

Mérito de seis híbridos y líneas derivadas de girasol durante el desarrollo de la podredumbre blanca de capítulos

Giussani, A.; F. Castaño y R. Rodríguez.

RESUMEN

Se apreció el comportamiento de seis cultivares F1 y líneas F2:3 de girasol frente a la podredumbre blanca del capítulo. A los genotipos se los inoculó con *Sclerotinia sclerotiorum* y se les estimó: la incidencia, el período de incubación relativo, la severidad —en dos momentos— y el progreso de la enfermedad. Hubo diferencias entre genotipos para las cinco variables medidas. El cultivar MG 50 sobresalió por su comportamiento frente a todas las variables, excepto incidencia. Algunas líneas F2:3 tuvieron un nivel de resistencia similar a los mejores cultivares del ensayo. Dichas líneas continúan en el proceso de endocria y evaluación por su habilidad de producir una progenie de buena resistencia durante todas las fases del desarrollo de la podredumbre blanca de capítulos en girasol.

Palabras clave: enfermedad, mejoramiento genético, endocria, nivel de resistencia, *Sclerotinia sclerotiorum*, selección

Giussani, A.; F. Castaño and R. Rodríguez. 2008. Performance of six sunflower hybrids and derived inbred lines during white rot development in capitula. Agriscientia XXV (1): 35-39

SUMMARY

Six sunflower F1 cultivars and F2:3 lines, obtained from self-fertilization of these cultivars, were evaluated for white rot performance. Genotypes were inoculated with *Sclerotinia sclerotiorum* and the disease incidence, relative incubation period, disease severity —at 40 days after inoculation and at maturity— and daily growth lesion rate were quantified. There were different white rot performances for all variables and the cultivar MG 50 showed a high level of resistance for all variables, except incidence. Some derived F2:3 lines showed a similar level of resistance to that of the best cultivars. These lines are still in the inbreeding process and then

crossed to detect hybrids with the most adequate level of resistance to white rot in sunflower capitula.

Key words: diseases, genetic improvement, inbreeding, level of resistance, *Sclerotinia sclerotiorum*, selection.

A. Giussani, F. Castaño y R. Rodríguez. *UIB-Unidad Integrada Balcarce, RN N° 226, Km. 73,500, CC 276, B 7620 BKL, Balcarce, Argentina. Correspondencia a F. Castaño: fcastanio@balcarce.inta.gov.ar*

En todas las regiones productoras de girasol, el cultivo es atacado por *Sclerotinia sclerotiorum*, agente causal de la podredumbre blanca de capítulo (PBC). Esta enfermedad puede causar desde la disminución del rendimiento hasta la destrucción total del cultivo (Gulya *et al.*, 1997). Para disminuir esos riesgos, se deben utilizar híbridos de buen comportamiento frente a la PBC a fin de estabilizar la producción de granos de dicha oleaginosa (Van Becelaere & Miller, 2004; Godoy *et al.*, 2005).

Se puede considerar a la PBC como un proceso compuesto por fases, que se inicia en la floración y finaliza en madurez (Castaño, 2007). Mediante infección artificial es posible valorar genotipos de girasol en las distintas etapas de ese proceso. Midiendo la incidencia y el período de incubación relativo (Vear & Tourvieille, 1984), se valora el mérito de dichos materiales al inicio de la evolución de la PBC. Si se evalúan la severidad (Russi *et al.*, 2004) y el crecimiento diario de la PBC (Castaño & Giussani, 2006) se conoce, en cambio, el comportamiento en las etapas intermedias y finales de dicho proceso.

La observación general y simultánea de dichas variables incrementa la información sobre la PBC, respecto de una evaluación individual, porque todas las fases del desarrollo de la enfermedad son tenidas en cuenta. No se han identificado, sin embargo, investigaciones que valoren al girasol según las etapas de la evolución de la PBC.

En girasol es común obtener líneas restauradoras de la fertilidad del polen (líneas "R") autofecundando híbridos comerciales (Fick & Miller, 1997), porque dichos cultivares poseen genes de interés para rendimiento y contenido de aceite que pueden ser transmitidos a las líneas "R". En la Unidad Integrada Balcarce, sede de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNMdP y la EEA Balcarce-INTA, el programa de mejoramiento de girasol aprovecha la variabilidad entre los cultivares de dicha oleaginosa mediante la selección de genotipos con un nivel de resistencia

adecuado a la PBC. Una de las actividades desarrolladas en dicho programa es la evaluación de las líneas "R" derivadas de cultivares.

