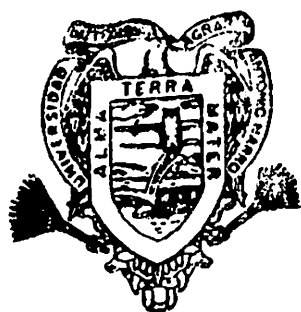


ESTUDIO DE APTITUD COMBINATORIA Y HETEROSIS  
EN LINEAS ENANAS DE GIRASOL  
(Helianthus annuus L.)

MIGUEL ANGEL GALLEGOS ROBLES

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN FITOMEJORAMIENTO



Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro  
PROGRAMA DE GRADUADOS  
Buenavista, Saltillo, Coah.  
JUNIO DE 1993

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular  
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar  
al grado de

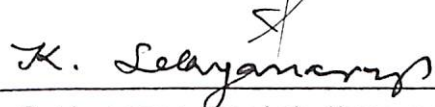
MAESTRO EN CIENCIAS EN  
FITOMEJORAMIENTO

COMITE PARTICULAR

Asesor principal:


  
M.C. Edgar Edmundo Guzmán Medrano

Asesor:

  
Dr. Sathyanarayanaiah Kuruvadi

Asesor:

  
Dra. Diana Jasso de Rodríguez

  
Dr. José Manuel Fernández Brondo  
Subdirector de Postgrado

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA  
Buenavista, Saltillo, Coahuila, Junio 1993

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", por brindarme la -- oportunidad de continuar mi superación académica.

Con especial agradecimiento a mis asesores M.C. Edgar Edmundo Guzmán M., Dr. Sathya K. y Dra. Diana Jasso de Rdz. por su valiosa ayuda en la asesoría y sugerencias en el desarrollo de este trabajo.

A los Srs. Jesús, Adrián y Arturo por su valiosa ayuda en el trabajo de campo y bodega.

Al Ing. René A. de la Cruz Rodríguez por su siempre desinteresada y valiosa ayuda.

A mi novia Cande por darme su amor y deseos de superación y por su participación en la realización del trabajo mecanográfico.

A mi amigo Daniel Villanueva por su colaboración en el trabajo de laboratorio.

A mis compañeros y amigos de trabajo de la FAZ-UJED, Ingenieros Diana, Juan de Dios y Ricardo.

A todos aquellos que de alguna forma participaron en la realización de este trabajo.

## DEDICATORIA

A Dios Padre Todopoderoso:

Porque él es la fuente de donde derivan todos los cauces que dan consuelo y alegría en esta vida, así como la vida misma, y porque él mediante el Espíritu Santo me dió la gracia para llevar a cabo la realización de este trabajo.

A mis Padres:

Profr. Donato Gallegos Malacara  
Sra. Ma. Guadalupe Robles de Gallegos

A mi tía:

Sra. Evangelina Gallegos Vda. de Hdz.

A mis Hermanos:

Juan Francisco, Jorge Luis, Marco Antonio  
y Juana María

A mis cuñados:

Elsa Patricia Montes de Gallegos  
Lic. Ariel Chacón Valdez

A mis sobrinos:

Jorge Luis, Alberto Rodrigo, Héctor Arturo  
y Ariel Darío

A mi Novia:

Ma. Candelaria Cedillo Bernal



## COMPENDIO

Estudio de Aptitud Combinatoria y Heterosis en Líneas Enanas  
de Girasol (Helianthus annuus L.)

Por

MIGUEL ANGEL GALLEGOS ROBLES

MAESTRO EN CIENCIAS EN  
FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNIO 1993.

M.C. Edgar E. Guzmán Medrano - Asesor -

Palabras clave: Girasol, cruzas directas y recíprocas, aptitud --  
combinatoria, heredabilidad, heterosis, correla--  
ciones, rendimiento y aceite.

Se evaluaron 42 cruzas cimples (21 directas y 21 recíprocas) en tres localidades (bajo riego) y en una de ellas bajo riego y temporal, con el fin de estudiar la aptitud combinatoria general y específica en base al método IV, modelo I de Griffing (1956), e identificar los mejores progenitores y cruzas superiores, se estimaron heterosis, paráme--  
tros genéticos y correlaciones para diferentes características agronómi--  
cas.

El análisis de varianza y aptitud combinatoria indicó diferencias significativas para la mayoría de las características. Una mayor proporción de ACG se encontró para rendimiento, inicio de floración, 50 por ciento de floración, peso de 100 semillas y porcentaje de semilla vana en las cruzas recíprocas, y en las cruzas directas para rendimiento, peso de 100 semillas, porcentaje de semilla vana y porcentaje de proteína; los restantes caracteres manifestaron una participación más o menos igual de la ACG y ACE en su herencia.

Valores aceptables de heredabilidad en sentido estrecho expresaron la mayoría de las características estudiadas. Se identificaron como los mejores combinadores las líneas progenitoras E-1, E-2, E-7 y E-8 para rendimiento, peso de 100 semillas y porcentaje de aceite.

Se identificaron diversas cruzas directas y recíprocas con valores altos de ACE para diferentes características agronómicas.

Se encontró correlación en sentido deseable y magnitud significativa, tanto fenotípica como genotípica del rendimiento con diámetro de capítulo, peso de 100 semillas y porcentaje de semilla vana en ambos tipos de cruzas, y con el porcentaje de aceite en cruzas recíprocas.

Los mejores valores en las tres formas de heterosis para las cruzas directas se encontraron en la craza 7x5 para rendimiento y diámetro de capítulo; para peso de 100 semillas y porcentaje de aceite en la craza 8x3. En las cruzas recíprocas y para el rendimiento la 3x7, 2x7, 1x7 y 1x5 para porcentaje de aceite las cruzas 2x7, 3x7, 1x5, 3x4, 3x8 y 1x8 produjeron valores altos de heterosis.

ABSTRACT

Studies on Combining Ability and Heterosis in Dwarf  
Lines of Sunflower (Helianthus annuus L.)

By

MIGUEL ANGEL GALLEGOS ROBLES

MASTER OF SCIENCE

PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. June 1993.

M.C. Edgar E. Guzmán Medrano - Advisor -

Key words: Sunflower, direct and reciprocal crosses, combining ability, heritability, heterosis, correlations, -- yield and oil.

Forty two simple crosses (21 direct and 21 reciprocal) were evaluated in three localities (under irrigated) and in one of these under irrigated and drought conditions with an objective to study general --- (GCA) and specific (SCA) combining ability based on the Griffing (1956) model I, method IV to identify best parents and superior crosses, and - to estimate heterosis, genetics parameters, and correlations for different agronomic characters.

The analysis of variance and combining ability indicated significant differences for the majority of the characters. The following characters: flower initiation, 50 percent flowering, 100 seed weight, percentage of empty seed showed higher values for GCA in reciprocal crosses and in direct crosses for yield, seed weight, percent of empty seed and protein percent; the remaining characters manifested more or less equal proportion of GCA and SCA in heredity control.

Acceptable values of narrow sense heritability were found for the majority of the character studied. The parents E-1, E-2, E-7 and E-8 were identified as best combiners for yield, seed weight and oil percent. Several direct and reciprocal crosses were identified with higher values of SCA for different agronomic traits.

A positive and significant correlation phenotypic and genotypic was found between yield and head diameter, seed weight, percentage of empty seed in both the type of crosses, and oil content in reciprocal crosses.

The higher values of three forms of heterosis for yield and head diameter was found in the direct crosses 7x5; oil percent and seed weight in 8x3. In the reciprocal crosses 3x7, 2x7, 1x7 and 1x5 for yield; and oil content in 2x7, 3x7, 1x5, 3x4, 3x8 and 1x8 produced higher values of heterosis.

## INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS .....	x
INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA .....	4
Antecedentes Históricos .....	4
Cruzas Dialélicas .....	5
Aptitud Combinatoria .....	7
Heterosis .....	9
Heredabilidad .....	10
Correlaciones .....	13
Efectos Maternos .....	14
MATERIALES Y METODOS .....	15
Análisis Estadístico .....	19
Heterosis .....	22
Análisis Dialélico .....	23
Correlaciones .....	28
RESULTADOS Y DISCUSION .....	29
Análisis de Varianza y Aptitud Combinatoria .....	29
Efectos de Aptitud Combinatoria .....	58
Correlaciones Fenotípicas .....	82
Correlaciones Genotípicas .....	85
Heterosis .....	90
CONCLUSIONES .....	110
RESUMEN .....	115
LITERATURA CITADA .....	120

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
3.1	Materiales evaluados en tres localidades en le presente investigación .....	15
3.2	Localización geográfica, temperatura, precipitación - media anual y tipo de clima .....	16
3.3	Forma del análisis de varianza por localidad .....	20
3.4	Forma del análisis de covarianza por localidad .....	20
3.5	Forma del análisis de varianza combinado .....	21
3.6	Forma del análisis de covarianza combinado .....	22
3.7	ANVA combinado para el diseño IV de Griffing .....	26
4.1	Cuadrados medios del análisis dialélico combinado (Aná huac, N.L., Torreón y Buenavista, Coah.) método IV de Griffing, cruza directas (bajo riego) .....	30
4.2	Cuadrados medios del análisis dialélico combinado (Torreón y Buenavista, Coah.), método IV de Griffing, cruza recíprocas (bajo riego) .....	33
4.3	Cuadrados medios del análisis dialélico, método IV de Griffing, cruza directas, localidad Buenavista, Coah. (bajo riego) .....	35
4.4	Cuadrados medios del análisis dialélico, método IV de Griffing, cruza recíprocas, localidad Buenavista, Coah. (bajo riego) .....	39
4.5	Cuadrados medios del análisis dialélico, método IV de Griffing, cruza directas y recíprocas, localidad Buena vista, Coah. (bajo temporal) .....	43
4.6	Cuadrados medios del análisis dialélico combinado (bajo riego y temporal), método IV de Griffing, cruza directas y recíprocas evaluadas en Buenavista, Coah. ....	46
4.7	Promedio de diferentes características agronómicas en los progenitores y testigos evaluados en Buenavista, - Coah. (bajo riego) .....	48

Cuadro	Pág.
4.8 Promedio de diferentes características agronómicas de las 21 cruzas directas evaluadas en Buenavista, Coah. (bajo riego) .....	51
4.9 Promedio de diferentes características agronómicas de las 21 cruzas recíprocas evaluadas en Buenavista, Coah. (bajo riego) .....	53
4.10 Promedio de dos características agronómicas en los progenitores y testigos evaluados en Buenavista, Coah. bajo los ambientes riego y temporal (combinado) y bajo temporal (individual) .....	55
4.11 Promedio de dos características agronómicas de las 21 cruzas directas y 21 cruzas recíprocas evaluadas en Buenavista, Coah., bajo los ambientes riego y temporal (combinado) y bajo temporal (individual) .....	57
4.12 Efectos de ACG de cada línea, cruzas directas, a través de las localidades Anáhuac, N.L., Torreón y Buenavista, Coahuila (bajo riego) .....	59
4.13 Efectos de ACG de cada línea, cruzas recíprocas, a través de las localidades Torreón y Buenavista, Coah. (bajo riego) .....	59
4.14 Efectos de ACG de cada línea, cruzas directas en la localidad de Buenavista, Coah. (bajo riego) .....	61
4.15 Efectos de ACG de cada línea, cruzas recíprocas en la localidad de Buenavista, Coah. (bajo riego) .....	62
4.16 Líneas con mejor aptitud combinatoria general considerando su comportamiento en ambos sentidos (cruzas directas y recíprocas) en Buenavista, Coah.(bajo riego).	64
4.17 Efectos de ACG de cada línea, cruzas directas y recíprocas, en la localidad de Buenavista, Coah. (bajo temporal) .....	65
4.18 Efectos de ACG de cada línea, cruzas directas y recíprocas, a través de los ambientes riego y temporal en Buenavista, Coah. ....	67
4.19 Líneas con mejor aptitud combinatoria general en Buenavista, Coah. bajo riego y temporal (combinado) y bajo temporal (individual). ....	68
4.20 Efectos de ACE de cada crusa directa, a través de las localidades Anáhuac, N.L., Torreón y Buenavista, Coah. (bajo riego) .....	69

