

## Combining ability in sunflower lines

González, J. <sup>1</sup>; Mancuso, N. <sup>1</sup>; Alvarez, D. <sup>2</sup>; Ludueña, P. <sup>1</sup>;

National Institute of Agricultural Technology (INTA) <sup>1</sup>Pergamino Agricultural Experimental Station, C.C.31 (2700) Pergamino, Buenos Aires, Argentina. Tel: +542477439023 E-mail: [pergira@pergamino.inta.gov.ar](mailto:pergira@pergamino.inta.gov.ar). <sup>2</sup>Manfredi Agricultural Experimental Station, Route Nac.9, km 636 (5988) Manfredi, Córdoba, Argentina. Tel: +543572493053 E-mail: [dalvarez@manfredi.inta.gov.ar](mailto:dalvarez@manfredi.inta.gov.ar)

### ABSTRACT

- ❖ Heterosis is exploited in cross pollinated species such as sunflower to improve seed yield and oil. In the Agricultural Technology National Institute (INTA) sunflower breeding program developed in the Experimental Stations of Pergamino and Manfredi (Argentina) male sterile and restorers lines are obtained, selected by agronomic, productive, sanitary and quality characters. The aim of this study was to evaluate the combining ability of lines in sunflower breeding program from INTA Pergamino and Manfredi Experimental Stations.
- ❖ In EEA Pergamino's experimental field (33°53'S, 60°35'W) four male sterile lines, five restorers-testers lines and the F1, product of their crossing, were planted in 2010/11, in a randomized block designed with three replications. The studied characters were: days to flowering, height, percentage of oil content and seed yield. In order to consider effects of combining ability was applied line x tester (Kempthorne, 1957), of the Agrobase statistical package.
- ❖ The significance in the values of variance obtained for the majority of the characters would indicate the existence of important genetic variability between the parents. The male sterile lines SB 04/01 and AO 03/12 and tester lines R 307 and R 383 showed the greatest effect of decreasing height. The lines AO 03/04 and R 023 showed the major effects of decreasing days to flowering. High heritability were obtained for height, seed yield and flowering. Also were obtained Line x Tester effect for seed yield and percentage of oil content. High dominance variance was obtained for yield of seed. The male sterile line AO 01/03 showed good general combining ability for all characters except for oil, and the tester R 383 showed good general combining ability for all characters except height.
- ❖ The importance of the dominance effects suggests that the lines of Pergamino and Manfredi are complementary, being expected good performance in the hybrids obtained from them. The work allowed to identify lines of good combining ability in the germplasm of Pergamino and Manfredi for being used to plan crossing in a hybrid program. It is reaffirmed the hypothesis of non additive effects for yield in different genetic backgrounds.

Key words: *sunflower - combining ability - heritability*

## INTRODUCCION

El vigor híbrido o heterosis resulta de la combinación óptima de genes en un mismo individuo “híbrido” y es ampliamente explotado agronómicamente en especies alógamas como el girasol. Para la obtención de híbridos con estas características es indispensable conocer la heterosis de las combinaciones posibles en las líneas disponibles en un programa de mejoramiento.

La evaluación de la habilidad combinatoria es un buen indicador para lograr las combinaciones exitosas que aprovechen la heterosis de estas líneas, ayudando al mejorador a seleccionar los progenitores que permitirán obtener las mejores combinaciones.

Unrau(1947) inició los primeros estudios de habilidad combinatoria encontrando que la cruza por dos testers de buena habilidad combinatoria general(GCA) permitía una buena evaluación de las líneas.

Este autor junto con Putt(1966) observaron marcadas diferencias entre líneas en habilidad combinatoria para rendimiento en semilla. Asimismo encontró efectos aditivos para contenido porcentual de aceite.

Shekar et al(1998), analizando la habilidad combinatoria en seis líneas androestériles y cinco restauradoras hallaron efectos no aditivos para floración, altura de planta, rendimiento de semilla y contenido de aceite; por su parte Castiglione et al(1999), trabajando con dos líneas androestériles y cinco restauradoras de fertilidad obtuvieron efectos no aditivos para rendimiento de semilla.

