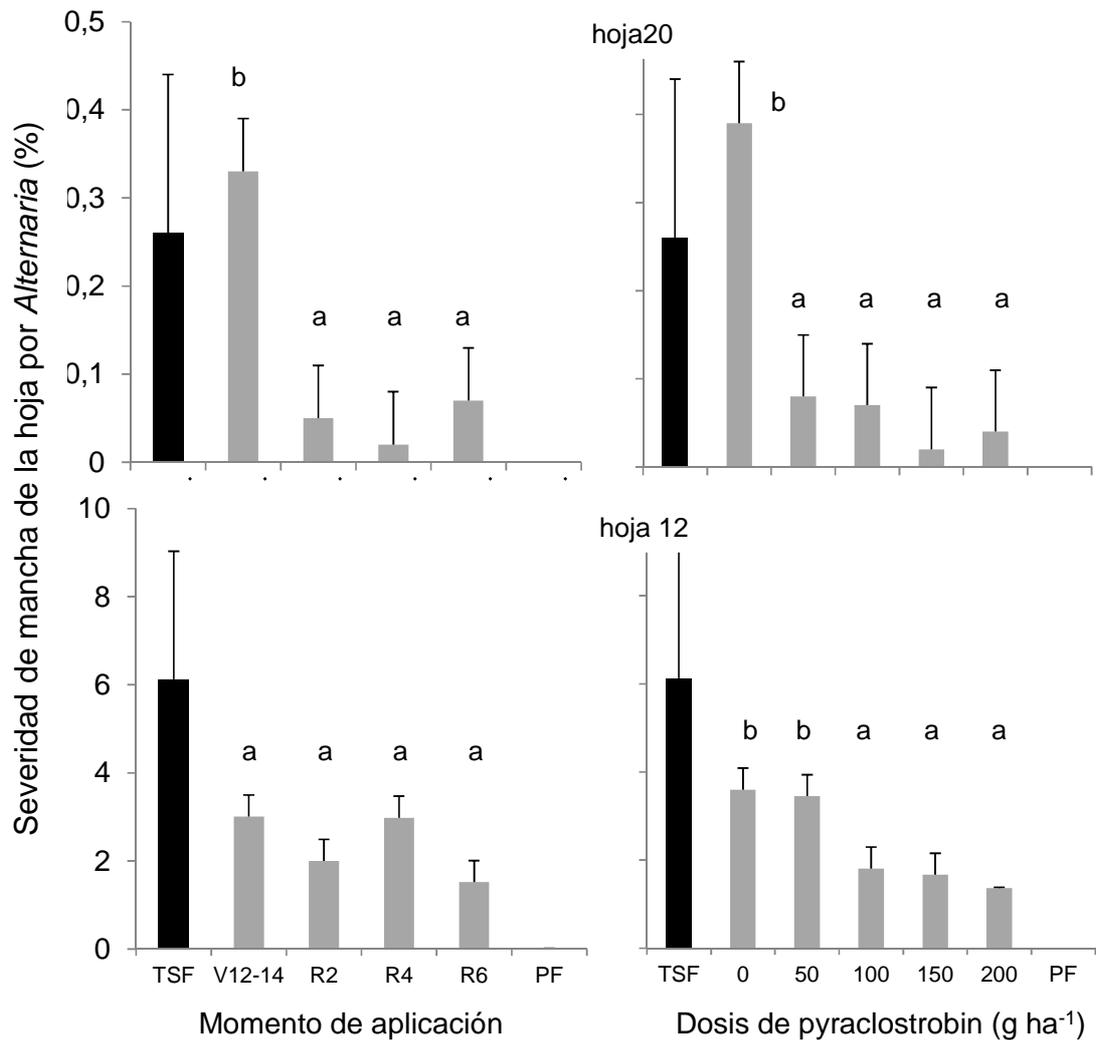


Figura 25: Efecto del momento de aplicación de fungicida (0-150 g ha⁻¹ pyraclostrobin: 150 g ha⁻¹ metconazole) y la dosis de pyraclostrobin sobre la severidad de la mancha de la hoja por *A. helianthi* durante R7 en la hoja 12 (gráficos inferiores) y la hoja 20 (gráficos superiores), en Balcarce campaña 2008/09. Se presenta el promedio de tres repeticiones y cinco dosis de pyraclostrobin (0, 50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) para comparar momentos o cuatro momentos de pulverización (V12-14, R2, R4 y R6) para comparar dosis de pyraclostrobin. Se presentan los tratamientos testigo sin fungicida (TSF) y protección fúngica (PF) ($n=3$). Las barras verticales indican un error estándar. Medias con letras iguales indican diferencias no significativas (LSD Fisher $P \leq 0,05$) entre momentos de pulverización o dosis de pyraclostrobin.

2.4.2.2. Área foliar verde

El área foliar por plantas del tratamiento de protección fúngica en floración fue de 5930 ± 188 cm² y de 4632 ± 507 cm² para el experimento 2007/08 y 2008/09, respectivamente. En el primer experimento se observó menor área foliar en el tratamiento testigo sin fungicida y 0 g ha⁻¹ de pyraclostrobin, presentando en promedio

un 7% de pérdida de superficie con relación al tratamiento protección fúngica ($P_{\text{pyraclostrobin}}=0,012$; Tabla 15). Sin embargo, en el segundo experimento el tratamiento testigo sin fungicida y las aplicaciones de R2, R4 y R6 presentaron una mayor área foliar en comparación con la aplicación de V12-14 y la protección fúngica ($P_{\text{momento aplicación}}<0,0001$, Tabla 15). Estos últimos tratamientos presentaron síntomas de fitotoxicidad que pudieron afectar la expansión foliar (Figura 36 del Apéndice) luego de la aplicación en V12-14 con fungicida (0-200 g ha⁻¹ pyraclostrobin : 150 g ha⁻¹ metconazole).

Posteriormente, a floración (entre R7 y R8), se observó una mayor caída de la superficie de hojas del testigo sin fungicida con relación al tratamiento de protección fúngica en ambos experimentos. Sólo en el experimento de 2007/08, se observó protección del área foliar verde asociada al momento de aplicación de fungicida, la dosis de pyraclostrobin y la interacción entre ambos factores ($P \leq 0,06$; Tabla 15). La mayor protección de hojas observada durante principios de llenado de aquenios (R7) fue con 100 g ha⁻¹ o más de pyraclostrobin aplicados en R2, R4 o R6 (entre 40 y 85% más de área foliar con relación al testigo sin fungicida; Tabla 15 y Tabla 29 del Apéndice). Hacia fines de llenado de aquenios (R8) sólo la aplicación en R6 de 150 g ha⁻¹ o más de pyraclostrobin presentó una mayor área foliar ($376 \pm 171 \text{ cm}^2/\text{pl}$; Tabla 30 del Apéndice) con relación al testigo sin fungicida ($0 \pm 0 \text{ cm}^2 \text{ pl}^{-1}$). Sin embargo, dicha protección fue sustancialmente menor al valor de área foliar observado para la protección fúngica ($627 \pm 102 \text{ cm}^2/\text{pl}$; Tabla 15).

En el experimento 2007/08, la duración del área foliar (DAF) fue afectada por el momento de aplicación ($P = 0,0113$) y dosis de pyraclostrobin ($P = 0,0012$). Las aplicaciones en R2, R4 y R6 presentaron valores de DAF en promedio 26% mayores al testigo sin fungicida y 31% menor a la protección fúngica. Las dosis de pyraclostrobin que presentaron menor duración de área foliar fueron 50 y 0 g ha⁻¹, no difiriendo esta última del testigo sin aplicar (Tabla 15). Dosis de 100 g ha⁻¹ o más de pyraclostrobin presentaron un 30% más de duración de área foliar que el testigo sin fungicida. El ABC ALT se asoció negativamente con la DAF ($R<-0,76$; $P\leq 0,0001$) en el experimento del 2007/08.

En el experimento 2008/09, la DAF también fue afectada por el momento de aplicación con fungicida (0-200 g ha⁻¹ pyraclostrobin : 150 g ha⁻¹ metconazole) ($P = 0,0001$). La aplicación de V12-14 presentó la menor área foliar y no difirió del testigo sin aplicar, mientras que las aplicaciones de R2, R4 y R6 presentaron valores de DAF

en promedio 24% mayores al testigo sin fungicida, y no difirieron del tratamiento de protección fúngica (Tabla 15).

Tabla 15: Área foliar (AF) y duración de área foliar (DAF) durante llenado de aquenios para momentos de aplicación (MA) y dosis de pyraclostrobin (DP), campañas 2007/08 y 2008/09 en Balcarce. Los valores son promedio de tres repeticiones. Momentos de evaluación: R5, R7 y R8 según escala de Schreiner y Miller (1981). Se muestran los valores de probabilidad (*P*) del ANOVA del efecto de los factores (MA, DP y MAxDP) para cada momento de evaluación y DAF. Se indica valor medio y error estándar (*n*=3) de los tratamientos testigo sin fungicida (TSF) y protección fúngica (PF). Medias con letras iguales indican diferencias no significativas (LSD Fisher $P \leq 0,05$) entre dosis de cada activo, y símbolos * y ^ indican diferencias no significativas con las medias de TSF y PF, respectivamente.

Tratamientos	Experimento 2007/08				Experimento 2008/09				
	AFR5 (cm ²)	AFR7 (cm ²)	AFR8 (cm ²)	DAF (m ² d)	AFR5 (cm ²)	AFR7 (cm ²)	AFR8 (cm ²)	DAF (m ² d)	
momento de aplicación (MA)									
V12-14	5989 a^	1627 a*	2,8 a*	81,3 a*	4425 a^	3851 a*^	359 a*	167 a*	
R2	5960 a^	1971 ab	22,0 ab*	87,4 ab	5661 b*	3960 a*^	746 a	198 b^	
R4	5868 a^	2337 b	85,1 b	92,9 b	5649 b*	3965 a*^	721 a	197 b^	
R6	5848 a^	2340 b	174,3 c	93,7 b	5673 b*	3979 a*^	846 a^	200 b^	
dosis pyraclostrobin (DP; g ha ⁻¹)									
0	5574 a*	1607 a*	9,49 a*	77,9 a*	5246 a*	3699 a*^	655 a	184 a*^	
50	5767 ab*^	1870 ab	23,85 a*	84,03 ab	5302 a*	4021 a*^	562 a	190 a*^	
100	6077 bc^	2473 c	82,9 ab*	96,9 c	5466 a*	4028 a*^	678 a	195 a^	
150	6126 c^	2096 bc	157,22 b	92,4 bc	5237 a*	3779 a*^	542 a	184 a*^	
200	5904 bc^	2281c b	92,0 ab	92,4 bc	5511 a*	4165 a^	902 a^	201 a^	
<i>P</i>	MA	0,8868	0,0019	0,0002	0,0113	<0,0001	0,9264	0,1599	0,0001
	DP	0,0124	0,0043	0,0058	0,0012	0,6992	0,2799	0,6244	0,3075
	MA x DP	0,369	0,0624	0,0005	0,1041	0,9745	0,7016	0,573	0,859
TSF (*)	5452 ± 39	1329 ± 570	0 ± 0	72,4 ± 9	5182 ± 302	3616 ± 683	139 ± 79	160 ± 23	
PF (^)	5930 ± 188	4444 ± 784	627 ± 360	132,1 ± 6	4632 ± 507	4032 ± 549	1318 ± 465	201 ± 11	

2.4.2.3. Rendimiento de aquenios

En el experimento 2007/08 el rendimiento en el tratamiento de protección sanitaria fue 36% superior con relación al testigo sin protección (Tabla 16). En dicho experimento se observaron efectos del momento de aplicación, dosis de pyraclostrobin e interacción entre ambos factores ($P \leq 0,05$; Tabla 16).

Aumentos de rendimiento fueron observados principalmente con dosis de pyraclostrobin de 150 g ha⁻¹ o más en R4 y 100 g ha⁻¹ o más en R6 (Tabla 31 del Apéndice). Estos tratamientos rindieron 30% más que el testigo sin aplicación de fungicida (LSD Fisher $P \leq 0,05$). El rendimiento se asoció negativamente con c el ABC ALT (Pearson, $R = -0,74$; $P < 0,0001$), y positivamente con la DAF ($R = 0,70$; $P = 0,0003$).

El rendimiento del experimento 2008/09 no fue afectado por el momento de aplicación con fungicida, ni por la dosis de pyraclostrobin (Tabla 16). Tampoco se detectó diferencia entre el testigo sin fungicida y el tratamiento de protección fúngica.

Tabla 16: Rendimiento de aquenios para momentos de aplicación (MA) y dosis de pyraclostrobin (DP) durante la campaña 2007/2008 y 2008/09 en Balcarce. Se muestran los valores de probabilidad (P) del ANOVA del efecto de los factores (MA, DP y MAxDP). Se indica valor medio y error estándar ($n=3$) de los tratamientos testigo sin fungicida (TSF) y protección fúngica (PF). Medias con letras iguales indican diferencias no significativas (LSD Fisher $P \leq 0,05$) entre dosis de cada activo, y símbolos * y ^ indican diferencias no significativas con las medias de TSF y PF, respectivamente.

Tratamiento	Rendimiento de aquenios (kg/ha)		
	2007/08	2008/09	
momento de aplicación (DA)			
V12-14	2198 a*	3545 a [^]	
R2	2320 ab*	3676 a [^]	
R4	2531bc	3738 a [^]	
R6	2551 c	3660 a [^]	
dosis pyraclostrobin (DP; g ha ⁻¹)			
0	2260 a*	3652 a [^]	
50	2319 ab*	3750 a [^]	
100	2363 ab*	3445 a [^]	
150	2535 b	3562 a [^]	
200	2528 b	3868 a [^]	
P	MA	0,0021	0,6242
	DP	0,044	0,1197
	MA x DP	0,0468	0,43765
TSF (*)	2145 ± 315	3603± 1671 [^]	
PF (^)	3354 ± 580	3615 ± 335 *	

2.5. DISCUSIÓN

Las condiciones ambientales durante las dos campañas de experimentos fueron predisponentes a la ocurrencia de enfermedades foliares de girasol. Se estableció la presencia de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* (MNT), la mancha de la hoja por *A. helianthi* (ALT) y la roya negra por *P. helianthi*. ALT fue la única enfermedad que pudo ser evaluada durante las dos campañas, observándose una epifitía de aparición temprana (desde R3) y de gran magnitud en 2007/08. La misma pudo ser consecuencia de una alta cantidad y volumen de precipitaciones durante gran parte del llenado de aquenios (21 de febrero a 21 de marzo de 2007; Tabla 8). La enfermedad progresó rápidamente produciendo el deterioro de hojas y tallos, alcanzando a fines de llenado de aquenios (R8) el máximo valor según la escala utilizada (66% en el testigo sin fungicida de la escala Leite y Amorim, 2002; Tabla 9) Durante la campaña 2008/09 las condiciones ambientales fueron más restrictivas (menores precipitaciones durante llenado) para el desarrollo de enfermedades foliares, observándose niveles medios de MNT ($47 \pm 4,8\%$, TSF en R8-R9), bajos de ALT (2,1% TSF en R7) y una aparición tardía de roya negra ($12 \pm 3,94\%$, sólo en el estrato superior).

Se observó efecto de la protección fúngica (PF; aplicaciones periódicas con fungicida metconazole + pyraclostrobin) sobre la manifestación de síntomas de todas las enfermedades foliares observadas en los experimentos (Tabla 9, Tabla 10, Tabla 13 y Tabla 14). Sin embargo, la aplicación única de fungicidas no siempre presentó la misma eficiencia que la PF, observándose para muchas de las combinaciones entre dosis de ingrediente activo y momento de pulverización menor control o ausencia del mismo.

La utilización de fungicida en mezcla a base de pyraclostrobin ($50-200 \text{ g ha}^{-1}$) y metconazole ($50-200 \text{ g ha}^{-1}$) no mejoró el control de las enfermedades con relación a la aplicación única de pyraclostrobin ($50-200 \text{ g ha}^{-1}$) (Figura 14, Figura 16 y Figura 18). Sólo para la roya negra por *P. helianthi*, a aplicación única de metconazole ($50-100 \text{ g ha}^{-1}$) mantuvo un nivel de control similar al de la mezcla (Figura 18), y no controló las otras enfermedades. La utilización de mezcla formulada en base a estos ingredientes activos se recomienda para el control de enfermedades en algodón, cereales de invierno, maíz y soja (IPM, 2011; BASF, 2008). Spolti *et al.* (2013) tampoco

encontraron un efecto benéfico de la utilización del fungicida mezcla pyraclostrobin + metconazole sobre la incidencia y severidad del tizón de la espiga por *Fusarium graminearum* en trigo cuando lo compararon con metconazole sólo, aunque sí encontraron un efecto positivo sobre el rendimiento (más de 275 kg ha⁻¹). En el presente trabajo no fue detectado aumento de duración de área foliar o rendimiento por la aplicación de fungicida mezcla con relación a la aplicación única de pyraclostrobin.

En girasol no hay antecedentes de control de enfermedades de hoja con fungicidas formulados sólo con triazol, excepto para la roya negra (Mueller *et al.*, 2004), lo cual coincide con lo observado en el presente trabajo. Aunque metconazole es un producto de probada eficiencia en un amplio rango de patógenos como *Phoma lingam* (Karolewski *et al.*, 2009), *F. graminearum* (Pirgozliev *et al.*, 2002), *Blumeria graminis tritici*, *Drechslera tritici-repentis*, *Puccinia recóndita* y *Puccinia striiformis* (BASF, 2014), para el caso de *A. helianthi* y *P. macdonaldii* en girasol no fue detectado efecto de supresión cuando la aplicación se realizó en botón floral R2. La ausencia de control pudo estar asociada a una acotada residualidad de este producto (13-17 días según Kim *et al.*, 2012; Daniels y Latin, 2013), en virtud de a que el periodo entre su aplicación (R2) y el momento en el que se registró el mayor progreso de la enfermedades (entre R5 a R8) superó los 30 días; o a la existencia de poblaciones resistentes de los patógenos al activo, lo cual ha sido demostrado para distintos triazoles en otros patógenos de cultivos (FRAC, 2013).

La utilización de sólo metconazole presentó, bajo algunas condiciones experimentales, presentó niveles de ALT superiores a los observados en el testigo sin fungicida y a su aplicación con pyraclostrobin (Tabla 7 y Figura 12 y Figura 13). Dicho efecto fue observado en el tratamiento de 0 g ha⁻¹ de pyraclostrobin + 150 g ha⁻¹ de metconazole en pulverizaciones de R2 y en los estratos inferiores (hoja 12) y medios (hoja 20) de la planta (Figura 12 y Figura 13). Esto podría estar relacionado con una disminución de la población de hongos no-blanco habitantes del filoplano que potencialmente ejercerían algún mecanismo de biocontrol sobre *A. helianthi*. Disminución de poblaciones de hongos del filoplano han sido demostradas para diferentes activos pertenecientes a la familia de los triazoles (Magan y McLeod, 1991; Gonçalves *et al.*, 2012).

En el presente trabajo se verificó una respuesta lineal de dosis de metconazole con relación la severidad de la roya negra, y se determinó que los mayores niveles de

control se logran con dosis de 100 g ha⁻¹ o superiores (Figura 17; Tabla 10 y Tabla 14). Dicho activo cuenta con registro en Estados Unidos para roya negra destacándose por presentar altos niveles de control en aplicaciones entre R4 y R5 a una dosis de aproximadamente 130 g ha⁻¹ (Markell *et al.*, 2009).

La estrobilurina pyraclostrobin ejerció control sobre la MNT, ALT y roya negra por *Puccinia* (Tabla 9 y Tabla 10). El nivel de control varió en relación a la dosis de ingrediente activo, al momento de pulverización (Tabla 9, Tabla 10, Tabla 13 y Tabla 14) y/o la hoja-estrato de la planta (Figura 12, Figura 13, Figura 21, Figura 22, Figura 23 y Figura 24). La curva exponencial negativa de dosis-respuesta presentó buen ajuste ante ALT y roya negra por *Puccinia* (Figura 13, Figura 17, Figura 22 y Figura 23). Ajustes similares fueron reportados por Paveley *et al.*, (2000) en aplicaciones con fungicida formulados en base propiconazole o propiconazole + fenpropimorph en trigo bajo situaciones de epifitias de mancha en hoja por *Septoria tritici* y roya amarilla por *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*. Resulta importante destacar que para preservar la eficacia de las estrobilurinas y no generar resistencia en poblaciones de los patógenos (FRAC, 2014), activos como pyraclostrobin deberían combinarse con fungicidas de menor riesgo (FRAC, 2010) y con prácticas culturales tales como variedades resistentes/tolerantes y rotaciones de cultivos, dentro de un manejo integrado de enfermedades.

Teniendo cuenta las condiciones recomendadas de aplicación (botón floral R2; 75 a 100 g ha⁻¹ de pyraclostrobin) se observó aumento en el control de ALT ante incremento en la dosis. Este mayor control pudo ser explicado por una menor severidad en el estrato medio de hojas (hoja 20), observándose pobre control en el estrato superior (hoja 28) inclusive a dosis muy elevadas (Figura 13). Sólo el estrato inferior (hoja 12) presentó niveles altos de control para dosis cercanas al máximo recomendado (Figura 13 y Figura 23). La disparidad de respuesta observada entre los estratos de hojas podría estar relacionada con el grado de expansión de estas al momento de la aplicación del fungicida (R2), tal como lo demostrara Paveley *et al.* (2000) en trigo para la mancha en hoja por *S. tritici* y roya amarilla por *P. striiformis* f.sp. *tritici*. Para dicho estadio los estratos inferiores ya alcanzaron su máxima expansión foliar, mientras que los estratos medios y superiores continúan creciendo (Lazzaro, 2009), al mismo tiempo que la planta aumenta en altura y distancia entre nudos. El área foliar al momento de la aplicación del fungicida se relacionaría con la

cantidad de producto interceptado por cada hoja, mientras que la expansión foliar posterior con la dilución del producto y consecuente pérdida de efectividad.

Otro factor que afecta la intercepción del fungicida es la ubicación y orientación de las hojas en el momento de la pulverización (Grayson y McCarthy, 1987). La estructura piramidal de la planta de girasol que ocurre durante botón floral R2 favorecería a que el producto sea interceptado aún por los estratos inferiores. Además, la concentración de fungicida o metabolitos activos disminuye con el tiempo, por lo que la dosis de activo confrontada al patógeno depende de la dosis efectivamente aplicada y del período entre la aplicación y el proceso infectivo (Paveley *et al.*, 2000). Para el caso de la epifitía de ALT ocurrida durante la campaña 2007/08 los primeros síntomas fueron detectados en botón floral R3 en hojas de los estratos inferiores, lo cual es esperable ya que se trata de una enfermedad que progresa desde las hojas basales a las superiores (Gulya *et al.*, 1997). La proximidad temporal entre la aplicación del fungicida (R2) y la ocurrencia de los primeros síntomas de la enfermedad en estratos inferiores de las hojas (R3) puede estar relacionada con el mayor nivel de control observado en la hoja 12. Mueller *et al.* (2004) demostraron sobre un amplio rango de ingredientes activos (incluyendo estrobilurinas), que la eficacia del fungicida decrece al prolongarse el tiempo entre la aplicación y la inoculación con *Puccinia helianthi* en girasol (actividad preventiva) o al aumentar el tiempo entre la inoculación y la posterior aplicación (actividad curativa). Asimismo, Paveley *et al.* (2000), trabajando con infecciones naturales de *S. tritici* y *P. striiformis* f.sp. *tritici* en trigo, llegaron a la misma conclusión, destacando a su vez que la aplicación de fungicida que coincide con la emergencia y máxima expansión de hojas retardan la aparición de síntomas (t_0 = tiempo 0 de la curva de desarrollo de una epifitía), mientras que las aplicaciones posteriores sólo tienen efecto sobre la tasa de multiplicación (r).

Para el caso de la MNT observada durante la campaña 2008/09 no fue posible ajustar una relación significativa entre la incidencia de nudos con síntomas y la dosis de pyraclostrobin aplicada en R2 (Figura 15). La aplicación única de pyraclostrobin presentó similar nivel de control entre las dosis comprendidas entre 50 y 200 g ha⁻¹ de este activo. Sin embargo, dicho control fue bajo ya que los valores de incidencia de MNT fueron un 220 a 250% más altos con relación al tratamiento de protección fúngica (ABC MNT en Tabla 10). La aplicación durante R2 controló la enfermedad sólo en el estrato medio de la planta (nudos de hojas 13-24; Figura 24), a pesar que los primeros síntomas observados en la base del tallo aparecieron 40 días después de la

aplicación durante principios de llenado de aquenios (R7). La falta de protección del estrato inferior de la planta (1-12), podría estar relacionada con infecciones de *P. macdonaldii* previas a la aplicación en R2. Durante estadios tempranos de la infección este patógeno produce necrosis en nervaduras y/o pecíolo, asociado a clorosis y necrosis de lámina de la hoja sin causar síntomas en tallo (Gulya *et al.*, 1997; Bordat *et al.*, 2011), por lo que la aplicación posterior de fungicida no detendría invasiones ya constituidas. Infecciones establecidas de *Phoma lingam* en hoja de colza no fueron erradicadas con la aplicación del fungicida mezcla (difenoconazole y carbendazim), retrasando sólo el crecimiento del hongo a través de la misma y su arribo al tallo (West *et al.*, 2002). A su vez, la aparición de síntomas de *P. macdonaldii* en el tallo de girasol puede llevar entre 4 y 6 semanas luego de la inoculación durante botón floral (R2) con picnidiosporas de *P. macdonaldii* en la inserción del pecíolo (Larfeil *et al.*, 2010). Bajo condiciones de infección natural, como las del presente trabajo, se esperaría que la aparición de síntomas en tallo esté más retrasada ya se originarían desde infecciones de nervaduras o extremo apical del pecíolo de la hoja. Resultados similares a los obtenidos en el presente trabajo han sido reportados para el control con fungicida del cancro de la base del tallo por *Phoma lingam* en colza (West *et al.*, 2002), donde la protección durante los estadios tempranos (2 a 10 hojas) controlan las infecciones basales del tallo, mientras que aplicaciones posteriores sólo protegen hojas nuevas (medias o superiores), mermando principalmente la formación de lesiones en la parte aérea.