En generaciones tempranas de autofecundación se pueden detectar líneas con atributos de interés, lo cual posibilita eliminar anticipadamente genotipos sin el valor suficiente para proseguir en el proceso de endocria y selección (Fehr, 1987). En maíz, esta estrategia permitió detectar líneas, en las fases iniciales de endocria, con resistencia a la mancha de la hoja causada por *Phaeosphaeria maydis*; dicho carácter se transmitió luego a los híbridos (Bison *et al.*, 2003).

No se encontraron trabajos sobre la evaluación *per se* de líneas "R", en generaciones tempranas de autofecundación, respecto de la PBC para girasol. Existe el interés de realizarlos debido a que líneas de comportamiento favorable podrían ser selectas, endocriadas y evaluadas por su habilidad combinatoria. Podrían también ser parentales de poblaciones de base con altos niveles de resistencia a la PBC.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el valor de seis cultivares F1 de girasol y algunas de sus líneas R derivadas frente a la PBC, utilizando cinco variables relacionadas a las diferentes etapas de desarrollo de la enfermedad.

Se seleccionaron los cultivares ACA 884, MG 50 y Contiflor 15, de bajo crecimiento relativo diario de la PBC, y MG 2, SPS 891 y Paraíso 50, de alto crecimiento, a partir de un trabajo previo de Castaño & Giussani (2006). Estos seis cultivares se autofecundaron y se derivaron líneas F3 policéfalas y androfértiles. De cada cultivar se eligió la línea F2:3 con mayor cantidad de semillas. El híbrido Contiflor 9, que retrasa la aparición de la PBC (Odrizola *et al.*, 2006), se usó como testigo de resistencia.

Los seis cultivares y F2:3 se sembraron a campo siguiendo un diseño en bloques completos, aleatorizados, con dos repeticiones. El testigo se sembró contiguo a ellos. Las parcelas contaron con, al

menos, 15 plantas.

Se inoculó el patógeno según la técnica de Vear & Tourvieille (1984); cada capítulo inoculado recibió por única vez 5 ml de una suspensión acuosa con alrededor de 5×10^3 ascosporas/ml. Luego los capítulos se cubrieron con bolsas de papel hasta el final del experimento. Se hicieron dos riegos semanales, por aspersión, de 5 mm cada uno.

Desde los 15 días de inoculación hasta la detección de los primeros síntomas, los capítulos se observaron dos veces por semana, luego sólo una. Se registró la fecha y el tamaño relativo del capítulo con síntomas.

Se estimó incidencia (INC) como la relación porcentual entre los capítulos enfermos a madurez (estadio M4, según Cetiom, 1992) y los inoculados. Un valor alto de INC indica que el genotipo posee bajo nivel de resistencia a la penetración del hongo en capítulo (Castaño *et al.*, 1993).

El período de incubación relativo (PIR) es un índice que se calculó dividiendo el período de incubación del genotipo evaluado por el de Contiflor 9. Si el valor promedio del PIR excede la unidad, el genotipo considerado posee un nivel de resistencia mayor al testigo porque exteriorizó sus síntomas más tarde (Castaño *et al.*, 1993).

Se consideraron dos valores de severidad, expresados como porcentaje de PBC: el registrado a los 40 días de la inoculación (SEV-40ddi), que coincide con la madurez fisiológica del cultivo, M2 (=R8-9, Schneiter & Miller, 1981), y el máximo (SEV-MX), que refleja el límite extremo de superficie enferma en la inflorescencia. Altos valores de severidad indicaron un bajo nivel de resistencia del genotipo.

El crecimiento diario de la lesión (CDL), en porcentaje, se estimó según Castaño & Giussani (2006) como el coeficiente de regresión lineal del aumento del área relativo del capítulo enfermo, por cada día transcurrido desde que se avistaron los primeros síntomas hasta que ocurrió la SEV-MX. Se utilizaron al menos tres observaciones, según el período de incubación del genotipo. A menor período de incubación, más observaciones realizadas hasta M4. Un valor alto de CDL indicó un bajo nivel de resistencia del genotipo.