Cuadro	Pág.
4.21	Efectos de ACE de cada cruce recíproca, a través de -- las localidades Torreón y Buenavista, Coah. (bajo riego) ..... 70
4.22	Efectos de ACE de cada cruce directa en la localidad - de Buenavista, Coah. (bajo riego) ..... 71
4.23	Efectos de ACE de cada cruce recíproca en la localidad de Buenavista, Coah. (bajo riego) ..... 74
4.24	Clasificación de las líneas como mejores hembras o machos en cruces específicas en base a su ACE, en Buena- vista, Coah. (bajo riego) ..... 77
4.25	Efectos de ACE de cada cruce directa y recíproca, en la localidad de Buenavista, Coah. (bajo temporal) ..... 79
4.26	Efectos de ACE de cada cruce directa y recíproca, a -- través de los ambientes riego y temporal en Buenavista, Coah. .... 80
4.27	Clasificación de las líneas como mejores hembras o machos en cruces específicas en base a su ACE, en Buena- vista, Coah. bajo riego y temporal (combinado) y bajo temporal (individual) ..... 81
4.28	Correlaciones fenotípicas entre diferentes caracterís- ticas agronómicas de girasol en Buenavista, Coah. (ba- jo riego) ..... 83
4.29	Correlaciones genotípicas entre diferentes caracterís- ticas agronómicas de girasol en Buenavista, Coah. (ba- jo riego) ..... 86
4.30	Correlaciones genotípicas y fenotípicas a través de -- los ambientes riego y temporal en Buenavista, Coah. -- cruces directas (C.D) y cruces recíprocas (C.R)..... 89
4.31	Correlaciones genotípicas y fenotípicas en Buenavista, Coah. bajo temporal, cruces directas (C.D) y cruces re- cíprocas (C.R). .... 89
4.32	Heterosis (H), heterobeltiosis (HB) y heterosis útil - en base al mejor híbrido (HU-1) y a la variedad (HU-2) en por ciento para diferentes características agronómi- cas en las cruces directas evaluadas en Buenavista, -- Coah. (bajo riego) ..... 91



Cuadro	Pág.
4.33 Heterosis (H), heterobeltiosis (HB) y heterosis útil - en base al mejor híbrido (HU-1) y a la variedad (HU-2) en por ciento para diferentes características agronómicas en las cruzas recíprocas evaluadas en Buenavista, Coah. (bajo riego) .....	98
4.34 Heterosis (H), heterobeltiosis (HB) y heterosis útil - en base al mejor híbrido (HU-1) y a la variedad (HU-2) en por ciento para las cruzas directas evaluadas en -- Buenavista, Coah. (bajo temporal) .....	104
4.35 Heterosis (H), heterobeltiosis (HB) y heterosis útil - en base al mejor híbrido (HU-1) y a la variedad (HU-2) en por ciento para las cruzas recíprocas evaluadas en Buenavista, Coah. (bajo temporal) .....	105
4.36 Heterosis (H), heterobeltiosis (HB) y heterosis útil - en base al mejor híbrido (HU-1) y a la variedad (HU-2) en por ciento a través de los ambientes riego y temporal en Buenavista, Coah. para las cruzas directas ....	107
4.37 Heterosis (H), heterobeltiosis (HB) y heterosis útil - en base al mejor híbrido (HU-1) y a la variedad (HU-2) en por ciento a través de los ambientes riego y temporal en Buenavista, Coah. para las cruzas recíprocas ..	109

## INTRODUCCION

El girasol (Helianthus annuus L.) es una oleaginosa con un potencial aún no bien ponderado en el país, sus capacidades de adaptación a diversos tipos de suelos, precipitaciones pluviales escasas, altura - sobre el nivel del mar desde 0.0 msnm hasta 2500 msnm, lo presentan como la alternativa de solución al problema del déficit exagerado de aceites de origen vegetal que en la actualidad obliga a importar aproximadamente el 85 por ciento de las necesidades nacionales.

A nivel mundial el girasol es la oleaginosa que ocupa el segundo lugar en importancia, siendo precedido solamente por la soya, pero - en cuanto a la calidad de su aceite, no tiene ningún tipo de competencia ya que es el de mejor calidad.

En México el cultivo de girasol, con un promedio anual de 40000 ha cosechadas, aún no ocupa un lugar preponderante, siendo las oleaginosas de mayor área de siembra el cártamo (Carthamus tinctorius L.) y la soya (Glycine max M.), curiosamente éstas dos últimas son cultivos introducidos al país, mientras que el girasol tiene su centro de origen - en las áreas del norte del territorio nacional, por lo tanto, poseemos los recursos genéticos suficientes para aprovecharlos en su mejoramiento, con la posibilidad de encontrar respuesta más pronto que con materiales introducidos.

En un programa de fitomejoramiento la información concerniente a la aptitud combinatoria entre los genotipos, la naturaleza de la acción génica que controla a los caracteres y la heterosis, es indispensable para diseñar métodos y establecer estrategias para el mejoramiento.

El programa de mejoramiento de girasol de la UAAAN ha desarrollado materiales enanos, poseedores de fuente de androesterilidad genética-citoplásmica y alta precocidad, con la intención de lograr una mayor eficiencia en el aprovechamiento de los recursos agua, suelo, insumos y tiempo. Se considera que algunas de estas líneas poseen gran potencial para ser utilizados como progenitores en la producción de híbridos y variedades sintéticas; sin embargo antes de llegar a esto es necesario tener información acerca de su comportamiento en sus diversas combinaciones.

En esta investigación se evaluaron 53 poblaciones (7 progenitores, 21 cruzas directas, 21 cruzas recíprocas y 4 testigos) en tres localidades, asumiendo como hipótesis que existe expresión de aditividad, heterosis y heredabilidad para algunas características agronómicas importantes.

Asimismo se pretende lograr los siguientes objetivos:

- 1.- Identificar los progenitores con los valores más altos de aptitud combinatoria general y seleccionar cruzas superiores a partir de las magnitudes de aptitud combinatoria específica para el rendimiento y sus componentes.

- 2.- Estudiar diferentes formas de heterosis para las características agronómicas.
- 3.- Estimar la naturaleza y acción de genes para diferentes características cuantitativas.
- 4.- Estudiar la estabilidad de la aptitud combinatoria y acción de genes en diferentes localidades.
- 5.- Calcular correlaciones fenotípicas para diferentes características.

## REVISION DE LITERATURA

### Antecedentes Históricos

Alba y Llanos (1990) y Robles (1985) citan que hay abundantes pruebas que sitúan el origen del girasol en el sur de Estados Unidos y norte de México, el cual hace unos 3000 años antes de J.C. era cultivado por las tribus indígenas de esos lugares, quienes lo utilizaban con fines alimenticios y de tipo religioso. Además señalan las razones de éxito de este cultivo:

- Buen rendimiento de aceite por unidad de superficie cultivado.
- Mantenimiento del cultivo fácil y económico, con pocas exigencias en agua y tierra.
- Alta demanda por parte de la industria extractora.
- Implantación fácil y económica de la industria extractora.
- Aceite de gran calidad dietética y estabilidad de sus cualidades físico-químicas.
- Creciente consumo de aceite de origen vegetal, frente a un retroceso de las grasas de origen animal.
- El desarrollo de variedades e híbridos con altos rendimientos, resistencia a plagas y enfermedades y adaptación a una amplia gama de condiciones ambientales.

Mundialmente, Alba y Llanos (1990) señalan que en 1985 el girasol

ocupó el tercer lugar en producción con 18 millones de toneladas, siendo superado por la soya y el algodón; asimismo se cultivaron a nivel mundial 14.6 millones de hectáreas en ese año, siendo los principales países productores la URSS, Argentina, China, Francia, USA, Turquía, España, Rumania y Bulgaria.

Robles (1985) cita que en nuestro país por una mala experiencia vivida en 1971, el girasol dejó de ser atractivo a los agricultores y ejidatarios ya que en ese año obtuvieron un rendimiento promedio de 600 Kg/ha a nivel nacional.

#### Cruzas Dialélicas

Baker (1978) señala que la formación de todas las cruzas simples posibles entre un grupo de líneas a sido un esquema de apareamiento popular desde hace 35 años y que se han empleado para estudiar la genética de caracteres complejos o como una herramienta en el mejoramiento de plantas.

Las cruzas dialélicas tienen su base en los conceptos de aptitud combinatoria general y específica y proporcionan datos para hacer estimaciones de los componentes genéticos de la variación que existe entre los rendimientos de las cruzas.

Las cruzas dialélicas son las que se componen de cruzas simples que son originadas de un conjunto básico de líneas progenitoras o de variedades (Gardner y Lonquist 1966, Martínez 1976).

Griffing (1956) introduce en forma los experimentos dialélicos y propone 4 formas en base a "P" líneas progenitoras:

Diseño 1.- En éste se analizan las P autofecundaciones, las -- cruzas  $F_1$  directas, y las cruzas  $F_1$  recíprocas; en total las  $p^2$  combinaciones que son posibles de obtener.

Diseño 2.- En éste se analizan  $P (P + 1) / 2$  diferentes (o cruzas diferentes) combinaciones: es decir, las P autofecundaciones y -- las cruzas  $F_1$  directas, excluyendo las recíprocas.

Diseño 3.- En éste se analizan  $P (P - 1)$  diferentes combinaciones es decir las cruzas  $F_1$  directas y recíprocas excluyendo las autofecundaciones.

Diseño 4.- En éste se analizan  $P (P - 1) / 2$  cruzas diferentes, que corresponden ser las cruzas  $F_1$  directas, excluyendo las recíprocas y las autofecundaciones.

Gardner y Eberhart (1966) señalan que las cruzas dialélicas -- son de considerable valor para los mejoradores de plantas para hacer -- decisiones concerniente al tipo de sistema de mejoramiento a usarse y al material a seleccionarse que muestre ser de utilidad para alcanzar el objetivo deseado. Las cruzas dialélicas también son usadas exitosamente por los mejoradores para un mejor entendimiento de la naturaleza de acción génica incluida en los caracteres cuantitativos de importancia en la agricultura.

## Aptitud Combinatoria

Obtenidas las líneas de una población base, surge la necesidad de saber cuales son las que se combinan mejor para empezar un programa de mejoramiento, y ésto se sabe conociendo los valores de ACG de cada línea y los valores de ACE de cada cruce.

Hallauer y Miranda (1981) citan que la aptitud combinatoria general (ACG) es el comportamiento promedio de una línea o progenitor en una serie de cruces y que la aptitud combinatoria específica (ACE) es la desviación de una cruce individual del promedio de las líneas involucradas.

Falconer (1970) cita que la varianza para ACG incluye la parte génica aditiva, mientras que la varianza para ACE incluye las desviaciones de dominancia y epistasis.

Brauer (1980) señala que para conocer la ACG y ACE en poblaciones alógamas, es necesario iniciar con un proceso de autofecundación de las líneas progenitoras.

Wellhausen y Wortman (1954) reportan resultados casi similares en pruebas de aptitud combinatoria al evaluar líneas tempranas y avanzadas de maíz, recomendando que se siga el proceso de autofecundación solo en aquellas líneas con buenos valores de aptitud combinatoria en las pruebas preliminares.

Dua y Yadava (1985) en un análisis dialéctico en girasol con --



$p=12$  y 7 ambientes, encontraron que las varianzas para ACG y ACE fueron altamente significantes, igual que para los ambientes; predominando la acción génica no aditiva para todos los caracteres excepto días a floración y días a madurez. Se identificaron 5 progenitores sobresalientes en base a su ACG, así como cruza específica sobresaliente para días a floración, días a madurez, altura de planta y contenido de aceite.