Al retrasar hasta pre-floración (R4) o fin de floración (R6) el momento de aplicación de fungicida, en relación al recomendado (R2), se observaron elevados niveles de protección ante las enfermedades foliares en los estratos medios y/o superiores (Figura 21, Figura 23, 24 y 25; Tabla 14). La mayor eficiencia de control de ALT observada con dosis recomendadas de pyraclostrobin (75 -100 g ha⁻¹) fue determinada en R2 para la hoja 12, en R4 para la hoja 20 y R6 para la hoja 28 (Figura 23). A su vez las aplicaciones de R6 presentaron menor incidencia de MNT en el estrato medio de la planta (Figura 24), con relación a la aplicación de R2 y R4. En el capítulo anterior se demostró que la protección con fungicida genera aumentos de la duración del área foliar principalmente en los estratos de hojas medios y superiores, estableciendo un significativo efecto de las enfermedades foliares estudiadas sobre dichos estratos. Aplicaciones entre R4 y R6 protegerían principalmente estos estratos

ya que es entre estos estadios cuando alcanzan su máxima expansión (Aguirrezabal *et al.*, 1996).

Es importante destacar que el girasol define una estructura de planta entre R4 y R6, donde los estratos superiores y medios son responsables de la mayor intercepción de la radiación incidente (Sadras *et al.*, 2000 b) y eventualmente de la captación del fungicida aplicado. En la aplicación de fungicida de R4 y R6, el tiempo transcurrido hasta el principio de la fase exponencial de desarrollo de las enfermedades ha sido relativamente corto (menos de 25 días), lo cual asegura llegar a dicho momento con efecto residual del fungicida. Asimismo cabe destacar que Leite *et al.* (2006) determinaron un umbral de daño para ALT del 10% en botón floral R3. En tal sentido, bajo la recomendación actual de aplicar fungicidas en estadios previos (R1-R2) se podría caer en situaciones de aplicaciones innecesarias, mientras que la aplicación de R4 o R6 permitiría utilizar dicho umbral para la toma de decisión.

La aplicación de fungicida durante el estadio vegetativo (V12-14) ejerció pobre control sobre las enfermedades foliares (Tabla 13 y Tabla 14). Sólo se observó efecto durante principios de llenado de aquenios (R5 y R7), en el estrato inferior (hojas 1- 12) y parcialmente en estrato medio (hoja 13-24) para MNT (Figura 21 y 24). A su vez, la aplicación durante este estadio no presentó control sobre la roya negra por *Puccinia* que se manifestó en estadios avanzados del cultivo (R8; Tabla 14). En la aplicación temprana de fungicida en trigo (hasta primer nudo visible) Pierce y Salgado (2013) indicaron falta de eficiencia de control sobre enfermedades foliares de trigo (principalmente mancha por *Septoria* y oidio) para ambientes del estado de Ohio, USA. Asimismo, mencionaron la insuficiente residualidad del fungicida para las hojas superiores del canopeo (p.e. hoja bandera). Además, las lluvias frecuentes pueden reducir la residualidad, lo que la hace aún menos eficiente contra epifitias que se desarrollen durante mediados y fines de la campaña productiva. En contraposición, Conry y Dunne (2001) determinaron mayor eficiencia de control sobre enfermedades foliares de cebada (principalmente oidio) en el sudeste de Irlanda cuando las aplicaciones se realizaron tempranamente, hasta primer nudo visible, en relación con aplicaciones únicas posteriores.

El área foliar no fue afectada hasta floración por la aplicación de fungicida, excepto para la pulverización realizada durante el estadio vegetativo y principios de reproductivo (hasta R2) en la campaña 2008/09. Dosis altas de metconazole (≥ 150 g ha⁻¹) solo o en combinación con pyraclostrobin provocaron síntomas de fitotoxicidad

con necrosis de limbo y menor expansión foliar de la hoja (Figura 36 del Apéndice). Fitotoxicidad por la aplicación de triazoles ha sido observada por Khalil *et al.* (1990), produciendo retraso de crecimiento en plántulas de maíz ante el tratamiento del suelo. Asimismo, Giesler *et al.* (2008) mostraron síntomas de fitotoxicidad en hojas de soja luego de la aplicación foliar de triazol. Los autores relacionan dicha fitotoxicidad con dosis mayores a las recomendadas, mezcla de fungicida donde los activos interactúan produciendo daño y/o aplicaciones bajo condiciones de alta temperatura o en estadios sensibles de desarrollo del cultivo. Las observaciones que surgen del presente trabajo sugieren que tejidos de hojas jóvenes y en expansión resultan más sensibles a la acción fitotóxica de metconazole.

Durante el periodo de llenado de aquenios, se observó mayor duración del área foliar (DAF) en el tratamiento de protección fúngica que en el testigo sin fungicida. Dicho efecto fue significativamente mayor en la campaña 2007/08 (45%) con relación a la campaña 2008/09 (22%) (Tabla 11 y **Tabla 15**). Al igual que en el capítulo anterior, en el presente trabajo se estableció una asociación negativa entre los síntomas de las enfermedades foliares y DAF. La elevada severidad de ALT registrada durante la epifitía del 2007/08 y su impacto sobre la DAF verde se relacionaron con disminuciones en el rendimiento de aquenios de hasta 42% en relación con el tratamiento de protección fúngica (Tabla 12 y **Tabla 16**). Disminuciones en el rendimiento ocasionadas por ALT similares y aún mayores han sido determinadas por Leite *et al.* (2006) en ambientes subtropicales de Londrina, Brasil.

La aplicación única de fungicida (combinación de un momento de aplicación y dosis de pyraclostrobin) fue insuficiente para mantener la DAF y el rendimiento en niveles similares al tratamiento de protección fúngica. La mayor DAF ocurrió con las pulverizaciones realizadas en los estadios de R2, R4 y R6, y dosis de pyraclostrobin de 100 g ha⁻¹ o más (Tabla 15), alcanzando niveles de protección de hasta el 70% con relación a la protección fúngica. Asimismo el mayor rendimiento observado con aplicaciones únicas de fungicidas ocurrió con pulverizaciones en R4 y R6 y dosis de pyraclostrobin de 100 g ha⁻¹ o más (Tabla 16 y **Tabla 31** del Apéndice), alcanzando niveles de protección de hasta el 87% en relación con la protección fúngica.

Los resultados obtenidos muestran la posibilidad y necesidad de realizar la aplicación de fungicida alrededor de floración (R4 a R6). La pulverización terrestre durante dichos estadios resulta dificultosa porque la altura del cultivo limita el ingreso de la pulverizadora terrestre. Lazzaro *et al.* (2011) demostraron que aplicaciones

aéreas entre R4 y R6 con fungicida en girasol ejercen control sobre la MNT y ALT, como así también aumentos en el rendimiento.

Se observó falta de protección ante la aplicación única de fungicida bajo alta presión de *A. helianthi* en girasol durante la campaña 2007/08 y para MNT en la campaña 2008/09. Por lo tanto, existiría la necesidad de evaluar aplicaciones combinadas con la pulverización en diferentes momentos incluyendo principios activos que desfavorezcan el desarrollo de resistencia de los patógenos a los productos. La aplicación durante estadios reproductivos tempranos como R1-R2 combinada con pulverizaciones de fin de floración o R6 podría ser una alternativa promisorio a evaluar. De esta manera se lograría proteger los diferentes estratos de hojas de la planta (Figura 23), entrando al periodo de mayor manifestación de enfermedades (llenado de achenios) con bajos síntomas de enfermedad en los estratos inferiores y efecto residual del fungicida en los superiores. La aplicación secuencial en dos momentos (estadio vegetativo o principios de reproductivo + floración) generaron beneficio sobre el control de enfermedades foliares y componentes de rendimiento y/o calidad en comparación con aplicaciones simples en garbanzo (Chongo, *et al.* 2003), poroto seco (Conner *et al.*, 2004; Gillard *et al.*, 2012) y trigo (Edwards y Hunger, 2009). Sin embargo, dicho beneficio no ha sido observado en trigo bajo las condiciones ambientales del sudeste de Saskatchewan, Canadá (Fernandez *et al.*, 2014).

A pesar de las diferencias presentadas en el control de enfermedades para la campaña 2008/09 (Tabla 10 y Tabla 14) no se encontró efecto de protección con fungicida sobre la DAF (Tabla 11 y Tabla 15) y el rendimiento (Tabla 12 y Tabla 16), lo cual indicaría un bajo impacto de las enfermedades foliares. Durante dicha campaña los síntomas de la MNT y ALT no superaron el estrato medio de hojas y su manifestación fue moderada y baja, respectivamente (Figura 24 y Figura 25). A su vez la roya negra tuvo una aparición tardía en el estrato superior de hojas con severidad baja (Tabla 10 y Tabla 14). El efecto de las enfermedades foliares se relacionaría con el estrato de hojas que fue afectado y el momento de aparición de las enfermedades. En tal sentido, en trigo sólo se observó efecto sobre variables ecofisiológicas cuando los síntomas estuvieron presentes en las hojas superiores del canopeo (Carretero *et al.*, 2010).

2.6. CONCLUSIONES

- La aplicación foliar de pyraclostrobin controló la MNT, ALT y roya negra. El nivel de protección varió con la dosis de activo, el momento de pulverización y la hoja o estrato de la planta. La curva exponencial negativa de dosis-respuesta presentó alto ajuste ante ALT y roya negra.
- La mezcla de pyraclostrobin con metconazole aplicada en R2 no mejoró el control de la MNT y ALT en relación con la aplicación única de pyraclostrobin. La aplicación de metconazole no ejerció control sobre la MNT y ALT, y sí sobre roya negra.
- El control de ALT con pyraclostrobin aplicado en R2 con dosis de recomendadas (75-100 g ha⁻¹) fue máximo en el estrato inferior la planta (hoja 12), e insuficiente en los estratos medio (hoja 20) y superior (hoja 28). El aumento de dosis de pyraclostrobin maximizó el control de ALT en el estrato medio.
- El control de MNT con pyraclostrobin aplicado en R2 con dosis de recomendadas (75-100 g ha⁻¹) ejerció control en el estrato medio de la planta (nudos de hojas 13-24).
- Al retrasar la aplicación de fungicida hasta pre-floración (R4) o fin de floración (R6) se observó protección de MNT, ALT y roya negra en los estratos medios y/o superiores.
- La mayor eficiencia en el control de ALT se obtuvo en aplicaciones de R2 para la hoja 12, en R4 para la hoja 20 y en R6 para la hoja 28. A su vez, la aplicación en R6 presentó menor incidencia de MNT en el estrato medio de la planta, en relación con R2 y R4.
- La aplicación de fungicida en estadios vegetativos (V12-14) ejerció control ante MNT y ALT en los estratos inferiores de hojas y parcialmente en el estrato medio.
- La aplicación única de fungicida bajo condiciones de epifitias de *A. helianthi* fue insuficiente para maximizar la DAF y rendimiento de achenios.
- La mayor DAF y rendimiento de achenios lograda con aplicaciones únicas de fungicidas ocurrió con pulverizaciones en R4 o R6 a dosis de pyraclostrobin iguales o superiores a 100 g ha⁻¹.

CAPÍTULO 3**PREDICCIÓN DE LA MANCHA NEGRA DEL TALLO POR *P. MACDONALDII* EN GIRASOL.**

3. PREDICCIÓN DE LA MANCHA NEGRA DEL TALLO POR *P. MACDONALDII* EN GIRASOL.

3.1. RESUMEN

Se estudió la relación entre variables meteorológicas (V_{met}) y el progreso de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* (MNT) en girasol. Se sembró el híbrido VDH487 en seis fechas de siembra (FS) entre octubre y diciembre en las campañas de 2007/08 y 2008/09 en Balcarce. Se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Los experimentos (Exp.) se realizaron en lotes con antecedentes de MNT. Se evaluó periódicamente la incidencia de MNT. Se registraron V_{Met} en casilla y sensores colocados en los Exp. Se calcularon V_{Met} compuestas durante diferentes periodos pre-floración hasta madurez fisiológica (-20-0, -10-0, 0-30, 0-40, -20-40 días después de floración). Las variables calculadas fueron: días con HR-promedio >80 o >90%; días con precipitaciones (DPP); días con mojado de hoja >10 h; suma de precipitaciones (PP); suma térmica (T° base= 8°C); suma de radiación incidente y heliofanía efectiva. Se ajustó el progreso de MNT a regresiones lineales y no-lineales, se seleccionó la función con mejor ajuste y se calculó la tasa de progreso ($rMNT$) y la enfermedad en tiempo 0 (Y_0). Se realizaron regresiones simples de V_{Met} vs. $rMNT$ para los diferentes periodos, y se ajustaron modelos lineales múltiples para estimar la $rMNT$ a partir de V_{Met} (proc. Stepwise). La función de mejor ajuste al progreso de MNT fue la exponencial (Incidencia MNT= $Y_0 \exp^{(rMNT \text{ tiempo})}$), donde Y_0 = MNT en floración). No se encontraron diferencias en los valores de Y_0 . Los valores $rMNT$ variaron ($P \leq 0,001$) donde las FS de octubre a mediados de noviembre presentaron menores tasas (rango: 0,059-0,081% d⁻¹) en comparación con FS tardías (rango: 0,085-0,12% d⁻¹). Los mayores ajustes V_{met} vs $rMNT$ se observaron con las variables hídricas ($P \leq 0,05$), y fueron lineales y positivas. Para el resto de las V_{met} (térmicas y de radiación) se observaron regresiones negativas. La regresión con mayor ajuste fue: $rMNT = 0,025 + 0,007 DPP$ ($R^2 = 0,96$; $P \leq 0,0001$), para el periodo entre 0 y 30 d después de floración. La cantidad de precipitaciones durante el periodo de llenado de aquenios presentó el mayor valor predictivo. Esto se relacionaría con el efecto directo de dispersar al inóculo y el indirecto de humedecer el canopeo favoreciendo la liberación y germinación de las esporas y la penetración en los tejidos del hospedante.

3.2. INTRODUCCIÓN

A partir del estudio del ambiente y su relación con las enfermedades es posible desarrollar herramientas de análisis para representar su comportamiento bajo diferentes situaciones de manejo de cultivo. Frecuentemente, se utilizan modelos matemáticos y estadísticos para estudiar y describir el desarrollo de las enfermedades (Campbell y Madden, 1990).

Los modelos de predicción de enfermedades pueden clasificarse, según la estrategia utilizada para su desarrollo, en mecanístico o conceptual y empírico o descriptivo. El modelo mecanístico asume que un sistema complejo puede comprenderse examinando el funcionamiento de sus partes y la manera en que se asocian. Mientras que un modelo empírico se basa principalmente en la descripción de la relación observada entre dos o más variables, correlacionando datos observados y registrados. Estos modelos además pueden clasificarse con relación al tipo de enfermedad mediante la estimación directa o indirecta del: 1- inóculo inicial [p.e. pseudotecios y ascosporas de *Phoma lingam* en colza por Salam *et al.* (2003); ascosporas de *Venturia inaequalis* en manzano por Gadoury y MacHardy (1982)] los cuales son muy utilizados en enfermedades monocíclicas y en policíclicas de pocas generaciones o que aquellas que requieren una cantidad/calidad de inóculo primario necesario; 2- inóculo secundario [p.e. *Phytophthora infestans* en papa por Wallin (1962)], los cuales estiman el número de ciclos o cantidad de inóculo secundario, siendo útiles cuando el patógeno presenta baja cantidad de inóculo inicial y tiene la potencialidad de desarrollar varios ciclos secundarios; 3-inóculo primario y secundario, cuando el aporte de ambos tipos de inóculos son significativos para el progreso de la epifitía, siendo estos los más difíciles de desarrollar e implementar. Los registros meteorológicos, las técnicas de manejo de cultivo (p.e. protección química, densidad y riego), la resistencia genética y otras características morfo-fisiológicas del hospedante son las variables de entrada más utilizadas en el desarrollo de estos modelos.

Los modelos empíricos son ampliamente utilizados en epidemiología de fitoenfermedades debido a su simplicidad de utilización y desarrollo. Varios modelos empíricos han sido desarrollados para estimar el progreso de enfermedades en cultivos extensivos como el tizón tardío de la papa (Krause *et al.*, 1975), la fusariosis de la espiga en trigo (Moschini *et al.*, 2003) y la roya asiática de la soja (del Ponte *et al.*, 2006), entre otros. En el cultivo de girasol se han desarrollado modelos predictivos para estimar la infección de uredosporas por *Puccinia helianthi* (Sood y

Sackson, 1972), la maduración de ascos y liberación de ascosporas por *Diaporthe helianthi* (Delos y Moinard 1997; Desanlis, 2013), la severidad de infecciones primarias de *A. helianthi* (Leite, 2002) y la incidencia de podredumbre húmeda del capítulo por *Sclerotinia sclerotiorum* (Moschini *et al.*, 2002b).

En el capítulo 1 del presente trabajo se ha determinado el predominio de la MNT por *Phoma macdonaldii* Boerema (teleomorfo: *Leptosphaeria lindquistii* Frezzi) entre las enfermedades foliares del girasol en ambientes de Balcarce. A su vez esta enfermedad fue asociada con senescencia del área foliar y disminuciones en la eficiencia de uso de la radiación y en el peso de mil aquenios. Si bien las infecciones por *P. macdonaldii* pueden ocurrir en cualquier estadio de desarrollo del girasol (Gulya *et al.*, 1997), el periodo de mayor susceptibilidad de la enfermedad ocurre alrededor de floración y durante todo el llenado de aquenios.

El inóculo primario está constituido por ascosporas contenidas en pseudotecios, picnidiosporas contenidas en picnidios y micelio (Gulya *et al.*, 1997). Estos se encuentran presentes en rastros y residuos de cultivos anteriores, en semillas o en plantas voluntarias (Bhutta *et al.*, 1999; Pérès y Poisson, 2000), los cuales constituyen la fuente de inóculo primaria. *P. macdonaldii* infecta las hojas inferiores y progresa hacia los estratos superiores por la ocurrencia de ciclos secundarios del patógeno (Melero Vara y Alonso, 1988; Bordat *et al.*, 2011) y/o el arribo de inóculo primario, principalmente desde ascosporas (Descorp *et al.*, 2012; Desanlis, 2013). El inóculo secundario está constituido por picnidiosporas provenientes de tejidos infectados del cultivo, las que se diseminan por el golpe de gotas de lluvia y viento (Gulya *et al.*, 1997). También se ha determinado una asociación positiva entre la liberación y la ocurrencia de precipitaciones (Délès *et al.*, 1997; Descorp *et al.*, 2012). Las ascosporas se dispersan por el viento a largas distancias debido a que son expulsadas desde los pseudotecios y suspendidas en el aire por su bajo peso. Por el contrario, las picnidiosporas no serían dispersadas por más de 1 m desde la fuente de inóculo. En ambientes de cultivo de Francia ocurren simultáneamente las dos formas de fructificación desde la fuente primaria de inóculo (Frei, 2010) con predominio de picnidios o pseudotecios dependiendo de las condiciones meteorológicas.

Para que la infección vía picnidio tenga éxito, el ambiente debe estar saturado de humedad (humedad relativa mínima de 95%) durante al menos 24 h (Roustae *et al.*, 2000 a). La infección puede ocurrir entre 5 y 30°C, aunque la temperatura óptima

se estima entre 15 y 30 °C dependiendo de las cepas (Roustae *et al.*, 2000 a). La penetración en el peciolo por *P. macdonaldii* puede ser directa por acción mecánica para atravesar la cutícula, o por estomas sin formación de apresorios (Roustae *et al.*, 2000 b). Asimismo, el crecimiento micelial *in vitro* de *P. macdonaldii* es afectado por la temperatura, encontrándose un óptimo entre 20 y 30 °C (Roustae *et al.*, 2000 a). El período de incubación es de 9 días a 25°C y 15 días a 20°C (Fayzalla y Maric, 1981) desde la inoculación en peciolo hasta la aparición de los primeros síntomas en tallo. Sin embargo, Penaud y Pérès (1995) y Larfeil *et al.* (2010) encontraron un periodo de incubación mayor en estadios tempranos de desarrollo del cultivo (35 días durante estadios vegetativos, 16-21 días en botón floral y 10 días en floración).

Descorp *et al.* (2012) y Desanlis (2013) demostraron que los pseudotecios provenientes de rastrojos de cultivos anteriores y la liberación ascospórica constituyen una importante fuente de inóculo para las condiciones de producción de Francia debido que el periodo de liberación de las ascosporas coincide con gran parte del ciclo de desarrollo del cultivo. A su vez, Desanlis (2013) diseñó un modelo conceptual para estimar el progreso de la MNT a partir de la infección primaria con ascosporas, basando su estudio en los procesos de infección de *P. macdonaldii* bajo canopeos contrastantes de girasol. El modelo integró diferentes factores de reducción de la infección como la condición micrometeorológica del canopeo (humedad relativa y temperatura), la producción de ascosporas (relacionado con precipitaciones), crecimiento de cultivo (número de hojas, estadio fenológico e índice de área foliar) y el tratamiento de fungicida. La estimación de los parámetros del modelo se vio limitada por una gama muy restringida de datos disponibles. Sin embargo, la autora pudo determinar que la liberación de ascosporas se extiende hasta 10 días después de una lluvia y que el progreso de la enfermedad es afectado por el microclima de canopeo (temperatura y humedad relativa).

Los primeros síntomas de una enfermedad son observados luego de la ocurrencia de un período de incubación desde la infección primaria del hospedante, y si continúa el proceso infeccioso, la expresión de los síntomas conduce a curvas de progreso de severidad creciente. Un estudio detallado del desarrollo de una enfermedad debería contemplar un enfoque epidemiológico que permita cuantificar el inóculo inicial (Y_0 o infección primaria), los ciclos de producción y dinámica de inóculos (tasa de progreso o r) y el largo del periodo de la epidemia, entre otras variables. Las técnicas cuantitativas desarrolladas para describir las curvas de progreso de la

enfermedad (Campbell y Madden, 1990) podrían ser aplicables para estimar estos parámetros sobre el desarrollo de epifitias de la MNT bajo situaciones meteorológicamente contrastantes de cultivo.

La obtención de un modelo empírico predictivo para MNT podría basarse en la relación de variables meteorológicas, ocurridas antes o durante el período de mayor susceptibilidad del cultivo, con estos parámetros epidemiológicos. Entre las variables meteorológicas se destaca la importancia de las precipitaciones, ya que actúan directamente sobre el proceso físico de dispersión de inóculo e indirectamente en la constitución de las condiciones de humedad del canopy adecuadas para la liberación de ascosporas y picnidiosporas, su germinación, viabilidad y penetración en los tejidos del hospedante. Para una utilización masiva y práctica de este tipo de modelos sería deseable que utilicen como insumos datos meteorológicos básicos que puedan obtenerse fácilmente en estaciones meteorológicas convencionales cercanas al lote de producción. Las principales utilidades de este tipo de modelos son identificar o clasificar zonas o manejos de cultivo según su riesgo sanitario, y adelantarse a la ocurrencia de una epifitia para decidir la implementación de medidas de manejo culturales o químicas.

Hipótesis

-La precipitación durante el periodo de llenado de achenios es la variable meteorológica de mayor valor predictivo del progreso de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* en girasol.

Objetivo

-Estudiar la relación entre las precipitaciones, la radiación, la temperatura, el mojado de hoja, la heliofania y la humedad relativa del aire, con el progreso de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* en el cultivar susceptible VDH 487 de girasol en Balcarce.

3.3. MATERIALES Y MÉTODOS

En el campo de la EEA Balcarce (Buenos Aires) durante las campañas 2007/08 y 2008/9 se sembró el híbrido de girasol de ciclo intermedio VDH 487 (ADVANTA, Junín, Argentina) y susceptible a la MNT. Se realizaron seis fechas de siembra (FS) por campaña desde principios de octubre hasta fines de diciembre (campaña 2007/08: FS1-18/10, FS2-30/10, FS3-12/11, FS4-24/11, FS5-6/12 y FS6-18/12; campaña 2008/09: FS1-15/10, FS2-30/10, FS3-14/11, FS4-29/11, FS5-14/12 y FS6-29/12). Las fechas de floración (R 5.1) de estos tratamientos fueron: campaña 2007/08: FS1-5/1, FS2-15/1, FS3-25/1, FS4-4/2, FS5-15/2 y F6-21/2; campaña 2008/09: FS1-5/1, FS2-10/1, FS3-18/1, FS4-6/2, FS5-18/2 y FS6-2/3. En cada experimento se utilizó un diseño de tres bloques completos aleatorizados. Cada parcela tuvo seis surcos de 10 m de largo distanciados a 70 cm y una densidad de 55.000 plantas ha⁻¹. Los cuatro surcos centrales de cada parcela constituyeron la unidad experimental.

La siembra se realizó con labranza convencional sobre un suelo franco arcilloso clasificado como Argiudol típico (USDA Taxonomy). En ambos experimentos el cultivo fue fertilizado antes de la siembra con 75 kg ha⁻¹ de fosfato diamónico (46% of P₂O₅ and 18% N amoniacal) y en V7 (Schneiter y Miller, 1981) con 60 kg ha⁻¹ de urea (46% N). Malezas e insectos fueron controlados adecuadamente a través de técnicas culturales y químicas recomendadas. Durante la campaña 2008/09 se realizaron riegos complementarios durante la implantación y maduración de los aquenios, según se detalla a continuación: 28/11/08 15 mm, 03/12/08 15 mm, 17/12/08 10 mm, 18/12/08 15 mm, 29/12/08 20, 08/01/09 20 mm, 21/01/09 35 mm, 27/01/09 35 mm, 03/02/09 25 mm, 18/02/09 30, 23/02/09 30 mm.