Se realizaron los análisis de la variancia a dos efectos (genotipos y repeticiones). Se estimó la diferencia mínima significativa (DMS) a $\alpha=0,05$. Para el PIR, los genotipos más destacados poseían un número similar al material con el valor máximo de esta variable. Para INC, SEV-40ddi, SEV-MX, CDL, en cambio, los mejores genotipos no diferían de aquél que mostraba el valor mínimo. Todos los aná-

lisis se basaron en Steel & Torrie (1988).

Las respuestas promedio de cada genotipo para las cinco variables relacionadas al desarrollo de la PBC se encuentran en la Tabla 1.

La media general de INC fue 99% y la amplitud de síntomas estuvo entre 93% y 100%. Diez de los 12 genotipos tuvieron una INC=100%, es decir que todas las plantas inoculadas en esos materiales presentaron síntomas. El análisis de la variancia detectó respuestas diferentes ($\alpha=0,0025$) entre genotipos. La DMS permitió señalar a Contiflor 15 (F2:3) con la más baja INC (93%) y a MG 50 F1 con un valor intermedio (97%).

El promedio general del PIR fue relativamente bajo (0,75). El rango alcanzó el valor 0,41. Algunos genotipos mostraron sus primeros síntomas más tarde que otros; así, las F1 y F2:3 de MG 50 y ACA 884 tuvieron un PIR significativamente mayor ($\alpha=0,002$).

La media general de SEV-40ddi fue 93%. Los valores máximo y mínimo encontrados fueron 100% y 73%, respectivamente. Ciertos genotipos tuvieron una SEV-40ddi significativamente ($\alpha=0,0000$) más importante. MG 50 F1 tuvo el área de capítulo enfermo más pequeña (73%) a M2 (=R8-9).

El promedio general de SEV-MX alcanzó 98% y el rango fue de 9%. Hubo genotipos con mayor proporción de capítulo afectado ($\alpha=0,0481$). MG 50 F1 y ACA 884 F2:3 fueron los de más baja SEV-MX.

La media general de CDL fue 6,44%, y los valores promedios oscilaron entre 8,18% y 4,42%. Se detectaron genotipos con un CDL menor ($\alpha=0,0086$) que otros. La F1 y F2:3 de ACA 884, así como las F1 de Contiflor 15 y MG 50 mostraron el CDL más lento.

En este trabajo se evaluó, en un solo experimento, una muestra fija y acotada de genotipos. Los resultados deberán circunscribirse, entonces, al ambiente de dicho ensayo y a esos 12 genotipos. Por lo tanto, se deben realizar experiencias adicionales, ampliando la base germoplásmica y los ambientes, para generalizar sobre el nivel de resistencia del girasol, con diferentes grados de endocría, para las cinco variables relacionadas al desarrollo de la PBC. No obstante, el presente trabajo aporta resultados inéditos sobre el mérito de seis cultivares y algunas de sus líneas R derivadas, cultivados en Balcarce, frente al progreso de la PBC.

Hubo comportamientos diferenciales de los genotipos para todos los caracteres cuantificados. Esta diversidad de respuestas concuerda con resultados previos para cada variable en distintos experimentos (Russi *et al.*, 2004; Godoy *et al.*, 2005; Castaño y Giussani, 2006; Odriozola *et al.*, 2006).

El 83% de los genotipos evaluados tuvieron INC=100%. Según Odriozola *et al.* (2006), una elevada INC se relaciona con el protocolo de inoculación utilizado, porque emplea una alta concentración de ascosporas/capítulo y una cobertura permanente de las inflorescencias hasta la madurez. Esa gran presión de selección hace que muchas plantas enfermen y presenten, bajo estas condiciones, el mínimo nivel de resistencia para INC. Esto interesa y favorece, sin embargo, para la estimación de otros caracteres relacionados a la PBC; por ejemplo, el PIR requiere entre 10-20 plantas enfermas/genotipo para estimar con precisión el valor de dicha expresión numérica (Castaño *et al.*, 1993).

Todos los genotipos mostraron, en promedio, valores de PIR inferiores a uno. El lapso de tiempo transcurrido hasta que los cultivares y líneas F2:3 mostraron sus primeros síntomas fue, en consecuencia, menor que el observado para Contiflor 9. Odriozola *et al.* (2006) habían señalado que éste cultivar tenía un largo período de incubación, por lo que Contiflor 9 debería ser considerado como un buen testigo de referencia para el PIR.