Zazharskii et al. (1981) al hacer un estudio sobre la herencia del contenido de aceite en aquenios de la primera generación en híbridos de girasol, determinaron que la selección de progenitores para las cruza estudiadas, fue mejor en base a las estimaciones de la ACE.

Tuberosa et al. (1982) evaluaron 24 híbridos de girasol y encontraron que los efectos de ACG fueron significantes para cualquier carácter, excepto contenido de aceite y producción de aquenios, determinándose que estos dos caracteres están controlados por efectos génicos no aditivos.

Hayes y Johnson (1939) realizaron cruza entre líneas de maíz de a) baja x baja, b) baja x alta y c) alta x alta aptitud combinatoria, reportando que los cruzamientos del grupo a) tuvieron baja aptitud combinatoria, los del grupo b) algunos baja y otros alta aptitud combinatoria y los de c) todas con alta aptitud combinatoria.

## Heterosis

Crees (1966) cita que la superioridad híbrida conocida como heterosis en términos generales se define como un aumento en la expresión de los caracteres biológicos tales como longevidad, rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades y otros; a este aumento también se le conoce como vigor híbrido. Sin embargo es necesario que los materiales que serán utilizados como progenitores tengan amplia diversidad genética la cual por lo general es desconocida y existiendo como único recurso para determinarla, el análisis y observación de las medias de las cruas de los progenitores.

Falconer (1970) y Allard (1967) señalan que el vigor híbrido puede ser considerado el fenómeno inverso de la degradación que acompaña a la consaguinidad y que los efectos aparecen inmediatamente en la  $F_1$  incluso, en las especies que parecen no degenerar por la autofecundación.

Borodulina et al. (1981) en un estudio sobre aspectos biológicos de la expresión de heterosis en girasol, encontraron heterosis para área foliar y diámetro de capítulo en híbridos de girasol. Todos los híbridos excepto uno, fueron más altos que ambos progenitores, y todos excedieron a ambos progenitores en rendimiento.

Naik et al. (1988) en un estudio para rendimiento y 11 componentes de rendimiento de 36 híbridos  $F_1$  observaron apreciable heterosis, para casi todos los caracteres. La heterosis mayor (52.34 por ciento) fue registrada para peso de 100 semillas seguida por rendimiento por

rendimiento por planta (34.57 por ciento). La heterosis para rendimiento de planta fue brevemente atribuible a heterosis para porcentaje en llenado de grano por capítulo y diámetro de capítulo.

Guzmán et al. (1987) señalan que siempre que una cruce supere a su mejor progenitor, será considerado como un efecto de heterobeltiosis.

Sheriff et al. (1985) en una evaluación de 20 híbridos simples de girasol, señalan que siete de éstos, superaron a su respectivo mejor progenitor en producción de achenos por capítulo.

#### Heredabilidad

Al observar una población de plantas alógamas observamos marcadas diferencias entre los miembros que la componen, dichas diferencias se conocen como variación, Dudley y Moll (1969) señalan que esta variación se debe a diversas causas, cada una de las cuales contribuye en forma parcial y que además determinan las propiedades genéticas de la población siendo las siguientes:

- Varianza Fenotípica. Son las diferencias que existen entre los fenotipos.
- Varianza Genética. Son las diferencias entre genotipos que contribuyen a la varianza fenotípica.
- Varianza Genética-Aditiva. Es la suma de las varianzas genético-aditivas contribuidas por loci individuales.
- Varianza Dominante. Son las desviaciones resultantes de la

interacción génica intralélica.

- Varianza Epistática. Son las desviaciones del esquema aditivo de la varianza genética intralocus resultantes de la interacción de genes interalélicos.
- Varianza Genética-Ambiental. Son las diferencias fenotípicas debidas a la interacción del genotipo con el medio ambiente donde es evaluado.

Falconer (1970) menciona que la heredabilidad nos indica el grado de correspondencia entre los valores fenotípicos y reproductivos y por ésta razón la heredabilidad se usa en casi cualquier fórmula relacionada con métodos de mejoramiento y las decisiones prácticas acerca del método de mejoramiento a utilizar dependen de su magnitud.

Dudley y Moll (1969) señalan que existen dos tipos de heredabilidad: en sentido estrecho ( $h^2$ ) es el cociente de la varianza aditiva sobre la varianza fenotípica y en sentido amplio ( $H^2$ ) es el cociente de la varianza genética total sobre la varianza fenotípica. En consecuencia es necesario calcular las varianzas fenotípica, genética y aditiva.

Angeles (1982) indica que los dos tipos de heredabilidad tienen enfoques diferentes, siendo así que la heredabilidad en sentido amplio ( $H^2$ ) estima el valor del proceso de selección o permite estimar el grado de capacidad de expresión de un genotipo en diversos ambientes, y que a través de este tipo no se puede hacer inferencia sobre el genotipo basándose en el fenotipo; y la heredabilidad en sentido -----

estrecho ( $h^2$ ) se evalúa el grado con que el caracter bajo selección es transmitido de la generación parental a la progenie.

Hanson y Robinson (1963) señalan que la ganancia genética que se tenga en el proceso de selección se basa en la magnitud de heredabilidad que presente el caracter bajo selección.

Strickberger (1978) menciona que la heredabilidad puede variar entre caracteres dentro de un mismo organismo y para un mismo caracter entre organismos distintos.

Brauer (1980) señala que el fenotipo es el resultado del genotipo más el medio ambiente y además menciona que con la heredabilidad en sentido estrecho se hace una estimación de la influencia que tienen los genes aditivos múltiples en la expresión del fenotipo.

Dilruba et al. (1988) encontraron en un estudio realizado en 42 cultivares de girasol, un coeficiente de variación alto para rendimiento por planta, peso de 500 semillas y peso de capítulo, así como alta heredabilidad en sentido amplio para estos caracteres, y un avance genético alto para rendimiento por planta, peso verde de capítulo y altura de planta.

## Correlaciones

Kuruvadi (1986) considera que el coeficiente de correlación es un estadístico muy importante, ya que nos muestra el grado de asociación entre diferentes características, sirviendo como criterio para efecto de realizar selección indirecta.

Rodríguez (1987) señala que en los programas de fitomejoramiento es importante conocer el grado y sentido de las correlaciones entre diferentes características agronómicas, con el fin de escoger las importantes y así practicar selección indirecta para mejorar el carácter de interés.

Falconer (1970) menciona que la mayoría de los organismos presentan algún grado de correlación entre sus caracteres, la cual puede ser positiva o negativa, señalando que es importante conocer esta correlación por tres razones: a) para conocer las causas genéticas de correlación a través de la acción pleiotrópica de los genes, b) para conocer como el mejoramiento de un carácter va a causar cambios simultáneos en otros caracteres, y c) puesto que la relación existente entre un carácter métrico y la aptitud es el agente principal que determina las propiedades genéticas de dicho carácter en una población natural.

Miller et al. (1988) encontraron entre cruzamientos de líneas de girasol que el contenido de ácido oleico y linoleico, estaban negativamente correlacionados ( $r = -0.84$ ).

## Efectos Maternos

Brauer (1980) menciona que de acuerdo con la idea fundamental de que los factores hereditarios están localizados en los cromosomas, las cruzas directas y recíprocas deberían dar el mismo resultado, sin embargo, esto no es así, ya que se observan diferencias notables entre los progenies de estas dos cruzas, señalando como causa la herencia citoplásmica.

Sager (1972) señala que los genes citoplasmáticos se encuentran localizados en organelos citoplasmáticos como cloroplastos y mitocondrias y que muchas de las veces determinan las diferencias entre progenies.

Terbea (1985) encontró en algunos híbridos de girasol que la producción de aquenios y el índice de cosecha estaban ampliamente influenciados por el progenitor femenino.

Miller et al. (1988) encontraron en una serie de cruzas entre líneas con alto contenido de ácido oleico, que los efectos maternos fueron significantes para la herencia de este carácter.

Lui y Leclercq (1987) evaluaron cruzas directas y recíprocas, y encontraron efectos maternos en las cruzas directas para el carácter aquenios por capítulo.

## MATERIALES Y METODOS

El material experimental consistió de siete líneas enanas endocriadas, obtenidas dentro del programa de girasol de la UAAAN, las cuales fueron seleccionadas por poseer genes de androesterilidad, precocidad, porte bajo, buen diámetro de capítulo y buen contenido de aceite. Estas líneas se utilizaron como progenitores en un diseño de apareamiento completo escrito por Griffing (1956), método IV, modelo I.

En el año de 1989 se sembraron los siete progenitores en el invernadero y se obtuvieron 21 cruzas directas y 21 cruzas recíprocas. Durante el año de 1990 se evaluaron las 21 cruzas directas, las 21 cruzas recíprocas, los siete progenitores y cuatro testigos dando un total de 53 poblaciones (Cuadro 3.1). Estos recursos genéticos se sembraron en tres localidades: UAAAN Torreón de la Comarca Lagunera, UAAAN Saltillo en Buenavista, ambas en el estado de Coahuila, y en Anáhuac estado de Nuevo León. En el Cuadro 3.2 se presentan la localización geográfica y tipo de clima de cada localidad.

Cuadro 3.1 Materiales evaluados en tres localidades en la presente investigación.

Progenitores	Testigos	Cruzas directas	Cruzas recíprocas
Enano 1	H-6240	2x1	7x8
Enano 2	H-6320	3x1	5x8
Enano 3	H-3617	4x1	4x8
Enano 4	Victoria	5x1	3x8



Cuadro 3.1 .....Continuación

Enano 5	7x1	2x8
Enano 7	8x1	1x8
Enano 8	3x2	5x7
	4x2	4x7
	5x2	3x7
	7x2	2x7
	8x2	1x7
	4x3	4x5
	5x3	3x5
	7x3	2x5
	8x3	1x5
	5x4	3x4
	7x4	2x4
	8x4	1x4
	7x5	2x3
	8x5	1x3
	8x7	1x2

Cuadro 3.2 Localización geográfica, temperatura, precipitación media anual y tipo de clima.

Localidad	Latitud	Longitud	T(°C)	ppn (m)	Clima
Anáhuac	27 <sup>0</sup> 14' 10" Nte	100 <sup>0</sup> 08' 36" W	22.9	400.00	Muy cálido y semiárido
Torreón	25 <sup>0</sup> 33' 18" Nte	103 <sup>0</sup> 22' 30" W	22.0	225.00	Semicálido y árido
Buenavista	25 <sup>0</sup> 21' 20" Nte	101 <sup>0</sup> 01' 40" W	21.0	111.68	Semicálido y árido

En las localidades de Anáhuac, N.L. y Torreón Coah., se presentaron temporales muy deficientes, por lo que no se tomaron datos bajo temporal, únicamente en Buenavista, Coah., se tiene datos bajo riego y temporal.

Las fechas de siembra para cada localidad fueron las siguientes: Anáhuac, N.L. (09-04-90), Torreón, Coah. (15-03-90) y Buenavista, Coah. (24-04-90).

Además se fertilizó con la fórmula 80-60-00, utilizando como --- fuente de N a la urea al 46 por ciento y de P al superfosfato simple al 20.5 por ciento. Al momento de la siembra se aplicó todo el P y la mi-- tad del N, el resto de N se aplicó en el primer riego de auxilio.

Se aplicaron tres riegos de auxilio, el primero a los 30 días -- después de la siembra, el segundo a los 55 días y el tercero (riego li-- gero) a los 75 días.

Los híbridos fueron evaluados junto con sus progenitores y testigos usando un diseño bloques al azar con tres repeticiones, con parce-- las de tres surcos, de tres metros de longitud, utilizándose el surco -- central de cada parcela como parcela útil; la distancia entre surcos -- fue de 0.80 m y entre plantas de 0.2 m, para dar un total de 48 plantas por parcela. De la parcela útil se midieron diez plantas al azar con -- competencia completa.