Ortiz et al(2005) en un estudio de habilidad combinatoria entre veinte líneas androestériles y cuatro testers encontraron efectos aditivos para contenido porcentual de aceite y altura de planta y no aditivos para rendimiento de semilla. Ghulam et al(2005) y Hakim Khan et al(2008) en estudios sobre habilidad combinatoria reportaron efectos no aditivos para rendimiento de semilla.

El programa de mejoramiento de girasol de INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) de las Estaciones Experimentales de Pergamino y Manfredi, posee un número significativo de líneas experimentales avanzadas, androestériles citoplásmicas y restauradoras de fertilidad; seleccionadas por caracteres agronómicos, productivos, sanitarios y de calidad diferencial. Se obtuvieron según la metodología convencional de cruzamientos planificados, selección, endocria y conversión.

El conocimiento de la aptitud combinatoria entre líneas de Pergamino y Manfredi permitiría optimizar la selección de progenitores involucrados en el programa de cruzamientos

El objetivo de este estudio fue evaluar la habilidad combinatoria de líneas del programa de mejoramiento de girasol de INTA originadas en las Estaciones Experimentales de Pergamino y Manfredi.

## MATERIALES Y METODOS

En el campo experimental de la EEA Pergamino (33°53'S, 60°35'O) se sembraron en 2010/11, las líneas progenitoras androestériles a evaluar (Líneas): AO 01/03, AO 03/04, AO 03/12, SB 04/01, las líneas restauradoras (Testers): R 023, R 261, R 307, R 383, RF 00/03 y las cruzas resultantes (Línea x Tester) : AO 01/03 x R 023, AO 01/03 x R 261, AO 01/03 x R 307, AO 01/03 x R 383, AO 01/03 x RF 00/03, AO 03/04 x R 023, AO 03/04 x R 261, AO 03/04 x R 307, AO 03/04 x R 383, AO 03/04 x RF 00/03, AO 03/12 x R 023, AO 03/12 x R 261, AO 03/12 x R 307, AO 03/12 x R 383, AO 03/12 x RF 00/03, SB 04/01 x R 023, SB 04/01 x R 261, SB 04/01 x R 307, SB 04/01 x R 383, SB 04/01 x RF 00/03. El diseño estadístico fue de bloques al azar con 3 repeticiones. La unidad experimental fue un surco de 5.0 metros de largo distanciados a 0.7 metros.

Se registraron los siguientes caracteres: días a floración, altura, contenido porcentual de aceite, y rendimiento de semilla. Se aplicó el análisis línea x tester (Kempthorne, 1957) para estimar efectos de habilidad combinatoria, utilizándose el paquete estadístico de Agrobases.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se presenta el análisis de varianza y las estimaciones de habilidad combinatoria general (GCA) y habilidad combinatoria específica (SCA) en cuatro caracteres.

**Tabla 1 Análisis de Varianza para cuatro caracteres de girasol**

F.de Variación	gl	Floración	Altura	Rendimiento	Aceite (%)
Rep	2	0.322	13.793	195235.184	7.253
Líneas	8	21.259 **	471.065 **	427118.481	13.39**
Testers	1	134.259 **	12740.61**	28728659.395**	59.67**

Línea x Tester	19	5.281**	417.434**	1167885.280*	7.385
Error	56	0.893	55.162	580801.648	5.955
Lineas(GCA)	3	0.422	164.861*	191508.550	8.506
Testers(GCA)	4	17.208**	1794.792**	2155551.142**	8.725
(SCA)	12	2.519**	21.458	1082757.648	6.658

\* significativo al 5%, \*\* significativo al 1%.

La varianza debida a las líneas fue significativa para todos los caracteres excepto para rendimiento de semilla. Por otra parte los testers presentaron diferencias significativas para todos los caracteres. La varianza de la interacción Línea x Tester fue significativa para floración, altura y rendimiento de semilla y se obtuvieron efectos de habilidad combinatoria general para testers en esos mismos caracteres.

