

APTITUD COMBINATORIA DE HIBRIDOS DE GIRASOL (*Helianthus annuus* L.) PARA RENDIMIENTO DE GRANO Y ACEITE.

Alfredo Sergio Ortigón Morales¹, Artemio Escobedo Mendoza²

¹ M.C. Experto Regional B Zona Norte. Red Oleaginosas

² M.C. Investigador Titular Programa de Oleaginosas INIFAP-TAM

RESUMEN

Se estableció un experimento con 60 híbridos de girasol en dos localidades; uno en el norte y otro en el centro del estado de Tamaulipas, México, en los Campos Experimentales de Río Bravo y el Tablero del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP-TAM). Los progenitores 5 líneas estériles cms y 12 líneas R formadores de estos híbridos, fueron obtenidos en Río Bravo. La siembra se realizó en agosto de 1990 y en un diseño experimental de látice simple 9x9 con 4 repeticiones. El objetivo fue evaluar la aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) para rendimiento de grano y contenido de aceite de las líneas involucradas. Cuatro progenitores macho mostraron buena ACG para rendimiento de grano y cinco para contenido de aceite. Las hembras 285 y 486 mantuvieron buena ACG en ambas características. La ACE mostró efectos de acción génica no aditiva para rendimiento de grano y para contenido de aceite los efectos fueron principalmente aditivos. Se detectaron varios híbridos con alta producción de grano y aceite para las condiciones de ambas localidades.

INTRODUCCION

La utilización de híbridos F₁ de girasol (*Helianthus annuus* L.) en la producción comercial se inició a mediados de los años 70's en los Estados Unidos de América, cuando fué posible disponer de líneas con esterilidad citoplásmica y líneas restauradoras de la fertilidad. A partir de entonces, el auge de este cultivo se extendió fuertemente en este país y poco después en varios países europeos donde predominaban las variedades de polinización libre.

En México, desde 1977 se han realizado pruebas experimentales en diversas regiones del país, con híbridos provenientes principalmente de los E.U.A. y de algunos países europeos como España y Francia. Estas pruebas han permitido la recomendación de algunos de estos materiales para la producción comercial.

Ante la posibilidad que tiene el girasol como cultivo potencial para algunas regiones agrícolas de México, como es el caso del estado de Tamaulipas, el Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (CIFAP-TAM) ha venido llevando a cabo un proyecto sobre mejoramiento genético en girasol, mismo que ha permitido la obtención de algunas variedades de polinización libre, así como un grupo de líneas estériles cms y de líneas restauradoras de la fertilidad, con el propósito de generar genotipos con mejor adaptabilidad a las condiciones climáticas regionales. Estos trabajos se realizan en los Campos Experimentales de Río Bravo (CERIB) y Las Adjuntas (CELAD) en Abasolo, Tamaulipas localizados en el Norte y Centro del Estado respectivamente. Al disponer

de líneas estériles (cms) y restauradoras de la fertilidad, se está en posibilidades de realizar cruza en todas las combinaciones posibles y obtener información de las mejores combinaciones heteróticas en base a su aptitud combinatoria y disponer de híbridos para explotación comercial.

El objetivo de este trabajo fué evaluar una serie de híbridos de cruza simple y evaluar la aptitud combinatoria general y específica de líneas locales en base a su rendimiento de grano y contenido de aceite.

REVISION DE LITERATURA

El hecho de que en girasol las líneas puras se forman en base a la esterilidad citoplásmica, hace difícil disponer de probadores de amplia base genética principalmente cuando las líneas a probar son del tipo restaurador, según 10 señalan Domínguez y Fernández (1987) quienes además concluyen que las líneas puras pueden ser utilizadas razonablemente como probadores para la evaluación de otras líneas puras en los programas de mejoramiento genético.

Para estudiar la variabilidad genética de líneas y sus cruza en girasol, Miller y colaboradores (1980), Domínguez y Miller (1988) y Refollo y colaboradores (1988) entre otros autores emplearon el diseño genético II de Carolina del Norte, ampliamente utilizado por los fitomejoradores en maíz.