Las variables tomadas en consideración fueron las siguientes:

- 1.- Días a inicio de floración.
- 2.- Días a 50 por ciento de floración.
- 3.- Diámetro de capítulo.
- 4.- Altura de planta.
- 5.- Rendimiento por parcela.
- 6.- Peso de 100 semillas.
- 7.- Porcentaje de semilla vana.
- 8.- Contenido de aceite.
- 9.- Contenido de proteína.

La medición de las variables se realizó de la siguiente forma:

- Días a inicio de floración: número de días transcurridos desde la siembra, hasta que en cada parcela una planta entró en antesis.

- Días a 50 por ciento de floración: número de días transcurridos desde la siembra, hasta que en cada parcela el 50 por ciento de las plantas entró en antesis.

- Diámetro de capítulo: diámetro promedio (cm) de dos mediciones cruzadas de los diez capítulos cosechados por parcela.

- Altura de capítulo: aquella altura (cm) desde el piso a la base del capítulo en promedio de las 10 plantas medidas por parcela.

- Rendimiento por parcela: correspondió al rendimiento promedio (kg) de semilla limpia (sin semilla vana ni basura) de los 10 capítulos cosechados por parcela.

- Peso de 100 semillas (P100S): peso de 100 semillas (gr) obtenidas de la semilla limpia de la muestra de los 10 capítulos cosechados por parcela.

- Porcentaje de semilla vana: equivalente a la diferencia en porcentaje del peso bruto (excluyendo basura) menos el peso neto (semilla limpia) de los 10 capítulos cosechados por parcela.

- Contenido de aceite: lectura en por ciento de una muestra homogeneizada de 15 g proveniente de la muestra de semilla limpia de los 10 capítulos cosechados por parcela.

- Contenido de proteínas: lectura en por ciento de una muestra homogeneizada de 15 g provenientes de la muestra de semilla limpia de los 10 capítulos cosechados por parcela.

Los porcentajes de semilla vana, contenido de aceite y contenido de proteína se transformaron mediante la siguiente fórmula:

arco seno      porcentaje

para poder incorporarse en un análisis de varianza con distribución normal. La obtención de los porcentajes de aceite y proteína se realizó en el aparato Neotec 31 EL.

Los promedios de estas características se utilizaron para realizar análisis de varianza, estimar aptitud combinatoria, heterosis y análisis combinado.

### Análisis Estadístico

El análisis de varianza del diseño bloques al azar para cada variable bajo estudio en cada una de las localidades (Cuadro 3.3), se realizó bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = u + B_i + G_j + E_{ij}$$

Donde:

$$i = 1, 2 \dots \dots b \text{ (bloques)}$$

$j = 1, 2 \dots \dots \dots g$  (genotipos)

$Y_{ij}$  = observación del  $j$ -ésimo genotipo en el  $i$ -ésimo bloque

$u$  = media general

$B_i$  = efecto del  $i$ -ésimo bloque, donde  $B \sim \text{DNI}(0, \sigma^2_B)$

$G_j$  = efecto del  $j$ -ésimo genotipo, donde  $G \sim \text{DNI}(0, \sigma^2_G)$

$E_{ij}$  = error experimental, donde  $E_{ij} \sim \text{DNI}(0, \sigma^2_e)$

Cuadro 3.3 Forma del análisis de varianza por localidad.

F.V.	G.L.	C M	E C M
Bloques	$b-1$	$M_b$	
Genotipos	$g-1$	$M_g$	$\sigma^2_e + b \sigma^2_g$
Error	$(b-1)(g-1)$	$M_e$	$\sigma^2_e$

Asimismo se realizó un análisis de covarianza para cada localidad (Cuadro 3.4).

Cuadro 3.4 Forma del análisis de covarianza por localidad.

F.V.	G.L.	PC M	E P C M
Bloques	$b-1$	$P_{b \times y}$	
Genotipos	$g-1$	$P_{g \times y}$	$\sigma_{e \times y} + b \sigma_{g \times y}$
Error	$(b-1)(g-1)$	$P_{e \times y}$	$\sigma_{e \times y}$

La prueba de la significancia de la diferencia entre genotipos fue determinada con la siguiente prueba de F.

$F_{gen} = M_g / M_e$  con  $(g-1)$  y  $(b-1)(g-1)$  grados de libertad asociados con  $M_g$  y  $M_e$  respectivamente.

Se efectuó un análisis de varianza combinado (Cuadro 3.5) para las tres localidades bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = u + G_j + L_k + B_{i(k)} + (GL)_{jk} + E_{ijk}$$

Donde:

$i = 1, 2, \dots, b$  (bloques dentro de localidades)

$j = 1, 2, \dots, g$  (genotipos)

$k = 1, 2, \dots, l$  (localidades)

$Y_{ijk}$  = observación del  $j$ -ésimo genotipo en el  $i$ -ésimo bloque de la  $k$ -ésima localidad.

$u$  = media general

$G_j$  = efecto del  $j$ -ésimo genotipo donde  $G \sim \text{DNI}(0, \sigma^2_G)$

$L_k$  = efecto de la  $k$ -ésima localidad donde  $L \sim \text{DNI}(0, \sigma^2_L)$

$B_{i(k)}$  = efecto del  $i$ -ésimo bloque dentro de la  $k$ -ésima localidad donde  $B \sim \text{DNI}(0, \sigma^2_B)$

$(GL)_{jk}$  = efecto del  $j$ -ésimo genotipo de la  $k$ -ésima localidad -- donde  $GL \sim \text{DNI}(0, \sigma^2_{GL})$

$E_{ijk}$  = error experimental

Cuadro 3.5 Forma de análisis de varianza combinado.

F.V.	G.L.	C M	E C M
Localidades	$l-1$		
B/L	$(b-1) l$		
Genotipos	$g-1$	$Mg$	$\sigma^2_e + b \sigma^2_{gl} + bl \sigma^2_g$
G x L	$(g-1) (l-1)$	$Mgl$	$\sigma^2_e + b \sigma^2_{gl}$
Error	$(b-1) (g-1) l$	$Me$	$\sigma^2_e$

Se realizó también un análisis de covarianza combinado (Cuadro 3.6)

Cuadro 3.6 Forma de análisis de covarianza combinado.

F.V.	G.L.	PCM	EPCM
Localidades	l-1		
B/L	(b-1) l		
Genotipos	g-1	$Pg \times y$	$\sigma_{exy} + b\sigma_{glxy} + bl\sigma_{gxy}$
G x L	(g-1) (l-1)	$Pgl \times y$	$\sigma_{exy} + b\sigma_{gl \times y}$
Error	(b-1) (g-1)	$pe \times y$	$\sigma_{e \times y}$

La prueba de significancia de la diferencia entre tratamientos y la interacción genotipo por localidad se determinó con las siguientes pruebas de F:

$F_{gen} = M_g/M_{gl}$  con (g-1) y (g-1) (l-1) grados de libertad asociados con  $M_g$  y  $M_{gl}$  respectivamente.

$F_{gxl} = M_{gl}/M_e$  con (g-1) (l-1) y (b-1) (g-1) l grados de libertad asociados con  $M_{gl}$  y  $M_e$  respectivamente.

b, l, se consideraron efectos aleatorios excepto la u.

La comparación de medias para las variables se hizo mediante la prueba de Duncan.

#### Heterosis

La determinación de la heterosis y heterobeltiosis de las 42 -- cruzas (21 directas y 21 recíprocas) se realizó comparando los valores reales de cada crusa con el valor promedio de ambos progenitores y --

comparando con el valor del mejor progenitor. La heterosis útil se obtuvo en base al mejor híbrido (HU-1) y en base a la variedad (HU-2).

En base al promedio de los progenitores:

$$\text{Heterosis} = \frac{F_1 - \frac{P_1 + P_2}{2}}{\frac{P_1 + P_2}{2}} \times 100$$

En base al mejor progenitor:

$$\text{Heterobeltiosis} = \frac{F_1 - P_s}{P_s} \times 100$$

En base al mejor híbrido o variedad:

$$\text{Heterosis útil} = \frac{F_1 - V_c}{V_c} \times 100$$

Donde:

$P_1, P_2$  = valor observado en los progenitores

$F_1$  = valor promedio observado de la cruce

$P_s$  = valor promedio observado del mejor progenitor

$V_s$  = valor promedio observado de la variedad o híbrido comercial.

### Análisis Dialélico

En base a las medias de los tratamientos a través de las - - -



localidades y siguiendo el método IV, modelo I de Griffing, se hicieron estimaciones de aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) - con el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = u + b_k + g_i + g_j + S_{ij} + E_{ijklm}$$

Donde:

$i = j = 1, 2 \dots \dots \dots p$  (progenitores)

$k = 1, 2 \dots \dots \dots b$  (bloques)

$l = 1, 2 \dots \dots \dots m$  (localidades)

$Y_{ij}$  = valor fenotípico observado del caracter en estudio para -  
la crusa (ij).

$u$  = media general

$b_k$  = efecto del k-ésimo bloque

$g_i = g_j$  = efecto de ACG del progenitor  $i$  e  $j$  respectivamente

$s_{ij}$  = efecto de ACE de la  $ij$ -ésima crusa

$E_{ijklm}$  = error experimental.

En el diseño IV de Griffing se considera que es indiferente emplear un progenitor ya sea como hembra o como macho y solamente se consideran las  $p(p-1)/2$  cruza  $F_1$  donde  $p$  = número de progenitores. En este trabajo se consideró a cada progenitor primero como hembra y luego - como macho.

La prueba de significancia para diferencias entre las ACG y las ACE se realizó mediante las siguientes pruebas de F:

$F_g = M_g/M_e$  con  $(p-1)$  y  $(b-1)(c-1)$  l grados de libertad asociados con  $M_g$  y  $M_e$  respectivamente.

$F_s = M_s/M_e$  con  $p(p-3)/2$  y  $(b-1)(c-1)$  1 grados de libertad asociados con  $M_s$  y  $M_e$  respectivamente.

En el Cuadro 3.7 se presenta el análisis de varianza para el método IV de Griffing.

Los efectos  $u$ ,  $g_i$ ,  $S_{ij}$  se calcularon con las siguientes fórmulas:

$$u = \frac{2}{p(p-1)} X_{..}$$

$$g_i = \frac{1}{p(p-2)} (p \times i, - 2X_{..})$$

$$S_{ij} = X_{ij} - \frac{1}{p-2} (X_{i.} + X_{.j}) - \frac{2}{(p-1)(p-2)} X_{..}$$

Donde:

$X_{..}$  = gran total

$X_{i.}$  = suma de las cruzas donde interviene el progenitor  $i$

$X_{.j}$  = suma de las cruzas donde interviene el progenitor  $j$

$X_{ij}$  = media de la característica considerada de la craza del progenitor  $i$  con el progenitor  $j$ .

Los errores standard para los efectos de ACG y ACE se calcularon de la siguiente forma:

$$E.E \ g_i = \{(p-1) \sigma^2_e / p(p-2)\}^{1/2}$$

$$E.E \ g_i - g_j = \{2 \sigma^2_e / p-2\}^{1/2}$$

$$E.E \text{ Sij} = \{ (p-3) \sigma^2_e / p-1 \}^{1/2}$$

$$E.E \text{ Sij-Sik} = \{ 2 (p-3) \sigma^2_e / p-2 \}^{1/2}$$

$$E.E \text{ Sij-Sil} = \{ 2 (p-4) \sigma^2_e / p-2 \}^{1/2}$$

Cuadro 3.7 ANVA combinado para el diseño IV de Griffing.

