Impacto de las enfermedades foliares sobre variables fisiológicas determinantes del rendimiento del girasol ante diferentes situaciones de cultivo

QUIROZ, F.J.[1]; VELÁZQUEZ, L.[2]; LÁZZARO N.[1]; ESCANDE, A.R.[1,3]; AGUIRREZÁBAL, L.A.N.[2]; DOSIO, G.A.A.[2]

RESUMEN

La mancha de la hoja por Alternaria (ALT) y la mancha negra del tallo por Phoma (MNT) son enfermedades foliares endémicas del girasol en Argentina. MNT disminuye regularmente el rendimiento del girasol de alto potencial del sur de Buenos Aires. La variabilidad ambiental entre años y la fecha de siembra inciden en la ocurrencia de estas enfermedades, sin embargo, la información sobre su efecto es escasa. El objetivo de este trabajo fue evaluar la ocurrencia de estas enfermedades y su impacto sobre el rendimiento, el peso y número de aquenios y el contenido de aceite, en diferentes ambientes (años y fechas de siembra) del sur de Buenos Aires, Argentina. Se realizaron cinco experimentos en la Estación Experimental Agropecuaria del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en Balcarce en los años 2003, 2005, 2007, 2008 y 2009 en condiciones de campo e inoculación natural. Se evaluaron cinco híbridos, protegidos o no protegidos con una mezcla de fungicidas foliares. Tres experimentos incluyeron dos fechas de siembra (temprana y tardía). Se midió el área foliar, la incidencia y severidad de las enfermedades, el rendimiento, el peso y número de aquenios y el contenido de aceite. MNT fue la enfermedad de mayor prevalencia e incidencia (19 a 81%). Con menor frecuencia se observó presencia severa de ALT (0,3 a 10%) y ocurrencia atípica de roya negra por *Puccinia helianthi* (RN; 0 a 23%) en 2007. Las mayores precipitaciones y humedad relativa observadas en fechas de siembra tardías se correspondieron con aumento en la incidencia o severidad de síntomas (> 70%) principalmente de ALT. MNT, ALT y RN disminuyeron la duración del área foliar principalmente en hojas del estrato medio o superior, mientras que la protección con fungicidas redujo su efecto. MNT fue la enfermedad que más se asoció con la disminución del peso y número de aquenios. El contenido de aceite disminuyó en los tratamientos testigo en asociación con la siembra tardía y la presencia de ALT. El efecto de las enfermedades foliares sobre el rendimiento (11 a 17%), el peso y número de aquenios y el contenido de aceite varió con el ambiente de experimentación y en relación con la incidencia de MNT y la ocurrencia de epifitias severas de RN y ALT. La aplicación de fungicidas foliares mostró un beneficio productivo.

Palabras clave: *Leptosphaeria lindquistii, Alternaria helianthi*, *Helianthus annuus* L., área foliar, duración del área foliar, protección fúngica, rendimiento, peso de aquenios, número de aquenios.

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Balcarce, Departamento de Agronomía. Ruta 226 km 73,5 (7620) Balcarce, Argentina.
[2]Universidad Nacional de Mar del Plata (INMdP), Laboratorio de Fisiología Vegetal, FCA, CONICET, Ruta 226 km 73,5 (7620) Balcarce, Argentina. Correo electrónico: gdosio@mdp.edu.ar
[3]Universidad Nacional de Mar del Plata, Grupo Patología Vegetal, FCA, Ruta 226 km 73,5 (7620) Balcarce, Argentina.

Recibido 02 de septiembre de 2017 // Aceptado 13 de junio de 2018 // Publicado online 12 de diciembre de 2018

ABSTRACT

Leaf spot by Alternaria (ALT) and black stem spot by Phoma (BS) are endemic leaf diseases of sunflower in Argentina. BS regularly reduced the yield of high potential sunflower of the south of Buenos Aires. Environmental variability between years and sowing date affect the occurrence of these diseases however the information about its effect is scarce. The objective of this work was to assess the occurrence and importance of leaf diseases on yield, number and weight of achenes, and oil content, in different environments (years and sowing dates) in the south of Buenos Aires, Argentina. Five experiments were performed at the field station of INTA Balcarce in the years 2003, 2005, 2007, 2008 and 2009 under field conditions and natural inoculation. Five hybrids, protected or not protected with a mixture of foliar fungicides, were evaluated. Three experiments included two sowing dates (early and late). Leaf area, incidence and severity of diseases, yield, number and weight of achenes, and oil content were measured. BS was the disease with the highest prevalence and incidence (19 to 81%). Less frequently, severe ALT (0.3 to 10%) and atypical black rust by Puccinia helianthi (BR, 0 to 23%) were observed in 2007. The higher rainfall and relative humidity observed at late sowing dates corresponded to an increase in incidence or severity of symptoms (> 70%), mainly of ALT. BS, ALT and BR decreased leaf area duration mainly in leaves of medium or higher strata, while fungicide protection reduced its effect. BS was the disease that was most associated with decreased weight and number of achenes. The oil content decreased in the control treatments in association with late sowing and the presence of ALT. The effect of foliar diseases on yield (11 to 17 %), the number and weight of achenes, and the oil content varied with experimental environment and in relation to the incidence of BS and the occurrence of severe epiphytes of BR and ALT. Application of foliar fungicides resulted in productive benefit.

Keywords: *Leptosphaeria lindquistii, Alternaria helianthi, Helianthus annuus L., leaf area, leaf area duration, fungal protection, yield, achenes weight, achenes number.*

INTRODUCCIÓN

Buenos Aires es la provincia con mayor producción de girasol de la Argentina (1,12 a 2,4 MT de grano; SIIA-MAGPyA, 2015) principal país productor de América del Sur. Su clima templado húmedo y subhúmedo favorece la ocurrencia de enfermedades. Dentro de las enfermedades que afectan al cultivo de girasol, las foliares fueron poco estudiadas en relación con su impacto sobre la producción y manejo sanitario. La mancha de la hoja por *Alternaria helianthi* (ALT) y la mancha negra del tallo (MNT) por *Leptosphaeria lindquistii* (sin. *Phoma macdonaldii*) son enfermedades foliares de alta prevalencia (Quiroz *et al.*, 2007) en comparación con otras, como la mancha de la hoja (MH) por *Septoria helianthi*, la roya blanca (RB) por *Pustula helianthi* y la roya negra (RN) por *Puccinia helianthi* (RN).

ALT es una de las enfermedades más prevalentes en las regiones subtropicales de cultivo de América del Sur, y ha provocado disminuciones de rendimiento entre 15 y 100% en diferentes regiones productoras del mundo (Carson, 1985). En Argentina, se registraron epifitias severas en la región del Chaco y norte de Santa Fe (Bonacic Kresic *et al.,* 1982). Esta enfermedad también fue reportada en el sudeste bonaerense (Quiroz *et al.*, 2007). MNT es una enfermedad de amplia distribución mundial (Acimovic, 1988), y junto con la maduración o muerte prematura (Carson, 1991), causada por el mismo patógeno, provocaron pérdidas de rendimiento entre 10 y 30% (Velázquez y Formento, 2003). Los síntomas de MNT incluyen necrosis en tallo en forma de escudete rodeando la zona de inserción de la hoja, y necrosis previa en la lámina, o en la nervadura, o en el pecíolo foliar, o en dos o tres de ellos, provocada por la acción directa del patógeno en la hoja, MNT progresa desde los nudos inferiores hacia los superiores.