Los experimentos se realizaron en lotes con antecesor girasol y antecedentes de la MNT. Los estadios fenológicos de cultivo fueron registrados desde emergencia (VC) hasta madurez fisiológica (R9) según la escala desarrollada por Schneiter y Miller (1981). La incidencia de la MNT fue evaluada tal como se consignó en el capítulo 1 sobre seis plantas por parcela desde el estadio de V12, cada 5 a 15 días, mientras fue posible diferenciar las manchas por *P. macdonaldii* de otros tejidos senescentes del tallo (coloración verde o amarilla - estadios R8-R9). Se calculó la incidencia de MNT como el número de nudos de hojas con síntomas dividido el número de nudos totales de la planta y se expresó como porcentaje.

Se registraron variables meteorológicas diarias desde la estación meteorológica de la EEA Balcarce (temperatura, humedad relativa, heliofanía y precipitación) y horarias con sensores colocados en el surco de siembra del campo experimental (temperatura y mojado de hoja) a una altura de 40 cm del suelo desde fines de diciembre hasta principios de marzo (Delta-T DL2e Logger, Delta-T Devices Ltd. Cambridge). A partir de los registros meteorológicos se calcularon variables compuestas para los periodos de 20 o 10 días previos a floración (R5.1), y entre este último y 20, 30 o 40 días posteriores. Las variables calculadas para cada fecha de siembra fueron: cantidad de días con humedad relativa (HR) mayor a 80 o 90%; cantidad de días con precipitaciones (DPP); precipitaciones acumuladas del periodo en mm (SUMPP); suma de radiación incidente (SUMRAD); cantidad de días con registro de mojado de hoja (MH) por más de 10 h consecutivas; tiempo térmico calculado en grados día (temperatura base=6 °C) a partir de la temperatura obtenida en casilla meteorológica (GD-CAS) y con termocupla instalada en el experimento (GD-EXP); y suma de horas con heliofanía efectiva (HFN).

Para describir las curvas de progreso de MNT a través del tiempo se ajustaron regresiones lineales y no lineales (Infogen/P 2010, Córdoba, Argentina) según las siguientes ecuaciones:

Ecuación lineal:

$$IMNT = Y_0 + rMNT DDF \quad (\text{Ec. 2})$$

Ecuaciones no lineales

$$IMNT = \partial / (1 + (\ln(Y_0 / (1 - Y_0)) \exp(-rMNT DDF)) - \text{Logística} \quad (\text{Ec. 3})$$

$$IMNT = \partial (-\ln(Y_0)) \exp(rMNT DDF) - \text{Gompertz} \quad (\text{Ec. 4})$$

$$IMNT = Y_0 \exp(rMNT DDF) - \text{Exponencial} \quad (\text{Ec. 5})$$

(Ec. 3.4.)

Donde: IMNT representa la incidencia de MNT; Y_0 corresponde al inóculo inicial de la enfermedad representado por la incidencia de la enfermedad en R5.1 (floración); $rMNT$ representa la tasa de progreso de la enfermedad; ∂ corresponde al plateau o valor máximo de enfermedad; DDF significa el tiempo ocurrido en días después de floración o R5.1 (tiempo 0 de la epifitía).

Para la selección de las funciones con mejor ajuste se utilizaron los valores promedio de las evaluaciones realizados durante 0 y 40 días después de floración

para cada fecha de siembra y experimento. Se procuró que el valor P de significancia de los parámetros $rMNT$ e Y_0 , el cuadrado medio del error, el número de parámetros del modelo y su error estándar fueran los menores, y que los coeficientes de los parámetros estimados no se encontraran altamente correlacionados. Los gráficos de dispersión de residuos versus los valores predichos aportaron a la selección de los modelos de progreso de MNT identificando casos o rangos de sobre o sub estimación del desarrollo de la enfermedad.

Una vez seleccionada la función se estimó la tasa de progreso de la enfermedad ($rMNT$) y la incidencia de MNT a tiempo cero de la epifitía (Y_0) ajustando la función para cada experimento, fecha de siembra y repetición. Para esto se consideraron sólo los ajustes con coeficientes de determinación mayores a 80% y con valores de probabilidad $P \leq 0,1$. Se realizaron ANOVAs de los valores $rMNT$ y Y_0 estimados y se compararon las medias (LSD-Fisher; $P \leq 0,05$).

Se realizaron análisis de regresión lineal uni y multi-variados entre las variables meteorológicas calculadas para los diferentes períodos y la $rMNT$. Se seleccionaron modelos de regresión lineal múltiple entre las variables meteorológicas y la tasa de progreso de la MNT. Para la selección del modelo de mayor ajuste se utilizó el método de Stepwise (Infogen/P 2010, Córdoba, Argentina). Se realizó la prueba t para comprobar la hipótesis de igualdad de medias de datos de a pares (observados y predichos), y prueba de normalidad (Shapiro-Wilks modificado) para analizar la diferencia entre los valores observados con predichos (Infogen/P 2010, Córdoba, Argentina).

3.4. RESULTADOS

Los primeros síntomas de la mancha negra del tallo (MNT) fueron observados alrededor de floración en ambos experimentos. La incidencia promedio para la última evaluación realizada fue de 70%, con un rango entre 53 y 91% (Figura 26), lo cual dependió de la fecha de siembra y experimento. El tiempo transcurrido hasta llegar a dicho valor, última evaluación donde fue posible discriminar la mancha por *P. macdonaldii* del resto de los tejidos necróticos del tallo, se acortó al atrasar la siembra (rango 35 - 78 d correspondientes a las FS1-Exp2 y FS6-Exp1, respectivamente). El tiempo transcurrido hasta madurez fisiológica también se acortó al atrasar la fecha de siembra donde las FS 1, 2 y 3 presentaron un promedio de 50 ± 2 d y las fechas de siembra 5, 6 y 7 presentaron un promedio de 41 ± 2 d y 38 ± 2 d para los Exp. 1 y 2, respectivamente (Figura 26).

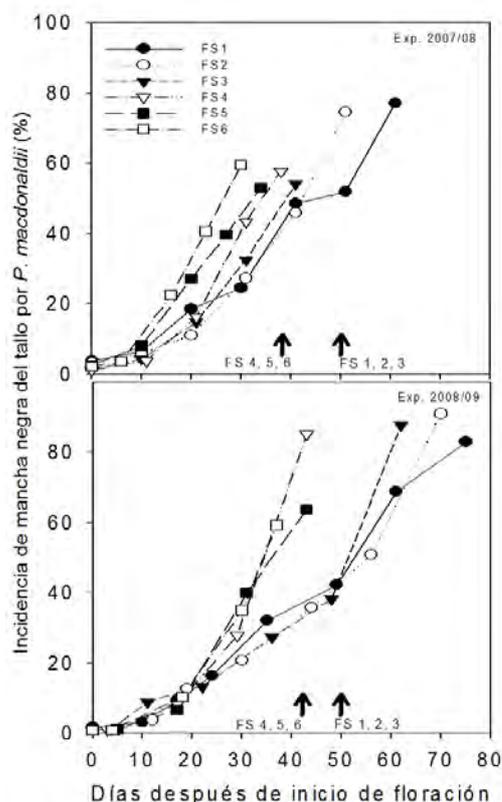


Figura 26: Progreso de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* en seis fechas de siembra del híbrido VDH 487 de girasol para las campañas 2007/08 (superior) y 2008/9 (inferior), en la EEA Balcarce. Fechas de siembra: FS1: 18/10/2007 y 15/10/2008; FS2: 30/10/2007 y 30/10/2008; FS3: 12/11/2007 y 14/11/2008; FS4: 24/11/2007 y 29/11/2008; FS5: 6/12/2007 y 14/12/2008; FS6: 18/12/2007 y 29/12/2008 para las campañas 2007/08 y 2008/09, respectivamente. Flechas indican el momento en el que alcanzó cada FS la madurez fisiológica según escala de Schneiter y Miller (1981). Cada símbolo corresponde al valor promedio de incidencia calculado a partir de tres repeticiones y cuatro plantas/repetición.

La función exponencial [MNT = $Y_0 \exp(rMNT \cdot DDF)$] - Exponencial (EC. 5) presentó coeficientes de determinación elevados ($\geq 0,90$) y significativos ($\leq 0,05$) para explicar el progreso de la MNT en todas las epifitias analizadas (ambos experimentos y fechas de siembra; Tabla 17). Esto permite realizar comparaciones de los parámetros Y_0 y $rMNT$ entre las epifitias en estudio. Los otros modelos analizados presentaron en general mayores valores de probabilidad del parámetro $rMNT$ en relación con el exponencial (Tabla 17), no observándose para ninguno de estos modelos (Lineal, Logístico y Gompertz) ajustes significativos en la totalidad de las epifitias ($P \leq 0,05$). El cuadrado medio de error para el ajuste exponencial fue 14,9 en promedio, y el error estándar del parámetro $rMNT$ $0,07\% \text{ d}^{-1}$ (rango $0,044 - 0,12\% \text{ d}^{-1}$). La distribución de los residuales no mostró falta de ajuste, sólo se observó una leve sobre-estimación del inóculo inicial, aunque los valores de $Y_{\text{observado}}$ (1,7%) y Y_{estimado}

(3,8%) fueron menores a dos desvíos estándar de la media (1,6%), resultando no significativa esta diferencia ($P < 0,05$).

Tabla 17: Indicadores de ajuste obtenidos por el método de estimación de mínimos cuadrados de los modelos lineal, logístico, Gompertz y exponencial al progreso de la incidencia de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* (*rMNT*) del cultivar susceptible VDH487 de girasol durante el llenado de aquenios (hasta 40 días después de R5) en seis fechas de siembra (FS) y dos experimentos (Exp.1: 2007/08 y Exp.2: 2008/09).

Exp.	FS	n	Lineal (Ec. 3.1.)			Logístico (Ec. 3.2.)			Gompertz (Ec. 3.3.)			Exponencial (Ec. 3.4.)		
			R^2	P	CME	R^2	P	CME	R^2	P	CME	R^2	P	CME
1	5	5	0,91	0,01	37,08	0,96	0,38	23,32	0,98	0,75	10,10	0,99	<0,01	6,90
	2	5	0,95	<0,01	13,89	0,99	0,19	7,75	0,99	0,23	1,90	0,99	<0,01	3,17
	3	5	0,92	<0,01	49,74	0,99	0,02	1,06	0,99	<0,01	0,14	0,99	<0,01	10,51
	4	4	0,85	0,08	83,81	0,99	0,21	1,42	0,99	0,23	0,44	0,99	<0,01	1,83
	5	4	0,95	0,03	21,95	0,99	0,26	6,06	0,99	0,25	3,50	0,96	0,03	13,30
	6	5	0,96	0,04	33,70	0,99	0,04	2,28	0,99	0,02	1,38	0,97	<0,01	27,30
2	6	6	0,96	<0,01	14,04	0,99	0,01	2,01	0,99	<0,01	1,54	0,91	<0,01	27,19
	2	6	0,97	<0,01	6,38	0,99	0,03	1,95	0,99	0,40	2,72	0,95	<0,01	13,42
	3	6	0,98	<0,01	4,10	0,99	0,07	3,20	0,99	0,06	3,83	0,95	<0,01	13,43
	4	5	0,84	0,03	264,00	0,99	0,04	2,07	0,99	0,30	0,27	0,99	<0,01	4,41
	5	5	0,92	<0,01	80,17	0,99	0,02	0,74	0,99	0,01	1,18	0,99	<0,01	5,09
	6	5	0,89	0,02	90,62	0,99	0,01	1,17	0,99	<0,01	0,08	0,95	0,02	52,70

n =número de evaluaciones; R^2 =coeficiente de determinación del ajuste; P = valor de probabilidad del parámetro *rMNT*; CME= cuadro medio del error de la función. Números sombreados indican coeficiente de determinación de las funciones $> 0,90$ y significativas ($P \leq 0,05$).

Los ajustes a la función exponencial para cada experimento–fecha de siembra–bloque se presentan en la Figura 27 y Figura 28. No se observaron diferencias significativas entre FS y experimentos para la incidencia de MNT en tiempo cero o R5.1. (parámetro Y_0 ; $P > 0,05$). Se observaron diferencias en las *rMNT* entre las epifitias evaluadas (fecha de siembra-experimento) ($R^2 = 0,92$; $P \leq 0,001$). Las siembras hasta mediados de noviembre (FS1, FS2 y FS3 - siembras tempranas) presentaron las tasas menores de progreso en comparación con las siembras posteriores (FS4, FS5 y FS6 – siembras tardías) para ambas campañas de experimentación (*rMNT* media de FS tempranas= $0,067 \pm 0,0056\% d^{-1}$ vs. *rMNT* media de FS tardías= $0,107 \pm 0,01\% d^{-1}$; Figura 29). Sólo la FS3 en la campaña 2007/08 presentó una mayor tasa de progreso con relación a lo observado en las siembras tempranas de la campaña 2008/09 y a la FS1-Exp1, y no se diferenció de las observadas para las FS5 y FS6 del Exp. 2 (LSD Fisher $P = 0,05$; Figura 29). A su vez, las tasas de progreso de las tardías de la campaña 2007/08 fueron mayores a las observadas en la campaña 2008/09 (*rMNT* media de FS tardía EXP. 1 = $0,123 \pm 0,009\% d^{-1}$ vs. *rMNT* media de FS tardías Exp. 2 = $0,092 \pm 0,005\% d^{-1}$; Figura 29).

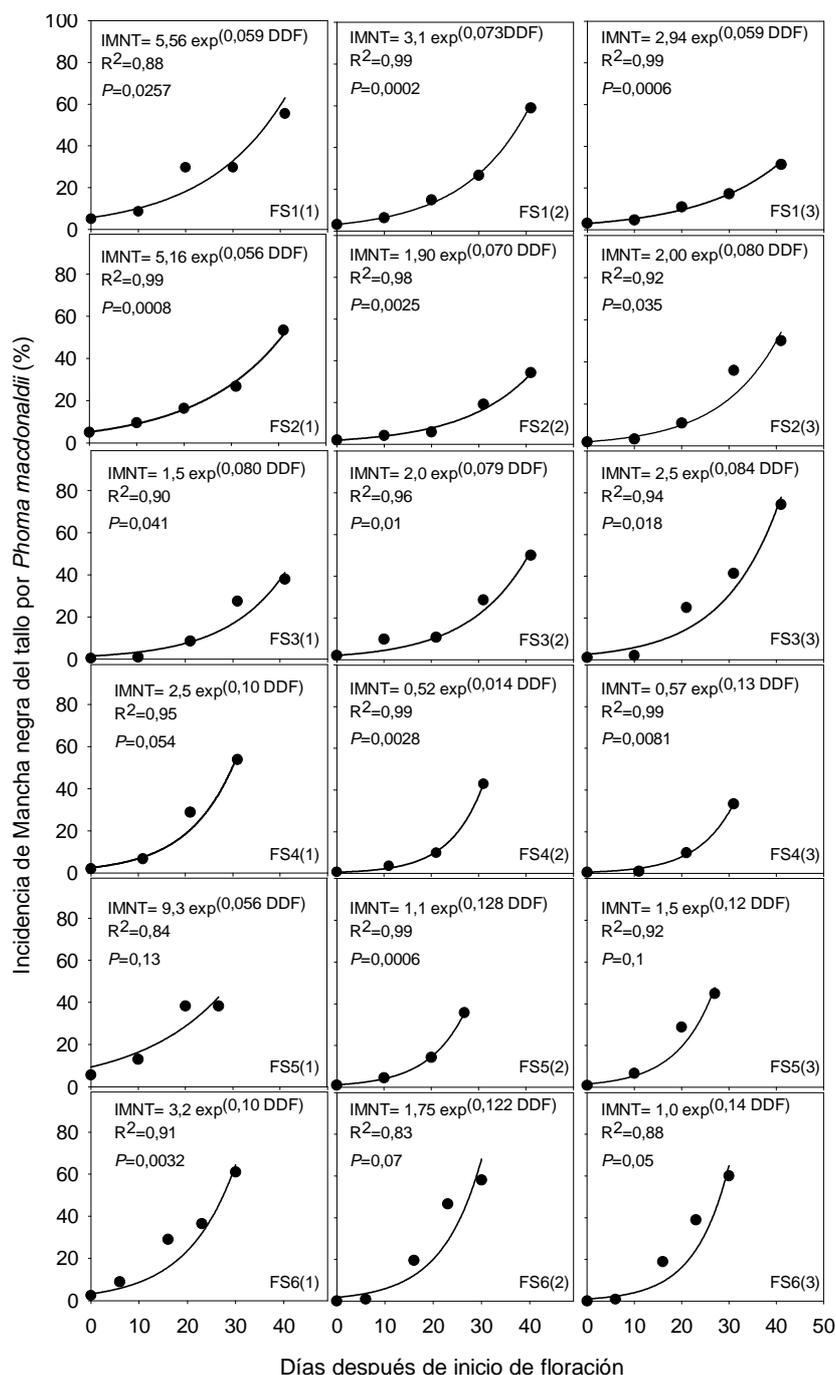


Figura 27: Relación y ajuste a la función exponencial entre la incidencia de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* (IMNT) del girasol y días después de inicio de floración (DDF) para la campaña 2007/08. Fechas de siembra: FS1: 18/10/2007; FS2:30/10/2007; FS3:12/11/2007; FS4:24/11/2007; FS5:6/12/2007; FS6:18/12/2007. Valores entre paréntesis indican número de bloque. En el extremo superior de cada gráfico se indica función, coeficiente de determinación (R^2) y valor P de ajuste. Cada símbolo corresponde al valor promedio de IMNT proveniente de cuatro plantas.

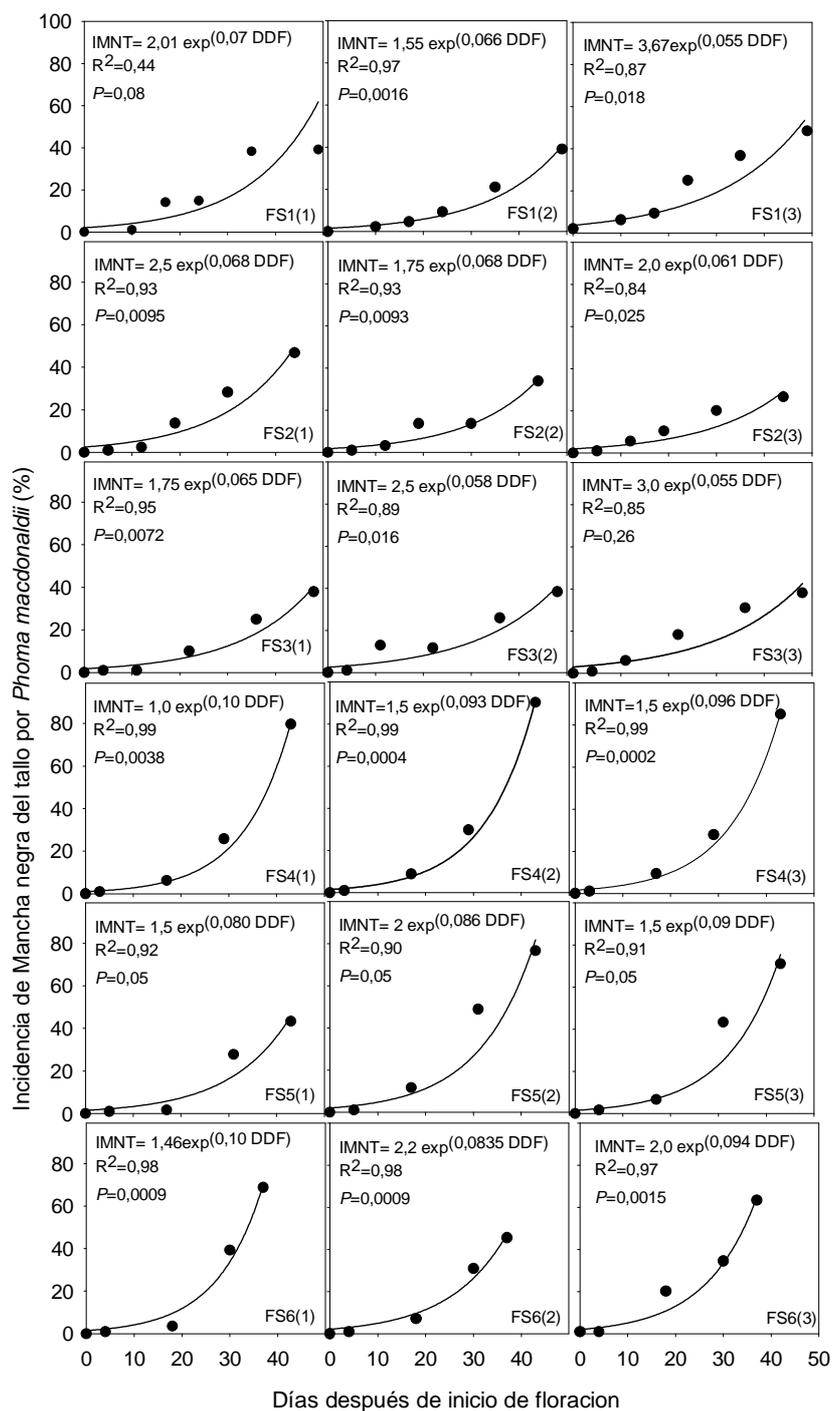


Figura 28: Relación y ajuste a la función exponencial entre la incidencia de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* (IMNT) en girasol y días después de inicio de floración (DDF) para la campaña 2008/09. Fechas de siembra: FS1: 15/10/2008; FS2: 30/10/2008; FS3: 14/11/2008; FS4: 29/11/2008; FS5: 14/12/2008; FS6: 29/12/2008. Valores entre paréntesis indican número de bloque. En el extremo superior de cada gráfico se indica función, coeficiente de determinación (R^2) y valor P de ajuste. Cada símbolo corresponde al valor promedio de IMNT proveniente de cuatro plantas.

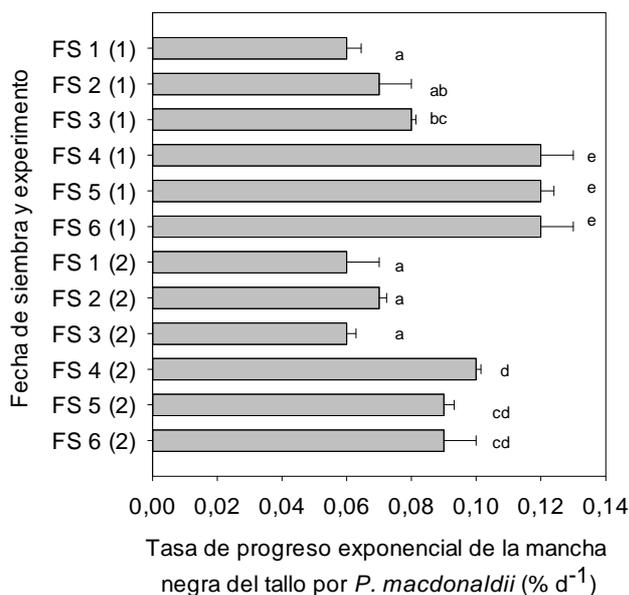


Figura 29: Efecto de la fecha de siembra (FS) y el experimento sobre la tasa de progreso de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* del híbrido VDH 487 de girasol en las campañas 2007/08 (1) y 2008/09 (2), en la EEA Balcarce. Las barras horizontales de error indican un error estándar ($n=3$) y letras iguales indican diferencias no significativas entre medias (LSD Fisher, $P \leq 0,05$). Fechas de siembra: FS1: 18/10/2007 y 15/10/2008; FS2:30/10/2007 y 30/10/2008; FS3:12/11/2007 y 14/11/2008; FS4:24/11/2007 y 29/11/2008; FS5:6/12/2007 y 14/12/2008; FS6:18/12/2007 y 29/12/2008 para las campañas 2007/08 y 2008/09, respectivamente.

Los mayores coeficientes de determinación de las regresiones univariadas entre las variables meteorológicas y la $rMNT$ fueron observados para el periodo comprendido entre 0 y 30 días después de floración (ddf - Tabla 18). Asimismo, el periodo entre -20 y 0 ddf fue el que presentó mayores valores cuando se analizó únicamente lo registrado previo a floración. Los valores observados para el periodo completo entre pre y post-floración (-20 a 30 ddf) no mejoraron a los obtenidos para el periodo 0 a 30 ddf.

Las variables meteorológicas de post-floración (0 a 30 ddf) presentaron una regresión lineal con la $rMNT$ de pendiente positiva en la $HR>80$, $HR>90$, DPP, DPP+R, SUMPP, SUMPP+R y $MH>10$ ($0,45 \leq R^2 \leq 0,96$) y negativa en SUMRAD, GD-CAS, GD-EXP y HFN ($0,28 \leq R^2 \leq 0,77$) (Tabla 18). Asimismo, las variables de pre-floración (-20 y 0 ddf) mostraron una regresión lineal positiva con la $rMNT$ en la $HR>80$, $HR>90$, SUMPP, SUMPP+R y $MH>10$ ($0,38 \leq R^2 \leq 0,69$) y negativa en SUMRAD ($R^2=0,74$) y HFN ($R^2=0,56$). Para el periodo completo comprendido entre -20 a 30 ddf las regresiones lineales presentaron pendientes positivas con las variables hídricas (0,67

$\leq R^2 \leq 0,86$), o negativas con las variables térmicas o de radiación ($0,45 \leq R^2 \leq -0,79$), resultando los DPP+R la única variable no significativa.

Tabla 18: Regresión entre las variables meteorológicas registradas durante prefloración (período de 20 y 10 días antes de floración) y llenado de achenios (hasta 20, 30 y 40 después de floración) con el progreso de la MNT ($rMNT$). Se presentan los coeficientes de determinación (R^2) del análisis univariado. Las estimaciones de la tasa de progreso provienen de 12 epifitias obtenidas por seis fechas de siembra del híbrido de girasol susceptible VDH 487 en dos campañas productivas (campaña 2007/08 y 2008/09) en la EEA INTA Balcarce.