F.V.	GL	SC	CM	E C M
ACG	p-1	Sg	Mg	$\sigma^2_e + bl$ $\sigma^2_s + bl$ (p-2) $\sigma^2_g$
ACE	p (p-3) / 2	Ss	Ms	$\sigma^2_e + bl$ $\sigma^2_s$
Error	(b-1) (c-1) 1	Se	Me	$\sigma^2_e$

Estimación de parámetros genéticos.

Los componentes de varianza se estimaron de la siguiente forma:

$$\sigma^2_g = \frac{Mg - Ms}{bl (p-2)}$$

$$\sigma^2_s = \frac{Ms - Me}{bl}$$

$$\sigma^2_e = Me$$

Donde:

$\sigma^2_g$  = estimador de la varianza de ACG

$\sigma^2_s$  = estimador de la varianza de ACE

$\sigma^2_e$  = estimador de la varianza ambiental.

Puesto que las líneas tienen varias generaciones de autofecundación se les asigna un valor de  $f=1$  por lo tanto en términos de - - -

## Correlaciones

Para el cálculo de las correlaciones fenotípicas y genotípicas se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$r_p = \frac{V_{px,y}}{(S^2_{px} \cdot S^2_{py})^{1/2}} \quad r_g = \frac{V_{gx,y}}{(S^2_{gx} \cdot S^2_{gy})^{1/2}}$$

Donde:

$r$  = coeficiente de correlación.

$V_{px,y}$  = covarianza fenotípica de las variables  $x$  e  $y$

$V_{gx,y}$  = covarianza genotípica de las variables  $x$  e  $y$

$S^2_{px}$  = varianza fenotípica de la variable  $x$

$S^2_{py}$  = varianza fenotípica de la variable  $y$

$S^2_{gx}$  = varianza genotípica de la variable  $x$

$S^2_{gy}$  = varianza genotípica de la variable  $y$

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Análisis de Varianza y Aptitud Combinatoria

Los cuadrados medios del análisis de varianza y aptitud combinatoria para las cruzas directas, a través de las localidades Anáhuac, -- N.L., Torreón y Buenavista, Coahuila, bajo condiciones de riego (Cuadro 4.1) muestran diferencias altamente significativas para la fuente de variación localidades, lo que indica que éstas influyen de forma diferente en la expresión fenotípica de ambos caracteres. Para la fuente de variación cruzas también se muestran diferencias altamente significativas en ambos caracteres, lo cual significa que existe variabilidad entre -- los híbridos experimentales y al mismo tiempo que las líneas enanas -- (progenitores) se combinan o interactúan en cada craza específica de -- forma diferente, existiendo entonces la posibilidad de selecciones progenitores que sirvan a los fines del programa de mejoramiento. Para la fuente de variación cruzas por localidad no se detectaron diferencias -- significativas para los dos caracteres.

Los coeficientes de variación por sus valores bajos (9.68 y 9.97 -- por ciento) indican que el experimento se realizó de una manera eficiente y que los resultados son confiables.

Respecto a las fuentes de variación ACG y ACE, éstas fueron ---

Cuadro 4.1 Cuadrados medios del análisis dialélico combinado (Anáhuac, N.L., Torreón y Buenavista, Coah.), método IV de Griffing, cruzas directas (bajo riego).

F.V.	G.L.	Altura de planta	Diámetro de capítulo
Loc	2	0.555 **	398.748 **
R/L	6	0.028	4.456
Cruzas	20	0.072 **	4.095 **
C x L	40	0.017 N.S	2.173 N.S
ACG	6	0.054 **	0.474 N.S
ACE	14	0.022 *	1.745 N.S
Error	120	0.011	1.565
C.V. (%)		9.68	9.97
ACG:ACE		2:1	0.3:1
$\sigma^2_g$		0.00071	-0.0282
$\sigma^2_s$		0.0012	0.02
$\sigma^2_A$		0.00142	-0.0564
$\sigma^2_D$		0.0012	0.02
$\sigma^2_G$		0.00262	-0.0354
$\sigma^2_P$		0.0062	0.484
H <sup>2</sup> (%)		42.25	-7.52
h <sup>2</sup> (%)		22.90	-11.65

\*, \*\* = Significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente

altamente significativas y significativas respectivamente para altura de planta, indicando que este caracter está controlado por genes aditivos y no aditivos; para el diámetro de capítulo no se detectaron diferencias en las fuentes de variación ACG y ACE, es decir entre los efectos de ACG de cada línea no se detectaron diferencias significativas, sucediendo lo mismo entre los efectos ACE, sin embargo, pudo ocurrir que los genes aditivos y los no aditivos interactuaron de manera distinta en cada cruce, ocasionando que existieran diferencias entre las cruces.

La significancia o no en las fuentes de variación ACG y ACE, señalan el tipo de acción génica que está actuando sobre el caracter, sin embargo, ambas fuentes pueden ser significativas simultáneamente y para saber cual de las dos está actuando en mayor grado, se debe comparar la relación ACG:ACE, o en su defecto comparar la varianza aditiva contra la varianza dominante. Comparando la relación ACG:ACE, se observa que para altura de planta es mayor la ACG, lo mismo que su varianza aditiva, indicando que es mayor la acción de los genes aditivos, en tanto que para diámetro de capítulo es mayor la ACE así como su varianza dominante, lo que quiere decir que predomina la acción de los genes no aditivos.

El valor de heredabilidad en sentido amplio para altura de planta es un valor bajo (42.25 por ciento) lo mismo que la heredabilidad en sentido estrecho (22.90 por ciento); para diámetro de capítulo los valores de heredabilidad en sentido amplio y estrecho son negativos (-7.52 y -11.65 por ciento), por lo tanto la selección sobre éstos caracteres no será efectivo, es decir el fenotipo no es un buen indicador

del genotipo; al fitomejorador le interesa seleccionar genotipos con -- altos valores reproductivos y un indicador de esto es la heredabilidad en sentido estrecho (Kuruvadi y Meraz, 1990).

En las cruzas recíprocas, Cuadro 4.2 se observa que existen diferencias altamente significativas en las fuentes de variación localida-- des y cruzas para altura de planta y diámetro de capítulo, lo que indi-- ca que existe variabilidad genética entre los híbridos experimentales; no hubo diferencias significativas para la interacción cruza por loca-- lidades al igual que en las cruzas directas, lo que indica que los hí-- bridos experimentales tienen un comportamiento casi similar en estas localidades.

Para el caracter altura de planta se detectaron diferencias al-- tamente significativas en la ACG y diferencias no significativas en la ACE, lo que señala la acción de genes aditivos; para diámetro de capítulo no se detectaron diferencias significativas en la ACG y ACE, pudien-- do ocurrir lo mismo que en las cruzas directas, lo cual dio lugar para que se detectaran diferencias en las cruzas.

Los coeficientes de variación de ambos caracteres (9.15 y 9.97 por ciento), señalan una buena conducción del experimento y resultados confiables.

La relación de ACG:ACE muestra que está predominando la varian-- za genética aditiva en altura de planta, asimismo, la varianza aditiva es mayor que la varianza dominante; en diámetro de capítulo, se - - - -



Cuadro 4.2

Cuadrados medios del análisis dialélico combinado (Torreón y Buenavista, Coah.), método IV de Griffing, cruza recíprocas (bajo riego).

F.V.	G.L.	Altura de planta	Diámetro de capítulo
LOC	1	1.275 **	814.614 **
R/L	4	0.037	0.59
Cruzas	20	0.048 **	5.009 **
C x L	20	0.011 N.S	2.813 N.S
ACG	6	0.043 **	2.76 N.S
ACE	14	0.015 N.S	2.39 N.S
Error	80	0.009	1.852
C.V. (%)		9.15	9.97
ACG:ACE		3:1	1:1
$\sigma^2_g$		0.00093	0.0123
$\sigma^2_s$		0.001	0.09
$\sigma^2_A$		0.00186	0.0246
$\sigma^2_D$		0.001	0.09
$\sigma^2_G$		0.00285	0.1146
$\sigma^2_P$		0.0043	0.422
H <sup>2</sup> (%)		65.60	27.11
h <sup>2</sup> (%)		42.66	5.82

\*\* = Significativo al 0.01

presenta una relación de la misma magnitud, indicando la acción de genes aditivos y no aditivos, sin embargo, la varianza dominante es mayor que la aditiva, indicando que predominó la acción de genes no aditivos.

La heredabilidad en sentido amplio y estrecho para altura de planta son valores aceptables (65.60 y 42.66 por ciento), indicando que la selección puede ser aún efectiva; para el diámetro de capítulo son valores bajos (27.11 y 5.82 por ciento respectivamente), indicando que el proceso de endogamia al que se sometieron los progenitores fue reduciendo la variabilidad y fijó los genes de tipo no aditivo.

El Cuadro 4.3 de las cruzas directas evaluadas en Buenavista -- (bajo riego), muestra que existen diferencias altamente significativas para los caracteres inicio de floración, 50 por ciento de floración, peso de 100 semillas, porcentaje de aceite; diferencias significativas para rendimiento, altura de planta, porcentaje de semilla vana y porcentaje de proteína. Esto indica la variación existente entre los híbridos experimentales, existiendo por lo tanto la posibilidad de seleccionar progenitores que en ciertas combinaciones producen cruzas superiores. Para el diámetro de capítulo no se detectaron diferencias significativas.

Se detectaron diferencias altamente significativas en las fuentes de variación ACG y ACE para los caracteres inicio de floración, 50 por ciento de floración y porcentaje de aceite, indicando con esto, que sobre estos caracteres están actuando los genes de tipo aditivo y

Cuadro 4.3 Cuadrados medios del análisis dialélico, método IV de Griffing, cruza  
directas, localidad Buenavista, Coah. (bajo riego).

F.V.	G.L.	Rendimiento	Inicio de floración	50% floración	Altura de planta
Rep	2	0.415	8.143	13.444	0.005
Cruzas	20	0.868 *	10.305 **	12.363 **	0.045 *
ACG	6	0.974 N.S	12.86 **	14.328 **	0.028 N.S
ACE	14	0.820 N.S	9.209 **	11.522 **	0.052 **
Error	40	0.443	2.026	2.594	0.02
C.V. (%)		25.19	2.3	2.37	12.52
ACG:ACE		1:1	1:1	1:1	1:1
$\sigma^2g$		0.0103	0.2434	0.187	-0.016
$\sigma^2s$		0.125	2.4	2.976	0.0106
$\sigma^2A$		0.0206	0.4868	0.374	-0.0032
$\sigma^2D$		0.125	2.4	2.976	0.0106
$\sigma^2G$		0.1456	2.8868	3.35	0.0074
$\sigma^2P$		0.292	3.561	4.214	0.014
H <sup>2</sup> (%)		49.76	81.06	80.00	52.85
h <sup>2</sup> (%)		7.04	13.67	8.87	22.85

\*, \*\* = Significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente

Cuadro 4.3 .....Continuación

F.V.	G.L.	Diámetro de capítulo	P 100 S	% Semilla vana	% de aceite	% de proteína
Rep	2	9.107	0.118	12.365	9.214	0.001
Cruzas	20	3.586 N.S	0.880 **	19.583 *	7.840 **	1.051 *
ACG	6	4.660 N.S	1.930 **	35.158 **	10.541 **	2.450 **
ACE	14	3.124 N.S	0.512 N.S	12.892 N.S	8.330 **	0.432 N.S
Error	40	2.175	0.365	9.754	2.206	0.550
C.V. (%)		9.54	10.96	18.56	3.88	2.78
ACG:ACE		1:1	4:1	3:1	1:1	5:1
$\sigma^2g$		0.1024	0.0945	1.484	0.147	0.135
$\sigma^2s$		0.316	0.049	1.046	2.04	-0.04
$\sigma^2A$		0.2048	1.890	2.968	0.30	0.270
$\sigma^2D$		0.316	0.049	1.046	2.04	-0.04
$\sigma^2G$		0.5208	0.238	4.014	2.34	0.23
$\sigma^2P$		1.245	0.359	7.265	3.075	0.413
$H^2(\%)$		41.83	66.29	55.25	76.10	55.70
$h^2(\%)$		16.44	52.64	40.85	9.75	65.37

\*, \*\* = Significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente

los no aditivos; para los caracteres peso de 100 semillas, porcentaje de semilla vana y porcentaje de proteína, se detectaron diferencias altamente significativas, solamente en la fuente de variación ACG, lo cual muestra que en estos caracteres está predominando la varianza aditiva, en contraste para altura de planta, se detectaron diferencias altamente significativas solamente en la ACE, señalando con esto que la herencia de este carácter está controlado por genes de tipo no aditivo. Para el rendimiento, no se detectaron diferencias significativas en las fuentes de variación de la ACG y la ACE.