Las ventajas del diseño genético II son señaladas por Hallauer y Miranda (1981) quienes mencionan que la información genética obtenida con este diseño factorial y los diseños dialélicos es similar y que es posible tener dos estimaciones independientes de aptitud combinatoria general (ACG), una para las hembras y otra para los machos, siendo la fuente de variación hembra x macho equivalente a la aptitud combinatoria específica (ACE).

Entre los primeros reportes sobre el uso de líneas puras de girasol como probadores se encuentra lo señalado por Unrau (1947), quien obtuvo resultados favorables al probar un grupo de líneas puras al usar dos líneas probadoras con buena aptitud combinatoria.

En pruebas iniciales con girasol para observar efectos de varianza genética se reportó que la aptitud combinatoria específica era más importante que la aptitud combinatoria general; sin embargo, Anaschenko (1974) mencionó una alta heredabilidad (60-68%) para rendimiento de grano por efectos de acción génica aditiva y Miller y colaboradores (1980) encontraron que los efectos aditivos fueron más importantes que los no aditivos para rendimiento de grano.

La mayor importancia que la aptitud combinatoria específica tiene para rendimiento de grano en girasol es evidente en comparación con otros componentes de rendimiento. Este hecho también ha sido reportado por Unrau (1947), Putt (1966), Mihaljčević (1988) entre otros autores.

La producción de aceite en girasol es también objetivo primordial en los programas de mejoramiento genético. Alexander (1962) al revisar trabajos sobre mejoramiento genético en la URSS, menciona que científicos de ese país llegaron a la conclusión que de el total de la varianza genética una gran parte se debió a efectos genéticos aditivos, para contenido de aceite. El mismo autor comenta que la herencia del contenido de aceite

en el akenio es un caracter poligénico muy complejo, aunque con una fuerte acción aditiva.

Russell (1953) concluyó que el contenido de aceite está determinado por la acción de genes parcialmente dominantes. Putt (1966) puso de manifiesto la existencia de un fuerte componente aditivo para contenido de aceite, obteniendo un valor de ACG considerablemente más alto que el de ACE. Bedov (1985) indicó que la acción génica aditiva fué de mayor importancia que la no aditiva en la herencia del contenido de aceite.

Fick (1975) señaló que los híbridos F₁ de variedades condiferente contenido de aceite, mostraron superioridad al valor medio de los padres, lo que indicaba la dominancia del carácter "alto contenido de aceite". Škorić (1978) anotó que la mayoría de los híbridos F₁ presentaron dominancia parcial o completa hacia alto contenido de aceite. El análisis demostró que tanto los efectos génicos aditivos como no aditivos fueron importantes. Fernández y colaboradores (1979) encontraron dominancia para bajo contenido de aceite al cruzar líneas con alto y bajo contenido de aceite.

Refollo y colaboradores (1988) reportaron efectos génicos aditivos para contenido de aceite en siembras de secano, mientras que en riego los efectos de acción génica no aditiva fueron significativos.

Abdel Hamid (1988) menciona que en la condición genética del contenido de aceite en la semilla de girasol, están implicados ambos efectos génicos de aditividad y dominancia.

Resultados obtenidos por Domínguez y Miller (1988) en la evaluación de híbridos F₁ de girasol, mostraron mejor adaptación en los ambientes donde las líneas parentales fueron formadas; no obstante, combinaciones híbridas que incluían progenitores de diferente origen (cms o líneas R) reportaron altos rendimientos.

MATERIALES Y METODOS

Se sembró un experimento en el norte y otro en el centro del estado de Tamaulipas, dentro del área de influencia de los campos experimentales de Río Bravo (CERIB) y el auxiliar de Las Adjuntas en El Tablero, en el municipio de Nueva Padilla; los dos campos pertenecen al Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (CIFAP-TAM). Las localidades están situadas en los meridianos 98° y 98°50' y en los paralelos 26° y 23°40', respectivamente.