El uso de híbridos susceptibles, la siembra directa y la intensificación del cultivo son condiciones que predisponen a la ocurrencia de MNT (Debaeke y Pérès, 2003) y ALT. No existen cultivares comerciales de girasol con alto nivel de resistencia a estas enfermedades, sin embargo, varios reportes describen resistencia parcial de tipo cuantitativa tanto para MNT (p. ej. Darvishzadeh *et al.*, 2007) como para ALT (p. ej. Reddy *et al.*, 2006).

Los fungicidas foliares demoran la senescencia ocasionada por MNT, principalmente en las hojas de los estratos medios y superiores (Quiroz *et al.*, 2014). Las enfermedades foliares se relacionan negativamente con el área foliar verde, la intercepción y eficiencia de uso de la radiación, y el rendimiento (Quiroz *et al.*, 2014; Leite *et al.,* 2006). Dado que la eficiencia fotosintética de una hoja depende de su edad y de su posición en el tallo (English *et al.*, 1979; Rousseaux *et al.*, 1996), la importancia del efecto de MNT y ALT sobre el rendimiento dependerá de la ubicación de las hojas afectadas y del estadio fenológico en que ocurra la infección.

ALT y MNT se manifiestan principalmente a partir de floración (Gulya *et al.*, 1997), y su desarrollo se ve favorecido en condiciones de alta densidad, y disponibilidad hídrica y de nutrientes (Gulya *et al.*, 1997; Debaeke y Pérès, 2003). Las características meteorológicas y la fecha de siembra

inciden sobre el ambiente de cultivo y, por lo tanto, sobre la manifestación de enfermedades. La siembra tardía se está difundiendo rápidamente en el sudoeste de Buenos Aires porque se relaciona con buen desarrollo vegetativo y mayor probabilidad de ocurrencia de precipitaciones durante la floración y el período de llenado de aquenios (Moschini *et al.*, 2002).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la prevalencia de las enfermedades foliares de girasol y estudiar su efecto sobre variables fisiológicas y ecofisiológicas relacionadas con el rendimiento del cultivo bajo diferentes ambientes productivos del sur de Buenos Aires, de manera de poder cuantificar su impacto y adquirir nuevas herramientas que permitan un manejo eficiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cinco experimentos (Exp) fueron llevados a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en Balcarce, Argentina (37°45′ S, 58°18′ O) durante las campañas productivas 2002/03, 2004/05, 2006/07, 2007/08 y 2008/09 (Exp 2003, 2005, 2007, 2008 y 2009, respectivamente), en un suelo argiudol típico serie Balcarce (entre 5 y 7,4% de materia orgánica), con al menos tres ciclos de secuencia de cultivo trigo-girasol previos.

La radiación global incidente, la heliofanía, la humedad relativa, la temperatura media del aire y las precipitaciones diarias fueron registradas en la casilla meteorológica de la estación experimental ubicada a 500 m de los experimentos (tabla 1). La fenología del cultivo se registró semanalmente según la escala propuesta por Schneiter y Miller (1981). El paso del tiempo fue expresado como la sumatoria del tiempo térmico (ºCd) calculado a partir de la temperatura media diaria del aire y utilizando 6 °C como temperatura base (Kiniry *et al.,* 1992). Se consideró tiempo cero al estadio de floración ($R_{5.1}$).

Los experimentos fueron conducidos bajo condiciones de inoculación natural de enfermedades foliares. Se incluyeron como factores de variabilidad los niveles de protección con fungicida (FUNG), la fecha de siembra (FS) y el cultivar (CV). Se utilizó un diseño de tres bloques completos aleatorizados con arreglo factorial en parcelas divididas, cuyos tratamientos se dispusieron en relación con el nivel o tamaño de parcela según: (i) Exp 2003 y 2005: híbridos > protección fúngica; (ii) Exp 2007, 2008 y 2009: fechas de siembra > híbridos = protección fúngica.

Los niveles de FUNG fueron: con protección fúngica (F): en los Exp 2003 y 2005 se aplicó una combinación de (i) carbendazim 12,5% + epoxiconazole 12,5% (Duett ®, Basf, Buenos Aires, Argentina, 0,75 $l.ha^{-1}$ cada 15 días) y (ii) azoxistrobin 25% (Amistar ®, Syngenta, Buenos Aires, Argentina, 0,5 $l.ha^{-1}$ cada 30 días), mientras que en los Exp

		Precipitaciones (mm)							Temperatura (ºC)					Radiación solar ($MJ\ m^{-2}\ d^{-1}$)		
		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
oct	1-10	15	10	30	51	14	14,5	12,4	13,6	14,4	11,6	15,5	11,8	13,3	12,8	17,1
	11-20	257	30	22	25	6	15,4	13,3	13,1	14,0	14,7	14,2	16,3	14,4	16,0	17,4
	21-31	4	11	24	11	10	14,5	14,2	16,2	16,5	15,1	20,6	19,6	18,4	20,3	18,4
nov	1-10	64	32	18	23	34	15,3	14,7	13,8	13,2	18,7	16,2	17,7	22,6	19,4	20,4
	11-20	98	29	5	20	9	17,4	13,9	17,1	13,1	18,3	17,5	17,7	22,2	22,6	23,1
	21-30	7	9	5	5	11	17,7	19,4	17,0	17,7	22,3	23,8	19,8	22,6	21,8	20,7
dic	1-10	5	21	31	26	13	18,5	19,1	20,2	18,6	19,2	24,1	19,7	21,6	23,4	23,1
	11-20	33	16	75	0	7	19,6	19,5	22,3	19,0	22,5	23,4	23,4	21,2	26,2	22,2
	21-31	1	25	8	0	11	20,2	21,1	20,7	21,0	20,3	22,6	22,4	22,8	24,0	24,3
ene	1-10	44	11	8	61	10	19,9	23,7	20,5	22,2	22,1	23,6	22,0	21,1	23,7	25,7
	11-20	70	13	2	4	0	22,5	20,3	19,6	19,7	22,2	22,8	23,7	23,3	25,9	23,9
	21-31	10	44	26	92	15	21,8	19,3	21,7	22,2	23,1	22,5	22,3	20,6	17,0	24,7
feb	1-10	8	27	13	47	58	22,6	19,2	23,4	19,2	20,4	21,5	18,3	20,8	19,2	20,7
	11-20	44	1	88	36	6	18,6	21,4	20,2	21,8	24,2	16,3	16,3	17,9	19,0	21,8
	21-28/29	39	20	22	64	1	20,5	21,7	20,1	22,1	22,1	20,3	17,8	17,6	14,7	18,5
mar	1-10	88	58	149	209	56	23,0	18,4	18,0	19,8	20,9	17,7	16,2	14,9	11,8	15,3
	11-20	73	16	27	28	6	17,5	19,4	18,4	18,5	19,3	16,2	16,4	15,4	18,0	14,6
	21-31	6	15	36	6	4	17,0	16,5	18,4	17,1	17,4	11,7	15,1	13,1	14,4	17,9

Las precipitaciones fueron acumuladas en períodos de diez días. La temperatura y la radiación fueron promediadas en períodos de diez días.

Tabla 1. Precipitaciones acumuladas, y temperatura y radiación solar media diarias, en la Estación Experimental del INTA, Balcarce, Argentina.