La significancia en los valores de variancia obtenida para la mayoría de los caracteres, indicaría la existencia de importante variabilidad genética entre los padres. Se obtuvieron efectos de habilidad combinatoria general en testers para todos los caracteres. Las líneas sólo presentaron efectos de habilidad combinatoria general para altura. Los efectos de habilidad combinatoria específica se dieron para floración.

En la Tabla 2 se presentan los efectos de habilidad combinatoria general para los cuatro caracteres estudiados. La línea AO 01/03 presentó habilidad combinatoria general para todos los caracteres, excepto para aceite.

**Tabla 2 Habilidad Combinatoria General para cuatro caracteres de girasol**

	Floración	Altura	Rendimiento	Aceite(%)
Lineas				
AO 01/03	0.1667	1.2500	6.7500	-1.1167
AO 03/04	-0.2333	3.9167	-153.8500	0.2167
AO 03/12	0.0333	-1.4167	30.1500	0.4167
SB 04/01	0.0333	-3.7500	116.9500	0.4833
Testers				
R 023	-1.3333	2.9167	175.9000	-0.1000
R 261	0.5000	17.5000	-15.3500	-1.3500
R 307	1.4167	-14.1667	-681.7667	0.2333
R 383	0.5833	-8.7500	468.8167	0.2333
Rf 00/03	-1.1667	2.500	52.4000	0.9833

Analizando los testers, R 383 presentó buena habilidad combinatoria general para todos los caracteres excepto para altura, y Rf 00/03 tuvo buena habilidad combinatoria general para contenido de aceite. Las líneas SB 04/01 y AO 03/12 y los testers R 307 y R 383 mostraron los mayores efectos de disminución de altura; mientras que los mayores efectos de acortamiento de ciclo a floración se dieron en AO03/04 y R 023.

La Tabla 3 muestra los efectos de habilidad combinatoria específica en las distintas cruzas.

**Tabla 3 Habilidad Combinatoria Específica para cuatro caracteres de girasol**

Cruza	Floración	Altura	Rendimiento	Aceite (%)
AO 01/03 x R 023	-0.667	-4.583	-367.500	1.367
AO 01/03 x R 261	-0.500	4.167	627.083	0.950
AO 01/03 x R 307	0.250	-0.833	106.167	-0.633
AO 01/03 x R 383	1.083	2.083	-697.750	-0.300
AO 01/03 x Rf 00/03	-0.167	-0.833	332.000	-1.383
AO 03/04 x R 023	2.067	4.417	-40.67	-0.633
AO 03/04 x R 261	-0.100	-1.833	-292.983	0.617
AO 03/04 x R 307	-0.683	-0.167	705.433	1.367
AO 03/04 x R 383	-0.517	-0.583	34.183	-0.967

AO 03/04 x Rf 00/03	-0.767	-1.833	-406.067	-0.383
AO 03/12 x R 023	-0.533	-0.250	-403.900	-0.500
AO 03/12 x R 261	0.300	0.167	376.683	1.417
AO 03/12 x R 307	0.383	0.167	-374.567	-1.500
AO 03/12 x R 383	-0.117	-0.250	24.850	0.500
AO 03/12 x Rf 00/03	-0.033	0.167	376.933	0.083
SB 04/01 x R 023	-0.867	0.417	811.967	-0.233
SB 04/01 x R 261	0.300	-2.500	-710.783	-2.983
SB 04/01 x R 307	0.050	0.833	-437.033	0.767
SB 04/01 x R 383	-0.450	-1.250	638.717	0.767
SB 04/01 x Rf 00/03	0.967	2.500	-302.867	1.683

En rendimiento de semilla, se destacaron las siguientes combinaciones: SB 04/01 x R 023, AO 03/04 x R 307, SB 04/01 x R 383 y AO 01/03 x R 261. En contenido porcentual de aceite SB 04/01 x Rf 00/03, AO 03/12 x R 261, AO 03/04 x R 307 y AO 01/03 x R 023. Esta última cruza se destacó también por la disminución de altura y SB 04/01 x R 023 por precocidad.