En Río Bravo la altitud es de 38 msnm y tiene un clima seco extremoso BS1 (h') hw"(e), con temperatura media anual de 26°C, en Nuevo Padilla la altitud media es de 80 msnm y el clima es seco estepario BS, con temperatura media anual de 24°C.

En cada localidad se estableció un ensayo uniforme de 81 tratamientos, de los cuales 60 fueron híbridos (F₁) de cruce simple, 17 progenitores (12 líneas restauradoras de la fertilidad y 5 líneas estériles cms) y 4 testigos (2 variedades de polinización libre y 2 híbridos comerciales).

En el grupo de líneas restauradoras (machos) se incluyen: 832R, 833S, 835R, 836R y 839R que fueron derivados por selección individual y autofecundación hasta la 4a generación (S₄) iniciada en una población F₂ integrada por 30 híbridos (mezcla en polinización libre) provenientes de diversas compañías productoras de semillas de los Estados Unidos; y corresponden a la primera serie de líneas obtenidas en 1983 en el

CERIB. Para 1989 se obtuvo otra serie de líneas restauradoras como son: S-17R, S-30R, S-39R y S-3R producto de la selección en generaciones avanzadas de una población integrada por híbridos de Estados Unidos de América y de Europa. Las líneas SARH-R y ZAP-R se obtuvieron de las cruzas de Vniimk 1646 y de la línea 300 B per girasol silvestre (*Helianthus annuus* L.), respectivamente. Se incluyó además la línea RHA-274, obtenida por las estaciones experimentales de North Dakota y Texas y el ARS, USDA.

Las líneas estériles cms (hembras) 285, 386 y 486 se formaron en el CERIB en 1984, derivadas de un compuesto integrado por una serie de líneas B de E.U.A., con selección posterior e inducción de esterilidad citoplásmica. Las líneas V1 y CM3 se obtuvieron posteriormente (1989) derivadas de las variedades "Mestizo" (V1) y "Serenio" (CM3) respectivamente.

Se usó un diseño experimental de látice simple 9 x 9 con cuatro repeticiones. La parcela experimental fue de dos surcos de tres metros de longitud. La densidad de población fue de 50 mil plantas por hectárea. En el CERIB, el experimento se condujo bajo condiciones de riego, donde se aplicó un riego de presiembra y tres de auxilio a los 30, 55 y 75 días después de nacidas las plantas, mientras que en Nuevo Padilla solo se aplicó el riego de presiembra y se registraron lluvias de 65 mm entre la 2a. y 3a. semana de septiembre y de 70mm en la 1a. semana de octubre. En ambas localidades se fertilizó con 60 kg de nitrógeno y 40 kg de fósforo por hectárea.

Se cosecharon 10 plantas con competencia completa en cada parcela y las variables medidas fueron: rendimiento de grano en kilogramos por hectárea, contenido de aceite en porciento, peso de 100 semillas en gramos, diámetro de capítulo en centímetros, altura de planta en centímetros y días al 50% de floración y a madurez fisiológica. Para los propósitos de este trabajo se incluyeron solo las 60 cruzas en F₁, que se analizaron de acuerdo al diseño genético II de Comstock y Robinson (1952) que corresponde a un esquema básico de apareamiento factorial donde los cuadrados medios son separados para hembras, machos y la interacción hembras x machos.

RESULTADOS Y DISCUSION

La eficiencia del análisis en el látice en relación con el de bloques al azar fueron similares. En el Cuadro 1 se detallan los valores del análisis de varianza para las características de rendimiento de grano, contenido de aceite, altura de planta, días a flor y días a madurez fisiológica.

La varianza debido a la aptitud combinatoria general (ACG) para los machos reportó un valor no significativo para rendimiento de grano, mientras que para contenido de aceite, altura de planta, días a flor y días a madurez se obtuvieron valores altamente significativos. Las hembras mostraron una diferencia estadística similar a la de los machos en su ACG.