Fuente de la información: elaboración propia.

Experimento	Fecha de siembra	Densidad (pl m^{-2})	Riego (mm)	Cultivar
2003	**22 nov 2002 (TE)**	7,2	150	Payé[1]; Paraíso 30[2]
2005	**28 oct 2004 (TE)**	5,6	250	Payé; Paraíso 30
2007	**23 oct 2006 (TE)**	5,0	90	Agrobel 967[3]; Trisol 600[4]; VDH 487[5]
	5 dic 2006 (TA)			
2008	**14 nov 2007 (TE)**	5,5	138	Agrobel 967; Trisol 600; VDH 487
	12 dic 2007 (TA)			
2009	**14 nov 2008 (TE)**	5,5	250	Agrobel 967; Trisol 600; VDH 487
	12 dic 2008 (TA)			

Tabla 2. Fecha de siembra, densidad, cultivares y riego durante los experimentos.

TE=temprana; TA=tardía

[1] KWS Argentina S.A., Balcarce, Argentina [2] Nidera S.A., Junín, Argentina [3] Seminium S.A., Paraná, Argentina

[4] Dow Agrosciences Argentina S.A., Colón, Argentina [5] Advanta Semillas S.A. Junín, Argentina

Fuente de la información: elaboración propia.

2007, 2008 y 2009 se aplicó pyraclostrobin 13,3% + epoxiconazole 5% (Opera ®, Basf, Buenos Aires, Argentina, 0,75 $l.ha^{-1}$) en los estadios fenológicos V_6 y R_4; y sin protección fúngica (T): pulverizaciones con agua. Las pulverizaciones se realizaron con mochila de presión constante de 3,5 kg cm^{-2}, con barra de cuatro pastillas cono hueco distanciadas 35 cm. El volumen de aplicación de caldo fue 150-170 $l.ha^{-1}$. Las FS se indican en la tabla 2, considerando tempranas (TE) las de octubre y noviembre, y tardías (TA) las de diciembre. Los CV fueron seleccionados por la variabilidad en el comportamiento ante enfermedades, el largo de ciclo, el contenido de aceite y el contenido de ácidos grasos (Álvarez *et al.*, 2005, tabla 2). La eficiencia de control (EC) de los fungicidas fue estimada como: EC = (1 – (valor de enfermedad / T) x 100).

Las parcelas se constituyeron por cuatro surcos de 8 m de largo (Exp 2003 y 2005) y seis surcos de 6 m de largo (Exp 2007, 2008 y 2009), distanciados a 70 cm. Los surcos externos de cada parcela fueron considerados bordura. La densidad de siembra varió entre 5,0 y 7,2 $pl.m^{-2}$ (tabla 2). En todos los casos, el cultivo fue fertilizado antes de la siembra con 75 $kg.ha^{-1}$ de fosfato diamónico (46% de P_2O_5 y 18% de N amoniacal) y en V_7 (Schneiter y Miller, 1981) con 60 kg ha^{-1} de urea (46% N). Se realizaron riegos complementarios por aspersión utilizando un sistema de pivot central (tabla 2). Las malezas e insectos fueron controlados con técnicas culturales y químicas recomendadas (Diaz-Zorita y Duarte, 2002).

La incidencia de MNT (INC_{MNT}) fue evaluada entre los estadios R_8 y R_9 en diez (Exp 2003 y 2005) y tres (Exp 2007, 2008 y 2009) plantas por parcela, como la proporción relativa de nudos con síntomas (N_{MNT}) sobre el total por planta (NT; INC_{MNT}= N_{MNT}/ NT x 100). En simultáneo, se evaluó la severidad de ALT en la hoja 20 (desde la base) según la escala diagramática de Leite y Amorim (2002). También se evaluó la severidad de MH (Leite y Amorim, 2002), de RB (escala diagramática de cinco niveles de severidad; Quiroz, no publicado) y de RN (Gulya *et al.*, 1990).

El área foliar (AF) se estimó cada 10 a 15 días entre floración ($R_{5.1}$) y madurez fisiológica (R_9, MF) en tres plantas representativas por parcela, a partir del ancho máximo de cada hoja, según la relación: AF = 1,7235 + 1,5128 * ancho máximo (Pereyra *et al.*, 1982, modificado). A partir del AF por planta (suma del área de cada hoja), se calculó la duración del área foliar (DAF, integral de la curva de evolución de AF en función del tiempo térmico), a nivel de la hoja y de la planta.

Los capítulos de cada parcela fueron recolectados manualmente en el estadio R_9, y sus aquenios separados con trilladora estática de disco dentado. Se midió el peso de la muestra completa y de 1000 aquenios (PMA). Se registró la humedad para calcular el rendimiento por m^2 a 5% de humedad (RTO). El número de aquenios (NA) se midió a partir de capítulos individuales (Exp 2003 y 2005), o se estimó a partir del peso de la muestra total por parcela / PMA (siembra tardía del Exp 2007 y ambas fechas de siembra del Exp 2008) y se expresó por m^2. El NA no fue medido en la fecha de siembra temprana del Exp 2007, ni en ambas fechas de siembra del Exp 2009. El contenido de aceite porcentual de los aquenios (AC) se midió por resonancia magnética nuclear (Analyser Magnet Type 10, Newport Oxford Instruments, Buckinghamshire, England) a partir de 10 a 15 g de cada muestra.

A partir de los registros meteorológicos se calcularon variables compuestas para los períodos comprendidos por los 20 días previos y los 30 días posteriores a la floración ($R_{5.1}$). Las variables calculadas para cada Exp, FS y CV fueron: cantidad de días con humedad relativa promedio mayor o igual a 80% (HR); cantidad de días con precipitaciones (DPP); volumen de precipitaciones acumuladas en mm (PP); suma de radiación incidente (SUMRAD); tiempo térmico calculado en grados día (TT).

Se realizaron análisis de la varianza para las variables incidencia de MNT, severidad de ALT y RN, AF, DAF, RTO, NA, PMA y AC (Balzarini *et al.*, 2008). El análisis se realizó

por experimento y combinando experimentos de igual diseño y metodología de muestreo experimental. Los Exp 2003 y 2005, y los Exp 2007, 2008 y 2009 fueron analizados por separado. La normalidad de los datos se chequeó mediante la prueba de Kruskal-Wallis. 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 entre las variables (sanitarias, fisiológicas y meteorológicas) y análisis multivariados de componentes principales (CP) y biplot (Balzarini *et al.*,2008). Solo fueron incluidas en este análisis las variables que se registraron en todos los ambientes (Exp y FS) y, en el caso de variables autocorrelacionadas, se incluyó la de mayor aporte a los CP1 y CP2. Para la construcción del biplot se graficaron los primeros dos CP 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).

RESULTADOS

Prevalencia de enfermedades foliares, efecto de la fecha de siembra, de la protección con fungicida y del cultivar

Se detectó presencia de MNT en todos los experimentos y plantas evaluadas, dentro del rango de 19 a 81% de incidencia de nudos con MNT por planta (promedio de híbridos en parcelas testigo) y de ALT entre 0,3 y 10% de severidad, mientras que RN se observó solo en los Exp 2007 y 2009, dentro del rango de 0 y 23% de severidad. Los síntomas dependieron del experimento y la FS (P_{Exp}, P_{FS}, $P_{Exp\ x\ FS} \leq 0,05$, figura 1). MNT y ALT estuvieron presentes en todos los ambientes evaluados, la primera con niveles de incidencia medios a altos en todos los casos (figura 1.A y 1.B). ALT y RN tuvieron alta severidad solo en la FS tardía del Exp. 2008 y en el Exp. 2007, respectivamente (figura 1.B y 1.C), coincidiendo en este último caso con condiciones de alta temperatura durante los meses de diciembre y febrero (tabla 1).