V-met	Período expresado en días desde de inicio de floración					
	-20 a 0	-10 a 0	0 a 20	0 a 30	0 a 40	-20 a 30
HR>80	0,44	0,38	0,56	0,81	0,71	0,79
HR>90	0,69	0,46	0,45	0,72	0,59	0,77
DPP	0,22	0,15	0,61	0,96	0,71	0,86
DPP+R	0,02	0,04	0,30	0,45	0,24	0,16
SUMPP	0,53	0,40	0,49	0,66	0,42	0,69
SUMPP+R	0,38	0,32	0,34	0,52	0,24	0,67
MH>10	0,59	0,56	0,67	0,72	0,85	0,76
SUMRAD	0,74	0,66	0,71	0,76	0,66	0,79
GD-EXP	*	*	0,20	0,34	0,53	*
GD-CAS	0,13	0,14	0,12	0,28	0,52	0,45
HFN	0,56	0,76	0,67	0,77	0,62	0,72

Números sombreados con gris (pendiente positiva) y negro (pendiente negativa) indican regresiones lineales significativas ($P \leq 0,05$). HR>80 o >90: días con humedad relativa media mayor a 80 o 90%, respectivamente; DPP: días con registro de precipitación; DPP+R: días con registro de precipitación y riego; SUMPP: volumen de precipitaciones totales; SUMPP+R: volumen de precipitaciones y riego; HH>10: días con registro de humedad en hoja por más de 10 h consecutivas; SUMRAD: suma de radiación incidente; GD-EXP o GD-CAS: Suma de grados día (T° base 6°C) calculado a partir de los registros en el experimento o en casilla meteorológica, respectivamente; HFN: suma de horas con registros de heliofanía.*regresiones no estimadas por falta de registros meteorológicos.

La campaña 2007/08 presentó valores de DPP, HR>80, HR>90, MH y SUMPP mayores en relación con la campaña 2008/09 (Tabla 19 y Tabla 20), observándose esta diferencia durante el período de pre y post- floración. Asimismo, la campaña 2007/08 presentó menor heliofanía y radiación incidente, mientras que la suma térmica fue menor durante el período de post-floración.

Tabla 19: Condiciones meteorológicas calculadas durante pre-floración (-20 días hasta floración) desde registros en casilla meteorológica de la EEA Balcarce ⁽¹⁾ y en los experimentos ⁽²⁾ en relación a la tasa de progreso de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* del girasol (*rMNT*) en seis fechas de siembra (FS) durante las campañas 2007/08 (Exp. 1) y 2008/09 (Exp. 2).

Variabes hídricas

	FS	<i>rMNT</i> (%/d)	Humedad Relativa (d) ¹		Precipitaciones ¹		Mojado de hoja (d) ²
			HR>80	HR>90	DPP (d)	SUMPP (mm)	>10 h
Exp. 1	1	0,06	2	0	1	57	1
	2	0,07	2	0	3	65	1
	3	0,08	1	0	2	8	0
	4	0,12	4	1	2	92	1
	5	0,12	5	2	3	139	3
	6	0,12	3	1	4	83	3
Exp. 2	1	0,06	2	0	4	17	0
	2	0,07	1	0	4	21	0
	3	0,06	0	0	3	19	0
	4	0,10	1	1	5	54	1
	5	0,09	1	1	6	58	1
	6	0,09	0	0	3	15	1

Variabes térmicas y de radiación

	FS	<i>rMNT</i> (%/d)	Radiación Incidente ¹	Tiempo térmico ¹	Heliofania ¹
			(MJ)	(Cd)	(h)
Exp. 1	1	0,06	470	253	97
	2	0,07	452	288	102
	3	0,08	454	269	86
	4	0,12	411	253	78
	5	0,12	349	246	68
	6	0,12	362	250	79
Exp. 2	1	0,06	480	265	110
	2	0,07	518	266	112
	3	0,06	503	279	99
	4	0,10	474	278	96
	5	0,09	439	274	97
	6	0,09	402	306	81

Casillas sombreados con negro indica los registros mayores y con gris los menores para cada variable y experimento. HR>80 o >90: días con humedad relativa media mayor a 80 o 90% respectivamente; DPP: cantidad de días con registro de precipitación; SUMPP: volumen de precipitaciones totales; HH>10: días con registro de mojado en por más de 10 h consecutivas; Tiempo térmico: Suma de grados día (T° base 2°C).

Tabla 20: Condiciones meteorológicas calculadas durante principio de llenado de achenos (0 a 30 días posteriores a floración) desde registros en casilla meteorológica de la EEA Balcarce ⁽¹⁾ y en el experimento ⁽²⁾ en relación a la tasa de progreso de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* del girasol (*rMNT*) en seis fechas de siembra (FS) durante las campañas 2007/08 (Exp. 1) y 2008/09 (Exp. 2).

Variables hídricas.

	FS	<i>rMNT</i> (%/d)	Humedad Relativa (d) ¹		Precipitaciones ¹		Mojado de hoja (d) ²
			HR>80	HR>90	DPP (d)	SUMPP (mm)	>10 h
Exp. 1	1	0,06	4	1	5	99	1
	2	0,07	6	2	7	143	3
	3	0,08	8	2	8	174	5
	4	0,12	13	5	15	293	9
	5	0,12	16	7	15	309	11
	6	0,12	17	7	14	302	11
Exp. 2	1	0,06	0	0	5	37	0
	2	0,07	1	1	6	59	1
	3	0,06	1	1	7	72	1
	4	0,10	4	1	10	67	2
	5	0,09	6	1	10	68	8
	6	0,09	6	1	10	62	11

Variables térmicas y de radiación

	FS	<i>rMNT</i> (%/d)	Radiación Incidente ¹	Tiempo térmico ¹	Heliofanía ¹
			(MJ)	(Cd)	(h)
Exp. 1	1	0,06	470	253	97
	2	0,07	452	288	102
	3	0,08	454	269	86
	4	0,12	411	253	78
	5	0,12	349	246	68
	6	0,12	362	250	79
Exp. 2	1	0,06	480	265	110
	2	0,07	518	266	112
	3	0,06	503	279	99
	4	0,10	474	278	96
	5	0,09	439	274	97
	6	0,09	402	306	81

Casillas sombreados con negro indica los valores mayores y con gris los menores para cada variable y experimento. HR>80 o >90: días con humedad relativa media mayor a 80 o 90% respectivamente; DPP: cantidad de días con registro de precipitación; SUMPP: volumen de precipitaciones totales; HH>10: días con registro de mojado en por más de 10 h consecutivas; Tiempo térmico: Suma de grados día (T° base 6°C).

Las siembras de octubre y principios de noviembre (FS1 - FS3) estuvieron expuestas a menores regímenes hídricos alrededor de floración, lo que se evidenció en menores DPP, HR>80, HR>90 y MH (Tabla 19 y Tabla 20). Esta diferencia entre fechas de siembra tempranas (FS1, FS2 y FS3) y tardías (FS4, FS5 y FS6) fue mayor durante el llenado de achenos (Tabla 20) que durante pre-floración (Tabla 19). Las

fechas de siembra tempranas florecieron en el mes de enero y principios de febrero atravesando gran parte del llenado de achenios con escasa ocurrencia de precipitaciones y elevadas temperatura, heliofanía y radiación incidente. La situación hídrica durante el llenado de los frutos para las siembras de mediados de noviembre hasta diciembre fue similar en cuanto a sus registros hídricos.

Las variables meteorológicas que mejor explicaron la variación de la $rMNT$ cuando integraron modelos de regresión múltiple (stepwise $P_{entrada/salida} = 0,015$) fueron la SUMRAD + HR>90 para pre-floración (Ec. 6, Tabla 21), los DPP para post-floración (Ec. 7; Figura 30.) y los DPP + SUMPP para el período comprendido entre -20 y 30 ddf (Ec. 8; Figura 30). Las variables hídricas indicadas anteriormente junto con la radiación incidente explicaron al menos 84% la variación en la $rMNT$.

Los valores de $rMNT$ calculados con los modelos seleccionados se ajustaron con los observados en los experimentos (Figura 30). Un valor de “ t ” calculado de 0,96 entró en la zona de los valores predichos indicando la no existencia de diferencias entre dichos valores con los observados ($P_T = 0,97$). Por otro lado, se satisfizo el supuesto de normalidad de la población de las diferencias entre observados y predichos [estadístico W (Shapiro-Wilk): $0,90 \leq W \leq 0,96$, $P_W \leq 0,28$].

Tabla 21: Predicción de la tasa de progreso de la mancha negra del tallo por Phoma ($rMNT$) a partir de variables meteorológicas estimadas durante prefloración (- 20 a 0 días después de floración - ddf) y/o llenado de achenios (0 a -30 ddf; -20 a 30 ddf). Se consigna modelo lineal múltiple seleccionado (stepwise $P_{entrada/salida} = 0,015$), coeficiente de determinación y valor P de cada variable incluida en el modelo.

Periodo de registro (ddf)	Modelo seleccionado	Coficiente de determinación (R^2)	P - Valor	Id.
-20 a 0	$rMNT = 0,19 - 0,0026 \text{ SUMRAD} + 0,02 \text{ HR}>90$	0,84	SUMRAD = 0,016 HR>90 = 0,042	Ec. 6
0 a 30	$rMNT = 0,025 + 0,007 \text{ DPP}$	0,96	PDPP < 0,0001	Ec. 7
-20 a 30	$rMNT = 0,025 + 0,0055 \text{ DPP} + 6,8 \cdot 10^{-5} \text{ SUMPP}$	0,94	PDPP < 0,0001 PSUMPP = 0,006	Ec. 8

HR >90: días con humedad relativa media mayor a 90%; DPP: cantidad de días con registro de precipitación; SUMPP: volumen de precipitaciones totales; SUMRAD: suma de radiación incidente.

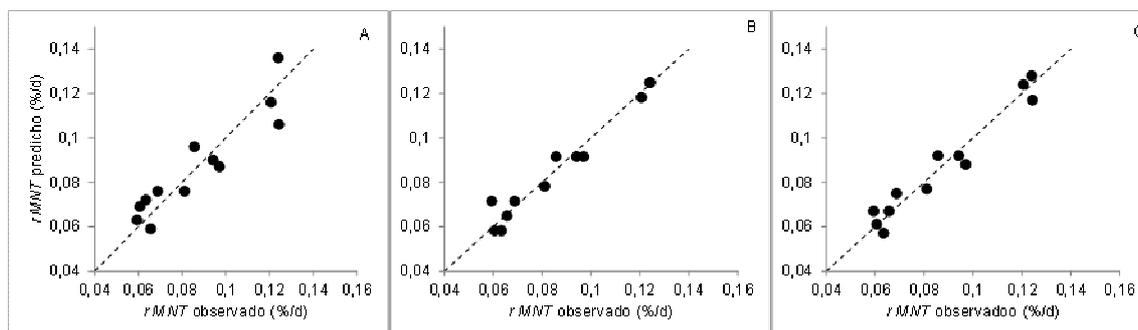


Figura 30: Tasa de progreso de la mancha negra del tallo por *P. macdonalddi* (*rMNT*) predicha por los modelos seleccionados (Tabla 21) vs *rMNT* observada para seis fechas de siembra (FS) entre octubre y diciembre durante las campañas 2007/08 y 2008/09. A- variables meteorológicas (*Vmet*) calculadas entre -20 a 0 días después de la floración (ddf); B- *Vmet* calculadas entre 0 a 30; C- *Vmet* calculadas entre -20 a 30 ddf. Cada símbolo corresponde al promedio de *rMNT* ($n:3$) obtenido de cada combinación de fecha de siembra (FS) y experimento (Exp.). La línea punteada representa la recta 1:1.

3.5. DISCUSIÓN

Se observó una amplia variabilidad en las condiciones meteorológicas registradas durante el desarrollo de las dos campañas y las fechas de siembra (Tabla 19 y Tabla 20), la cual que fue acompañada por diferentes niveles de progreso de MNT. La enfermedad estuvo presente en todos los ambientes de evaluación y su aparición coincidió con la floración o los primeros estadios del llenado de aquenios, tal como también fue observado en ambientes del sudeste bonaerense por Edwards Molina (2007) y Nuñez Bordoy (2014). Escasa variabilidad en la incidencia de MNT durante principios de floración indicaría niveles similares de inóculo primario (Y_0) para las epifitias evaluadas. Esta pobre variabilidad puede estar relacionada con un manejo similar de los experimentos en cuanto a la secuencia de cultivos antecesores, niveles de fertilización y principalmente al tipo de labranza. La labranza convencional genera la degradación de una parte importante de los rastrojos de cultivos anteriores de girasol, siendo estos la principal fuente de inóculo primaria (Descors *et al.*, 2012). Las diferencias de desarrollo de MNT observadas en el presente trabajo fueron atribuidas a la tasa de progreso de la enfermedad ($rMNT$).

La función exponencial fue la que mejor describió el desarrollo de la enfermedad, tal como también fue observado por Nuñez Bordoy (2014) sobre dos cultivares de girasol bajo variadas condiciones fisiológicas del cultivo originadas según su diferente relación fuente/destino. Este tipo de modelo se asocia generalmente a enfermedades policíclicas, resaltando en tal caso el aporte epidemológico de los picnidios y las picnidiosporas (inóculo secundario) sobre el desarrollo de MNT. Sin embargo, Desanlis (2013) ha indicado la ausencia de picnidios bajo las condiciones de cultivo de girasol en Francia descartando al componente policíclico como determinante del progreso de la enfermedad. Inclusive, Descors *et al.* (2012) y Desanlis (2013) demostraron que la liberación de ascosporas de *L. lindquistii* (principal inóculo primario) puede ocurrir durante prácticamente todo el ciclo del cultivo de girasol en dichos ambientes. Por esta razón, es probable que bajo condiciones de campo en el sudeste bonaerense ocurran infecciones primarias y secundarias al mismo tiempo. La importancia relativa de estos inóculos dependería del estadio del cultivo, el grado de desarrollo de la epidemia, y de la presión de inóculo primario contenido en los rastrojos. Sistemas de siembra directa y rotaciones cortas (ej. trigo – girasol) generan ambientes con una alta carga de ascosporas pudiendo aumentar su aporte relativo al desarrollo final de la epifitia de la MNT (Descors *et al.*, 2014).

Las mayores tasas de desarrollo de la enfermedad fueron observadas en las fechas de siembra tardías, posteriores a mediados de noviembre (FS4, FS5 y FS6), las cuales estuvieron expuestas a regímenes hídricos elevados alrededor de floración (Tabla 19 y Tabla 20). Las diferencias entre fechas de siembra tempranas (FS1, FS2 y FS3) y tardías se acrecentaron durante el período de llenado de aquenios (Tabla 20) en relación al periodo de pre-floración analizado (-20 a 0 ddf; Tabla 19). Coincidentemente, en el capítulo 1 se presentó un mayor nivel de MNT para las siembras tardías en relación a las tempranas, lo cual fue observado en experimentos independientes y en las mismas campañas de experimentación. Por otro lado, Debaeke y Pérès (2003) observaron el mismo efecto al atrasar la siembra para las condiciones de producción de girasol en Francia, mientras Novak (2013) observó una caída en MNT al atrasar la fecha de siembra en ambientes de producción de Hungría. En el presente trabajo, las fechas de siembras tardías del ciclo 2007/08 mostraron mayores $rMNT$ en relación a los del 2008/09, lo cual se asoció con una mayor disponibilidad hídrica para los períodos analizados (Tabla 19 y Tabla 20). A su vez, las fechas tempranas de siembra presentaron bajos valores de $rMNT$ y escasas o nulas diferencias entre los mismos. La floración y el principios de llenado de estas FS ocurren durante enero y principios de febrero bajo condiciones de menor oferta hídrica. Asimismo, durante este período se observó una elevada demanda atmosférica ocasionada por días largos (alta heliofania), baja humedad relativa, alta temperatura y lluvias menos frecuentes con relación a períodos posteriores de floración y llenado de aquenios (Tabla 19 y Tabla 20).

La penetración de *P. macdonaldii* ocurre en forma directa o por estomas (Roustae et al., 2000 b), y puede ingresar por el limbo, nervadura, pecíolo de la hoja o cotiledón del girasol. La invasión de hongo ocurre rápidamente, colonizando la lámina del tejido parietal de las hojas del hospedante. Inmediatamente después que el hongo pasa a través de las paredes celulares de la epidermis toma contacto con el citoplasma celular y ocurre la pérdida de integridad celular, ocasionando necrosis y favoreciendo la colonización de los tejidos (Roustae et al., 2000 b). El patógeno llega al tallo a través del pecíolo produciendo el típico síntoma de escudo negro o mancha negra en la inserción de la hoja con el tallo (Gulya et al., 1997). El tiempo que ocurre entre la inoculación del hongo en el pecíolo y la aparición de síntomas en el tallo es de entre 7 a 28 días, dependiendo del estadio fenológico de la planta y del cultivar (Larfeil et al., 2010), siendo los estadios más avanzados los que presentan un período más

corto. Es durante este proceso que la velocidad de invasión podría ser afectada por la temperatura, debido a que esta afecta el crecimiento micelial en condiciones *in vitro*, resultando la temperatura óptima de crecimiento entre 20 y 30°C en relación a diferentes aislamientos del hongo (Roustae *et al.*, 2000 a). Sin embargo, en el presente trabajo la relación entre la suma térmica (casilla y en campo) y la *rMNT* fue nula o muy baja dependiendo del período de registro de dichas variables (Tabla 18). El retraso entre la inoculación y la aparición de síntomas anteriormente mencionado podría explicar las regresiones observadas entre algunas variables meteorológicas registradas antes de la aparición de los síntomas en el tallo (-20 a 0 ddf) y la *rMNT* calculada posteriormente (0 a 40 ddf). En el capítulo 2 del presente trabajo se determinó que la protección con fungicida en botón floral R2 (más de 30 días antes de floración) ejerce control sobre la MNT observada luego de floración, lo cual refuerza el concepto de considerar esta enfermedad mucho antes de que aparezcan los síntomas en el tallo.

Si bien se observó relación entre la radiación incidente acumulada y la tasa de progreso de la MNT, aquella no sería la variable que mejor explica el desarrollo de la enfermedad, ya que fueron los registros hídricos los mejores predictores de este parámetro. La mayor relación de las variables meteorológicas con la tasa de progreso de la enfermedad fueron establecidas para los registros entre 0 y 30 ddf, lo cual enfatiza la importancia del ambiente meteorológico durante el periodo de mayor susceptibilidad del cultivo (floración a mediados de llenado de achenios). De las variables hídricas, la cantidad de días con precipitación fue la que presentó mejor ajuste. Délos *et al.* (1997) encontraron que las precipitaciones fueron correlacionadas con la liberación de ascosporas desde la fuente de inóculo primaria (rastrosos, semillas, etc.), y no con la cantidad de este inóculo (Descops *et al.*, 2012). La liberación de las ascosporas se puede producir si la precipitación diaria es superior a 0,5 mm (Délos *et al.*, 1998), sin embargo también puede ocurrir en ausencia de precipitaciones bajo condiciones de humedad relativa alta (Descorps *et al.*, 2012). Asimismo, las precipitaciones aseguran las condiciones necesarias para la imbibición de los picnidios y la liberación y dispersión de las picnidiosporas (Gulya *et al.*, 1997). Asimismo, impacta indirectamente en la germinación de esporas (ascosporas y picnidiosporas) al elevar la humedad relativa del canopeo. Roustae *et al.* (2000 a) determinaron un rango de HR para la germinación de picnidiosporas, con un óptimo y un mínimo de 100% y 95%, respectivamente. Dichos autores discuten sobre que el

valor de HR mínimo de 95%, se constituiría en el parámetro climático de mayor impacto para entender la epidemiología de la MNT. En el presente trabajo se analizaron diferentes valores de HR diarios, resultando las HR superiores a 80% y a 90% las que mejor ajustaron con la *rMNT* (Tabla 18). Sin embargo, las variables hídricas que presentaron mayor valor predictivo fueron los DPP ($R^2=0,96$; 0-30 ddf) y $MH>10$ ($R^2=0,85$; 0-40 ddf) y, en menor medida la $HR>90$ ($R^2= 0,69$; -20-0 ddf). Por otro lado, Roustae et al. (2000 a) determinaron que la germinación de picnidiosporas ocurre en un amplio rango de temperaturas entre 15 y 30°C, lo que podría explicar que esta variable no haya presentado altos valores de predicción de la *rMNT*.

Contrariamente a los resultados discutidos anteriormente, Seassau et al. (2010) determinaron que la incidencia y la severidad de infecciones de *P. macdonaldii* en la base del tallo se ven incrementadas bajo condiciones de déficit de agua (secano) y alto contenido de nitrógeno. A diferencia de lo que ocurre con la MNT ante infecciones de la parte aérea de la planta (ingreso del patógeno por hoja), cuando *P. macdonaldii* infecta la base del tallo tiene la capacidad de profundizar en el tallo e interferir con la conducción de agua provocando senescencia y maduración anticipada de la planta (Bordat et al., 2011). Todos estos procesos se intensificarían bajo condiciones de estrés hídrico debido la deficiente conducción de agua dentro de la planta, produciendo mayor severidad de síntomas.

La predicción de la MNT fue pobre y menor cuando se consideró la cantidad y volumen de riego junto con las precipitaciones, si lo comparamos con lo predicho cuando se consideraron solo estas últimas (Tabla 18: Regresión entre las variables meteorológicas registradas durante prefloración (período de 20 y 10 días antes de floración) y llenado de aquenios (hasta 20, 30 y 40 después de floración) con el progreso de la MNT (*rMNT*)). Se presentan los coeficientes de determinación (R^2) del análisis univariado. Las estimaciones de las tasa de progreso provienen de 12 epifitias obtenidas por seis fechas de siembra del híbrido de girasol susceptible VDH 487 en dos campañas productivas (campaña 2007/08 y 2008/09) en la EEA INTA Balcarce.. El mayor valor predictivo de las precipitaciones con relación al riego podría estar asociado con su correlación con otras variables meteorológicas que exceden la condición del microambiente del cultivo (radiación incidente, heliofanía, HR ambiente, etc.) y/o con su efecto sobre fuentes de inóculo primario (principalmente liberación de ascosporas) fuera del área experimental. En general el riego ha sido asociado con aumentos en la severidad de la MNT (Debaeke y Pérès, 2003); sin embargo Desanlis

(2013), observó (en uno de los dos experimentos) una mayor severidad de esta enfermedad bajo condiciones de secano, lo cual se asoció con el adelantamiento de la fenología del cultivo.

En la ecuación 6 (Tabla 21) se establece una relación que incluye a la radiación incidente acumulada y a la HR>90 durante prefloración (-20 a 0 ddf) como predictivas de la *rMNT* calculada posteriormente. Si bien esta regresión no fue la que mayor ajuste evidenció, cobra trascendencia debido a su poder de predicción anticipado con relación al periodo de mayor desarrollo de la enfermedad, lo cual resultaría de utilidad en la toma de decisión para el uso de fungicidas foliares. En relación con la radiación lumínica, Roustaei *et al.* (2000 a) determinaron que la germinación de picnidiosporas de *P. macdonaldii* es foto-independiente. Sin embargo, en el presente trabajo se establece una regresión negativa lo cual indicaría un efecto nocivo de la radiación solar sobre la *rMNT*. Young *et al.* (2012) determinaron que la radiación solar afecta directamente a la viabilidad de uredosporas de *Phakopsora pachyrhizi*, e indirectamente influye en el desarrollo de la roya de la soja a través de su efecto diferencial sobre los estratos de hojas, índice de área foliar y grosor de la cera epicuticular de las mismas. Sin embargo, Debaeke y Pérès (2003) determinaron que la fracción de radiación interceptada por el cultivo y el IAF durante floración se relacionaban con una mayor presencia de MNT. Este aumento posteriormente fue atribuido a que los canopeo densos generan condiciones micro-meteorológicas (HR y temperatura) de cultivo favorables a la infección y desarrollo del hongo (Desanlis, 2013), descartando un efecto directo de la radiación.

Los modelos que presentaron mayor valor predictivo incluyeron a los DPP ($R^2=0,96$) o DPP + SUMPP ($R^2=0,94$), para los periodos de registro de 0-30 o 0-40 ddf, respectivamente. A pesar del elevado valor predictivo de los mismos, no pueden ser implementados para decidir la protección con fitoterápicos debido a que el periodo de registro de las variables mencionadas coincide con la fase exponencial de desarrollo de la enfermedad. La aplicación de fungicidas luego de 30 o 40 ddf resultaría tarde para frenar o proteger el desarrollo de la MNT, ya que dicha aplicación debería realizarse durante fines del llenado de grano (R8). En el capítulo 2, se presentó que la aplicación durante R6 controla la MNT en los estratos medios y superiores (20-28), sin embargo no existen antecedentes en relación con aplicaciones posteriores a dicho estadio. Los modelos propuestos deberían ser validados con datos independientes aumentando inclusive el rango ambiental explorado en el presente

estudio. La utilización de estos modelos para delimitar ambiente en relación al efecto de localidades, años (NIÑO y NIÑA) y fecha de siembra sería de gran utilidad para inferir el nivel de riego a la exposición de cultivo de girasol ante la MNT. Ambientes con siete precipitaciones o menos y una acumulación menor a 145 mm presentaron las menores tasas de desarrollo de la MNT.

3.6. CONCLUSIONES

- El modelo exponencial describió correctamente el desarrollo de epifitias de MNT.
- El nivel de inóculo inicial (Y_0) de MNT no varió entre las fechas de siembra y las campañas productivas.
- El desarrollo de epifitias de MNT fue atribuido a variaciones en la tasa de progreso de la enfermedad ($rMNT$).
- Las fechas de siembra posteriores al 15 de noviembre presentaron las mayores $rMNT$.
- Las variables hídricas (DPP, SUMPP, HR y MHH) se relacionaron positivamente con $rMNT$, mientras que la radiación y temperatura (SUMRAD, HLF y GD) se relacionaron con menor ajuste y negativamente.
- Las precipitaciones, DPP y SUMPP, fueron las variables que mejor se relacionaron con la $rMNT$.