En la interacción hembras x machos que implican valores de varianza debido a la aptitud combinatoria específica (ACE), el análisis reportó diferencias altamente significativas en los cinco casos. La interacción localidades x machos mostró un valor significativo en el rendimiento de grano y altamente significativo para contenido de aceite; las diferencias en altura de planta, días a floración y madurez fisiológica no fueron significativos. La interacción localidades x hembras no mostró significancia para ren-

dimiento de grano, altura de planta y días a floración y fue altamente significativo para contenido de aceite y para madurez fisiológica.

Cuadro 1. - Analisis de varianza para aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) para rendimiento de grano (RG) contenido de aceite (A), altura de planta (AP), días a floracion (DF) y madurez fisiológica (MF) de líneas de girasol. INIFAP. Tamaulipas 1990.

Factor de variacion	GL	RG	A	AP	DF	MF
MACHOS ACG	11	0.04	77.1**	0.24**	76.8**	23.0**
HEMBRAS ACG	4	0.33	562.3**	0.93**	103.0**	136.0**
H x MACE	44	0.17**	8.68**	0.04**	9.0**	5.75**
LOC x TRAT						
LM	11	0.31*	9.45**	0.03	18.0	7.0
LH	4	0.17	4.75**	0.01	20.5	39.0**
LHM	44	0.14**	1.93	0.02	10.3**	4.5
ERROR	354	0.075	1.60	0.016	0.26	2.66

El peso de 100 semillas y el diámetro de capítulo que solo se tomaron en la localidad de Río Bravo, mostraron el primero diferencias altamente significativas en ambos progenitores; mientras que para el diámetro de capítulo, sólomente los machos mostraron diferencia altamente significativa.

En la interacción triple, localidades x hembras x machos, se observaron valores altamente significativos para rendimiento de grano y días a floración. Esto bien pudo deberse a diferencias en el tipo de suelo, humedad y temperatura durante el período vegetativo entre localidades que influyeron de diferente manera en los híbridos al detectarse también una alta variabilidad en días a floración. Para contenido de aceite, altura de planta y madurez fisiológica no se observaron valores significativos.

Al no observarse diferencia estadística significativa para rendimiento de grano en el caso de los machos y de las hembras, significa que estos al intervenir en las cruzas como progenitores comunes, sus promedios fueron similares. En la interacción localidades x machos, al mostrar un valor significativo, indica que el ambiente, al haber sido diferente, interaccionó con las cruzas en las que intervinieron machos comunes, aunque en promedio de los ambientes no hubo diferencia estadística entre las medias de las cruzas con tales machos. En cuanto a la interacción localidades x hembras no se observó diferencia significativa, lo que indica que el ambiente no interaccionó con las cruzas en que intervenían hembras comunes, independientemente de la divergencia estadística existente entre ambientes.

Para contenido de aceite, los machos y las hembras mostraron un valor altamente significativo en su ACG, lo que indicó que cada uno al intervenir como progenitor común, sus cruzas mostraron una alta variabilidad: también mostraron alta interacción con el ambiente.

La varianza debida a la aptitud combinatoria específica (ACE) indicó que el rendimiento de grano fué gobernado en su mayor expresión por la acción génica no aditiva, mientras que el contenido de aceite, días a floración y a madurez fisiológica fué gobernado principalmente por la acción génica aditiva con ligeros efectos de no aditividad. Para altura de planta la acción génica aditiva y no aditiva fué igualmente importante.

Estos resultados de ACE para rendimiento de grano coinciden con lo reportado por Unrau (1947), Putt (1966), Tyagi (1988) y Domínguez y Miller (1988). Estos últimos concluyen que la importancia de los efectos no aditivos en el rendimiento debe ser motivo de mayor atención pues otros autores reportan mayor importancia a efectos aditivos (Anaschenko 1974, Miller et al., 1980).

Para contenido de aceite los resultados de este trabajo coinciden con lo señalado por Putt (1966), Rao y Singh (1978), Miller et al., (1980) y Bedov (1985).

En el Cuadro 2 se muestran los rendimientos medios de grano y contenido de aceite obtenidos por los machos (parte superior del cuadro) y de las hembras su intervención como progenitores comunes en sus diferentes cruzas; se incluyen además los valores de aptitud combinatoria general.