La expresión de enfermedades foliares fue mayor en FS tardía. La mayor incidencia de MNT en los Exp 2008 y 2009, y de severidad de ALT y RN en los Exp 2008 y 2007, respectivamente, en FS tardía coincidieron con mayor número de eventos y volumen de precipitaciones, y disminución de la radiación incidente durante el período de llenado de aquenios (tabla 1).

La aplicación de fungicidas presentó alta eficiencia de control en las tres enfermedades. En MNT, la única enfermedad que presentó niveles medios o altos de síntomas en todas las situaciones ensayadas, la eficiencia de control osciló entre 42 y 84%, dependiendo del Exp y la FS ($P_{Exp\ x\ Fs\ x\ Fung} = 0,0001$), resultando proporcionalmente más efectivo en las FS tardías (figura 1.A). En las enfermedades que se manifestaron ocasionalmente, el fungicida disminuyó 69% la severidad de ALT en la FS tardía del Exp 2008 (figura 1.B), y 95 y 85% la severidad RN en las FS temprana y tardía, respectivamente, del Exp 2007 (figura 1.C).

Solo dos cultivares presentaron un comportamiento diferencial frente a las enfermedades evaluadas (resultados

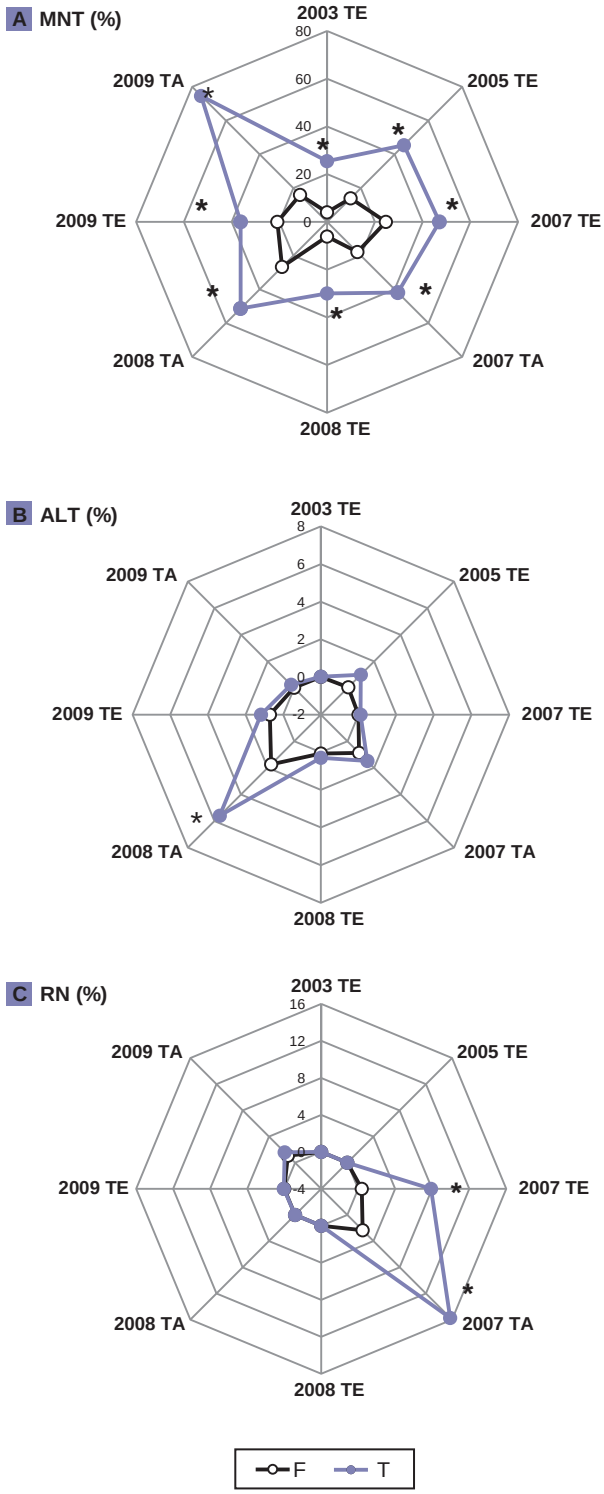

Figura 1. Incidencia de mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* (A), severidad de macha de la hoja por A. helianthi (B) y severidad de roya negra por *P. helianthi* (C) durante los experimentos 2003, 2005, 2007, 2008 y 2009, con fecha de siembra temprana (TE) o tardía (TA). La aplicación de fungicidas (F) está representada con símbolos blancos y el control (T) con símbolos negros. Los resultados son promedio de los cultivares ($P_{FUNG\ x\ CV} > 0,05$). Los asteriscos indican diferencia significativa (LSD Fisher $P \leq 0,05$) entre los niveles de protección fúngica.

Fuente de la información: elaboración propia.

no presentados). El híbrido VDH 487 tuvo un mayor nivel de susceptibilidad a ALT que el resto de los cultivares, en la FS tardía del Exp 2008 (LSD Fisher P ≤ 0,05). El híbrido Agrobel 967 presentó una mayor resistencia a RN que el resto de los cultivares ensayados, en la FS tardía del Exp 2007 (LSD Fisher P ≤ 0,05).

Asociación entre enfermedades foliares y variables meteorológicas y fisiológicas relacionadas con el rendimiento

La incidencia de MNT se asoció negativamente con la DAF, el PMA, el NA y el RTO (r = -0,57, -0,43, -0,42 y -0,63, para DAF, PMA, NA y RTO, respectivamente; P ≤ 0,05 para las cuatro asociaciones). ALT y RN también se asociaron negativamente con NA y RTO (r = -0,41 y -0,58 en ALT, y r = -0,39 y -0,56 en RN, para NA y RTO, respectivamente; P ≤ 0,05 para las cuatro asociaciones).