Russi *et al.* (2004) destacaron que la SEV-40ddi detectaba más eficientemente áreas relativas diferenciales de capítulo enfermo, respecto de cuando la superficie afectada con PBC se estimaba alrededor de dos semanas previas a la madurez fisiológica del cultivo. Dos tercios de los genotipos tuvieron valores de SEV-40ddi inferiores que la SEV-MX. Salvo la F1 de Paraíso 50 (100%) y las F2:3 de SPS 891 (100%), MG 2 (99,30%) y Paraíso 50 (98,62%), con similar SEV-40ddi y SEV-MX, en los demás genotipos la lesión en capítulos continuó creciendo más allá del estadio M2 (=R8-9). Esto justificó, por lo tanto, la evaluación de la SEV-MX como así también la celeridad en el progreso de la lesión.

Los seis cultivares F1 evaluados repitieron el comportamiento mostrado por Castaño & Giussani (2006), respecto del CDL. En efecto, las F1 de ACA 884, Contiflor 15 y MG 50 selectas por su CDL lento se ubicaron, en este trabajo, en el grupo de menor progreso diario de PBC. En cambio, las F1 de Paraíso 50, SPS 891 y MG 2, elegidas por su CDL acelerado, reiteraron sus valores numéricos (alrededor de 6%/día).

En cuatro variables (PIR, SEV-40ddi, SEV-MX, CDL) de las cinco evaluadas, MG 50 F1 mostró los mayores niveles relativos de resistencia. En la restante (INC), tuvo un nivel intermedio dado que se diferenció de Contiflor 15 F2:3, con el valor mínimo, y de los demás genotipos cuyos valores eran los máximos. La línea MG 50 F2:3, derivada desde dicho híbrido, mostró un nivel alto de resistencia para PIR.

MG 50 F1 integra la Red Nacional de Evaluación de Cultivares Comerciales de Girasol, realizada por el INTA y la Asociación Argentina de Girasol (ASAGIR, 2006) y está recomendado para su siembra en la zona girasolera sur. Experimentos realizados en Balcarce durante 2003/06 para esa red, mostraron que dicho cultivar rindió 2500-3000 Kg. de granos/ha y 47,2-47,5% de aceite, valores que se ubicaron por encima, aunque no muy lejos, de la media general. En esos ensayos, MG 50 F1 se ubicó frecuentemente en el grupo de cultivares con mayor nivel de resistencia para INC, que es, por otra parte, el único parámetro valorado en esa Red luego de la inoculación asistida con *S. sclerotiorum*.

En el presente trabajo, el cultivar MG 50 se distinguió en el 80% de las variables evaluadas. Ese destacado grado de resistencia concordó con el nivel mostrado en aquella red nacional. Esto sugiere que, ante la aparición de la PBC en los lotes de producción, dicho cultivar no verá afectado su potencial de rinde bajo condiciones normales del cultivo. Se destaca el buen comportamiento del ACA 884 F2:3 cuando fue evaluado por el PIR, SEV-MX y CDL. El ACA 884 F1, parental de ésta línea, tuvo alto nivel de resistencia para el PIR y CDL. Finalmente, Contiflor 15 F1 tuvo buen comportamiento para el CDL y su línea F2:3 derivada mostró el valor mínimo de INC.

En este trabajo se utilizó sólo una F2:3 derivada de cada F1. Resultó, pues, imposible inferir la media de la población de líneas que se generaría a partir de la autofecundación de cada cultivar. Debido a su estado segregante, dichas líneas podrían ubicarse en cualquier lugar de la escala continua de valores que cuantifica a la PBC. En efecto, podrían estar cerca de la media, por encima o debajo de ella. Sin embargo, el hecho de que, por ejemplo, ACA 884 F2:3 haya mostrado similar valor de resistencia que el mejor material evaluado en el experimento, para tres (i.e. PIR, SEV-MX, CDL) de las cinco variables valoradas, sugiere que, para determinados parámetros relacionados a la PBC, se pueden detectar líneas segregantes de comportamiento equivalentes a los principales cultivares. Consecuentemente sería posible en girasol, según Bison *et al.* (2003), elegir por un nivel de resistencia superior en generaciones tempranas de autofecundación.