En la Tabla 4 se presentan los efectos genéticos y heredabilidad de los caracteres estudiados.

**Tabla 4 Efectos Genéticos y Heredabilidad para cuatro caracteres de girasol**

	Floración	Altura	Rendimiento	Aceite(%)
Varianza genet. adit.(F=0)	0.322	46.228	9938.112	0.085
Varianza genet. adit.(F=1)	0.161	23.114	4969.056	0.042
Varianza genet. dom.(F=0)	2.168	-44.938	669274.480	0.937
Varianza genet. dom.(F=1)	0.542	-11.235	167318.620	0.234
Contribución líneas(%)	1.26	6.24	2.59	18.19
Contribución testers (%)	68.60	90.52	38.86	24.87
Contribución L x T (%)	30.13	3.25	58.55	56.94
Heredabilidad(amplio) %	62.08	68.64	25.20	7.41
Heredabilidad (estricto) %	56.38	86.56	13.56	6.23

Los testers tuvieron la mayor contribución a la expresión de los caracteres floración y altura y la interacción Línea x Tester a rendimiento y contenido porcentual de aceite. La contribución de las Líneas fue baja, alcanzando su máximo valor en contenido de aceite.

Altos valores de heredabilidad en sentido estricto se observaron en altura, en este carácter se esperarían los mayores progresos en la selección.

Se observó una alta contribución del efecto Línea x Tester para rendimiento de semilla y contenido de aceite. Por su parte la varianza genética de dominancia alcanzó altos valores en esas variables, principalmente en rendimiento de semilla. Por lo cual al inferirse la predominancia de un control genético no aditivo, la hibridación permitiría aprovechar la heterosis.

Estos resultados coincidieron con los obtenidos por otros autores, Shekar et al(1998), Castiglione et al (1999), Ortis et al(2005), Ghulam et al(2005) y Hakim Kha et al (2008). El efecto de dominancia también se expresaría en las cruzas Pergamino x Manfredi.

El trabajo permitió identificar líneas de buena habilidad combinatoria en el germoplasma de Manfredi y Pergamino para la planificación de cruzamientos en un programa de obtención de nuevos híbridos.

Los resultados del presente trabajo reafirman la importancia de los efectos no aditivos para rendimiento citados por otros autores en diferentes "backgrounds" genéticos de girasol.

## AGRADECIMIENTOS

*Al personal del Grupo Girasol de las Estaciones Experimentales de Pergamino y Manfredi*

## REFERENCIAS

- Castiglioni, V. B. Rodrigues, Oliveira, M. Fernandes de, Arias, C. A. Arrabal. 1999. Combining ability analysis among inbred lines of sunflower. *Pesq. Agropec. Bras.* vol.34, n.6, pp. 980-988.
- Ghulam Hassan, Farhatullah Masood J. and Raziudin, 2005. Combining ability analysis in sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Pakistan Journal of Biological Sciences* 8, N° 5, p.p. 710-713
- Hakim Kha, Hidayat-Ur-Rahma, Habib Ahma, Haidar Al, Inamulla and Mukhtar Ala, (2008). Magnitude of combining ability of sunflower genotypes in different environments. *Pak. J. Bot.*, 40(1): 151-160
- Kempthorne, O. 1957. *An Introduction to genetic statistics.* The Iowa state University Press.
- Ortis L., Nestares G., Frutos E., y Machado, N. 2005. Combining ability analysis for agronomic traits in sunflower (*Helianthus annuus L.*) *Helia*, 28, N° 43, p.p. 125-134 )
- Putt, E. D. 1966. Heterosis, combining ability and predicted synthetics from a diallel cross in sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Can. J. Plant Sci.* 46: 59-67.
- Shekar G. C., Jayaramaiah, H., Virupakshappa K., and Jagadeesh, B.N. 1998. Combining ability of high oleic acid in sunflower. *Helia* 21 N° 28 : 7-14
- Unrau, J. 1947. Heterosis in relation to sunflower breeding. *Sci. Agric.* 27: 414-427.