El análisis de componentes principales muestra una separación de los resultados por ambiente (Exp y FS) y nivel de protección fúngica en el primer componente del biplot (CP1), siendo las FS tardías de 2006 y 2007 las que aportan más a la variabilidad (figura 2). Los ambientes se caracterizaron por su condición hídrica durante floración y llenado de aquenios (HR y PP), en asociación positiva con la condición sanitaria (principalmente ALT) y negativa con AC y, en menor medida, con DAF y RTO (CP1 = 52,7%; figura 2). El segundo componente (CP2 = 16,4%) separó los niveles de protección fúngica, caracterizados principalmente por MNT y RN, y su impacto negativo sobre RTO y DAF. El efecto de la manifestación de las enfermedades foliares y su impacto sobre el rendimiento, el peso y número de

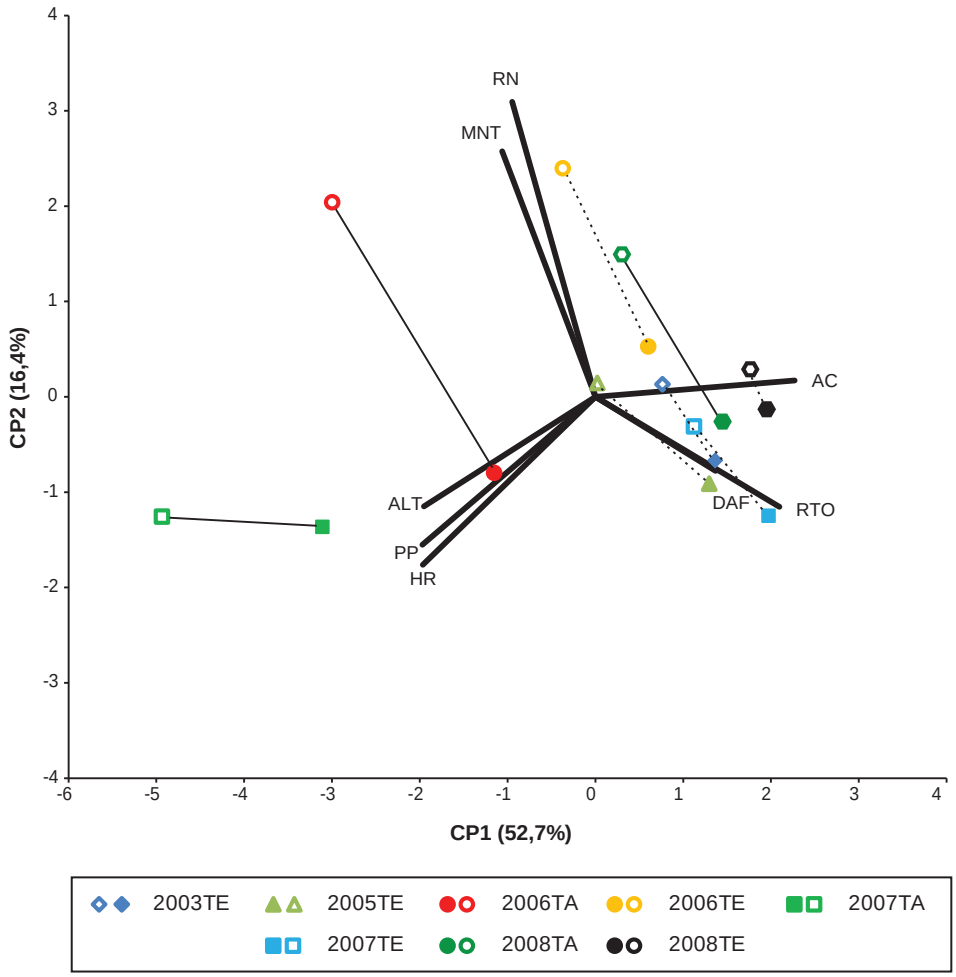

Figura 2. Biplot derivado del análisis de los componentes principales (CP 1 y CP 2) incluyendo la aplicación (símbolos llenos) o no (símbolos vacíos) de fungicidas en los experimentos 2003, 2005, 2007, 2008 y 2009, con fecha de siembra temprana (líneas grises discontinuas) o tardía (líneas grises continuas), asociados a variables meteorológicas: precipitaciones acumuladas los 30 días posteriores a la floración (PP) y cantidad de días con humedad relativa mayor a 80% entre los 20 días previos y los 30 posteriores a la floración (HR), epidemiológicas: incidencia de mancha negra del tallo por *P. macdonaldii* (MNT), severidad de mancha de la hoja por *A. helianthi* (ALT) y severidad de roya negra por *P. helianthi* (RN), y fisiológicas: rendimiento de aquenios (RTO), contenido de aceite (AC) y duración del área foliar (DAF).

Fuente de la información: elaboración propia.

aquenios, y el contenido de aceite está representado por el largo y la dirección de los vectores continuos (FS tardías) y discontinuos (FS tempranas) de la figura 2. Estos efectos presentan la mayor magnitud en FS tardías y FS temprana del Exp 2007.

Efecto de la aplicación de fungicidas sobre el área foliar y la duración del área foliar

A partir de floración, el AF de las plantas sin protección fúngica disminuyó en comparación con el de las plantas pro-