Los machos que mostraron valores positivos en su ACG para rendimiento de grano fueron: ZAP-R (+90); 833 R(+69); S-30R (+64); 832 R (+24) y RHA 274 (+2), y las hembras: 486 (+74); CM3 (+19) y 285 (+5).

Para contenido de aceite destacaron por su ACG los machos: S-17R (+2.6); 833R (+1.8); 835R (+0.8); S-3R (+0.8) y las mejores líneas hembras fueron: 386 (+2.2); 285 (+1.9) y 486 (+0.9).

Cuadro 2. MEdia de rendimiento de grano en kg/ha y contenido de aceite de machos y hembras en cruzas como progenitor comun de girasol en Rio Bravo (L1) y nuevo padilla (L2) Inifap-Tamaulipas 1990.

Lineas R (Macho)	Rendimiento grano kg/ha				Contenido de aceite (%)			
	L1	L2	Combinado ACG		L1	L2	Combinado ACG	
832R	1940bc	1937NS	1939NS	+24	44.1d	45.9bc	45.0d	-0.3
833R	2053ab	1915	1984	+69	46.6a	47.6a	47.1a	+1.8
835R	1917bc	1821	1869	-46	44.1d	46.4bc	46.1bc	+0.8
836R	1939bc	1745	1842	-73	45.8bc	44.8de	44.8d	-0.5
839R	1835c	1929	1882	-33	44.3d	44.4e	44.4de	-0.9
RHA-274	1869c	1965	1917	+2	42.6e	44.4e	43.5e	-1.8
SARH-R	1821c	1948	1885	-30	43.6de	43.7f	43.6e	-1.7
S-17R	1850c	1978	1914	-1	47.5a	48.1a	47.9a	+2.6
S-30R	1856c	2101	1979	+64	44.6cd	45.9bc	45.9c	+0.6
S-39R	1662d	2057	1860	-55	44.7cd	45.5cd	45.2cd	-0.1
S-3R	1894c	1904	1899	-16	46.1ab	46.2bc	46.1bc	+0.8
ZAP-R	2096a	1914	2005	+90	43.8de	43.7f	43.8e	-1.5
Lineas cms (Hembra)								
285	1951NS	1889b	1920NS	+5	46.7a	47.7a	47.2a	+1.9
386	1888	1921b	1905	-10	46.9a	48.1a	47.5a	+2.2
486	1903	2074a	1989	+74	45.8b	45.9b	46.2b	+0.9
V1	1822	1829b	1826	-89	43.5c	44.0c	43.7c	-1.6

Al identificar las cruzas que reportaron los más altos rendimientos de grano, así como los mejores contenidos de aceite, se observó que en estas intervinieron líneas con alta ACG: no obstante líneas con baja o negativa ACG mostraron una alta ACE. En el Cuadro 3 se incluye la relación de las cruzas que presentaron los más altos rendimientos de grano con una alta ACE, así como la relación de las que mostraron los más altos contenidos de aceite. En este grupo quedó incluida la cruz 386 x S-3 R, cuyos progenitores mostraron una ACG negativa para rendimiento de grano.

Cuadro 3. - Relacion de cruzas que mostraron los mas altos rendimien tos de grano (RG) (kg/ha) y contenido de aceite (%A) de girasol y sus valores de aptitud combinatoria especifica (ACE). INIFAP Tamaulipas 1990.