Los coeficientes de variación en general fueron bajos y aceptables variando de 2.3 a 25.19 por ciento, indicando una buena conducción del experimento y resultados confiables; el coeficiente de variación del rendimiento fue el más alto, esto debido a daños por pájaros y pérdida de semilla durante la cosecha.

La relación de ACG:ACE muestra una proporción igual para la mayoría de los caracteres, con excepción del peso de 100 semillas, porcentaje de semilla vana y porcentaje de proteína, en los cuales es mayor la ACG y asimismo es mayor la varianza aditiva. En el rendimiento, inicio de floración, 50 por ciento de floración, altura de planta, diámetro de capítulo y porcentaje de aceite, la varianza dominante fue ligeramente mayor a la varianza aditiva, lo que significa que estos caracteres fueron controlados por los genes de tipo no aditivo.

Buenos valores de heredabilidad en sentido amplio manifestaron todos los caracteres sin embargo, estos valores hay que considerarlos -

con cierta cautela, ya que este tipo de heredabilidad no es un buen indicador de la correspondencia que tiene el fenotipo con su genotipo. -- Valores aceptables de heredabilidad en sentido estrecho se obtuvieron para peso de 100 semillas, porcentaje de semilla vana y porcentaje de proteína (52.64, 40.85 y 65.37 por ciento respectivamente), por lo que se puede hacer selección indirecta para mejorar el rendimiento. En general los valores de heredabilidad en sentido estrecho son bajos, lo que quiere decir que estos caracteres son difícil de mejorar a través de selección. El fitomejorador tiene que utilizar una fuerte presión de selección para mejorar estas características en las generaciones tempranas.

Para las cruzas recíprocas, Cuadro 4.4 evaluadas en Buenavista (bajo riego) se detectaron diferencias altamente significativas en la fuente de variación cruza para el rendimiento, inicio de floración, 50 por ciento de floración, peso de 100 semillas, porcentaje de semilla vana, porcentaje de aceite y porcentaje de proteína; diferencias significativas en altura de planta y diferencias no significativas para diámetro de capítulo.

Se encontraron diferencias altamente significativas en las fuentes de variación ACG y ACE para peso de 100 semillas, porcentaje de --- aceite y porcentaje de proteína, indicando que sobre estos caracteres están actuando genes de tipo aditivo y no aditivo; diferencias altamente significativas en la ACG y significativas en la ACE para inicio de floración, resultados de la acción de genes aditivos y no aditivos. Para el rendimiento, 50 por ciento de floración y porcentaje de semilla vana, se detectaron diferencias altamente significativas en la ACG señalando

Cuadro 4.4 Cuadrados medios del análisis dialélico, método IV de Griffing, cruza recíprocas, localidad Buenavista, Coah. (bajo riego).

F.V.	G.L.	Rendimiento	Inicio de floración	50% floración	Altura de planta
Rep	2	2.46	1.159	0.905	0.056
Cruzas	20	1.348 **	6.497 **	6.871 **	0.031 *
ACG	6	2.373 **	12.241 **	12.66 **	0.032 N.S
ACE	14	0.901 N.S	4.034 *	4.4 N.S	0.031 *
Error	40	0.531	2.025	2.755	0.015
C.V. (%)		25.27	2.24	2.41	10.71
ACG:ACE		3:1	3:1	3:1	1:1
$\sigma^2g$		0.0981	0.547	0.55	0.0006
$\sigma^2s$		0.123	0.67	0.548	0.0053
$\sigma^2A$		0.1962	1.094	1.100	0.00012
$\sigma^2D$		0.123	0.67	0.548	0.053
$\sigma^2G$		0.3192	1.764	1.648	0.00542
$\sigma^2P$		0.496	2.439	2.566	0.0104
$H^2(\%)$		64.35	72.32	64.22	52.01
$h^2(\%)$		40.00	44.85	42.86	11.51

\*, \*\* = Significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente

Cuadro 4.4 .....Continuación

F.V	G.L.	Diámetro de	P 100 S	% Semilla	% de aceite	% de proteína
Rep	2	0.008	0.745	69.23	10.737	0.67
Cruzas	20	5.025 N.S	1.907 **	33.30 **	10.024 **	1.271 **
ACG	6	6.025 N.S	3.48 **	84.113 **	11.160 **	1.700 **
ACE	14	4.600 N.S	1.27 **	11.54 N.S	9.530 **	1.216 **
Error	40	2.844	0.415	13.7	1.495	0.400
C.V. (%)		10.41	11.21	21.13	3.27	2.37
ACE:ACE		1:1	3:1	7:1	1:1	1:1
$\sigma^2g$		0.095	0.147	4.838	0.11	0.032
$\sigma^2s$		0.585	0.285	-0.72	2.67	0.272
$\sigma^2A$		0.190	0.294	9.676	0.22	0.064
$\sigma^2D$		0.585	0.285	-0.72	2.67	0.272
$\sigma^2G$		0.755	0.579	8.956	2.9	0.336
$\sigma^2P$		1.723	0.717	13.522	3.398	0.469
H <sup>2</sup> (%)		44.97	80.75	66.23	85.34	71.64
h <sup>2</sup> (%)		11.02	41.00	71.55	6.47	13.64

\*\* = Significativo al 0.01



que está predominando la acción de genes aditivos. Sobre altura de planta predominó la acción de genes no aditivos, ya que así lo indica la -- significancia en la ACE.

Los coeficientes de variación en un rango de 2.24 a 25.27 por -- ciento, los cuales se pueden considerar como bajos, indicando una buena conducción del experimento y resultados aceptables.

Comparando la relación ACG:ACE, se tiene que la ACG es mayor para rendimiento, inicio de floración, 50 por ciento de floración, peso de 100 semillas y porcentaje de semilla vana, asimismo, la varianza aditiva es mayor que la varianza dominante para estos caracteres. Para altura de planta, diámetro de capítulo, porcentaje de aceite y porcentaje de proteína, hubo una proporción de ACG:ACE de 1:1, sin embargo, al comparar la varianza aditiva contra la varianza dominante, vemos que en estos caracteres es mayor la acción de los genes no aditivos.

Valores aceptables de heredabilidad en sentido amplio se obtuvieron para todos los caracteres. Para el rendimiento, inicio de floración, 50 por ciento de floración, peso de 100 semillas y porcentaje de semilla vana, se obtuvieron valores aceptables de heredabilidad en sentido es--trecho (40.00, 44.85, 42.86, 41.00 y 71.55 por ciento); valores muy bajos de heredabilidad en sentido estrecho se obtuvieron para altura de - planta, diámetro de capítulo, porcentaje de aceite y porcentaje de proteína (11.51, 11.02, 6.47 y 13.64 por ciento respectivamente), Ficks -- (1975) encontró en líneas de girasol y sus híbridos, que el contenido - de aceite tenía una herencia predominantemente aditiva y que las - - -

heredabilidades en sentido estrecho y amplio fueron respectivamente de 72.0 y 61.0 por ciento, habiendo similitud en el presente trabajo y el de Ficks, solamente en la heredabilidad en sentido amplio para el porcentaje de aceite.

El Cuadro 4.5 muestra los cuadrados medios de las cruzas directas y recíprocas evaluadas en Buenavista, Coahuila (bajo temporal), y se observa que para las cruzas directas en la fuente de variación cruza, se detectaron diferencias significativas para rendimiento y diferencias altamente significativas para peso de 100 semillas; para las cruza recíprocas en la fuente de variación cruza, existen diferencias altamente significativas en ambos caracteres.

En la fuente de variación ACG de las cruza directas y recíprocas se encontraron diferencias altamente significativas en ambos caracteres, y en la fuente de variación ACE de las cruza directas para rendimiento no se detectaron diferencias significativas, lo cual indica que en este caracter están actuando en mayor grado los genes aditivos; en los demás caracteres tanto de cruza directas como recíprocas, hubo diferencias significativas en la ACE, señalando que en la herencia de estos caracteres, están actuando conjuntamente los genes aditivos y no aditivos.

Los coeficientes de variación para rendimiento en las cruza directas y recíprocas son altos (45.96 y 42.87 por ciento) respectivamente, sin embargo, hay que considerar que el experimento se desarrolló bajo temporal, y en estas condiciones los híbridos se comportan en ---

Cuadro 4.5 Cuadrados medios del análisis dialélico, método IV de Griffing, cruza directas y recíprocas, localidad Buenavista, Coah. (bajo temporal).

F.V.	G.L.	Cruzas directas		Cruzas recíprocas	
		Rendimiento	P 100 S	Rendimiento	P 100 S
Rep	2	0.257	0.287	0.162	0.149
Cruzas	20	0.370 *	0.884 **	0.458 **	1.660 **
ACG	6	0.632 **	2.221 **	0.922 **	3.500 **
ACE	14	0.254 N.S	0.400 *	0.264 *	1.007 *
Error	40	0.167	0.201	0.123	0.410
C.V. (%)		45.96	10.69	42.87	14.98
ACG:ACE		2:1	6:1	3:1	3:1
$\sigma^2g$		0.0252	0.1214	0.044	0.1662
$\sigma^2s$		0.03	0.066	0.047	0.200
$\sigma^2A$		0.0504	0.2428	0.088	0.3324
$\sigma^2D$		0.03	0.066	0.047	0.200
$\sigma^2G$		0.0804	0.3088	0.135	0.5324
$\sigma^2P$		0.135	0.375	0.176	0.668
$H^2(\%)$		60.00	82.17	76.70	79.7
$h^2(\%)$		37.22	64.60	50.00	49.76

\*, \*\* = Significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente

forma muy heterogénea, además el rendimiento es un carácter muy complejo que se modifica fácilmente por el cambio en otros caracteres de la planta, y también hay que considerar los daños por pájaros y durante la cosecha; los coeficientes de variación en el peso de 100 semillas de ambos tipos de cruzas son bajos y aceptables (10.69 y 14.98 por ciento respectivamente).

La proporción ACG:ACE de las cruzas directas y recíprocas y en ambos caracteres, muestran una magnitud mayor de la ACG, indicando que en la herencia de estos caracteres está predominando la acción de genes aditivos, y así lo indica también la varianza aditiva, ya que en todos los casos ésta es mayor que la varianza dominante.

Tanto en cruzas directas como en recíprocas, se obtuvieron valores altos de heredabilidad en sentido amplio para ambos caracteres (60.00 y 82.17 por ciento) y (76.70 y 79.70 por ciento) respectivamente; y con excepción del rendimiento en las cruzas directas, se obtuvieron buenos valores de heredabilidad en sentido estrecho para el peso de 100 semillas (cruzas directas), rendimiento (cruzas recíprocas) y peso de 100 semillas (cruzas recíprocas) con valores de 64.60, 50.00 y 49.76 por ciento, haciendo posible que la selección sea efectiva para la formación de una población con fines de incrementar el rendimiento. Furedi y Frank (1981) encontraron en un dialélico completo 10x10 con líneas de girasol, diferencias altamente significativas en la ACG de rendimiento, efectos maternos y una mayor proporción de la ACG sobre la ACE, una heredabilidad en sentido estrecho de 76 por ciento y una correlación con el contenido de aceite de  $r = 0.48$ .