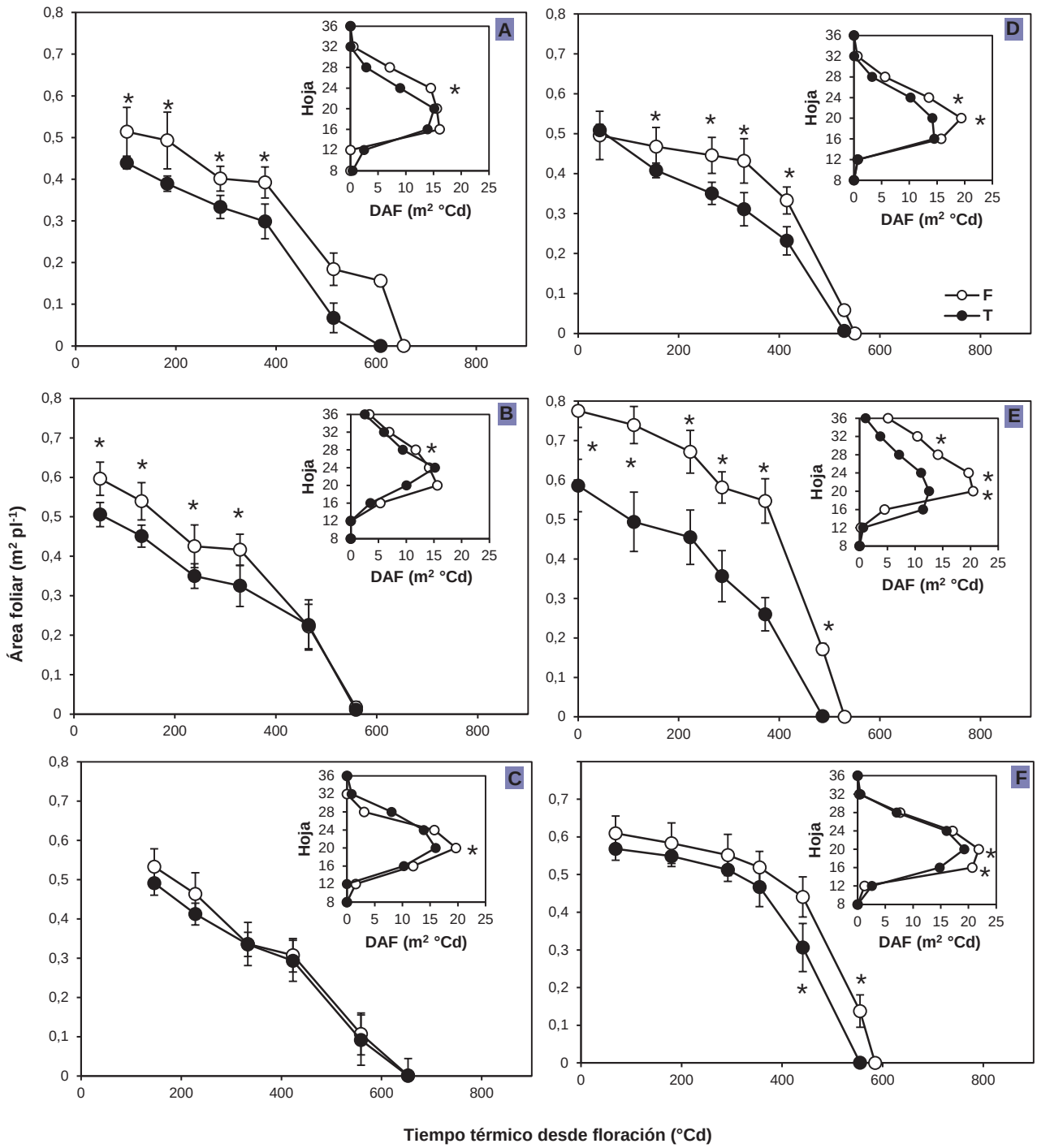

Figura 3. Área foliar en función del tiempo térmico desde floración para la fecha de siembra temprana (A, B y C) y tardía (D, E y F) del experimento 2007. La aplicación de fungicidas (F) está indicada con símbolos blancos y el testigo (T) con símbolos negros. Los cultivares son: VDH 487 (A y D), Trisol 600 (B y E) y Agrobel 967 (C y F). En los insertos se muestra la duración del área foliar (DAF) de las hojas 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32 y 36. Los asteriscos indican diferencia significativa entre los niveles de protección fúngica ($P_{FUNG} \leq 0,05$; $P_{FUNG \times CV\ y/o\ FS} \leq 0,05$). Las líneas verticales sobre cada símbolo indican el error estándar del valor promedio (n = 9).

Fuente de la información: elaboración propia.

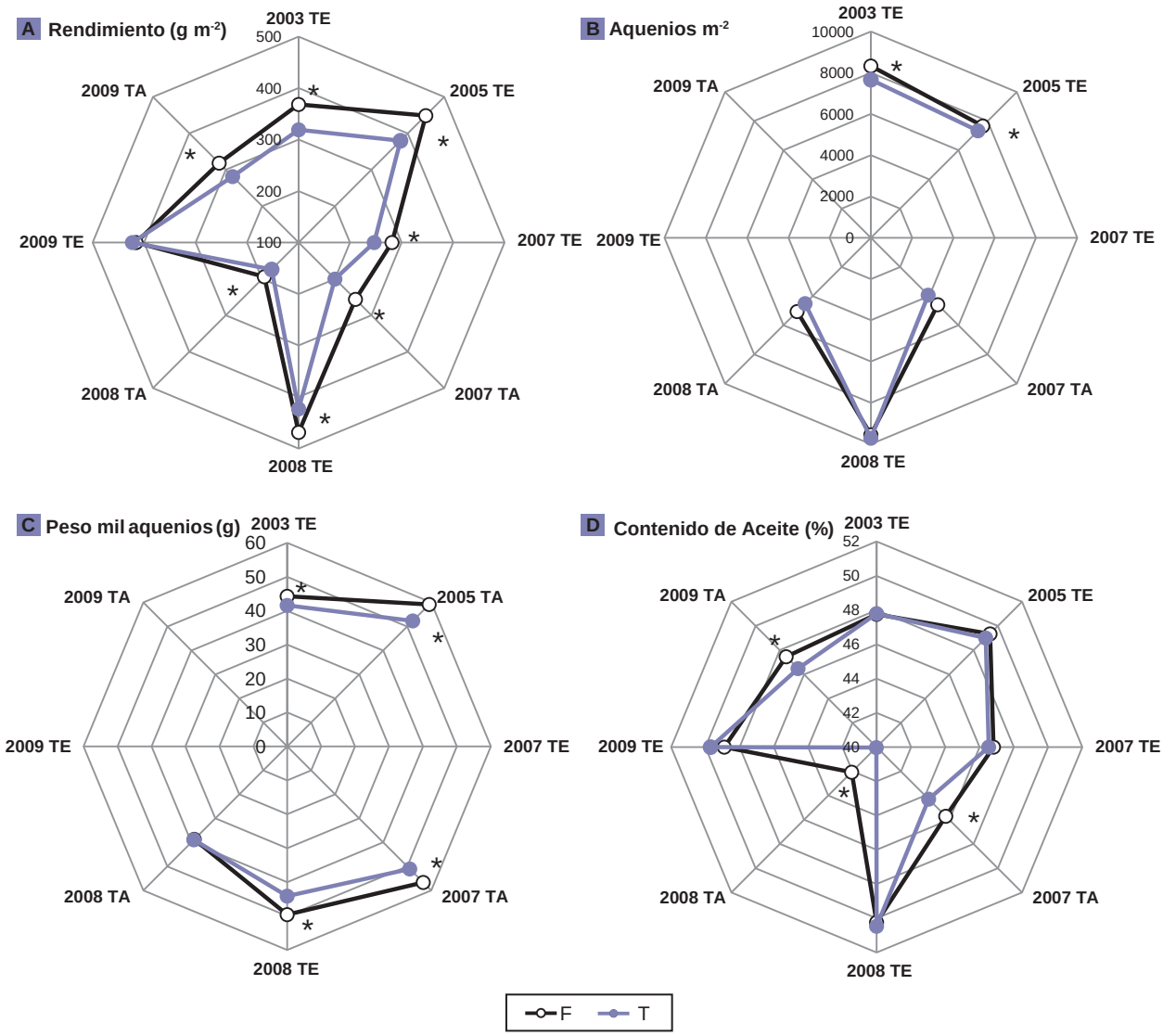

Figura 4. Rendimiento de aquenios (A), número de aquenios (B), peso de mil aquenios C) y contenido de aceite (D) en madurez fisiológica de los experimentos 2003, 2005, 2007, 2008 y 2009, en fechas de siembra temprana (TE) y tardía (TA). El número de aquenios y el peso de mil aquenios se midieron en los experimentos 2003, 2005, 2007 (TA) y 2008 (TE y TA). La aplicación de fungicidas (F) está indicada con símbolos blancos y el testigo (T) con símbolos negros. Los resultados son promedio de los cultivares ($P_{FUNG \times CV} > 0,05$). Los asteriscos indican diferencia significativa (LSD Fisher P ≤ 0,05) entre los niveles de protección fúngica.

Fuente de la información: elaboración propia.

tegidas, en la mayoría de los ambientes de experimentación (combinación de Exp y FS) y CV evaluados (p. ej. Exp 2007, figura 3). Estas diferencias se manifestaron desde el principio (figura 3.A, B), hacia el final (figura 3.F) o durante todo el período de llenado de los aquenios (figura 3.D, E).

La DAF por planta fue en promedio 22% mayor en el tratamiento con protección fúngica en comparación con el testigo (P ≤ 0,0032). No se detectaron diferencias en DAF por planta por protección fúngica en la FS temprana del Exp 2007 (F: 219 m^2 ºCd vs. T: 186 m^2 ºCd) y en la FS tardía del Exp 2008 (F: 206 m^2 Cd vs. T: 218 m^2 Cd) (LSD Fisher P = 0,05; $P_{Exp. \times Fs} = 0,04$). La protección con fungicidas se relacionó con una mayor DAF en las hojas 16 (Exp 2007 y 2008; P = 0,05), 20 (P ≤ 0,0124), 24 (P ≤ 0,0355), 28 (Exp 2003 y 2005; P = 0,0063) y, ocasionalmente, 32 (P ≤ 0,0272, Exp 2003 y 2005). En los gráficos insertos de la figura 3, se presentan de manera ilustrativa los resultados del Exp 2007.