Cruza	R.G.	ACE	CRUZA	%A	ACE
CM3x832R	2286	+328	285 x S-17R	49.5	-0.3
386 x 833R	2206	+232	486 x S-30R	49.4	+2.6
CM3 x S-17R	2172	+239	285 x 833R	49.3	+0.3
285 x ZAP-R	2136	+126	386 x 833R	49.2	-0.1
486 x ZAP-R	2103	+24	386 x S-17R	49.2	-0.9
486x 839R	2098	+142	285 x S-3R	49.1	+1.1
386 x S-3R	2083	+194	386 x 836R	49.1	+2.1

Otros progenitores que también mostraron valores negativos en su ACG pero una alta ACE para rendimiento de grano, fueron V1 x SARH-R, V1 x S-39R y V1 x 836R, cuyos valores de ACE fueron: +208, +202 y +168, respectivamente. Tyagi (1988) indicó que las mejores combinaciones que mostraron alta ACE también mostraron valores altos de ACG. Sindagi (1979) concluyó que progenitores con alta ACG no siempre resultan en una cruz con alta ACE. Los resultados de este trabajo coinciden con ambos autores y se señala además que algunos progenitores con baja y/o negativa, ACG ob tuvieron una respuesta favorable en su ACE.

En el Cuadro 4 se anotan los rendimientos de grano y contenido de aceite en promedio de las dos localidades; siete machos mostraron los mejores valores de ACG para ambas características (grano y aceite), en sus combinaciones con las cinco hembras. Las cruzas que mostraron los promedios más altos tanto en rendimiento de grano como en contenido de aceite se enmarcan con línea continua. Estos promedios, al convertirlos a kilogramos de aceite por hectárea, mostraron rangos que fluctuaron de 1085 a 971 (Cuadro 5). Otra serie de combinaicones señaladas con línea punteada en el Cuadro 4 muestran producción de aceite en los rangos de 916 a 964 kilogramos por hectárea. Se puede detectar también al conjuntar las características de rendimiento de grano y contenido de aceite, que las líneas ZAP-R, S-30R y S-3R restauradoras de la fertilidad obtenidas en 1989, lograron buenas combinaciones híbridas con las hembras 285, 386 y 486, obtenidas en 1984. Solo dos híbridos con líneas (A x R) de la nueva serie (obtenidas en 1989) pudeiron destacar en su combinación: CM3 x S-17R y V1 x S-17R.

Al considerar la cantidad de aceite que in híbrido de girasol puede producir por hectárea, es evidente que aquellas cruzas con alto rendimiento de grano y alto contenido de aceite son las ideales; sin embargo, una combinación de alto rendimiento de grano

con bajo contenido de aceite puede resultar favorable, como fué el caso de la cruz CM3 x 832R que mostró el más alto rendimiento de grano, pero un bajo contenido de aceite (42.6%). Esta combinación de alto rendimiento de grano con bajo contenido de aceite pudiera ser interesante si existiera la posibilidad de que la industria comprara el producto en peso de grano y no de contenido de aceite.

Cuadro 4. Rendimiento de grano (RG) en kg/ha y contenido de aceite (A) %. Promedio de localidades y sus valores de aptitud combinatoria específica (ACE) obtenidos por las cinco hembras y los siete machos con mejor ACG en una o ambas características (RG y A). INIFAP Tamaulipas 1990.

Hembras → Machos ↓	285		386		486		CM3		V1	
	RG	A	RG	A	RG	A	RG	A	RG	A
832R	1838	45.5	1710	47.1	2088	45.8	2286	42.6	1772	44.2
ACE	-106	-1.4	-219	-0.1	+75	-0.1	+328	+1.1	-78	+0.8
833R	1996	49.3	2206	49.2	2080	47.3	1864	43.3	1775	46.4
ACE	+7	+0.3	+232	-0.1	+22	-0.7	-139	-0.3	-120	+0.9
835R	1885	47.4	2064	48.3	1771	47.1	1925	42.0	1701	45.6
ACE	+11	-0.6	+85	0.0	-24	+0.1	+37	-0.6	-79	+1.1
S-17R	1970	49.5	1799	49.2	1793	47.8	2172	44.2	1839	48.6
ACE	+51	-0.3	-105	-0.9	-195	-1.0	+239	-0.2	+14	+2.3
S-30R	1965	46.5	2052	47.0	1965	49.4	2047	43.0	1866	43.4
ACE	-19	-1.2	+83	-0.8	-88	+2.6	+49	+0.6	-24	-0.9
S-3R	1882	49.1	2083	48.4	2046	47.7	1682	41.4	1802	44.0
ACE	-22	+1.1	+194	+0.1	+73	+0.7	-236	-0.5	-0.5	-0.5
ZAP-R	2136	46.4	2047	46.6	2103	45.0	1979	39.9	1743	41.1
ACE	+126	+0.7	+52	+0.6	24	+0.3	-25	-0.4	-173	-1.1