En el Cuadro 4.6 se tienen los cuadrados medios del análisis combinado riego-temporal en Buenavista, Coahuila para cruzas directas y -recíprocas. Se encontraron diferencias altamente significativas en la fuente de variación ambientes y cruzas en rendimiento y peso de 100 semillas de ambos tipos de cruzas, mostrando la variabilidad existente -entre los híbridos experimentales.

Para la fuente de variación cruzas por ambientes, solamente en rendimiento de las cruzas recíprocas se detectaron diferencias significativas, indicando con ésto, que los híbridos experimentales se comportan de manera diferente en cada uno de estos ambientes, en los restan--tes caracteres tanto de cruzas directas como de recíprocas no se detectaron diferencias significativas, esto quiere decir que los híbridos -experimentales tienen un comportamiento casi similar en estos ambien--tes de prueba.

En las fuentes de variación ACG y ACE del rendimiento en cruzas directas no se detectaron diferencias significativas, es decir no hay diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes efec--tos de ACG y de igual forma entre los de ACE, sin embargo, pudo suce--der que los genes aditivos y los no aditivos interactuaran de forma --distinta en cada crusa, lo que dió lugar para que se detectaran dife--rencias en las cruzas. Diferencias altamente significativas se detectaron en la fuente de variación ACG y ACE para peso de 100 semillas en -cruzas directas, señalando la acción conjunta de genes aditivos y no -aditivos. Para peso de 100 semillas en cruzas recíprocas se encontra--ron diferencias altamente significativas y significativas para la ACG

## Cuadro 4.6

Cuadrados medios del análisis dialéctico combinado (bajo riego y temporal), método IV de Griffing, cruza directas y recíprocas evaluadas en Buenavista, Coah.

F.V.	G.L.	Cruzas directas		Cruzas recíprocas	
		Rendimiento	P 100 S	Rendimiento	P 100 S
Amb	1	96.960 **	54.410 **	136.51 **	69.086 **
R/A	4	0.336	0.202	1.235	0.452
Cruzas	20	0.796 **	1.337 **	1.214 **	3.222 **
C x A	20	0.442 N.S	0.428 N.S	0.605 *	0.352 N.S
ACG	6	0.655 N.S	4.308 **	1.350 **	3.344 **
ACE	14	0.280 N.S	1.008 **	0.302 N.S	0.872 *
Error	80	0.305	0.283	0.338	0.422
C.V. (%)		31.28	10.96	31.30	12.94
ACG:ACE		2:1	4:1	4:1	4:1
$\sigma^2_g$		0.0125	0.110	0.035	0.0824
$\sigma^2_s$		-0.0041	0.1208	-0.006	0.075
$\sigma^2_A$		0.025	0.220	0.070	0.1648
$\sigma^2_D$		-0.0041	0.1208	-0.006	0.075
$\sigma^2_G$		0.021	0.3408	0.064	0.240
$\sigma^2_P$		0.071	0.387	0.120	0.310
H <sup>2</sup> (%)		29.57	88.06	53.33	77.41
h <sup>2</sup> (%)		35.21	56.84	58.33	53.16

\*, \*\* = Significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente

y ACE respectivamente, indicando también la acción conjunta de genes - aditivos y no aditivos. En el rendimiento de cruzas recíprocas se detec taron diferencias altamente significativas, únicamente en ACG, enten--- diéndose que en este caracter están actuando los genes aditivos en ma-- yor magnitud.

Los coeficientes de variación para el rendimiento en ambos ti-- pos de cruzas son altos (31.28 y 31.30 por ciento) anteriormente se ci-- taron algunas razones por las que resultaron éstos valores. Los coefi-- cientes para peso de 100 semillas en ambos tipos de cruzas son valores bajos (10.96 y 12.94 por ciento), indicando resultados confiables y bue na conducción del experimento.

La proporción ACG:ACE indica en ambos caracteres, tanto de cru-- zas directas como de recíprocas, una mayor magnitud de la ACG, lo que - significa que en estos caracteres está predominando la acción de genes aditivos, y de igual forma las respectivas varianzas aditivas así lo in dican, ya que éstas son mayores que las varianzas dominantes.

Se estimaron buenos valores de heredabilidad en sentido estre-- cho para peso de 100 semillas en cruzas directas (56.84 por ciento) y - para rendimiento y peso de 100 semillas en cruzas recíprocas (58.33 y - 53.16 por ciento) respectivamente, por lo que se puede hacer selección de progenitores de acuerdo a los fines del programa de mejoramiento.

Valores promedios de los progenitores y testigos (Cuadro 4.7) - evaluados en Buenavista, Coahuila (bajo riego). Los valores promedios de

Cuadro 4.7 Promedio de diferentes características agronómicas en los progenitores y testigos evaluados en Buenavista, Coah. (bajo riego).

	Rendimiento ton/ha	Días inicio floración	Altura de planta m	Diámetro de capítulo cm	P 100 S g	% Semilla vana	% aceite	% proteína
Progenitor								
E-1	2.35	60.00	0.907	14.50	5.40	28.40	35.18	28.40
E-2	3.66	58.00	1.085	15.05	5.70	17.87	37.82	28.81
E-3	1.58	61.00	0.849	12.10	4.50	17.11	33.87	27.85
E-4	3.31	64.00	0.978	13.15	4.10	18.73	32.55	28.40
E-5	3.71	63.00	1.128	15.55	4.40	7.38	34.18	28.33
E-7	2.65	63.00	1.226	14.25	4.30	14.40	37.55	29.06
E-8	3.52	62.00	1.356	14.90	6.50	18.74	35.14	27.97
$\bar{X}$	2.96	61.57	1.075	14.21	4.98	17.51	35.18	28.40
Testigo								
H-6240	2.63	59.33	1.600	14.81	5.56	16.50	40.20	26.06
H-6320	3.61	72.00	1.756	16.10	5.16	10.89	39.00	26.96
H-3617	3.22	65.67	1.655	14.76	5.30	15.21	41.82	24.67
Victoria	3.30	58.00	1.441	15.35	6.10	11.43	37.39	26.02
$\bar{X}$	3.19	63.75	1.613	15.25	5.53	13.50	39.60	25.92



los testigos fueron los siguientes: rendimiento (3.19 ton/ha), inicio de floración (63.75 días), altura de planta (1.613 m), diámetro de capítulo (15.25 cm), peso de 100 semillas (5.53 g), porcentaje de semilla vana (13.50 por ciento), porcentaje de aceite (39.60 por ciento) y porcentaje de proteína (25.92 por ciento); para los progenitores los valores promedios fueron los siguientes: rendimiento (2.96 ton/ha), inicio de floración (61.57 días), altura de planta (1.075 m), diámetro de capítulo (14.21 cm), peso de 100 semillas (4.98 g), porcentaje de semilla vana (17.51 por ciento), porcentaje de aceite (35.18 por ciento) y porcentaje de proteína (28.40 por ciento). En general los testigos fueron mejores que los progenitores, excepto en inicio de floración, siendo -- los progenitores más precoces; en altura de planta, los progenitores -- son más bajos pudiéndose aumentar la densidad de población y así aumentar el rendimiento, y tienen más contenido de proteína. Ramírez (1989) trabajando con estos mismos progenitores encontró más precocidad (54.13 días), menos altura (91.03 cm), menos diámetro de capítulo (13.5 cm), -- más porcentaje de semilla vana (31.75 por ciento), menos peso de 100 se millas (4.76 g), menos porcentaje de aceite (28.82 por ciento) y menos porcentaje de proteína (24.21 por ciento). Existen varios trabajos que confirman que en los materiales de porte bajo se puede aumentar la densidad de población y la dosis de fertilización sin causar problemas de acame y aumentando el rendimiento, Amaya (1960) y Singleton (1949). En los progenitores el rendimiento varió de 1.58 ton/ha (E-3) a 3.71 ton/ha (E-5), en los testigos fue de 2.63 ton/ha (H-6240) a 3.61 ton/ha -- (H-6320); el inicio de floración en los progenitores varió de 58 días -- (E-2) a 64 días (E-4), en los testigos fue de 58 días (Victoria) a 72 -- días (H-6320); la altura de planta en los progenitores varió de 0.849 m

(E-3) a 1.356 m (E-8), en los testigos de 1.441 m (Victoria) a 1.756 m (H-6320); el diámetro de capítulo varió de 12.10 cm (E-3) a 15.55 cm -- (E-5), en los testigos de 14.76 cm (H-3617) a 16.10 cm (H-6320); el peso de 100 semillas en los progenitores varió de 4.1 g (E-4) a 6.5 g -- (E-8), en los testigos fue de 5.16 g (H-6320) a 6.10 g (Victoria); el porcentaje de semilla vana en los progenitores varió de 7.38 por ciento (E-5) a 28.40 por ciento (E-1), en los testigos de 10.89 por ciento --- (H-6320) a 16.50 por ciento (H-6240); en el porcentaje de aceite la variación en los progenitores fue de 32.55 por ciento (E-4) a 37.82 por ciento (E-2) y en los testigos de 37.39 por ciento (Victoria) a 41.82 por ciento (H-3617); en el contenido de proteína la variación en los -- progenitores fue de 27.85 por ciento (E-3) a 29.06 por ciento (E-7), en los testigos fue de 24.67 por ciento (H-3617) a 26.96 por ciento (H-6320).

En el Cuadro 4.8 se tienen los promedios de los 21 cruzas directas y comparando con los promedios de progenitores y testigos comerciales (Cuadro 4.7) se observa que los híbridos experimentales solamente superaron a los testigos comerciales en precocidad, de porte más bajo, mayor diámetro de capítulo y mayor porcentaje de proteína. Comparando -- contra los progenitores, los híbridos experimentales fueron mejor en -- diámetro de capítulo, peso de 100 semillas, menos porcentaje de semilla vana y más porcentaje de aceite. En lo referente al rendimiento, la media general de los testigos comerciales y la de los progenitores fue me jo r a la media de los híbridos experimentales, sin embargo, hubo cruza específicas como la 7x2 y 7x5 que tuvieron rendimientos muy altos con -- valores promedios de 3.45 y 3.96 ton/ha respectivamente. Los siguientes valores son los límites mínimo y máximo de cada una de las característica s en los híbridos experimentales: rendimiento de 1.64 ton/ha (3x1) a

Cuadro 4.8

Promedio de diferentes características agronómicas de las 21 cruzas directas evaluadas en Buenavista, Coah. (bajo riego).