Efecto de la aplicación de fungicidas sobre el rendimiento y sus componentes

La aplicación de fungicidas foliares aumentó entre 11 y 17% el rendimiento comparado con las plantas testigo (P ≤ 0,0001; figura 4.C). El rendimiento en FS temprana fue 58% mayor que en FS tardía (P ≤ 0,0001).

El NA aumentó 7% en las parcelas protegidas con fungicidas en comparación con las testigo en los Exp 2003 y 2005 (P = 0,042, figura 4.B). La FS temprana en 2008 presentó aproximadamente 50% más aquenios que la FS tardía en 2007 y 2008 ($P_{Exp \times Fs} \leq 0,0001$). Las plantas protegidas aumentaron 9% el PMA en comparación con el testigo sin fungicida (P ≤ 0,022; figura 4.A). El PMA en el Exp 2008 fue mayor en las parcelas con FS temprana que en aquellas con FS tardía. El CA en plantas protegidas con fungicida fue 1,4% mayor que en las testigo únicamente en las FS tardías ($P_{Fs \times Fung}$= 0,0002, figura 4.D). El híbrido Trisol 600 presentó el menor CA (40,2%), y Agrobel 967 el mayor (51%). Asimismo, la FS temprana presentó valores CA 4,4% mayores que la FS tardía (P ≤ 0,0001; figura 4.D).

DISCUSIÓN

Se estableció la presencia de MNT, ALT y RN. MNT tuvo niveles medios a altos en todos los ambientes. Las condiciones de lluvias frecuentes y temperaturas entre templadas y altas, habituales durante el desarrollo del cultivo de girasol en el sudeste bonaerense, favorecen la liberación y dispersión de ascosporas y picnidiosporas de *P. macdonaldii* (inóculo presente en residuos de cultivos anteriores) por efecto de la lluvia y el viento (Roustaee *et al.*, 2000; Descorps *et al.*, 2012).

ALT alcanzó niveles altos de severidad solo en la FS tardía del Exp 2008, luego que el cultivo atravesara un período atípico de precipitaciones recurrentes. Las lluvias junto a una elevada HR favorecen la producción de conidios de *A. helianthi* (Abbas *et al.*, 1995), su diseminación (Gulya *et al.*, 1997), germinación e infección en las hojas. RN también tuvo una manifestación excepcional en ambas FS del Exp 2007, aunque especialmente alta en la tardía. Las condiciones meteorológicas fueron calurosas durante los meses de diciembre y febrero (19-24 ºC). Estas temperaturas se encuentran dentro del rango óptimo para la germinación de uredosporas, penetración de *P. helianthi,* producción de pústulas y producción de uredosporas (Sood y Sackston, 1972 a y b).

Las FS tardías presentaron, en general, más síntomas de enfermedades foliares que las tempranas, en asociación con las elevadas precipitaciones y humedad relativa y la menor heliofanía ocurridas durante el período de llenado de aquenios. El efecto de la FS sobre la manifestación de patógenos foliares de girasol ha sido reportado previamente en la literatura, inclusive se sugiere a la FS como práctica de manejo para disminuir MNT (Debaeke y Pérès, 2003) y ALT (Allen *et al.*, 1983). En coincidencia con nuestros resultados, Debaeke y Pérès (2003) observaron mayor manifestación de MNT en cultivos de girasol sembrados en FS tardías en Francia. En India, la estación de desarrollo invernal del cultivo, caracterizada por temperaturas templadas y abundantes precipitaciones, favoreció la infección de *A. helianthi* (Sahu *et al.*, 1991).

El cultivar no fue un factor de relevancia en la manifestación de las enfermedades estudiadas. Existen fuentes de resistencia parcial a ALT y MNT (Darvishzadeh *et al.,* 2007; Reddy *et al.*, 2006). La naturaleza cuantitativa de la resistencia genética a estas enfermedades es superada frecuentemente en ambientes muy predisponentes como los incluidos en este estudio. Si bien existen fuentes de resistencia completa a RN (Gulya *et al.,* 1997), e incluso híbridos comerciales argentinos inmunes (Quillehauquy *et al.*, 2007), ninguno de ellos fue incluido en la presente investigación.

La protección con fungicida fue efectiva y disminuyó la manifestación de las enfermedades, tanto cuando se aplicaron dos veces como cuando se aplicaron periódicamente. El contraste entre los tratamientos de protección permitió cuantificar el impacto conjunto de MNT, ALT y RN sobre variables fisiológicas y componentes del rendimiento (peso y número de aquenios) y la calidad del girasol. MNT presentó la mayor asociación (negativa) con DAF, NA, PMA y RTO. El impacto de ALT y RN sobre estas variables y AC estaría relacionado con la ocurrencia de epifitias severas, como las observadas en los Exp 2008 con FS tardía y 2007, respectivamente. La manifestación conjunta de las enfermedades foliares dificulta su estudio individual. En los Exp 2003, 2005 y 2009, MNT fue la única enfermedad foliar que se presentó en forma conspicua, observándose su efecto sobre el rendimiento cuando se protegió con fungicida. Los resultados del presente trabajo sugieren un beneficio productivo por la aplicación regular de fungicidas foliares en cultivos de girasol de alto potencial del sur de Buenos Aires. La implementación de esta práctica debería evaluarse junto al beneficio económico e impacto sobre el ambiente y la potencial generación de resistencia de los patógenos.

Existe evidencia de la disminución de rendimiento asociada a MNT (Velázquez y Formento, 2003), ALT (Leite *et al.*, 2006) y RN (Siddiqui y Brown, 1977). En este trabajo el rendimiento fue afectado principalmente a través de PMA, aunque NA también disminuyó en algunos casos (Exp 2003 y 2005), en concordancia con Allen *et al.* (1981) y Chattopadhay (1999), en ALT, Siddiqui y Brown (1977), en RN, y Velázquez y Formento (2003) y Quiroz *et al.* (2014), en MNT.

De acuerdo con la bibliografía, nuestros resultados muestran que las enfermedades foliares disminuyen el AF y la DAF por senescencia prematura de las hojas, con un efecto consecuente en la intercepción de la radiación (resultados no presentados), cuando el AF cae por debajo de cierto valor crítico (Carretero *et al.*, 2010). La disminución del AF por efecto de las enfermedades fue detectada en estadios avanzados del período de llenado de aquenios (más de 350 ºCd después de floración), y explicaría el efecto de las mismas sobre el PMA (Dosio *et al.*, 2000). Solo en algunos casos el efecto de las enfermedades ocurrió alrededor de la floración y, por lo tanto, podría explicar la disminución en NA, dado que este es el período crítico para su fijación (Cantagallo *et al*., 2004).

Un nivel bajo de enfermedades se asocia, en general, con la manifestación en hojas inferiores. Estas hojas son más pequeñas y viejas, y su deterioro tiene menor incidencia en el AF total, la intercepción de radiación y la fotosíntesis, que el de hojas superiores. En concordancia, 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). El mayor efecto de las enfermedades sobre la DAF se observó principalmente en las hojas del estrato medio, y algunas hojas del estrato superior, en coincidencia con lo reportado para MNT por Quiroz *et al.* (2014), y para marchitez por Verticillium por Sadras *et al.* (2000). Johnson (1987) destacó la importancia de la posición en altura de cada hoja con síntoma en relación con su efecto sobre variables ecofisiológicas determinantes del rendimiento. En girasol, la mayor cantidad de radiación interceptada durante el período de llenado de los aquenios es realizada por las hojas de los estratos medios a superiores (el estrato comprendido entre las hojas 20 y 28 interceptó y acumuló el 60% de la radiación recibida, Dosio, resultados no publicados), coincidiendo, en términos generales, con las hojas que más respondieron a la aplicación con fungicidas en este trabajo.