CONCLUSIONES GENERALES

ANÁLISIS DE LAS HIPÓTESIS

Respondiendo el objetivo general de cuantificar la importancia de las enfermedades foliares producidas por *P. macdonaldii* y *A. helianthi* sobre el cultivo de girasol en el sudeste bonaerense, y generar conocimiento y herramientas para el manejo de las mismas, y de acuerdo a los resultados obtenidos en los diferentes capítulos (C) de esta tesis, se reunieron evidencias para analizar el rechazo o no de las hipótesis planteadas.

Se determinó bajo condiciones de infección natural de las enfermedades foliares en los diferentes experimentos, fechas de siembra y cultivares de girasol en Balcarce, que:

- ✓ La MNT fue la enfermedad de mayor prevalencia en frecuencia e intensidad. (C1 y C2)
- ✓ Se observó baja frecuencia de epifitias de mancha de la hoja por *A. helianthi* y roya negra por *P. helianthi*. (C1 y C2)
- ✓ La ocurrencia de una epifitia severa de ALT (exp. 2007/08, C2) deterioró tallos y hojas, y no permitió evaluar los síntomas de MNT.

Con esta información se postula que la Hipótesis 1:

<p>“La mancha negra del tallo por <i>P. macdonaldii</i> es la enfermedad foliar de mayor prevalencia en Balcarce (Buenos Aires)”</p>	<p>NO SE RECHAZA</p>
--	-----------------------------

Un alto predominio de MNT podría asociarse con la segunda hipótesis y objetivo de trabajo, el cual consiste en relacionar los síntomas de las enfermedades foliares con componentes ecofisiológicos y de rendimiento del girasol, donde:

- ✓ La MNT aceleró la senescencia de hojas y disminuyó la intercepción y eficiencia de uso de la radiación. (C1)
- ✓ El efecto de las enfermedades foliares sobre la intercepción de radiación generalmente se observó en estadios avanzados del período de llenado de achenios. (C1)
- ✓ La caída en la duración de área foliar verde fue importante en hojas de los estratos medios o superiores. (C1 y C2)

- ✓ La ocurrencia de epifitias severas de ALT aceleró la senescencia de hojas y se asoció con disminución de rendimiento. (C2)
- ✓ La mancha negra del tallo fue la enfermedad foliar que más se asoció a disminuciones en la DAF, el número y el peso de aquenios. (C1)
- ✓ En siembras tardías la MNT y ALT se asociaron con reducciones en el contenido de aceite. (C1)

Con esta información se postula que la Hipótesis 2:

“La mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* es la enfermedad foliar de mayor impacto sobre la senescencia foliar, la merma del peso de mil aquenios y el contenido de aceite de girasol en Balcarce (Buenos Aires)” NO SE RECHAZA

La variación en la frecuencia de aparición y severidad o incidencia de las enfermedades foliares observada ha sido afectada por la fecha de siembra, donde:

- ✓ Las siembras tardías (posteriores al 15 de noviembre) presentaron incidencias de MNT superiores a las tempranas, excepto para el experimento 2006/07 que no presentó diferencias. (5 experimentos totales entre C1 y C2)
- ✓ Las siembras tardías presentaron las mayores tasas de progreso de MNT. (C3)
- ✓ Sólo se observaron epifitias severas de ALT y roya negra en fechas de siembra tardías. (C1 y C2)

Con esta información se postula que la Hipótesis 3:

“Fechas de siembras tardías favorecen el desarrollo de MNT y ALT en Balcarce (Buenos Aires).” NO SE RECHAZA

La pulverización de las hojas con fungicidas en base a estrobilurina (pyraclostrobin) o mezcla con triazol (pyraclostrobin + metconazole) ejercieron protección sobre ALT y MNT. El nivel de protección varió con el activo, la dosis, el estadio del cultivo en que se realizó la pulverización y la hoja o estrato de la planta evaluado.

En aplicaciones de botón floral R2 se observó que:

- ✓ La aplicación de metconazole no ejerció control sobre ALT y MNT. (C2)
- ✓ La curva-respuesta exponencial negativa de dosis de pyraclostrobin presentó alto ajuste ante la severidad de ALT. (C2)

- ✓ El control de ALT con pyraclostrobin con dosis de recomendadas (75-100 g ha-1) fue máximo en el estrato inferior de la planta (hoja 12), e insuficiente en los estratos medio (hoja 20) y superior (hoja 28). (C2)
- ✓ El aumento de dosis de pyraclostrobin maximizó el control de ALT en el estrato medio. (C2)
- ✓ No fue posible ajustar curvas respuesta de dosis de pyraclostrobin ante la MNT. (C2)
- ✓ EL control de MNT fue observado en el estrato medio de hojas (nudos 13-24). (C2)

Con esta información se postula que la Hipótesis 4:

El control de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* y la mancha de la hoja *A. helianthi* en Balcarce con fungicida pulverizado en R2 aumenta con dosis superiores a las máximas recomendadas para:

a- pyraclostrobin	SE RECHAZA
b- metconazole	SE RECHAZA

- ✓ La mezcla de pyraclostrobin con metconazole no mejoró el control de la MNT y ALT en relación con la aplicación única de pyraclostrobin. (C2)

Con esta información se postula que la Hipótesis 5:

“La pulverización foliar de girasol con mezclas de metconazole y pyraclostrobin en R2 aumenta el control en comparación con la aplicación individual de cada activo en la misma dosis para:

a- la mancha negra del tallo por <i>P. macdonaldii</i> .”	SE RECHAZA
b- la mancha de la hoja por <i>A. helianthi</i> .”	SE RECHAZA

Con relación al efecto de la protección con fungicida en diferentes momentos de aplicación se observó:

- ✓ Mayor protección de ALT y MNT en los estratos medios y/o superiores al retrasar la aplicación hasta pre-floración (R4) o fin en floración (R6). (C2)
- ✓ Mayor eficiencia en el control de ALT en aplicaciones de R2 para la hoja 12, en R4 para la hoja 20 y en R6 para la hoja 28. (C2)
- ✓ A su vez, la aplicación en R6 presentó menor incidencia de MNT en el estrato medio de la planta, en relación con R2 y R4. (C2)

- ✓ La aplicación de fungicida en estadios vegetativos (V12-14) ejerció control ante ALT y MNT en los estratos inferiores de hojas y parcialmente en el estrato medio. (C2)

Con esta información se postula que la Hipótesis 6:

“La pulverización foliar en girasol con mezclas de metconazole y pyraclostrobin entre prefloración R4 y fin de floración R6 en Balcarce es más eficaz que la aplicada en botón floral R2 para el control de:

a- la mancha negra del tallo por <i>P. macdonaldii</i> ”	NO SE RECHAZA
b- la mancha de la hoja por <i>A. helianthi</i> ”	SE RECHAZA

Si tenemos en cuenta los resultados presentados en el primer capítulo con relación al mayor impacto de las enfermedades foliares sobre los estratos medios (13-24) y superiores (25-36), la hipótesis anterior no sería rechazada si la formulación de la misma se hubiese hecho considerando sólo dichos estratos.

El estudio del desarrollo de epifitias de la MNT y su relación con variables meteorológicas permitió establecer que:

- ✓ El modelo exponencial describió correctamente el desarrollo de epifitias de MNT.
- ✓ El nivel de inóculo inicial (Y_0) de MNT no varió entre las fechas de siembra y las campañas productivas.
- ✓ El desarrollo de epifitias de MNT fue atribuido a variaciones en la tasa de progreso de la enfermedad ($rMNT$).
- ✓ Las variables hídricas (DPP, SUMPP, HR y MHH) se relacionaron positivamente con $rMNT$, mientras que la radiación y temperatura (SUMRAD, HLF y GD) se relacionaron con menor ajuste y negativamente.
- ✓ Las precipitaciones, DPP y SUMPP, fueron las variables que mejor se relacionaron con la $rMNT$.

Con esta información se postula que la Hipótesis 7:

“La precipitación durante el periodo de llenado de achenios es la variable meteorológica de mayor valor predictivo del progreso de la mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* en girasol”

NO SE RECHAZA

NUEVOS CONOCIMIENTOS, INTERROGANTES Y ALCANCES DEL TRABAJO

La presente tesis aportó nuevos conocimientos con relación a la manifestación de las enfermedades foliares del girasol en ambientes de Balcarce, en cuanto a su prevalencia, incidencia y severidad y el efecto de las mismas sobre componentes ecofisiológicos del cultivo y del rendimiento. El impacto de estas enfermedades sobre el rendimiento ha sido de 14% en promedio (C1 y 2), observándose una mayor merma en las siembras tardías (17%) con relación a las tempranas (9%). En la mayoría de los casos evaluados la MNT fue la enfermedad que predominó; sin embargo, la ocurrencia de epifitias severas excepcionales de ALT (C2 2007/08) y roya negra (C1 2006/07), asociadas con siembras tardías, muestran la importancia de considerar estas enfermedades dentro del manejo sanitario del cultivo para ambientes del sudeste bonaerense.

Se determinó que la MNT reduce la duración del área foliar adelantando la senescencia de las hojas, disminuyendo la interceptación de la radiación y su eficiencia de uso. Dichos efectos se han relacionado con mermas en el peso y en menor medida con el número de aquenios. Disminuciones sobre el contenido de aceite han sido observadas sólo en algunas de las fechas de siembras tardías y asociadas a la presencia de ALT y MNT. Los estratos medio (hojas 13-24) y superior (hojas 25-36) fueron los más afectados por la presencia de estas enfermedades y consecuentemente la duración de hojas verdes por efecto de una senescencia anticipada fue menor.

Desde el punto de vista fisiológico resultaría interesante profundizar en el estudio de los mecanismos que determinaron una menor eficiencia de uso de la radiación y número de granos ante infecciones de MNT, lo cual estaría indicando efectos nocivos tempranos del patógeno, inclusive antes de la aparición del síntoma en tallo. Estudios del efecto de *P. macdonaldii* sobre la fotosíntesis y respiración a nivel de hoja de diferentes estratos y estadios fenológicos permitirán ampliar los conocimientos sobre los mecanismo de la interacción girasol – *P. macdonaldii*.

En el actual contexto productivo y en particular para el sudeste de la provincia de Buenos Aires existen varios factores (siembra directa, genotipos con baja resistencia a enfermedades foliares, intensificación de cultivo, retraso en la fechas de siembra, clima húmedo, etc.) que predisponen a la ocurrencia de epifitias de estas enfermedades en el cultivo de girasol. Bajo este contexto se plantea la necesidad de implementar un manejo integrado de las mismas, con énfasis en la rotación del girasol

con cultivos no hospedantes, evitar girasoles voluntarios en los barbechos, sembrar en fechas de siembra tempranas (antes del 15 de noviembre), realizar monitoreos de síntomas y eventualmente protección con fungicidas de nueva generación. En relación con las recomendaciones actuales de aplicación de fungicidas (CASAFE, 2009), los resultados han sido variables y en muchos casos con bajas o nulas respuestas. El presente trabajo aporta nuevas herramientas para optimizar esta tecnología ampliando la ventana de protección y definiendo el estadio adecuado de protección de los estratos más sensibles a estas enfermedades (medio y superior), los cuales a su vez son los que más aportan a la intercepción de la radiación (Sadras *et al.*, 2000 b) y consecuentemente al rendimiento. La aplicación tardía hasta fin de floración (R6) con relación al estadio recomendado (R2) optimizará el efecto residual de los fungicidas y permitirá ampliar el periodo de monitoreo de las enfermedades, lo cual será importante para la toma de decisiones ante epifitias severas de ALT y roya negra, en las cuales los síntomas se observan tempranamente. Sin embargo, la aparición de la MNT ocurre luego de floración o en momentos cercanos al fin de floración. Resultaría entonces promisorio desarrollar métodos o herramientas para el diagnóstico anticipado de esta enfermedad apuntando a la detección de *P. macdonaldii* en pecíolo u hoja antes de que se observe el síntoma en el tallo. Asimismo, para hacer posible aplicaciones posteriores a botón floral R2 resultaría promisorio estudiar y ajustar la técnica de aplicación aérea, debido a que la altura de las plantas limitaría el uso de aplicadores terrestres. Por último, al atrasar la aplicación de fungicida, resultaría necesario realizar estudios de residuos de estos químicos en aquenios y aceite.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo con relación a la protección del girasol con fungicidas dejaron otros interrogantes, los cuales podrían ser estudiados. Habría que determinar el efecto de los triazoles (particularmente metconazole) sobre la supervivencia de poblaciones de hongos del filoplano con eventual efecto de biocontrol. Por otro lado, se debería estudiar la fitotoxicidad del metconazole (y eventualmente otros triazoles) sobre las hojas, determinando dosis máximas y su relación con el estadio de desarrollo de las mismas. Asimismo, bajo condiciones de epifitias severas de ALT (exp. 2007/08 C2) habría que diagramar estrategias de protección que combinen más de una aplicación de fungicida, debido a que una única aplicación fue insuficiente. Por último, resultaría interesante ampliar el espectro de productos y activos protectores incorporando productos de menor impacto sobre el ambiente tales como agentes biocontroladores y/o químicos de nueva generación.

Los estudios epidemiológicos de la MNT y su relación con las variables meteorológicas antes y durante el período de mayor desarrollo de la enfermedad, aportaron un modelo de predicción de enfermedad cuya principal variable explicativa es la cantidad de precipitaciones ocurridas durante los primeros 30 días de llenado de achenios. Para su desarrollo final resta un proceso de validación con datos independientes. La curva de desarrollo que mejor describió el progreso de la enfermedad fue la exponencial. Dicho modelo en general se ajusta a epidemias de enfermedades de tipo policíclicas. Sin embargo, estudios desarrollados en Francia (Descorps *et al.*, 2012; Desanlis, 2013) otorgan un importante rol epidemiológico al inóculo primario (principalmente ascosporas) contenido en los rastrojos de campañas anteriores. Resulta entonces necesario estudiar el aporte relativo de los diferentes tipos de inóculo (ascospora y picnidiosporas) y fuentes de inóculo (rastrojo y hoja infectada durante el cultivo) para comprender cómo es que se desarrolla la epifitía de la MNT bajo las condiciones de producción del Sudeste Bonaerense en la Argentina.

BIBLIOGRAFÍA

- ABBAS, H.K.; EGLEY, G.H.; PAUL, R.N. 1995. Effect of conidia production temperature on germination and infectivity of *Alternaria helianthi*. *Phytopathology*. 85:677-682.
- ACIMOVIC, M. 1984. Sunflower diseases in Europe, The United State and Australia, 1981-1983. *Helia*. 7: 45-54.
- ACIMOVIC, M. 1988. Sunflower disease in Europe and some countries outside Europe in the period 1984–1986. *Helia* 14: 129–144.
- AGUIRREZABAL, L.; ORIOLI, G.; HERNÁNDEZ, L.; PEREYRA, V. Y MIRAVÉ, J.P. 1996. Girasol. Aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento. Unidad Integrada Balcarce, Argentina. 127 p.
- ALLEN, S.J.; BROWN, J.F.; KOCHMAN, J.K. 1983 a . Effects of leaf age, host growth stage, leaf injury, and pollen on the infection of sunflower by *Alternaria helianthi*. *Phytopathology*. 73 (6): 896-898.
- ALLEN, S.J.; BROWN, J.F.; KOCHMAN, J.K. 1983 b. Effects of temperature, dew period, and light on the growth and development of *Alternaria helianthi* . *Phytopathology*. 73 (6): 893-896.
- ALLEN, S.J.; KOCHMAN, J.K.; BROWN, J.F. 1981. Losses in sunflower yield caused by *Alternaria helianthi* in southern Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 21(108):98-100.
- ÁLVAREZ, D.; QUILLEHAUQUY, V.; FIRPO, R.; QUIROZ, F. 2005. Red Nacional de Evaluación de Cultivares Comerciales de Girasol. Ciclos 2003/04 y 2004/05. ASAGIR, Argentina. Boletín N° 9. 80 p.
- AMABILE, R.F.; MACHADO VASCONCELOS, C.; GOMES, A.C. 2002. Severidade da mancha-de-alternária em cultivares de girassol na região do Cerrado do Distrito Federal, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37 (3):251-257.
- ASAGIR, 2002. Estado Actual de la Investigación en Patología del Girasol. Principales enfermedades, razas, distribución geográfica y escalas de medición. Actas primer taller ASAGIR de fitopatología. Carlos Casares, Buenos Aires, Argentina. En CD.
- ASAGIR. 2013. Informe sobre la campaña 2012/13.- El girasol cierra su balance con altos rindes. [en línea] <
http://www.asagir.org.ar/asagir2008/news_detail.asp?id:298&tipoc:p >
 [consulta: 26 junio 2013]
- BALZARINI, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; CASANOVES, F.; DI RIENZO, J.A.; ROBLEDO C.W. 2008. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina. 336 p.
- BANCAL, M.O.; ROBERT, C.; NEY, B. 2007. Modelling wheat growth and yield losses from late epidemics of foliar diseases using loss of green leaf area per layer and pre-anthesis reserves. *Annals of Botany*. 100, 777–789.

- BARTLETT, D.W.; CLOUGH, J.M.; GODWIN, J.R.; HALL, A.A.; HAMER, M.; PARR-DOBZANSKI, B. 2002. The strobilurin fungicides. *Pest Management Science*. 58: 649–662.
- BASF, 2008. Two new fungicides from BASF registered for use on cereals. BASF the chemical company. [En línea] <http://agproducts.basf.us/news-room/press-releases/current-press-releases/two-new-fungicides-from-basf-registered-for-use-on-cereals.html>. [consulta: 12 de Agosto 2014].
- BASF, 2014. Fungicida CARAMBA ®. BASF the chemical company. [En línea] http://www.agro.basf.com.ar/images/cat_pdf/Caramba.pdf. [consulta: 16 de julio 2014].
- BECK, C.; OERKE, E.C.; DEHNE, H.W. 2002. Impact of strobilurins on physiology and yield formation of wheat. *Meded. Rijksuniv Gent Fak Landbouwkd Toegep Biol Wet* 67: 181–187.
- BHUTTA, A.R.; BHATTI, M.H.R.; AHMED, I. 1999. Relationship of seed-borne fungi to field diseases of sunflower. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*. 42 (2): 93-97.
- BICONET, 2014. The history of integrated pest management (ipm). [en línea] <http://www.biconet.com/reference/ipmhistory.html>. [consulta: 6 diciembre 2014].
- BLANDINO, M.; GALEAZZI, M.; SAVOIA, W.; REYNERI, A. 2012. Timing of azoxystrobin + propiconazole application on maize to control northern corn leaf blight and maximize grain yield. *Field Crops Res*. 139: 20–29.
- BONACIC KRESIC, M.; PÉREZ, B.; ANGELONI, M.A. 1982. *Alternaria helianthi* (Harnsford) Tubaki y Nishihara, patógeno potencial del girasol (*Helianthus annuus* L.) en la Subregión Girasolera III de la República Argentina. INTA, Estación Experimental, Sáenz Peña, Argentina. Boletín Técnico N° 85.
- BORDAT, A.; DEBAEKE, P.; DECHAMP-GUILAUME, G.; MESTRIES, E.; SEASSAU, C.; VINCOURT, P. 2011. Phoma & dessèchement précoce du tournesol. CETIOM, France. 86 p.
- BUCHENAUER H, 1987. Mechanism of action of triazolyl fungicides and related compounds. In: Lyr H, ed. *Modern Selective Fungicides*. New York, USA: John Wiley. pp. 205-231.
- CAMPBELL C.L.; MADDEN L.V. 1990. *Introduction to plant disease epidemiology*. New York, John Wiley & Sons. 532 p.
- CANTAGALLO, J.E.; MEDAN, D.; HALL, A.J. 2004. Grain number in sunflower as affected by shading during floret growth, anthesis and grain setting. *Field Crops Res*. 85:191–202.
- CARRETERO, R.; SERRAGO, R.A.; BANCAL, M.O.; PERELLO, A.O.; MIRALLES, D.J. 2010. Absorbed radiation and radiation use efficiency as affected by foliar diseases in relation to their vertical position into the canopy in wheat. *Field Crops Research* 116: 184–195.
- CARSON, M.L. 1985. Epidemiology and yield losses associated with *Alternaria* blight of sunflower. *Phytopathology*. 75 (10):1151-1156.
- CARSON, M.L. 1991. Relationship between Phoma black stem severity and yield losses in hybrid sunflower. *Plant Disease*. 75: 1150-1153.

- CASAFE, 2009. Guía de productos Fitosanitarios, para la República Argentina. CASAFE. TOMO III: 945-3080.
- CHAARANI, G. R.; ROUSTAEI, A.; GENTZBITTEL, L.; MOKRANI, L.; BARRAULT, G.; DECHAM-PGUILLAUME, G.; SARRAFI, A. 2002. A QTL analysis of sunflower partial resistance to downy mildew (*Plasmopara halstedii*) and black stem (*Phoma macdonaldii*) by the use of recombinant inbred lines (RILs). *Theoretical and Applied Genetics*. 104 (2-3): 490-496.
- CHATTOPADHYAY C. 1999. Yield loss attributable to *Alternaria* blight of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in India and some potentially effective control measures. *International Journal of Pest Management*. 45 (1): 15-21.
- CHONGO, G.; BUCHWALDT, L.; GOSSEN, B.D.; LAFOND, G.P.; MAY, W.E.; JOHNSON, E.N.; HOGG, T. 2003. Foliar fungicides to manage ascochyta blight [*Ascochyta rabiei*] of chickpea in Canada. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 25 (2): 135-142.
- CONNER, R.L.; MCANDREW, D.W.; KIEHN, F.A.; CHAPMAN, S.R.; FROESE, N.T., 2004. Effect of foliar fungicide application timing on the control of bean anthracnose in the navy bean 'Navigator'. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 26 (3): 299-303.
- CONRY, M.J.; DUNNE, B. 2001. Influence of number and timing of fungicide applications on the yield and quality of early and later-sown spring malting barley grown in the south-east of Ireland. *Journal of Agricultural Science*, 136 (2): 159-167.
- CREUS, C.; BAZZALO, M.E.; GRONDONA, M.; ANDRADE, F.; LEÓN, A.J. 2007. Disease expression and ecophysiological yield components in sunflower isohybrids with and without *Verticillium dahliae* resistance. *Crop Science* 47: 703-710.
- DANIELS, J.P.; LATIN, R. 2013. Residual efficacy of fungicides for controlling brown patch on creeping bentgrass fairways. *Plant Disease* 97 (12): 1620-1625.
- DARVISHZADEH, R., DECHAMP-GUILLAUME, G., HEWEZI, T., SARRAFI, A. 2007 a. Genotype-isolate interaction for resistance to black stem in sunflower (*Helianthus annuus*). *Plant Pathology*. 56: 654-660.
- DARVISHZADEH, R.; KIANI, S. P.; DECHAM-PGUILLAUME, G.; GENTZBITTEL, L.; SARRAFI, A. 2007 b. Quantitative trait loci associated with isolate specific and isolate nonspecific partial resistance to *Phoma macdonaldii* in sunflower. *Plant Pathology*. 56 (5): 855-861.
- DARVISHZADEH, R.; PIRZAD, A.; DANESH, Y. R.; SARRAFI, A. 2010. The resistance response of sunflower genotypes to black stem disease under controlled conditions. *Phytopathology Mediterranean*. 49 (2): 187-193.
- DE LA VEGA, A. J.; DELACY, I. H.; CHAPMAN SCOTT, C. 2007. Progress over 20 years of sunflower breeding in central Argentina. *Field Crops Research*. 100: 61-72.
- DEBAEKE, P.; PÉRÈS, A. 2003. Influence of sunflower (*Helianthus annuus* L.) crop management on *Phoma* black stem (*Phoma macdonaldii* Boerema). *Crop Protection* 22: 741-752.

- DEL PONTE, E. M.; GODOY, C. V.; LI X.; YANG, X. B. 2006. Predicting Severity of Asian Soybean Rust Epidemics with Empirical Rainfall Models. *Phytopathology* 96 (7): 798-803.
- DÉLOS, M., MOINARD, J., MUHLBERGER, E. 1998. Phoma of sunflower: perfecting a method for evaluating the risk of contamination by ascospores. *Phytoma* 504, 26-29.
- DÉLOS, M.; MOINARD, J. 1997. Asphodel: modèle de simulation des épidémies de Phomopsis du tournesol (*Diaporthe helianthi*). In: ANPP-Cinquième Conférence Internationale sur les Maladies des Plantes, Tours (France), 413–420.
- DESANLIS, M. 2013. Analyse et modélisation des effets de la conduite de culture sur deux maladies cryptogamiques majeures du tournesol: *Phoma macdonaldii* et *Phomopsis helianthi*. Thèse Doctorat de l'Université de Toulouse, France. 205 p.
- DESCORPS, C.; HERBRARD, C.; RAKOTONINDRAINA, T.; DECHAMP-GUILLAUME, G.; MESTRIES, E.; AUBERTOT, F., 2012. Advances in *Phoma macdonaldii* (*Leptosphaeria lindquistii*) epidemiology. Proceedings 18th Sunflower Conference, 26 February–1 March 2012, Mar del Plata-Balcarce, 01-VC-8, 199–204.
- DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C.W. 2010. InfoStat versión 2010. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 336 p.
- DONALD, P.A., VENETTE, J.R.; T.J. GULYA. 1987. Relationship between *Phoma macdonaldii* and Premature Death of Sunflower in North-Dakota. *Plant Disease*. 71: 466-468.
- DOSIO, G.; QUIROZ, F, 2010. Enfermedades foliares en girasol y su relación con la formación del rendimiento y el contenido de aceite. En: Miralles D. Avances en ecofisiología de cultivo de granos/ 1^{ra} Edición-Bs. As.: Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina. 336 p.
- DOSIO, G.A.A.; AGUIRREZÁBAL, L.A.N.; ANDRADE, F.H. Y PEREYRA, V.R. 2000. Solar radiation intercepted during seed filling and oil production in two sunflower hybrids. *Crop Science*, 40 (6): 1637-1644.
- DOSIO, G.A.A.; IRIGOYEN, A.I. Y AGUIRREZÁBAL, L.A.N., 2003. Determinación de las causas de variación del rendimiento del cultivo de girasol en diferentes zonas de producción. 2^o Congreso Argentino de Girasol, Buenos Aires, Argentina, agosto de 2006. En CD.
- DOSIO, G.A.A.; QUIROZ, F. 2005. Efecto de funguicidas y sombreado sobre enfermedades foliares de girasol. 13^o Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Carlos Paz, Córdoba, Argentina. 1:265.
- EDWARDS MOLINA, J.P. 2007. Incidencia de enfermedades foliares sobre la senescencia en girasol. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Argentina. 52 p.
- EDWARDS MOLINA, J.P.; QUIROZ, F. 2008. Aplicación aérea para el control de la mancha negra del tallo del girasol *Phoma macdonaldii*. 1^{er} Congreso Argentino de Fitopatología. Córdoba, Argentina. 223.