Por resultados obtenidos en esta prueba es posible contar con híbridos que responden bien bajo los ambientes donde fueron probados; quedarían en juego de determinar las condiciones bajas las cuales se pueda multiplicar a gran escala la semilla básica registrada y certificada para la explotación comercial de los híbridos.

Cuadro 5. Relacion de cruzas con mayor rendimiento de grano y de aceite en kilogramos por hectarea. INIFAP-Tam. 1990.

Cruzas	Rendimiento (kg/ha)	
	Grano	Aceite
386 x 833 R	2206	1975
386 x S-3R	2083	1008
386 x 835R	2064	997
285 x ZAP-R	2136	991
285 x 833R	1996	984
486 x 833R	2080	984
486 x S-3R	2046	976
285 x S-17R	1970	975
CM3 x 832R	2286	974
486 x S-30R	1965	971

CONCLUSIONES

Cuatro progenitores machos presentaron buena ACG para rendimiento de grano y cinco para contenido de aceite; de estos, dos contienen ambas características: 833R y S-30R.

Las hembras 486, CM3 y 285 mostraron buena ACG para rendimiento de grano y 386, 285 y 486 para contenido de aceite.

La ACE se debió principalmente a efectos de acción genética no aditiva para rendimiento de grano y de aditividad para contenido de aceite.

Progenitores con buena ACG combinaron bien para formar híbridos con alta ACE. A su vez, progenitores de baja o negativa ACG dieron algunas combinaciones de alta ACE para rendimiento de grano y aceite.

Se detectaron híbridos con alta producción de grano y aceite para las localidades de prueba, así como algunos híbridos de alta producción de grano, pero de bajo contenido de aceite.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Jorge Elizondo Barrón por su colaboración al atender los trabajos de campo y conducción del experimento establecido en la subestación de El Tablero en Nueva Padilla, Tam. perteneciente al Campo Experimental Las Adjuntas.

Al Dr. Maximino Luna, Experto Nacional de las Redes de Maíz y Sorgo por la revisión y sugerencias al presente artículo.

BIBLIOGRAFIA

- Alexander, D.E. 1962. the "Lysenko method" of increasing oil content of the sunflower. *Crop Sci.* 2:279-280.
- Anaschenko, A.V. 1974. the initial material for sunflower heterosis breeding 8th Int. Sunflower conf. Bucharst rumania P. 391-393.
- Bedov, S.A. 1985. A study of combining ability for oil and protein contents in seed of different sunflower inbreds. 11th Int. Sunflower conf Mar del Plata, Argentina P-675-687.
- Comstock, R.E. and H.R. Robinson- 1952. Estimation of average dominance genes. P-491-516 in J.W. Growen (ed) Heterosis. Iowa State College Press, Ames, Iowa.
- Dominguez, J. and Fernández J. 1987. Evaluation of inbred testers in sunflower hybrid breeding. *Helia* No. 10 P. 15-19.
- Dominguez, J. and J.F. Miller. 1988. Evaluation and genetic studies of F₁ sunflower hybrids between sets of lines selected in U.S.A. and Spain. 12th. Int. Sunflower conf. Novi Sad yugoslavia P. 424-428.
- Fick, G.N. 1975. Heritability of oil content in sunflower. *Crop Sci.* 15: 77-78.
- Fernandez, M., F. Marquez y J. Ortiz. 1979. Genética del contenido aceite de la semilla de girasol (*Helianthus annuus* L.). Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México.
- Hallauer, A.R. and J. Miranda. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State Univ. Press. Ames Iowa P.468.
- Miller, J.F., J.J. Hammond and W.W. Roath, 1980. Comparison of inbred vs single-cross testers and estimation of genetic effects in sunflower. *Crop sci.* 20:703-706.
- Mihaljcevic, M. 1988. Combining ability and heterosis in *Helianthus annuus* x *H. annuus* (wild) crosses. 12th. Int. Sunflower conf. Novi Sad, Yugoslavia P.494-495.
- Putt, E.D., 1966. Heterosis combining ability and predicted synthetics from a diallel cross in sunflowers (*Helianthus annuus* L.). *Can. J. plant Sci.* 46:59-67.
- Rao, N.M. and B. Singh. 1978. Inheritance of some quantitative character in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Pantnagar J. of Res.* 4 (3):144-146.