AGRADECIMIENTOS

A. Giussani es becaria de iniciación de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). F. Castaño y R. Rodríguez son docentes e investigadores en mejoramiento genético vegetal, de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNMdP y EEA Bal-

Tabla 1 Respuestas promedio de seis cultivares F1 de girasol y seis líneas F2:3, derivadas de dichos cultivares, a cinco variables que aprecian el proceso de desarrollo de la podredumbre blanca de capítulos

Genotipo	Generación	Incidencia (%)	Índice de Incubación	Severidad 40 días (%)	Severidad Máxima (%)	Crecimiento área enferma (%/día)
ACA 884	F1	100	0,80	80	99	4,42
Contiflor 15	F1	100	0,53	96	99	5,64
MG 2	F1	100	0,70	93	99	6,53
MG 50	F1	97	0,94	73	91	5,89
Paraíso 50	F1	100	0,76	100	100	6,62
SPS 891	F1	100	0,75	99	99	6,06
ACA 884	F2:3	100	0,90	91	92	5,90
Contiflor 15	F2:3	93	0,70	93	98	6,57
MG 2	F2:3	100	0,70	99	99	7,45
MG 50	F2:3	100	0,80	79	98	7,95
Paraíso 50	F2:3	100	0,59	99	99	8,18
SPS 891	F2:3	100	0,77	100	100	6,00
Media		99	0,75	93	98	6,44
CV (%)		1	8,80	2	3	10,70
DMS0,05		3	0,15	5	6	1,51

carce-INTA, respectivamente. Este trabajo fue financiado por la UNMDP e INTA.

BIBLIOGRAFÍA

- ASAGIR, 2006. Evaluación de cultivares. Red de ensayos. Disponible en: http://www.asagir.org.ar/ensayos_old.asp. Activo: diciembre de 2006.
- Bison, O.; M. Patto-Ramalho e F. Vitti-Raposo, 2003. Potencial de híbridos simples de milho para extração de linhagens. *Ciências Agrotecnicas Lavras* 27:348-355.
- Castaño, F., 2007. Mejora de la descripción del girasol frente a la podredumbre blanca de capítulos. En: *Actas del 4º Congreso Argentino de Girasol, ASAGIR, BsAs, 29-30/05/07*, pp. 373-374.
- Castaño, F. and A. Giussani, 2006. Variability of daily growth of white rot in sunflowers. *Journal of Genetics & Breeding* 60: 67-70.
- Castaño, F.; F. Vear and D. Tourvielle, 1993. Resistance of sunflower inbred lines to various forms of attack by *Sclerotinia sclerotiorum* and relations with some morphological characters. *Euphytica* 68:85-98.
- Cetiom, 1992. *La Culture du tournesol. Guide cultural* (ed. Cetiom), Paris. 32pp.
- Fehr, W., 1987. *Principles of cultivar development. Theory and technique*. Vol. 1. Macmillan Pub. Co., New York. 536pp.
- Fick, G. and J. Miller, 1997. Sunflower breeding. In: *Sunflower technology and production*, N° 15, (ed. A. Schneiter), ASA, CSSA, SSSA, Madison, pp. 395-429.
- Godoy, M.; F. Castaño; J. Ré and R. Rodríguez, 2005. *Sclerotinia* resistance in sunflower: I. Genotypic variations of hybrids in three environments of Argentina. *Euphytica* 145:147-154.
- Gulya, T.; K. Rashid and S. Masirevic, 1997. Sunflower diseases. In: *Sunflower technology and production*, N° 15, (ed. A. Schneiter), ASA, CSSA, SSSA, Madison, pp. 263-379.
- Odriozola, M.; F. Castaño; A. Ridao; R. Rodríguez y J. Ré, 2006. Cuantificación de la podredumbre blanca de los capítulos en híbridos de girasol incriptos en la Argentina durante el período 1980-1999. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNR* 10:27-36.
- Russi, D.; F. Castaño; J. Ré; R. Rodríguez and C. Sequeira, 2004. New considerations on white rot genetic resistance. In: *Proceedings of the 16th International Sunflower Conference* (ed. International Sunflower Association-ISA), Fargo, USA. Vol. II, pp. 609-614.
- Schneiter, A. and J. Miller, 1981. Description of sunflower growth stages. *Crop Science* 21:901-903.
- Steel, R. y J. Torrie, 1988. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. 2ª Ed. en español, Mac Graw Hill, México. 622pp.
- Van Becelaere, G. and J. Miller, 2004. Combining ability for resistance to *Sclerotinia* head rot in sunflower. *Crop Science* 44:1542-1545.
- Vear, F. and D. Tourvielle, 1984. Recurrent selection for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in sunflower using artificial infections. *Agronomie* 4:789-794.