- EDWARDS, J.; HUNGER B. 2009. Split versus single applications of fungicides to control foliar wheat diseases. Oklahoma State University. [En línea] <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-5602/PSS-2138.pdf> [consulta: 13 de agosto 2014].
- ENGLISH, S.D.; MCWILLIAM, J.R.; SMITH, R.C.G.; DAVIDSON, J.L. 1979. Photosynthesis and partitioning of dry matter in sunflower. *Australian Journal of Plant Physiology*. 6:149–164.
- ERREGUERENA, I.; LAZZARO, N.; QUIROZ, F.J. 2013. Identificación y descripción de síntomas atípicos de *Alternaria helianthi* en hojas de girasol en el sudeste bonaerense, Argentina. Libro de Actas. 22º Congreso Peruano y 17º Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Lambayeque, Perú.
- FAGAN, E.B.; NETO, D.D.; VIVIAN, R.; FRANCO, R.B.; YEDA, M.P.; MASSIGNAM, L.F.; DE OLIVEIRA, R.F.; MARTINS, K.V. 2010. Effect of pyraclostrobin application on the photosynthesis rate, respiration, nitrate reductase activity and productivity of soybean crop. *Bragantia* 69: 771–778.
- FAYZALLA, S.; MARIC, A. 1981. Contribution à l'étude de la biologie et de l'épidémiologie de *Phoma macdonaldii* Boerema provoquant la maladie des taches noires du tournesol. *Zastita Bilja* 32: 13-27.
- FERNANDEZ, M.R.; MAY, W.E.; CHALMERS, S.; SAVARD, M.E.; SINGH, A.K., 2014. Are early foliar fungicide applications on durum wheat grown in southeast Saskatchewan beneficial in increasing grain productivity?. *Canadian Journal of Plant Science*. 94 (5): 891-903.
- FRAC, 2010. FRAC recommendations for fungicide mixtures designed to delay resistance evolution. Fungicide resistance action committee. [En línea] http://www.frac.info/publication/anhang/Resistance%20and%20Mixtures%20Jan2010_ff.pdf [consulta: 16 de Julio 2014].
- FRAC, 2013. FRAC LIST OF PLANT PATHOGENIC ORGANISMS RESISTANT TO DISEASE CONTROL AGENTS. Fungicide resistance action committee. [En línea] http://www.frac.info/publication/anhang/List%20of%20resistant%20plant%20pathogenic%20organisms_February%202013%20updated.pdf [consulta: 16 de Julio 2014]
- FRAC, 2014. FRAC Code List ©*2014: Fungicides sorted by mode of action (including FRAC Code numbering). Fungicide resistance action committee. [En línea] <http://www.frac.info/publication/anhang/2014%20FRAC%20Code%20List.pdf> [consulta: 16 de Julio 2014]
- FREI, P. 2010. Phoma sunflower: Can Treat the temperature thresholds? *Agrarforschung Schweiz* 1: 346-349.
- FREZZI, M.; GIORDA, L.; LJUBICH, A. 1979. *Helminthosporium helianthi* Hansford, agente causal de la "Helminthosporiosis" del girasol (*Helianthus annuus* L.). en Argentina. INTA, EEA INTA Manfredi. Información Técnica N° 83.
- GADOURY, D.M.; MACHARDY, W.E. 1982. A model to estimate the maturity of ascospores of *Venturia inaequalis*. *Phytopathology* 72:901–4.

- GALLO, K.P.; DAUGHTRY, C.S.T., 1986. Techniques for measuring intercepted and absorbed photosynthetically active radiation in corn canopies. *Agronomy Journal*. 78: 752–756.
- GIESLER, L.J.; GUSTAFSON, T.C.; JACKSON, T.A.; HARVESON, R.M.; WEGULO, S.N. 2008. Safe Use of Foliar Fungicides to Manage Crop Diseases. University of Nebraska, Institute of Agriculture and Natural Resources. [En línea] <http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/live/g1854/build/#target5>. [Consulta 13 de agosto 2014].
- GILLARD, C.L.; RANATUNGA, N.K.; CONNER, R.L, 2012. The effect of foliar fungicide application timing on the control of dry bean anthracnose. *Canadian Journal of Plant Science*. 92 (1):109-118.
- GOFFNER, D.; CAZALIS, R.; PERCIE DU SERT, C.; CALMÈS, J.; CAVALIE, G., 1998. 14C photoassimilate partitioning in developing sunflower seeds. *Journal of Experimental Botany*. 39:1411–1420.
- GONÇALVES, F.J.; DE ARAÚJO, L.G.; DA SILVA, G.B.; DE FILIPPI, M.C.C. 2012. Chemical control of upland rice blast: Effects on fungi not targeted by phylloplane. *Pesquisa Agropecuaria Tropical*, 42 (1):77-81.
- GRAYSON, B.T.; MCCARTHY, W.V., 1987. Spray deposition studies in field miniplots of wheat at the ear emerged growth stage. *Aspects of Applied Biology* 14: 193-216.
- GULYA, T.J.; RASHID, K.Y.; MARISEVIC, S.M. 1997. Sunflower diseases. En: Schneiter, A.A. *Sunflower technology and production*. ASA, CSSA, SSSA. Madison, WI, USA. 263-380.
- GULYA, T.J.; VENNETTE, R.; VENNETTE, J.R.; LAMEY, H.A. 1990. Sunflower rust. NDSU Extension Service. [En línea] <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/rowcrops/pp998>. Pdf [consulta: 19 de febrero 2014]
- HALL, A.J.; FEOLI, C.; INGARAMO, J.; BALZARINI, M. 2013. Gaps between farmer and attainable yields across rainfed sunflower growing regions of Argentina. *Field Crops Research*. 143:119–129.
- HORSFALL JG, 1945. *Fungicides and their Action*. Massachusetts, USA: Waltham.
- HUGUET, N.; ALVAREZ, D.; PARRA, R. 2003. Evaluaciones de cultivares comerciales de girasol frente a *Alternaria helianthi* en la zona girasolera norte argentina durante la campaña 2002/03. 2do Congreso Argentino de Girasol, Buenos Aires, Argentina. En CD.
- INFOLEG, 2010. Resolución Conjunta 137/2010 y 941/2010 (Modificación). Código alimentario Argentino. Secretaría de Políticas, Regulación e Institutos y Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. [en línea] <<http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/175000-179999/176669/norma.htm>> [consulta: 6 diciembre 2014]
- IPM, 2011. Providing Some Clarity on Fungicide Products. [en línea] <http://bulletin.ipm.illinois.edu/print.php?id=1454> Pdf [consulta: 30 julio 2014]
- ISLAM U.; CUK I.; SKORIC D. 1976. Studies on leaf, stem and head spotting of sunflower caused by *Alternaria helianthi* in Yugoslavia. In proc. Sunflower

- Conference., Krasnodar, USSR. The International Sunflower Association. Paris, France.
- JEFFREY, K.K.; LIPPS, P.E.; HERR, L.J. 1984. Effects of isolate virulence, plant age and crop residues on seedling blight of sunflower caused by *Alternaria helianthi*. *Phytopathology*. 74 (9): 107-110.
- JOHNSON, K.B., 1987. Defoliation and growth: a reply. *Phytopathology*. 77: 1495–1497.
- KAROLEWSKI, Z.; WACHOWIAK, M.; RATAJKIEWICZ, H.; KIERZEK, R. 2009. Effect of adjuvants, spray volume and nozzle type on metconazole activity against *Leptosphaeria biglobosa* and *L. maculans* during late spring treatments in winter oilseed rape. *Journal of Plant Protection Research*. 49 (1): 113-117.
- KHALIL, I.A.; MERCER, E.I.; WANG, Z.X. 1990. Effect of triazole fungicides on the growth, chloroplast pigments and sterol biosynthesis of maize (*Zea mays* L.). *Plant Science* 66 (1): 21-28.
- KIM, J.H.; HWANG, J.I.; JEON, Y.H.; KIM, H.Y.; AHN, J.W., KIM, J.E. 2012. Dissipation patterns of triazole fungicides estimated from kinetic models in apple. *Journal of Applied Biological Chemistry*. 55 (4): 235-239.
- KINIRY, J.R.; BLANCHET, R.; WILLIAMS, J.R.; TEXIER, V.; JONES, C.A.; CABELGUENNE, M.; 1992. Simulating sunflower with the EPIC and ALMANAC 4 models. *Field Crops Res*. 30: 403–423.
- KOLTE, S.J. 1985. Diseases of Annual Edible Oilseed Crops. Vol. III. Sunflower, safflower and nigerseed diseases. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 154 p.
- KRAUSE, R.A.; MASSIE, L.B.; HYRE, R.A. 1975. BLITECAST: A computerized forecast of potato late blight. *Plant Disease Reporter*. 59: 95-98.
- LAGOPODI, A.L.; THANASSOULOPOULOS, C.C. 1998. Effect of a leaf spot disease caused by *Alternaria alternata* on yield of sunflower in Greece. *Plant Disease*. 82: 41-44.
- LARFEIL, C.; BARRAULT, G.; DECHAMP-GUILLAUME, G., 2010. Assessment of sunflower genotype tolerance to *Phoma macdonaldii*. *OCL* 17: 161–166.
- LAZZARO N., 2009. Efecto del momento de aplicación de fungicida foliar sobre la duración del área foliar en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus*). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Argentina. 40 p
- LAZZARO, N.; FERNÁNDEZ MIGANNE, J.; QUIROZ, F. 2011. Una ventana abierta. Pulverización aérea con fungicida en girasol. 2º Congreso Argentino de Fitopatología-AAF. 308.
- LEITE, R.M.V.B.C. 1997. Doenças do Girassol. Londrina, Brazil: EMBRAPA-CNPSo.
- LEITE, R.M.V.B.C. 2002. Avaliação de danos e efeito de variáveis ambientais na mancha de *Alternaria* (*Alternaria helianthi*) em girasol. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, estado de São Paulo, Brasil. 107 p.

- LEITE, R.M.V.B.C.; AMORIM, L., 2002. Elaboração e validação de escala diagramática para mancha de *Alternaria* em girassol. *Summa Phytopathologica* 28:14–19.
- LEITE, R.M.V.B.C.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. 2006. Relationships of disease and leaf area variables with yield in the *Alternaria helianthi*–sunflower pathosystem. *Plant Pathology*, 55:73–81.
- MAGAN, N.; MCLEOD, A.R. 1991. Effect of open-air fumigation with sulphur dioxide on the occurrence of phylloplane fungi on winter barley. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 33 (3): 245-261.
- MARKELL, S.; SCHATZ, B.G.; HALLEY, S.; SCHAEFER, J.; GULYA, T.; MATHEW, F.; JORDAHL, J.; MEYER S. 2009. Evaluation of Fungicides and Fungicide Timing on Control of Sunflower Rust (*Puccinia helianthi*) at Three Locations in North Dakota in 2008. [En línea] http://www.sunflowernsa.com/research/research-workshop/documents/Markell_Rust_09.pdf [consulta 19 de julio 2014].
- MCGRATH, M.T. 2002. Resistance management is essential whit Strobilurin fungicide. Vegetable MD Online. Dep. of Plant Pathology, Ithaca, NY, USA. [En línea] <<http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Strobilurins.htm>> [consulta: 26 junio 2013]
- MELERO VARA, J.M.; ALONSO, C.L. 1988. Las enfermedades del girasol. En: Alonso C.L. ed Enfermedades y daños de herbicidas en el cultivo de girasol. Koipesol. Madrid, España. 220 p.
- MINAGRI, 2014. Argentina Líder Agroalimentario. Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial Participativo y Federal 2010-2020. MINAGRI [en línea] <<http://www.minagri.gob.ar/site/areas/PEA2/14=Publicaciones/index.php>> [consulta: 6 diciembre 2014]
- MIRIC, E.; AITKEN, E. A. B.; GOULTER K. C. 1999. Identification in Australia of the quarantine pathogen of sunflower *Phoma macdonaldii* (Teleomorph: *Leptosphaeria lindquistii*). *Australian Journal of Agricultural Research* 50 (3): 325-332.
- MIRLEAU-THEBAUD, V; SCHEINER, J.; DAYDE, J. 2011. Influence of soil tillage and *Phoma macdonaldii* on sunflower (*Helianthus annuus* L.) yield and oil quality. *Phyton*. 80 (2): 203-210.
- MONTEITH, J.L.; MOSS, C.J. 1977. Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Philosophical transactions of the Royal Society of London*. 281: 277–294.
- MOSCHINI, R. C.; DAMIANO, F.; ESCANDE, A. R.; PEREYRA, V.; TROGLIA, C.; PEDRAZA, M. V.; QUIROZ, F. J. 2002 a. Análisis probabilístico de la incidencia de la podredumbre blanda del capítulo de girasol en función del ambiente pre-post principio de floración en Balcarce. 9º Reunión Argentina de Agrometeorología, Vaquerías, Córdoba, Argentina. I: 39-40.
- MOSCHINI, R.C.; ESCANDE A.R.; PEREYRA, V.; PEDRAZA, V.; QUIROZ, F.J.; TROGLIA, C.; IRIARTE, L. 2002 b. Predicción de la incidencia de la podredumbre blanda del capítulo de girasol basada en factores ambientales y genéticos. *Revista Argentina de Agrometeorología*. 2 (1):51-57.

- MOSCHINI, R.C.; de GALICH, M.T.V.; ANNONE, J.G.; POLIDORO, O. 2003. Enfoque fundamental-empírico para estimar la evolución del índice de fusarium en trigo. *RIA*. 31(3): 39-53.
- MUELLER, D. S., JEFFERS, S. N.; BUCK, J. W. 2004. Effect of timing of fungicide applications on development of rusts on daylily, geranium, and sunflower. *Plant Disease*. 88:657-661.
- MUELLER, D. S.; BRADLEY, C. A. 2008. Field crop fungicides for the North Central United States. North Central Integrated Pest Management Center Educational Monograph. 29 p.
- NOVÁK, A. 2013. Effect of Some Agrotechnical Factors on Phytopathogenic Characteristics and Yield of Sunflower Hybrids. *International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences*. 1 (2):364-367.
- NUÑEZ BORDOY, I.E. 2014. Manifestación de mancha negra del tallo por *Phoma macdonaldii* Boer. en plantas de girasol con diferente relación fuente-destino. Tesis *Magister Scientiae* en Producción Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Argentina. 90 p.
- PAVELEY, N.D.; LOCKLEY, D., VAUGHAN, T.B.; THOMAS, J.; SCHMIDT, K. 2000. Predicting effective fungicide doses through observation of leaf emergence. *Plant Pathology*. 49 : 748-766.
- PENAUD, A.; PERES, A. 1995. Phoma du tournesol. CETIOM, Paris. 37 p.
- PÉRÈS, A.; POISSON, B. 2000. Le phénomène "pieds secs" du tournesol: implication du Phoma et étude du mécanisme de la contamination. 15^o International Sunflower Conference, ISA, Toulouse, France. 2 (I), 11–16.
- PEREYRA, V.R.; ESCANDE, A.R. 1994. Enfermedades de girasol en la Argentina. Manual de reconocimiento. INTA. Unidad Integrada Balcarce. Balcarce, Argentina. 125 p.
- PEREYRA, V.R.; FARIZO, C.L.; CARDINALLI, F.; ORIOLI, G., 1982. Estimación de área foliar y rendimiento. En: Pedraza MV, Pereyra VR, Aguirrezábal LAN y Laurlund A, 2000. Manual de estimación de pérdidas de rendimiento en girasol. INTA. 66 p.
- PIERCE, P.; SALGADO, J.D. 2013. Foliar Fungicide Application for Early Disease Control. Ohio state university. C.O.R.N. [Em línea] <http://corn.osu.edu/newsletters/2013/2013-11-1/foliar-fungicide-application-for-early-disease-control> [Consulta 13 de agosto 2014].
- PIRGOZLIEV, S.R.; EDWARDS, S.G.; HARE, M.C.; JENKINSON, P. 2002. Effect of dose rate of azoxystrobin and metconazole on the development of Fusarium head blight and the accumulation of deoxynivalenol (DON) in wheat grain. *European Journal of Plant Pathology*. 108: 469–478.
- QUILLEHAUQUY, V.; QUIROZ, F.; FEOLI, C., 2007. Red nacional de evaluación de cultivares comerciales de girasol. Ciclos 2005-2006 y 2006-2007. Región Sur. ASAGIR, Argentina. Cuadernillo informativo N°12. 34 p.
- QUIROZ, F.; CLEMENTE, G.; PÉREZ FERNÁNDEZ, J.; ESCANDE A. 2007. Respuesta a la aplicación de fungicidas en girasol para el control de enfermedades de fin de ciclo. *Fitopatología Brasileira*. 32: 322.

- QUIROZ, F.; DOSIO, G.A.A., 2010. Efecto de la aplicación de fungicidas sobre variables fisiológicas y ecofisiológicas en el cultivo de girasol. In: Libro de resúmenes del 28º Reunión Argentina de Fisiología Vegetal, La Plata, Argentina. 68.
- QUIROZ, F.; ROMANO, A.; HUGUET, N.; VAZQUEZ, A. 2014. Datos ReTSeVe 2014. En: Éxitos pasados, situación actual y desafíos futuros en materia de enfermedades. CONGRESO 2014, ASAGIR. [en línea] <<http://www.asagir.org.ar/Images/6toCongreso/2014A10.pdf>> [consulta: 6 diciembre 2014]
- QUIROZ, F.; TROGLIA, C.; ESCANDE, A. 2004. Comportamiento frente al ataque de Sclerotinia, Verticillium y Plasmopara. Revista Agromercado 90:11-14.
- REDDY, C.V.C.M.; REDDY, A.V.V.; SINHA, B.; SHANTA LAKSHMI, M. 2006. Screening sunflower genotypes for resistance against Alternaria blight. Asian Journal of Plant Sciences 5 (3): 511-515.
- RIBEIRO DO VALE F. X.; CINTRA DE JESUS JUNIOR W.; ZAMBOLIM L. 2004. Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas. Belo Horizonte: Editora Perffil. 531 p.
- ROMANO A. 1978. Principales enfermedades de girasol. Carpeta de producción vegetal. Girasol. INTA EEA Pergamino. Pergamino, Argentina. Tomo I, Información Nº5: s/p.
- ROUSSEAU, M.C.; HALL, A.J.; SANCHEZ, R.A. 1996. Far-red enrichment and photo-synthetically active radiation level influence leaf senescence in field-grown sunflower. Journal of Plant Physiology 96:217–224.
- ROUSTAE A.; COSTES S.; DECHAMP-GUILLAUME, G.; BARRAULT G. 2000 a. Phenotypic variability of *Leptosphaeria lindquistii* (anamorph: *Phoma macdonaldii*), a fungal pathogen. Plant Pathology 49:227–234.
- ROUSTAE, A.; DECHAMP-GUILLAUME, G.; GELIE, B.; SAVY, C.; DARGENT, R.; BARRAULT, G. 2000 b. Ultrastructural studies of the mode of penetration by *Phoma macdonaldii* in sunflower seedlings. Phytopathology. 90 (8):915-920.
- SADRAS, V.; ECHARTE, L.; ANDRADE, F., 2000 b. Profiles of leaf senescence during reproductive growth of sunflower and maize. Annals of Botany. 85:187–195.
- SADRAS, V.O.; QUIROZ, F.J.; ECHARTE, L.; ESCANDE, A.; PEREYRA, V., 2000 a. Effect of *Verticillium dahliae* on photosynthesis, leaf expansion and senescence of field-grown sunflower. Annals of Botany. 86, 1007–1015.
- SAHU, B.; GHEMAWAT, M.S.; AGRAWAT J.M., 1991 a. Survival of *Alternaria helianthi*, the leaf spot and blight pathogen of sunflower in Kota, India. Phytopathologica et Entomologica Hungarica. 26:321-326.
- SAHU, B.; GHEMAWAT, M.S.; AGRAWAT, J.M. 1991 b. Susceptibility of sunflower plant to *Alternaria helianthi* as influenced by plant age. Journal of Plant Diseases and Protection. 98: 103-106.
- SALAM, M.U.; KHANGURA, R.K.; DIGGLE, A.J.; BARBETTI, M.J. 2003. Blackleg Sporacle: a model for predicting onset of pseudothecia maturity and seasonal ascospore showers in relation to blackleg of canola. Phytopathology. 93: 1073–81.

- SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F., 1981. Description of sunflower growth stages. *Crop Science*. 21:901-903.
- SEASSAU, C.; DECHAMP-GUILLAUME, G.; MESTRIES, E.; DEBAEKE P. 2010. Nitrogen and water management can limit premature ripening of sunflower induced by *Phoma macdonaldii*. *Field Crops Research*. 115 (1): 99 –106.
- SIDDIQUI, M.Q. 1980. Some effects of rust infection and moisture stress on growth, diffusive resistance and distribution pattern of labelled assimilates in sunflower. *Australian Journal of Agricultural Research*. 31:719–726.
- SIDDIQUI, M.Q.; BROWN J.F. 1977. Effects of simulated rust epidemic on the growth and yield of sunflower. *Australian Journal of Agricultural Research*. 28: 389–393.
- SIIA-MAGPyA, 2011. Sistema integrado de información agropecuaria. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. [en línea] <<http://www.siiia.gov.ar/>> [consulta: 26 junio 2011].
- SOOD, P.N.; SACKSON W.E. 1972 a. Studies of sunflower rust. VII. Effect of light and temperature during spore formation on the germinability of fresh and stored uredospores of *Puccinia helianthi*. *Canadian Journal of Botany*. 49:21-25.
- SOOD, P.N.; SACKSON W.E. 1972 b. Studies of sunflower rust. XI. Effect of temperature and light on germination and infection of sunflowers by *Puccinia helianthi*. *Canadian Journal of Botany*. 50:1979-1886.
- SPOLTI, P.; GUERRA, D.S.; BADIALE-FURLONG, E.; DEL PONTE, EMERSON M. 2013. Single and sequential applications of metconazole alone or in mixture with pyraclostrobin to improve Fusarium head blight control and wheat yield in Brazil. *Tropical Plant Pathology*. 38 (2):085-096.
- SRINIVAS, T.; CHATTOPADHAYAY, C. 1997. Effect of botanicals and chemicals on the management of blight (*Alternaria alternata*; *Alternaria helianthi*) of sunflower (*Helianthus annuus*). *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. 104 (5):523-527.
- SWOBODA, C.; PEDERSEN, P. 2009. Effect of fungicide on soybean growth and yield. *Agronomy Journal*. 101: 352–356.
- VÁZQUEZ, A. 2002. Mejoramiento Genético. En: Manual práctico para el cultivo de girasol. Eds. Díaz-Zorita, M. y Duarte, G.A. Hemisferio Sur-INTA. Buenos Aires, Argentina. 315 p.
- VELÁZQUEZ, P.D.; FORMENTO, N. 2003. Efecto de la infección natural de *Phoma oleracea* var. *helianthi-tuberosi* Sacc. sobre algunos caracteres agronómicos y el rendimiento de aceite de cuatro genotipos de girasol (*Helianthus annuus* L.) con dos niveles de fertilización nitrogenada. *Agrisciencia*. 20: 29-34.
- WAGGONER, P.R., BERGER, R.D. 1987. Defoliation, disease and growth. *Phytopathology*. 77: 393–398.
- WALLIN, J.R. 1962. Summary of recent progress in predicting late blight epidemics in United States and Canada. *American Potato Journal*. 39: 306-312.
- WARNER, J. T.; EDINGTON, L. V. 1980. Effect of foliar disease on uptake and translocation of fungicides in leaves. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 2 (4): 194-200.

- WEST, J.S.; FITT, B.D.L.; LEECH, P.K.; BIDDULPH, J.E.; HUANG, Y.J.; BALESIDENT, M.H. 2002. Effects of timing of *Leptosphaeria maculans* ascospore release and fungicide regime on phoma leaf spot and phoma stem canker development on winter oilseed rape (*Brassica napus*) in southern England. *Plant Pathology*. 51: 454-463.
- YORINORI, J.T.; HENNING, A.A.; FERREIRA, L.P.; HOMECHIN, M. 1985. Diseases of sunflower in Brazil. In: Proceedings of the 11th International Sunflower Conference, 1985. Mar del Plata, Argentina. Toowoomba, Australia: International Sunflower Association. 2: 459.
- YOUNG, H.M.; GEORGE, S.; NARVÁEZ, D.F.; SRIVASTAVA, P.; SCHUERGER, A.C.; WRIGHT, D.L.; MAROIS, J.J. 2012. Effect of solar radiation on severity of soybean rust. *Phytopathology*. 102 (8): 794-803.
- ZHONGHUA, M.; MICHAILIDES T.J. 2005. Advances in understanding molecular mechanisms of fungicide resistance and molecular detection of resistant genotypes in phytopathogenic fungi. *Crop Protection*. 24: 853–863.