- Refollo, R., L.M. Martin y J.M. Serradilla. 1988. Herencia del contenido de aceite en los aquenios y almendras del girasol (*Helianthus annuus* L.). 12ht Int. Sunflower Conf. Novi Sad, Yugoslavia P.436-441.
- Russell, W.A. 1953. A study of the interrelationship of seed yield, oil content and other agronomic characters with sunflower inbred lines and there top crosses. Can J. Agr. Sci. 33:291-293.
- Sindagi, S.S., R.S. Kulikarni and A. seetharam. 1979. Line x tester analysis of combining ability in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Sunflower Newsletter 3(2):11-12.
- Skoric, D. 1978. Mode of inheritance of oil content in sunflower seed of F₁ generation and components of genetic variability. 7ht. Int. Sunflower Conf. Krasnodar URSS. p. 376-386.
- Tyagi, A.P. 1988. Combining ability analysis for yield components and maturity traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). 12ht. Int. Sunflower Conf. Novi Sad Yugoslavia p.489-493.
- Unrau, J. 1947. Heterosis in relation to sunflower breeding. Sci. Agric. 27:414-427.

**COMBINING ABILITY FOR SEED YIELD AND OIL OF SUNFLOWER
(*Helianthus annuus* L.) HYBRIDS**

SUMMARY

It was established an experiment with 60 hybrids of sunflower in two localities; one in the north and other in the center of the State of Tamaulipas, México; in the experimental stations of "Rio Bravo" and "El Tablero" of the Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP-TAM). The progenitors, five lines with cytoplasmic male sterility (cms) and twelve lines (R) formers of the hybrids were obtained in Rio Bravo. The experiment was planted in august of 1990. An experimental design of simple lattice 9x9 with four repetitions was used. The objective was to Evaluate the general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) for grain yield and content of oil of the inlucured lines. Four male progenitors showed good GCA for grain yield and five vor content of oil. The females 285 and 486 mantained good GCA in both characteristics. The SCA showed effects of non additive genic action for grain yield and for oil content the effects were additives principally. There were detected several hybrids with high production of grain and oil for the condicions of both locations.

**APTITUDE À LA COMBINAISON D'HYBRIDES DE TOURNESOL
POUR LE RENDEMENT ET LA TENEUR EN HUILE**

RÉSUMÉ

Une expérimentation a été conduite avec 60 hybrides de tournesol sur deux lieux, l'un au nord et l'autre au centre de l'Etat de Tamaulipas (Mexique), dans les stations expérimentales de Rio Bravo et El tablero de l'Institut National de Recherche Forestières et Agrozootechniques (INIFAP-TAM). Les lignées parentales de ces hybrides, à savoir cinq lignées avec stérilité mâle cytoplasmique et douze lignées R, ont été obtenues à Rio Bravo. L'expérience a été implantée en Aout 1990. Un dispositif expérimental en lattice simple 9*9 a été utilisé. L'objectif était d'évaluer l'aptitude générale à la combinaison pour le rendement en grain et la teneur en huile chez les lignées parentales. Quatre des géniteurs ont montré une bonne AGC pour le rendement, et cinq pour la teneur en huile. L'ASC a montré les effets de l'action non additive des gènes pour la teneur en huile les effets étaient principalement additifs. Plusieurs hybrides avec un niveau élevé de production de grain et de teneur en huile pour les deux lieux ont été identifiés.