Por lo tanto, la aplicación estratégica de fungicidas para proteger este grupo de hojas, basada en los estadios de desarrollo y el crecimiento de estas, combinados con la residualidad de los ingredientes activos, no solo resulta una técnica promisoria para incrementar la eficiencia de los fungicidas y reducir su uso, sino que también sería beneficioso desde el punto de vista productivo, a través de la protección de los estratos de hojas ecofisiológicamente más productivos.

CONCLUSIONES

La mancha negra del tallo resultó la enfermedad más prevalente en el cultivo de girasol. Los ambientes favorables para el desarrollo de epifitias severas de ALT y RN ocurrieron solo en fechas de siembra tardía. Las enfermedades foliares aceleraron la senescencia de hojas, especialmente en los estratos medios o superiores. La protección de las hojas mediante el uso de fungicidas controló con eficiencia estas enfermedades. Se observó efecto negativo de las enfermedades foliares sobre el rendimiento. El peso de los aquenios fue el componente de rendimiento más afectado, mientras que el aceite solo disminuyó por efecto de las enfermedades foliares en las siembras tardías. Los resultados obtenidos tienen especial aplicación en la región sur de la provincia de Buenos Aires, donde las condiciones meteorológicas habituales generan ambientes predisponentes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina y la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Los resultados forman parte de la Tesis Doctoral del primer autor. Los autores quinto y sexto pertenecen al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET, Argentina). Los Sres. Giuliano, Méndez, Antonelli y Zabaleta colaboraron en la realización de los experimentos y mediciones.

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. 1988. Sunflower disease in Europe and some countries outside Europe in the period 1984-1986. Helia 14, 129-144.

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.

ALLEN, S.J.; BROWN, J.F.; KOCHMAN, J.K. 1983. Effects of temperature, dew period, and light on the growth and development of *Alternaria helianthi.* Phytopathology 73 (6), 893-896.

ÁLVAREZ, D.; QUILLEHAUQUY, V.; FIRPO, R.; QUIROZ, F. 2005. Red Nacional de Evaluación de Cultivares Comerciales de Girasol. Ciclos 2003/04 y 2004/05. Boletín N.º 9 de la Asociación Argentina de Girasol, p. 80.

BALZARINI, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; CASANOVES, F.; DI RIENZO, J.A.; ROBLEDO, C.W. 2008. INFOSTAT Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina. p. 336.

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. Boletín Técnico N.º 85 del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental, Sáenz Peña, Argentina.

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 Research 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.

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.

DARVISHZADEH, R.; KIANI, S.P.; DECHAMP-GUILLAUME, G.; GENTZBITTEL, L.; SARRAFI, A. 2007. Quantitative trait loci associated with isolate specific and isolate nonspecific partial resistance to *Phoma macdonaldii* in sunflower. Plant Pathology 56 (5), 855-861.

DEBAEKE, P.; PÉRÈS, A. 2003. Influence of sunfower (*Helianthus annuus* L.) crop management on Phoma black stem (*Phoma macdonaldii* Boerema). Crop Protection 22, 741-752.

DESCORPS, C.; HERBRARD, C.; RAKOTONINDRAINA, T.; DECHAMP-GUILLAUME, G.; MESTRIES, E.; AUBERTOT, F. 2012. Advances in *Phoma macdonaldii* (*Leptosphaeria lindquistii*) epidemiology. 18.ª Conferencia Internacional de Girasol, Mar del Plata, Argentina, 26 de febrero al 1 de marzo. Actas de la Conferencia, 199-204.

DÍAZ-ZORITA, M.; DUARTE, G.A. 2002. Manual Práctico para el Cultivo de Girasol. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina. p. 320.

DOSIO, G.A.A.; AGUIRREZÁBAL, L.A.N.; ANDRADE, F.H.; PEREYRA, V.R. 2000. Solar radiation intercepted during seed fill-

ing and oil production in two sunflower hybrids. Crop Science 40 (6), 1637-1644.

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.

GULYA, T.J.; VENNETTE, R.; VENNETTE, J.R.; LAMEY, H.A. 1990. Sunflower rust. NDSU Extension. Service. (Disponible: http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/rowcrops/pp998

verificado: 19 de febrero de 2014).

GULYA, T.J.; RASHID, K.Y.; MARISEVIC, S.M. 1997. Sunflower diseases. En: Schneiter, A.A (Ed.). Sunflower technology and production. ASA. CSSA, SSSA. Madison, WI, EUA, pp. 263-380.

JOHNSON, K.B. 1987. Defoliation and growth: a reply. Phytopathology 77, 1495-1497.

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 Research 30, 403-423.

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.

MOSCHINI, R. C.; DAMIANO, F.; ESCANDE, A. R.; PEREYRA, V.; TROGLIA, C.; PEDRAZA, M. V.; QUIROZ, F. J. 2002. Análisis probabilístico de la incidencia de la podredumbre blanda del capítulo de girasol en función del ambiente pre-post principio de floración en Balcarce. 9.º Reunión Argentina de Agrometeorología, Vaquerias, Argentina. I: 39-40.

PEREYRA, V.R., FARIZO, C.L., CARDINALI, F.J. Y ORIOLI, G.A. 1982. Estimation of leaf area on sunflower plants. X International Sunflower Conference, Surfers Paradise, Australia. pp. 21-23.

QUILLEHAUQUY, V.; QUIROZ, F.; FEOLI, C., 2007. Red nacional de evaluación de cultivares comerciales de girasol. Ciclos 2005-2006 y 2006-2007. Región Sur. Cuadernillo informativo N.º 12 de la Asociación Argentina de Girasol, p 34.

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.

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.

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.

ROUSSEAUX, 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.

ROUSTAEE A.; COSTES S.; DECHAMP-GUILLAUME, G.; BARRAULT, G. 2000. Phenotypic variability of *Leptosphaeria lindquistii* (anamorph: *Phoma macdonaldii*), a fungal pathogen. Plant Pathology 49, 227-234.

SADRAS, V.O.; ECHARTE, L.; ANDRADE, F. 2000. Profiles of leaf senescence during reproductive growth of sunflower and maize. Annals of Botany. 85, 187-195.

SAHU, B.; GHEMAWAT, M.S.; AGRAWAT, J.M. 1991.Susceptibility of sunflower plant to *Alternaria helianthi* as influenced by plant age. Journal of Plant Diseases and Protection 98, 103-106.

SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. 1981. Description of sunflower growth stages. Crop Science 21, 901-903.

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. Sistema integrado de información agropecuaria. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la República Argentina. (Disponible: http://www.siia.gov.ar verificado: 26 de junio de 2015).

SOOD, P.N.; SACKSON, W.E. 1972a. 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. 1972b. 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.

VELÁZQUEZ, P.D.; FORMENTO, N. 2003. Efecto de la infección natural de *Phoma oleraceavar*. *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.