**PUBLICACIONES, PRESENTACIONES EN CONGRESOS Y ACCIONES DE
EXTENSIÓN RELACIONADAS CON LA PRESENTE TESIS**

Artículos científicos

-Quiroz; F.J.; Edwards Molina; J.P.; Dosio; G.A.A. 2014. Black stem by *Phoma macdonaldii* affected ecophysiological components that determine grain yield in sunflower (*Helianthus annuus L.*). Field Crops Research, 160: 31-40.

Capítulos de libro

-Dosio, G. y Quiroz, F. 2010. Enfermedades foliares en girasol y su relación con la formación del rendimiento y el contenido de aceite. En: Avances en ecofisiología de cultivo de granos. Daniel Miralles. 1^{ra} Edición-Bs. As.: Universidad Nacional de Buenos Aires, 2010. 336 pp. (ISBN 978-950-29-1215-8).

Resúmenes científicos

-Lazzaro, N.; Velazquez, L.; Aguirrezabal, L.; Escande, A.; Quiroz, F. 2014. Impacto de las enfermedades de fin de ciclo en girasol sobre rendimiento y porcentaje de aceite en ambientes de Balcarce, Argentina. 6to Congreso Argentino de Girasol (ASAGIR). CABA; 27 de Mayo; 2014.

-Quiroz, F.J.; Edwards Molina, J.P.; Dosio, G.A.A. 2014. La mancha negra del tallo por *Phoma macdonaldii* afecta los componentes ecofisiológicos que determinan el rendimiento de girasol. 6to Congreso Argentino de Girasol (ASAGIR). CABA, 27 de Mayo, 2014.

-Quiroz, F y Escande, A. 2014. Predicción del progreso de la mancha negra del tallo por *Phoma macdonaldii* en girasol. 6to Congreso Argentino de Girasol (ASAGIR). CABA, 27 de Mayo, 2014.

-Lazzaro, N.; Velázquez, L.; Aguirrezabal, L.; Escande, A.; Quiroz, F. 2013. Impacto de las enfermedades de fin de ciclo en girasol sobre rendimiento y porcentaje de aceite en ambientes de Balcarce; Argentina. XXII Congreso Peruano y XVII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Lambayerque, Perú del 1-5 de octubre de 2013.

-Lazzaro, N.; Fernández Miganne, J.; Quiroz, F. 2011. Una ventana abierta pulverización aérea con fungicida en girasol. 2º Congreso Argentino de Fitopatología-AAF Libro de resúmenes 1; 2 y 3 de Junio de 2011 Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. p. 308

-Quiroz, F.; Lazzaro, N.; Escande, A. 2011. Dosis y momento de pulverización de estrobilurina para maximizar el control de *Alternaria helianthi* y el rendimiento de girasol. 2º Congreso Argentino de Fitopatología-AAF Libro de resúmenes 1; 2 y 3 de Junio de 2011 Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. p. 331

-Lazzaro, N.; Fernández Miganne, J.; Dosio, G.; Mantecón, J.D.; Escande, A.R.; Quiroz F.J. 2010. Innovación en la aplicación de fungicidas para el control de enfermedades foliares de fin de ciclo en girasol. 5^{to} Congreso Argentino de Girasol 1 y 2 de Junio de 2010, Puerto Madero, Bs As, Argentina. p. 361

-Edwards Molina, J.P.; Quiroz, F. 2008. Aplicación aérea para el control de la mancha negra del tallo del girasol *Phoma macdonaldii*. 1^{er} Congreso Argentino de Fitopatología. P 223

-Lazzaro, N.; Panaggio, H.; Mantecon, J.; Escande, A.; Quiroz, F. 2008. Momento de aplicación de fungicida para enfermedades de fin de ciclo de girasol en Balcarce, Argentina. 1^{er} Congreso Argentino de Fitopatología. P 230

-Panaggio, H.; Lazzaro, N.; Mantecon, J.; Escande, A.; Quiroz, F. 2008. Dosis de aplicación de estrobilurina para el control de enfermedades de fin de ciclo de girasol en Balcarce, Argentina. 1^{er} Congreso Argentino de Fitopatología. P 231

-Quiroz, F.; Clemente, G.; Pérez Fernández, J.; Escande, A. 2007. Respuesta a la aplicación de fungicidas en girasol para el control de enfermedades de fin de ciclo. Fitopatologia Brasileira 32: 322

-Edwards Molina, J.P.; Quiroz, F.; Rivas, J.; Prioletta, S.; Dosio, G.A.A. 2007. Efecto de la sanidad y radiación sobre la intercepción de luz y el contenido de clorofila del cultivo de girasol sembrado en dos localidades. 4^{to} Congreso Argentino de Girasol-ASAGIR 2007. P 279-278

Revistas de difusión masiva y otros medios gráficos

-Lazzaro, N.; Erreguerena, I.; Quiroz F. 2013. Enfermedades de fin de ciclo girasol en la campaña 2012-2013. Reconocimiento, monitoreo y actualidad. Memoria técnica de la Chacra Experimental Miramar 2012/2013. Cultivos de Verano. Año 43 N° 58. Agosto 2013.

-Quiroz, F.; Lazzaro, N.; Troglia, C. 2013. Enfermedades en la recta final. Revista Super Campo. Marzo 2013 N° 222

-Lazzaro, N.; Erreguerena, I.; Quiroz, F. 2013. Enfermedades del girasol. Particularidades de la campaña 2012/2013. Visión Rural -INTA Año XX. N°96:18-19

-Lazzaro, N.; Panaggio, H.; Quiroz, F. 2009. Ajustes de dosis y momentos de aplicación de fungicidas para EFC Revista Agromercado (ISSN 1515-223x). Cuadernillo clásico de girasol, julio 2009 N° 152: 7-10

-Lazzaro, N.; Panaggio, H.; Quiroz, F. 2008. Aplicación de fungicidas para control de enfermedades de fin de ciclo en girasol. Revista Visión Rural. pp 13-17

-Dosio, G.; Quiroz, F.; Edwards Molina, J.P. 2008. Mancha negra del tallo por *Phoma macdonaldii* y su relación con el rendimiento. Acción Rural. N°75: 31-34

-Dosio, G.; Quiroz, F.; Edwards Molina, J.P. 2008. Mancha negra del tallo por *Phoma macdonaldii*. Agromercado. N°146: 29-30

Conferencias y disertaciones

-Sanidad del girasol en la Argentina: retrospectiva, presente y desafíos en materia de enfermedades. 3^o Congreso Argentino de Fitopatología, AAF. (5/6/2014)

-Éxitos pasados, trabajos en marcha y desafíos futuros en materia de enfermedades en girasol. 6^{to} Congreso Argentino de Girasol, ASAGIR. (7/5/2014)

-Predicción del progreso de la mancha negra del tallo por *Phoma macdonaldii* en girasol. Taller pre-congreso, ASAGIR. (26/03/2014)

-Panel "Enfermedades de girasol-Enfermedades de fin de ciclo del girasol". 1^{er} congreso Argentino de Fitopatología, AAF. (29/05/2008)

-Panelista "El cultivo del girasol ante las adversidades.". 4^{to} Congreso Argentino de Girasol, ASAGIR (29/5/2007).

Charlas técnicas

- Monitoreo de enfermedades del cultivo de Girasol. RETSAVE, INTA. (12/2013, 1/2014).
- Charla de capacitación a profesionales sobre cultivo de girasol. Recorrida de centro de experimentación. Experimental Bolfarm , Bolivia. (11/06/2013)
- Charla técnica de girasol y recorrida de lotes. El Tejar, Bolivia. (12/06/2013).
- Avances en el conocimiento de las enfermedades en girasol y manejo de fungicidas. Segundo Workshops de girasol, Syngenta. (6/9/2012)
- Sanidad del cultivo de girasol. Jornada técnica, Syngenta. (3/2012).
- Como decidir el uso de fungicidas en girasol/Impacto de una defoliación. Jornada de campo, Pioneer. (9/2/2012).
- Análisis de la problemática de las enfermedades en el cultivo de girasol. Taller Girasol. Syngenta. (24/8/2011)
- Sanidad del cultivo de girasol. Modelos de Innovación. Dow Agrosciences. (15/2/2011).
- Manejo de enfermedades de fin de ciclo en girasol. Reunión técnica de girasol. BASF. (16/12/2010)
- Avances en el manejo de enfermedades de fin de ciclo en girasol. Centros de Tecnología de Excelencia en Girasol. Syngenta. (9/12/2009, 11/12/2009 y 19/2/2010)
- Enfermedades del cultivo de girasol en la República Argentina. Taller de ventas N° 35. Pioneer (19/11/2009).
- Manejo de enfermedades de girasol en la región NEA. Jornada de actualización Técnica en el NEA. ASAGIR. (1/10/2009)
- Reconocimiento y control de enfermedades de fin de ciclo en girasol. Encuentro de profesionales en "Avances técnicos en girasol y maíz en una campaña con estrés hídrico". UIB. Balcarce. (26/2/2009)
- Identificación y diferenciación de enfermedades del girasol. En: Taller de reconocimiento de síntomas y aspectos de manejo de enfermedades de girasol y soja. Asociación de Ingenieros Agrónomos de Balcarce. (20/2/2009)
- Enfermedades de fin de ciclo del girasol. Serie de tres charlas organizadas por UIB. Balcarce. (10/2008).
- Enfermedades de fin de ciclo del girasol. Reconocimiento, evaluación, estrategias de manejo. Recorrida de campo. BASF. (4/3/2008)
- Principales enfermedades de fin de ciclo del girasol. Taller para profesionales. BASF. (14/11/2007)

APÉNDICE

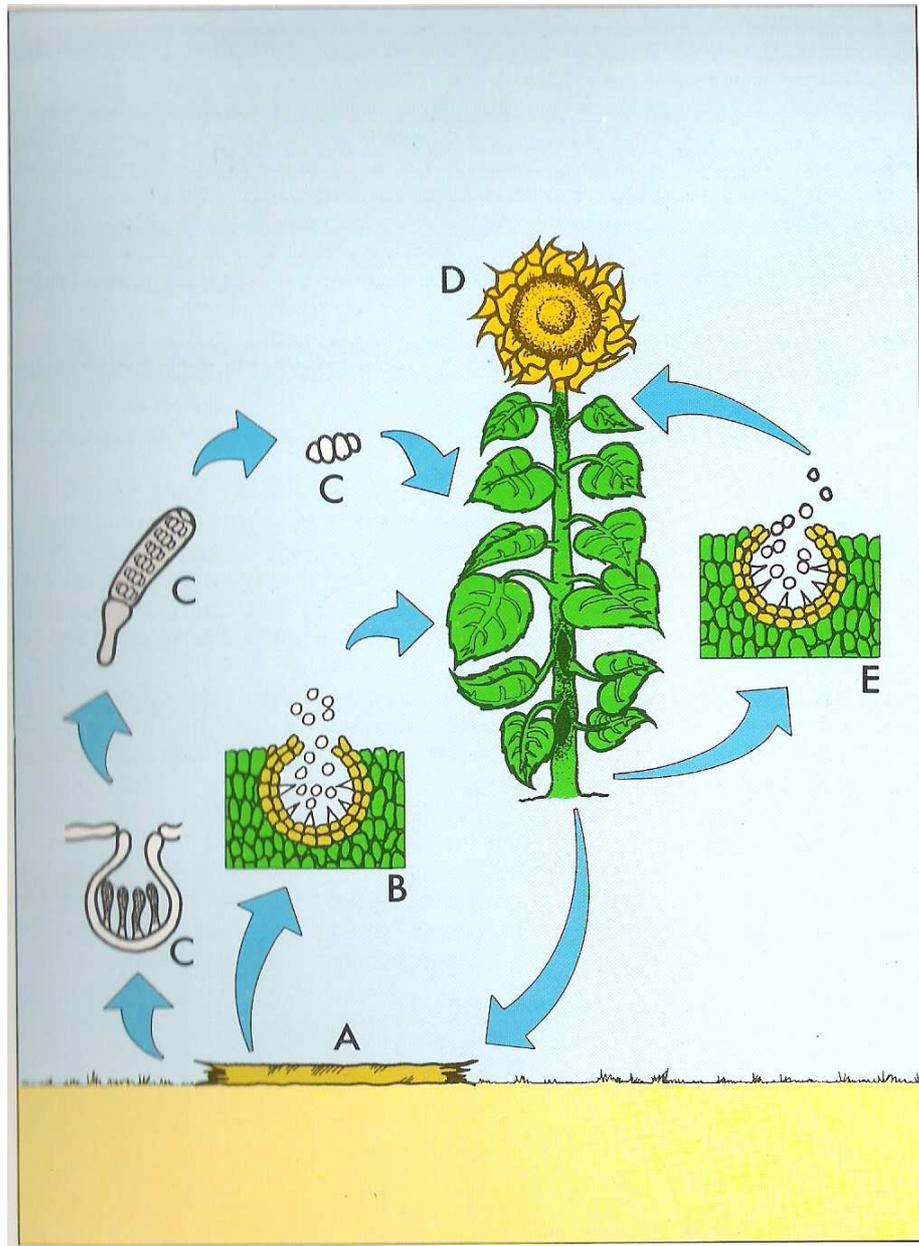


Figura 31: Ciclo de la mancha negra del tallo por *Phoma macdonaldii*. A-Restos de cosecha infectados donde se producen picnidios (B) y peritecios (C) que liberan picnidiosporas y ascosporas, respectivamente. Dichas esporas infectan tallos (D) del girasol desarrollando las manchas negra en la inserción del pecíolo con el tallo (Apéndice Figura 33 C y D). Sobre estas manchas se producen picnidios cuyas picnidiosporas (E) pueden infectar nuevos tejidos, constituyendo así los ciclos secundarios. (Melero Vara y Alonso, 1988).

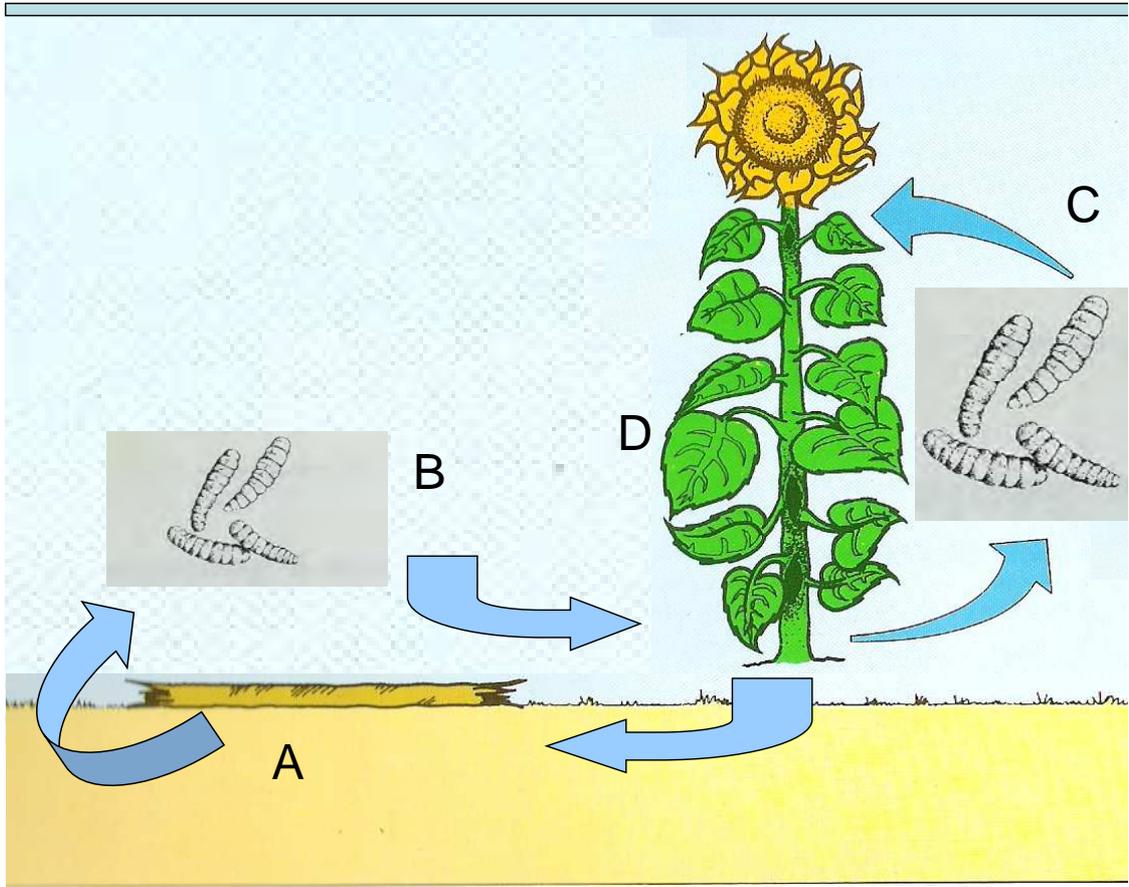


Figura 32: Ciclo de la mancha de la hoja por *Alternaria helianthi*. A-Restos de cosecha infectados donde se producen conidios (B). Dichos esporas infectan hojas (D) del girasol desarrollando las manchas características de la enfermedad (Figura 11). Sobre estas manchas se producen nuevos conidios (C) los cuales pueden infectar nuevos tejidos, constituyendo así los ciclos secundarios. (Adaptado de Melero Vara y Alonso, 1988).

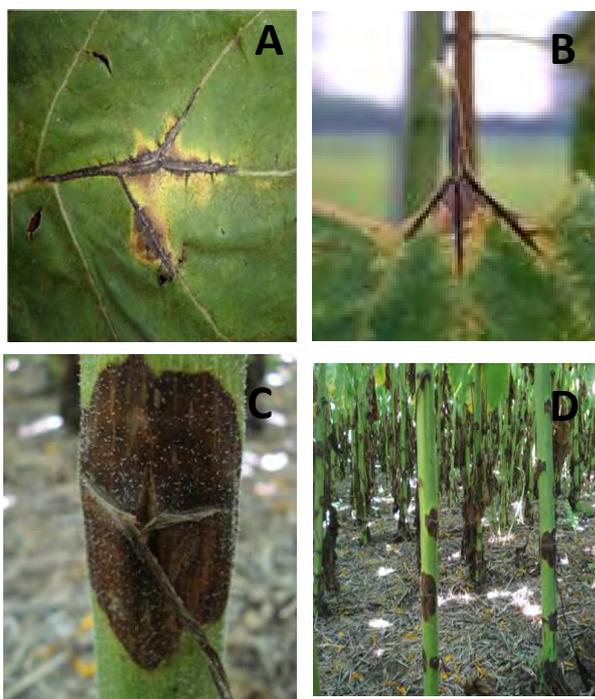


Figura 33: Síntomas de necrosis de tejidos de hoja y tallo causados por *Phoma macdonaldii* en girasol. A y B-Síntomas en nervadura; C-Mancha negra del tallo en el nudo en inserción del pecíolo con el tallo; D-Mancha negra del tallo síntomas de estratos inferiores de plantas de girasol.

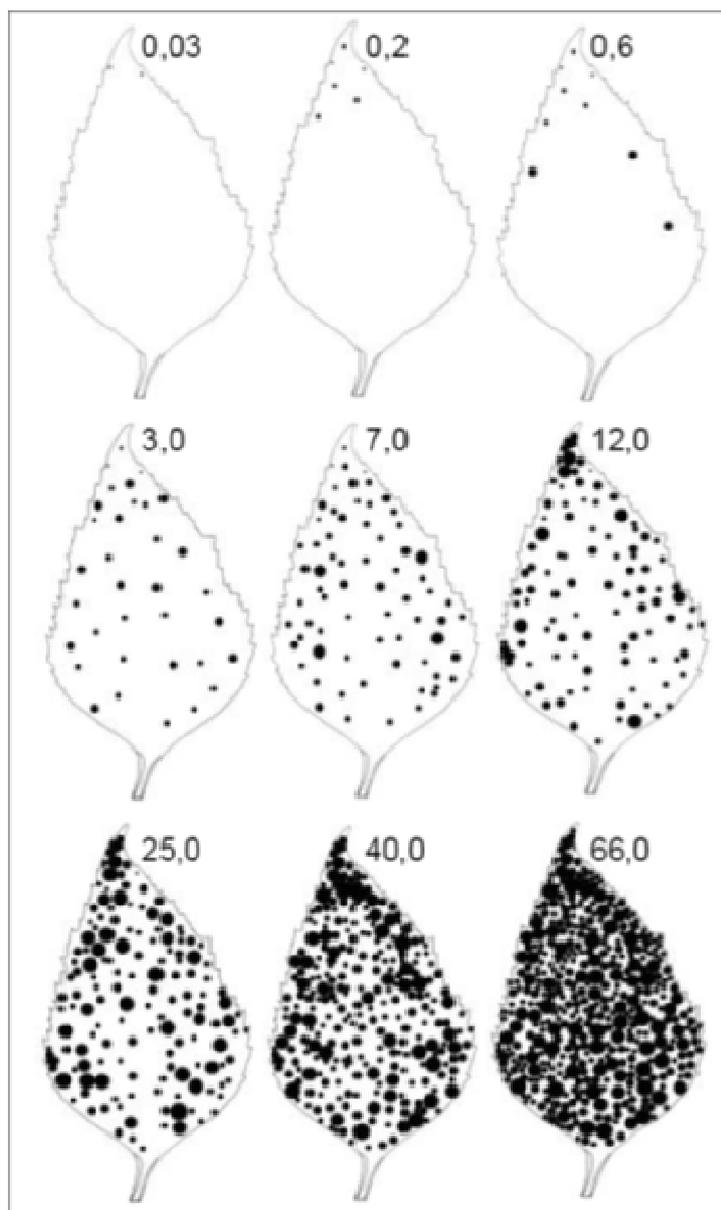


Figura 34: Escala diagramática desarrollada por Leite y Amorin (2002) para la evaluación de la mancha de la hoja por *A. helianthi* en girasol. Los valores se expresan en porcentaje de área foliar con síntomas (lesiones necróticas y halo clorótico).

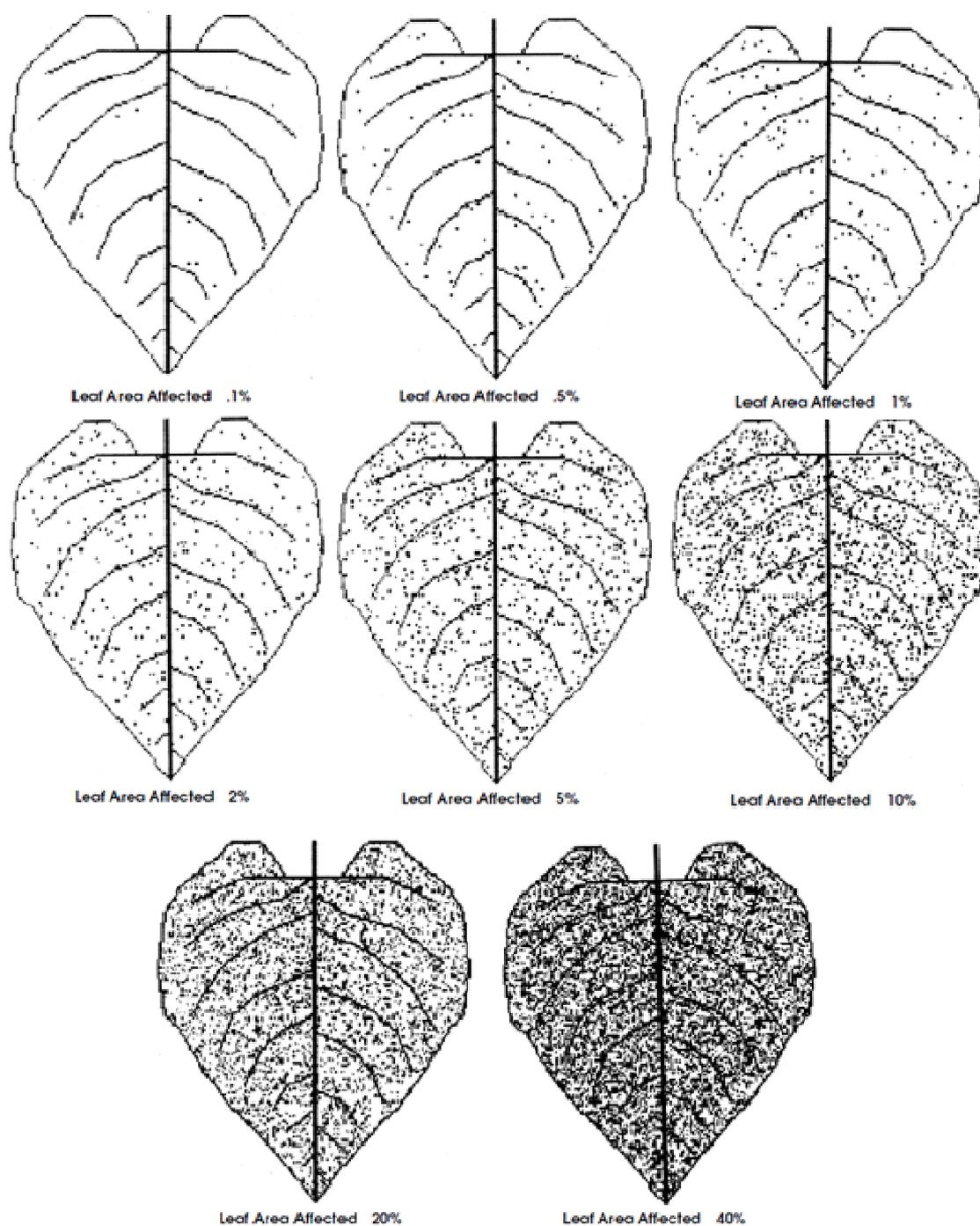


Figura 35: Escala diagramática desarrollada por Gulya *et al.* (1990) para la evaluación de la roya negra la hoja por *Puccinia helianthi* en girasol. Los valores se expresan en porcentaje de área foliar con presencia de pústulas.

Tabla 22: Valores medios y error estándar de la incidencia de la mancha negra del tallo por Phoma (MNT) y severidad de Mancha de la hoja (ALT) y roya negra por Puccinia (RN) en R8-R9, para los híbridos Payé, Paraíso 30, Agrobél 967, Trisol 600 y VDH 487, durante los experimentos (EXP.) 2002/03, 2004/05, 2006/07, 2007/08 y 2008/9, y fechas de siembra tempranas y tardías. Tratamientos (Trat.) de protección con fungicida (PF) y testigo sin fungicida (TSF).

Exp.	F. Siembra	Híbrido	Trat.	MNT (%)	MHAlt (%)	RN (%)
2002/03	22 Nov. 2002	Payé	TSF	19 ± 5	0,02 ± 0,01	0 ± 0
			PF	3 ± 2	0 ± 0	0 ± 0
		Paraíso 30	TSF	32 ± 5	0,02 ± 0,01	0 ± 0
			PF	5 ± 1	0 ± 0	0 ± 0
2004/05	28 Oct. 2004	Payé	TSF	49 ± 6	1,04 ± 0,09	0 ± 0
			PF	16 ± 2	0 ± 0	0 ± 0
		Paraíso 30	TSF	42 ± 4	1,03 ± 0,050	0 ± 0
			PF	12 ± 1	0,11 ± 0,11	0 ± 0
2006/07	Temprana	Agrobél 967	TSF	47 ± 3	0 ± 0	8,19 ± 2,57
			PF	28 ± 4	0 ± 0	0,68 ± 0,51
		Trisol 600	TSF	43 ± 6	0,33 ± 0,33	9,18 ± 4,51
			PF	24 ± 6	0 ± 0	0,21 ± 0,06
		VDH 487	TSF	51 ± 3	0 ± 0	6,22 ± 2,15
			PF	22 ± 5	0 ± 0	0,29 ± 0,12
	Tardía	Agrobél 967	TSF	41 ± 3	1,78 ± 0,36	8,40 ± 4,55
			PF	15 ± 6	0,61 ± 0,24	0,27 ± 0,14
		Trisol 600	TSF	43 ± 3	1,63 ± 0,58	22,54 ± 3,50
			PF	20 ± 4	0,92 ± 0,47	6,45 ± 2,37
		VDH 487	TSF	42 ± 3	1,07 ± 0,26	16,25 ± 1,44
			PF	18 ± 1	1,08 ± 0,08	0,25 ± 0,07
2007/08	Temprana	Agrobél 967	TSF	31 ± 3	0,35 ± 0,09	0 ± 0
			PF	4 ± 2	0,08 ± 0,02	0 ± 0
		Trisol 600	TSF	23 ± 6	0,12 ± 0,02	0 ± 0
			PF	6 ± 1	0,01 ± 0,01	0 ± 0
		VDH 487	TSF	35 ± 3	0,41 ± 0,10	0 ± 0
			PF	9 ± 3	0,12 ± 0,11	0 ± 0
	Tardía	Agrobél 967	TSF	46 ± 1	4,36 ± 2,22	0 ± 0
			PF	22 ± 1	3,38 ± 1,74	0 ± 0
		Trisol 600	TSF	52 ± 2	2,90 ± 0,98	0 ± 0
			PF	32 ± 2	0,85 ± 0,20	0 ± 0
		VDH 487	TSF	57 ± 2	9,53 ± 4,46	0 ± 0
			PF	26 ± 1	0,98 ± 0,33	0 ± 0
2008/09	Temprana	Agrobél 967	TSF	31 ± 5	2,27 ± 0,88	0,03 ± 0,03
			PF	21 ± 7	0,93 ± 0,84	0 ± 0
		Trisol 600	TSF	43 ± 5	0,20 ± 0,10	0,03 ± 0,03
			PF	17 ± 6	0,07 ± 0,07	0 ± 0
		VDH 487	TSF	35 ± 9	1,10 ± 0,40	0,03 ± 0,03
			PF	25 ± 4	1,13 ± 0,70	0 ± 0
	Tardía	Agrobél 967	TSF	81 ± 8	0,35 ± 0,05	1,25 ± 0,75
			PF	19 ± 5	0,02 ± 0,02	0,75 ± 0,25
		Trisol 600	TSF	68 ± 3	0,2 ± 0,1	2,00 ± 0,50
			PF	17 ± 5	0,02 ± 0,01	1,50 ± 0,50
		VDH 487	TSF	74 ± 8	0,17 ± 0,03	1,50 ± 0,50
			PF	13 ± 6	0,02 ± 0,01	1,00 ± 0,50

Tabla 23: Valores medios y error estándar del número de hojas senescidas (HS) y totales (TL), índice de área foliar (IAF) y material seca de la parte aérea de la planta (MS PL) en floración para los híbridos Payé, Paraíso 30, Agrobél 967, Trisol 600 y VDH 487 durante los experimentos (EXP.) 2002/03, 2004/05, 2006/07, 2007/08 y 2008/9, y fechas de siembra tempranas y tardías. Tratamientos (Trat.) de protección con fungicida (PF) y testigo sin fungicida (TSF).

Exp.	F. Siembra	Híbrido	Trat.	HS	HT	IAF (m ² /m ²)	MS PI (m/m ²)
2002/03	22 Nov. 2002	Payé	TSF	4 ± 0,4	30 ± 0,4	2,6 ± 0,3	442 ± 58
			PF	4 ± 0,6	31 ± 0,7	2,8 ± 0,1	450 ± 9
		Paraíso 30	TSF	4 ± 0,4	36 ± 0,3	3,2 ± 0,1	444 ± 21
			PF	5 ± 0,3	37 ± 0,5	3,1 ± 0,6	499 ± 68
2004/05	28 Oct. 2004	Payé	TSF	4 ± 0,4	30 ± 0,6	1,6 ± 0,1	494 ± 30
			PF	4 ± 0,5	32 ± 0,6	2,0 ± 0,2	551 ± 42
		Paraíso 30	TSF	4 ± 0,4	37 ± 0,6	2,4 ± 0,3	700 ± 38
			PF	5 ± 0,2	36 ± 0,4	2,8 ± 0,1	807 ± 39
2006/07	Temprana	Agrobél 967	TSF	13 ± 0,7	31 ± 0,3	2,5 ± 0,2	660 ± 85
			PF	12 ± 0,7	28 ± 0,0	2,7 ± 0,3	715 ± 20
		Trisol 600	TSF	14 ± 0,9	40 ± 0,7	2,5 ± 0,3	915 ± 60
			PF	13 ± 0,3	39 ± 0,7	3,0 ± 0,3	980 ± 25
		VDH 487	TSF	12 ± 0,6	30 ± 0,6	2,2 ± 0,2	820 ± 30
			PF	12 ± 0,1	31 ± 0,6	2,6 ± 0,3	885 ± 140
	Tardía	Agrobél 967	TSF	13 ± 1,2	30 ± 0,0	2,8 ± 0,2	775 ± 30
			PF	12 ± 0,6	30 ± 0,9	3,0 ± 0,2	795 ± 25
		Trisol 600	TSF	10 ± 0,3	37 ± 0,6	2,9 ± 0,3	960 ± 100
			PF	13 ± 0,9	39 ± 0,6	3,9 ± 0,2	885 ± 105
		VDH 487	TSF	11 ± 0,9	29 ± 0,3	2,5 ± 0,1	940 ± 60
			PF	12 ± 0,7	31 ± 0,3	2,5 ± 0,3	820 ± 120
2007/08	Temprana	Agrobél 967	TSF	5 ± 0,0	30 ± 0,3	3,6 ± 0,4	941 ± 83
			PF	5 ± 1,2	30 ± 1,7	3,9 ± 0,6	1018 ± 121
		Trisol 600	TSF	11 ± 1,0	36 ± 0,6	2,3 ± 0,2	803 ± 55
			PF	9 ± 0,9	36 ± 0,3	3,0 ± 0,4	913 ± 110
		VDH 487	TSF	5 ± 1,3	28 ± 0,7	3,2 ± 0,5	875 ± 83
			PF	5 ± 0,3	28 ± 0,7	2,3 ± 0,2	919 ± 33
	Tardía	Agrobél 967	TSF	8 ± 0,3	28 ± 0,6	4,2 ± 0,3	908 ± 61
			PF	7 ± 0,6	28 ± 0,7	3,6 ± 0,1	765 ± 55
		Trisol 600	TSF	9 ± 1,7	35 ± 1,7	4,1 ± 0,2	963 ± 50
			PF	9 ± 0,9	35 ± 0,9	4,0 ± 0,1	902 ± 110
		VDH 487	TSF	7 ± 1,5	28 ± 0,7	3,5 ± 0,5	864 ± 83
			PF	7 ± 1,5	28 ± 0,6	3,8 ± 0,1	875 ± 17
2008/09	Temprana	Agrobél 967	TSF	9 ± 0,3	30 ± 0,3	4,2 ± 0,3	968 ± 50
			PF	9 ± 0,9	31 ± 0,3	3,9 ± 0,5	847 ± 83
		Trisol 600	TSF	13 ± 0,9	41 ± 0,7	3,2 ± 0,3	908 ± 116
			PF	11 ± 0,6	40 ± 0,7	3,4 ± 0,5	979 ± 110
		VDH 487	TSF	8 ± 0,4	29 ± 1,0	3,3 ± 0,2	919 ± 88
			PF	9 ± 0,2	30 ± 1,0	3,6 ± 0,5	869 ± 50
	Tardía	Agrobél 967	TSF	11 ± 0,5	31 ± 1,5	4,5 ± 0,1	1012 ± 33
			PF	10 ± 0,2	30 ± 0,3	4,6 ± 0,2	941 ± 55
		Trisol 600	TSF	10 ± 0,7	37 ± 2,3	4,4 ± 0,5	974 ± 61
			PF	11 ± 0,2	39 ± 2,2	4,3 ± 0,5	963 ± 17
		VDH 487	TSF	9 ± 1,0	28 ± 0,9	4,0 ± 0,4	908 ± 77
			PF	10 ± 0,8	32 ± 1,5	4,3 ± 0,3	952 ± 33

Tabla 24: Valores medios y error estándar del rendimiento, contenido de aceite, número (NA) y peso de mil aquenios (PMA) para los híbridos Payé, Paraíso 30, Agrobrel 967, Trisol 600 y VDH 487 durante los experimentos (EXP.) 2002/03, 2004/05, 2006/07, 2007/08 y 2008/9, y fechas de siembra tempranas y tardías. Tratamientos (Trat.) de protección con fungicida (PF) y testigo sin fungicida (TSF).

Exp.	F. Siembra	Híbrido	Trat.	Rendimiento (g/m ²)	NA (aq./m ²)	PMA (g)	Aceite (%)
2002/03	22 Nov. 2002	Payé	TSF	332 ± 23	8179 ± 379	40,5 ± 1,1	47,3 ± 0,1
			PF	354 ± 19	8461 ± 299	41,7 ± 0,8	47,6 ± 0,4
		Paraíso 30	TSF	306 ± 15	7150 ± 203	42,7 ± 1,0	48,3 ± 0,3
			PF	383 ± 3	8191 ± 220	46,8 ± 0,9	47,9 ± 0,3
2004/05	28 Oct. 2004	Payé	TSF	408 ± 14	8303 ± 394	49,3 ± 0,7	48,2 ± 0,6
			PF	458 ± 11	8440 ± 151	54,3 ± 1,4	48,7 ± 0,2
		Paraíso 30	TSF	351 ± 21	6353 ± 312	55,3 ± 2,3	49,8 ± 0,5
			PF	440 ± 9	6886 ± 279	64,1 ± 1,5	50,0 ± 0,9
2006/07	Temprana	Agrobrel 967	TSF	241 ± 33			50,8 ± 0,4
			PF	259 ± 22			50,1 ± 0,6
		Trisol 600	TSF	241 ± 28			40,6 ± 0,2
			PF	281 ± 12			41,8 ± 0,1
		VDH 487	TSF	259 ± 20			48,2 ± 1,1
			PF	303 ± 12			48,5 ± 0,5
	Tardía	Agrobrel 967	TSF	203 ± 14	4250 ± 393	48,3 ± 3,8	49,6 ± 0,8
			PF	261 ± 16	4628 ± 206	56,4 ± 1,7	49,8 ± 0,5
		Trisol 600	TSF	183 ± 27	3696 ± 468	49,6 ± 2,8	37,7 ± 0,7
			PF	283 ± 40	5456 ± 834	52,2 ± 1,3	39,5 ± 0,2
		VDH 487	TSF	213 ± 21	3851 ± 399	55,5 ± 1,1	45,6 ± 0,4
			PF	224 ± 10	3661 ± 275	61,6 ± 2,1	47,8 ± 1,1
2007/08	Temprana	Agrobrel 967	TSF	406 ± 24	10204 ± 1528	41,1 ± 4,5	55,4 ± 0,8
			PF	449 ± 22	9005 ± 772	50,5 ± 4,4	56,3 ± 0,3
		Trisol 600	TSF	439 ± 40	9227 ± 819	47,6 ± 1,7	41,0 ± 0,6
			PF	475 ± 27	9309 ± 747	51,3 ± 2,0	40,1 ± 0,7
		VDH 487	TSF	424 ± 2	9731 ± 465	43,8 ± 1,9	54,9 ± 0,5
			PF	482 ± 24	10350 ± 857	46,9 ± 1,8	54,3 ± 1,1
	Tardía	Agrobrel 967	TSF	204 ± 35	5186 ± 726	39,8 ± 5,8	45,7 ± 1,2
			PF	229 ± 4	5846 ± 195	39,2 ± 1,7	47,0 ± 0,6
		Trisol 600	TSF	135 ± 15	3633 ± 659	38,2 ± 3,8	32,5 ± 0,6
			PF	167 ± 14	4607 ± 759	37,4 ± 3,4	34,5 ± 0,4
		VDH 487	TSF	183 ± 16	4730 ± 110	38,7 ± 2,9	41,8 ± 0,3
			PF	186 ± 17	4706 ± 361	39,7 ± 3,5	44,7 ± 1,2
2008/09	Temprana	Agrobrel 967	TSF	422 ± 14			53,4 ± 0,3
			PF	372 ± 2			53,4 ± 0,2
		Trisol 600	TSF	375 ± 13			44,3 ± 0,3
			PF	402 ± 35			43,8 ± 1,1
		VDH 487	TSF	471 ± 9			51,4 ± 0,5
			PF	473 ± 71			49,5 ± 0,4
	Temprana	Agrobrel 967	TSF	285 ± 18			48,4 ± 0,9
			PF	297 ± 9			50,4 ± 0,4
		Trisol 600	TSF	282 ± 4			43,1 ± 0,5
			PF	326 ± 29			44,0 ± 0,4
		VDH 487	TSF	277 ± 17			48,0 ± 0,8
			PF	331 ± 2			48,0 ± 0,9

Tabla 25: Indicadores de ajuste de las curvas dosis de ingrediente activo – respuesta entre severidad o área bajo la curva de la mancha de la hoja (ALT o ABC ALT, respectivamente) y la dosis de pyraclostrobin (DP) aplicada en botón floral R2 en Balcarce, campaña 2007/08. Los ajustes se realizaron para cada fecha de evaluación (R5, R7 y R8) y sobre las hojas 12, 20 y 28 (contabilizadas desde la base). Se consigna función, coeficiente de ajuste (R^2) y valor P .

Coeficiente de ajuste (R^2)	Valor P	Función	Hoja	Momento de evaluación
0,96	0,04	ALT = $0,49 + 2,09 e^{(-0,15 DP)}$	12	R5
0,98	0,02	ALT = $0,005 + 0,076 e^{(-0,018 DP)}$	20	R5
0,97	0,03	ALT = $0,18 + 0,71 e^{(-0,016 DP)}$	12 + 20 + 28	R5
0,99	0,004	ALT = $0,29 + 21,0 e^{(-0,019 DP)}$	20	R7
0,99	0,07	ALT = $22,1 + 7,04 e^{(-0,019 DP)}$	12 + 20 + 28	R7
0,94	0,05	ALT = $61,7 e^{(-0,0029 DP)}$	28	R8
0,95	0,05	ALT = $26,2 + 38,0 e^{(-0,006 DP)}$	12 + 20 + 28	R8
0,95	0,04	ABC ALT = $2088 - 35,7 e^{(-0,015 DP)}$	12	R5 - R8
0,99	0,004	ABC ALT = $1060 + 326 e^{(-0,019 DP)}$	20	R5 - R8
0,94	0,06	ABC ALT = $125 + 883 e^{(-0,0021 DP)}$	28	R5 - R8
0,99	0,007	ABC ALT = $1237 + 264 e^{(-0,0097 DP)}$	12 + 20 + 28	R5 - R8

Tabla 26: Pruebas de comparación de medias LSD-Fisher ($P \leq 0,05$) del área foliar en R7 para las combinaciones de dosis de pyraclostrobin (0, 50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) y metconazole (0, 50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) aplicadas en botón floral R2 durante la campaña 2008/09 en Balcarce. Valores de tratamientos testigo: testigo sin fungicida= 2402 cm²/pl; protección fúngica= 2848 cm²/pl.

Dosis (g/ha)		Duración de área foliar (cm ² /pl)	<i>n</i>	Grupos LSD-Fisher
Piraclostrobin	Metconazole			
0	0	2403	3	A B C D
0	50	2664	3	C D E F G
0	100	2121	3	A
0	150	2770	3	D E F G H
0	200	2222	3	A B C
50	0	2915	3	F G H I
50	50	2374	3	A B C D
50	100	3226	3	H I
50	150	2873	3	E F G H
50	200	2125	3	A
100	0	2337	3	A B C D
100	50	2326	3	A B C D
100	100	2656	3	C D E F G
100	150	3000	3	F G H I
100	200	2158	3	A B
150	0	3074	3	G H I
150	50	2587	3	B C D E F
150	100	2336	3	A B C D
150	150	2590	3	B C D E F
150	200	3092	3	G H I
200	0	3056	3	G H I
200	50	2453	3	A B C D E
200	100	2650	3	C D E F G
200	150	2675	3	C D E F G
200	200	3338	3	I

Tabla 27: Pruebas de comparación de medias LSD-Fisher ($P \leq 0,05$) de la duración del área foliar durante llenado de achenios para la combinación de dosis de pyraclostrobin (0, 50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) y metconazole (0, 50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) aplicadas en botón floral R2 en la campaña 2008/09 en Balcarce. Valores de tratamientos testigo: testigo sin fungicida= 86 m²/pl; protección fúngica= 110 m²/pl.

Dosis (g/ha)		Duración de área foliar (m ² /pl)	<i>n</i>	Grupos LSD-Fisher						
Piraclostrobin	Metconazole			A	B	C	D	E	F	G
0	0	86	3	A	B	C				
0	50	87	3	A	B	C	D			
0	100	83	3	A	B					
0	150	101	3			C	D	E	F	G
0	200	98	3		B	C	D	E	F	G
50	0	98	3		B	C	D	E	F	G
50	50	93	3	A	B	C	D	E	F	
50	100	114	3							G
50	150	104	3				D	E	F	G
50	200	81	3	A						
100	0	89	3	A	B	C	D	E		
100	50	101	3			C	D	E	F	G
100	100	103	3				D	E	F	G
100	150	107	3						F	G
100	200	90	3	A	B	C	D	E		
150	0	107	3						F	G
150	50	95	3	A	B	C	D	E	F	
150	100	87	3	A	B	C				
150	150	94	3	A	B	C	D	E	F	
150	200	112	3							G
200	0	104	3					E	F	G
200	50	93	3	A	B	C	D	E	F	
200	100	105	3					E	F	G
200	150	99	3		B	C	D	E	F	G
200	200	107	3						F	G

Tabla 28: Indicadores de ajuste de las curvas dosis de ingrediente activo – respuesta entre el área bajo la curva de la mancha de la hoja (ABC ALT) y la dosis de pyraclostrobin (DP) aplicada durante V12-14 , R2, R4 y R6 en Balcarce, campaña 2007/08. Los ajustes se realizaron para cada momento de aplicación y sobre las hojas 12, 20 y 28 (contabilizadas desde la base). Se consigna función, coeficiente de ajuste (R^2) y valor P .

Coeficiente de ajuste (R^2)	Valor P	Función	Hoja	Momento de aplicación
0,73	0,06	$ABC\ ALT = 2141 e^{(-0,0006\ DP)}$	12	V14
0,68	0,08	$ABC\ ALT = 2112 e^{(-0,0006\ DP)}$	12	R2
0,72	0,06	$ABC\ ALT = 1215 e^{(-0,0006\ DP)}$	20	R2
0,98	0,02	$ABC\ ALT = 1052 + 1,7\ DP - 0,02\ DP^2$	28	R2
0,98	0,02	$ABC\ ALT = 1454 + 0,31\ DP - 0,0065\ DP^2$	12 + 20 + 28	R2
0,97	0,03	$ABC\ ALT = 1039 + 256 e^{(-0,013\ DP)}$	20	R4
0,77	0,05	$ABC\ ALT = 1028 e^{(-0,0047\ DP)}$	28	R4
0,88	0,09	$ABC\ ALT = 1197 + 304(-0,014\ DP)$	12 + 20 + 28	R4
0,66	0,09	$ABC\ ALT = 1147 e^{(-0,0002\ DP)}$	20	R6
0,94	0,05	$ABC\ ALT = 310 + 739 e^{(-0,015\ DP)}$	28	R6
0,91	0,08	$ABC\ ALT = 1154 + 284 e^{(-0,01\ DP)}$	12 + 20 + 28	R6

Tabla 29: Pruebas de comparación de medias LSD-Fisher ($P \leq 0,05$) del área foliar para combinaciones de momentos de aplicación de fungicida (V12-14, R2, R4 y R6) y dosis de piraclostrobin (0, 50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) durante R7 de la campaña 2007/08 en Balcarce. Valores de tratamientos testigo: testigo sin fungicida= 1329 cm²/pl; protección fúngica= 4444 cm²/pl.* Según escala de Schreiner y Miller (1981).

Momento de aplicación *	Dosis de piraclostrobin (g/ha)	Area foliar (cm ² /pl)	<i>n</i>	Grupos LSD-Fisher
V	0	1653	3	A B C
V	50	1691	3	A B C D
V	100	1973	3	A B C D E
V	150	1581	3	A B C
V	200	1238	3	A
R2	0	2116	3	A B C D E F
R2	50	1255	3	A B
R2	100	2402	3	C D E F
R2	150	1649	3	A B C
R2	200	2387	3	C D E F
R4	0	1411	3	A B
R4	50	2255	3	B C D E F
R4	100	2801	3	E F
R4	150	2265	3	B C D E F
R4	200	2944	3	F
R6	0	1419	3	A B C
R6	50	2073	3	A B C D E F
R6	100	2693	3	E F
R6	150	2947	3	F
R6	200	2553	3	D E F

Tabla 30: Pruebas de comparación de medias LSD-Fisher ($P \leq 0,05$) del área foliar para combinaciones momentos de aplicación de fungicida (V12-14, R2, R4 y R6) y dosis de piraclostrobin (0, 50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) en R8 de la campaña 2007/08 en Balcarce. Valores de tratamientos testigo: testigo sin fungicida= 0 cm²/pl; protección fúngica= 627 cm²/pl. * Según escala de Schneiter y Miller (1981).

Momento de aplicación *	Dosis de piraclostrobin (g/ha)	Area foliar (cm ² /pl)	<i>n</i>	Grupos LSD-Fisher		
V	0	0	3	A		
V	50	0	3	A		
V	100	0	3	A		
V	150	0	3	A		
V	200	14	3	A		
R2	0	16	3	A		
R2	50	0	3	A		
R2	100	21	3	A		
R2	150	19	3	A		
R2	200	45	3	A		
R4	0	11	3	A		
R4	50	36	3	A		
R4	100	236	3	C		
R4	150	45	3	A	B	
R4	200	84	3	A	B	C
R6	0	14	3	A		
R6	50	52	3	A B		
R6	100	55	3	A B		
R6	150	527	3	D		
R6	200	224	3	B C		

Tabla 31: Pruebas de comparación de medias LSD-Fisher ($P \leq 0,05$) del rendimiento de aquenios para combinaciones de momentos de aplicación (V12-14, R2, R4 y R6) y dosis de piraclostrobin (0, 50, 100, 150 y 200 g ha⁻¹) durante la campaña 2007/08 en Balcarce. Valores de tratamientos testigo: testigo sin fungicida= 2145 kg ha⁻¹; protección fúngica= 3354 Kg ha⁻¹. * Según escala de Schneiter y Miller (1981).

Momento de aplicación *	Dosis de piraclostrobin (g/ha)	Rendimiento (kg/ha)	<i>n</i>	Grupos LSD-Fisher	
V	0	2368	3		B C D E F
V	50	2108	3	A	B C
V	100	2256	3	A	B C D E
V	150	2234	3	A	B C D
V	200	2028	3	A	B
R2	0	1803	3	A	
R2	50	2553	3		C D E F G H
R2	100	2325	3	A	B C D E F
R2	150	2428	3		B C D E F
R2	200	2398	3		B C D E F
R4	0	2182	3	A	B C D
R4	50	2468	3		B C D E F G
R4	100	2276	3	A	B C D E
R4	150	2925	3		G H
R4	200	2938	3		H
R6	0	2534	3		C D E F G
R6	50	2228	3	A	B C D
R6	100	2584	3		D E F G H
R6	150	2684	3		E F G H
R6	200	2748	3		F G H



Figura 36: Síntomas de fitotoxicidad de fungicida aplicado en V12-14 b y R2* (a y c) con 150 g ha^{-1} de metconazole y 0 g ha^{-1} de pyraclostrobin en tallo y hojas de girasol. a-Necrosis de epidermis de tallo asociada al chorreado del formulado desde la inserción de las hojas con el tallo; b-Atrofia de hojas en activo crecimiento durante la aplicación de V 14*; c- Clorosis y necrosis de hojas desarrolladas al momento de la aplicación. Fotos tomadas en ensayo de momentos de aplicación y dosis de pyraclostrobin en enero de 2009 (a y c). * Según escala de Schneiter y Miller (1981).