Cruza	Rendimiento ton/ha	Días inicio floración	Altura de planta m	Diámetro de capítulo cm	P 100 S g	% Semilla vana	Aceite %	proteína %
2x1	3.36 A	60.67 A	1.35 C	15.80 B	5.83 B	13.45 A	40.90 A	26.07 C
3x1	1.64 D	60.67 A	0.82 A	13.65 D	4.76 D	17.42 C	36.92 C	26.21 C
4x1	2.52 C	67.00 E	1.19 C	16.18 B	4.83 D	19.66 D	35.21 D	26.04 C
5x1	2.81 B	62.33 C	1.21 C	15.66 B	5.13 C	15.38 B	38.40 B	26.85 B
7x1	2.86 B	62.00 C	1.16 B	15.43 B	5.56 B	13.38 A	36.93 C	26.33 C
8x1	2.42 C	62.00 C	1.06 A	13.40 D	5.86 B	17.40 C	38.03 B	25.54 D
3x2	2.33 C	61.33 B	1.13 B	15.38 B	5.83 B	19.97 D	39.61 A	26.90 B
4x2	2.51 C	63.00 D	1.22 C	15.98 B	6.13 A	19.18 D	38.25 B	26.87 B
5x2	2.06 D	60.00 A	1.05 A	14.50 C	5.33 C	20.99 D	38.55 B	26.80 B
7x2	3.45 A	64.00 D	1.23 C	17.03 A	6.23 A	13.14 A	35.96 D	28.03 A
8x2	2.34 B	59.00 A	1.08 A	14.03 C	5.46 C	18.24 C	39.08 B	26.88 B
4x3	2.55 C	61.00 B	1.27 C	16.58 B	5.30 C	16.78 C	36.38 C	26.30 C
5x3	2.10 D	62.33 C	1.23 C	15.16 B	4.96 D	19.63 D	37.54 D	27.32 B
7x3	2.31 C	62.33 C	0.96 A	14.81 C	5.70 B	15.95 B	38.90 B	27.10 B
8x3	3.01 B	61.66 B	1.13 B	15.66 B	6.76 A	14.81 B	42.04 A	25.74 D
5x4	1.96 D	61.66 B	1.03 A	15.63 B	4.46 D	20.22 D	39.26 B	26.66 C
7x4	2.98 B	63.33 D	1.01 A	15.73 B	5.36 C	12.25 A	37.14 C	27.26 B
8x4	2.87 B	58.33 A	1.03 A	16.03 B	5.03 B	17.00 C	38.30 B	25.93 C
7x5	3.96 A	64.00 D	1.18 C	18.10 A	5.46 C	15.57 C	37.43 C	26.92 B
8x5	2.58 C	61.00 B	1.16 B	15.11 B	5.10 C	17.19 C	39.24 B	26.91 B
8x7	2.67 C	62.33 C	0.99 A	14.63 C	5.93 B	15.75 B	39.61 A	26.75 B
$\bar{X}$	2.63	61.90	1.11	15.45	5.50	16.82	38.27	26.63

Duncan al 0.05

3.96 ton/ha, inicio de floración de 58.33 días (8x4) a 67.0 días (4x1), altura de planta de 0.82 m (3x1) a 1.35 m (2x1), diámetro de capítulo de 13.40 cm (8x1) a 18.10 cm (7x5), peso de 100 semillas a 4.46 g (5x4) a 6.76 g (8x3), porcentaje de semilla vana de 12.25 por ciento (7x4) a 20.99 por ciento (5x2), porcentaje de aceite de 35.21 por ciento (4x1) a 42.04 por ciento (8x3), porcentaje de proteína de 25.54 por ciento (8x1) a 28.03 por ciento (7x2).

Los promedios de las 21 cruzas recíprocas Cuadro 4.9 evaluadas en Buenavista, Coahuila (bajo riego), se comparan con los valores promedios de los progenitores y testigos comerciales (Cuadro 4.7) y se observa que los híbridos experimentales superaron a los testigos comerciales en precocidad, de porte más bajo, mayor diámetro de capítulo, más peso de 100 semillas y más porcentaje de proteína; con respecto a los progenitores, los híbridos experimentales tuvieron mayor diámetro de capítulo, más peso de 100 semillas, menos porcentaje de semilla vana y más porcentaje de aceite. En lo referente al rendimiento, la media general de los híbridos experimentales fue más baja que la de los testigos comerciales y que la de los progenitores, sin embargo, en los híbridos experimentales también hubo cruzas con rendimientos promedios muy altos como la cruz (1x5) con 3.77 ton/ha y la cruz (2x7) con 3.97 ton/ha. Los valores mínimo y máximo de cada una de las características en las cruzas recíprocas son los siguientes: rendimiento de 1.66 ton/ha (4x5) a 3.97 ton/ha (2x7), inicio de floración de 62.0 días (7x8, 3x8, 1x8, 3x7) a 67.33 días (4x7), altura de planta de 0.91 m (4x5) a 1.33 m (3x7), diámetro de capítulo de 14.01 cm (3x5) a 18.68 cm (1x5), peso de 100 semillas de 4.36 g (4x5) a 8.00 g (7x8), porcentaje de semilla vana

Cuadro 4.9 Promedio de diferentes características agronómicas de las 21 cruzas recíprocas evaluadas en Buenavista, Coah. (bajo riego).

Cruza	Rendimiento ton/ha	Días inicio floración	Altura de planta m	Diámetro de capítulo cm	P 100 S g	% Semilla vana	% aceite	% proteína
7x8	3.46 B	62.00 A	1.18 B	16.40 C	8.00 A	12.84 A	38.10 C	26.85 B
5x8	2.20 C	62.33 A	1.24 C	15.11 D	5.43 C	17.69 C	37.94 C	27.25 A
4x8	3.30 B	65.66 D	1.06 B	18.35 A	5.96 B	17.05 C	36.62 C	25.42 C
3x8	3.07 B	62.00 A	1.13 B	16.03 C	6.00 B	11.39 A	38.65 B	27.43 A
2x8	2.74 C	63.33 B	1.12 B	14.91 D	6.23 B	15.93 B	38.40 B	26.00 C
1x8	3.08 B	62.00 A	1.11 B	16.63 C	5.83 C	14.61 A	38.86 B	26.66 B
5x7	2.84 C	63.33 B	1.16 B	15.80 C	4.70 D	16.27 B	36.42 C	27.87 A
4x7	3.15 B	67.33 E	1.15 B	16.34 C	5.83 C	16.79 B	36.87 C	26.47 B
3x7	3.71 A	62.00 A	1.33 C	17.43 A	6.06 B	16.56 B	38.95 B	26.64 B
2x7	3.97 A	62.33 D	1.21 C	16.98 B	6.66 B	14.53 A	40.50 A	27.21 A
1x7	3.72 A	63.33 B	1.12 B	17.35 A	6.36 B	13.99 A	38.36 B	27.28 A
4x5	1.66 D	66.00 D	0.91 A	14.50 D	4.36 D	25.92 E	33.85 D	26.23 B
3x5	2.34 C	62.66 A	1.04 A	14.01 D	5.20 C	19.84 D	36.68 C	26.50 B
2x5	2.30 C	63.00 B	1.32 C	14.41 D	5.73 C	20.83 E	36.68 C	26.90 B
1x5	3.77 A	63.00 B	1.27 C	18.68 A	5.86 C	15.20 B	40.13 A	26.07 B
3x4	2.94 C	63.67 C	1.12 B	17.11 B	6.16 B	18.74 D	38.65 B	25.57 C
2x4	1.97 D	62.33 A	1.20 C	14.43 D	4.43 D	21.34 E	36.43 C	27.55 A
1x4	2.51 C	65.00 D	1.06 B	16.31 C	5.53 C	21.23 E	34.65 D	25.90 C
2x3	2.26 C	63.00 B	1.11 B	16.53 C	5.60 C	18.72 D	36.84 C	27.09 B
1x3	2.08 D	63.00 B	1.00 A	15.64 C	5.00 D	19.13 D	33.67 D	26.67 B
1x2	3.45 B	64.33 C	1.11 B	17.05 B	5.76 C	18.51 D	38.68 B	25.90 C
$\bar{X}$	2.88	63.41	1.14	16.20	5.74	17.48	37.42	26.64

Duncan al 0.05

de 11.39 por ciento (3x8) a 21.34 por ciento (2x4), porcentaje de aceite de 33.67 por ciento (1x3) a 40.50 por ciento (2x7), porcentaje de -- proteína de 25.42 por ciento (4x8) a 27.87 por ciento (5x7).

La comparación de los valores promedio de las cruzas directas - (Cuadro 4.8) contra las cruzas recíprocas (Cuadro 4.9), es muy importante porque las líneas progenitoras tienen diferente comportamiento, de--pendiendo de si actúan como hembra o como macho en alguna cruza, al respecto, Cronquist (1984) menciona que debido al gran volumen citoplasmático que posee el óvulo, éste tiene más influencia en la expresión del fenotipo que el espermatozoide; así con esta referencia como base, se - observa en los promedios que las cruzas recíprocas superaron a las cruzas directas en rendimiento, mayor diámetro de capítulo y más peso de - 100 semillas, por el contrario las cruzas directas superaron a las reciprocas en precocidad, menos porcentaje de semilla vana y más porcentaje de proteína; en ambos casos debe sospecharse que estas ventajas pueden deberse a efectos maternos, por lo que es importante identificar aque--llos progenitores que actúan mejor como hembra o como macho y esto se - hará en base a los efectos de aptitud combinatoria.

En el Cuadro 4.10 se tienen los promedios de los progenitores y testigos comerciales evaluados bajo los ambientes riego y temporal (combinado), y bajo temporal (individual), observándose que en ambas situaciones los testigos comerciales superaron a los progenitores tanto en - rendimiento como en peso de 100 semillas; anteriormente se mencionó que esta diferencia se puede eliminar aumentando la densidad de población - y la dosis de fertilización.

Cuadro 4.10 Promedio de dos características agronómicas en los progenitores y testigos evaluados en Buenavista, Coah., bajo los ambientes riego y temporal (combinado) y bajo temporal (individual).

	Combinado		Individual	
	Rendimiento ton/ha	P 100 S g	Rendimiento ton/ha	P 100 S g
Progenitor				
E-1	1.60	4.71	0.86	4.03
E-2	2.43	4.98	1.21	4.26
E-3	1.25	4.48	0.93	4.46
E-4	1.80	3.70	0.28	3.30
E-5	2.02	3.80	0.34	3.20
E-7	1.66	4.30	0.68	4.30
E-8	2.17	5.56	0.83	4.63
$\bar{X}$	1.84	4.50	0.73	4.02
Testigos				
H-6240	2.11	5.36	1.60	5.16
H-6320	2.29	4.60	0.97	4.03
H-3617	2.24	4.66	1.26	4.03
Victoria	2.40	5.65	1.50	5.20
$\bar{X}$	2.26	5.06	1.33	4.60

En los promedios de las cruzas directas y de las cruzas recíprocas (Cuadro 4.11) evaluados bajo los ambientes riego y temporal (combinado), y bajo temporal (individual) se observa en los valores promedio del combinado que las cruzas recíprocas superaron a las cruzas directas tanto en rendimiento como en el peso de 100 semillas; bajo temporal (individual) las cruzas directas superaron ligeramente a las cruzas recíprocas en rendimiento, mientras en peso de 100 semillas las cruzas recíprocas superaron a las cruzas directas.

Comparando los Cuadros 4.10 y 4.11, los testigos comerciales superaron a las cruzas directas y a las cruzas recíprocas tanto en el combinado como en el individual y en ambos caracteres, probablemente debido a que los testigos son híbridos triples y tienen más amortiguamiento a diferentes ambientes así como a ambientes extremos; los progenitores por su parte en el combinado superaron a las cruzas directas en rendimiento, pero no en peso de 100 semillas y con respecto a las cruzas recíprocas, los progenitores no las superaron ni en rendimiento ni en el peso de 100 semillas; bajo temporal (individual), tanto las cruzas directas como las cruzas recíprocas superaron a los progenitores. Blum et al (1978) mencionan que bajo condiciones extremas, los híbridos tienen más amortiguamiento que las líneas progenitoras. El valor promedio del rendimiento respectivamente en los testigos, progenitores, cruzas directas y cruzas recíprocas es en el combinado 2.26, 1.84, 1.76 y 1.85 ton/ha, y para el individual 1.33, 0.73, 0.88 y 0.81 ton/ha; para el peso de 100 semillas y en el mismo orden es en el combinado 5.06, 4.50, 4.84, y 5.02 g, y para el individual 4.60, 4.02, 4.17 y 4.27 g.



Promedio de dos características agronómicas de las 21 cruzas directas y 21 cruzas recíprocas evaluadas en Buenavista, Coah., bajo los ambientes riego y temporal (combinado) y bajo temporal (individual).

	<u>Cruzas directas</u>				<u>Cruzas recíprocas</u>			
	<u>Combinado</u>		<u>Individual</u>		<u>Combinado</u>		<u>Individual</u>	
	Rendimiento ton/ha	P 100 S g	Rendimiento ton/ha	P 100 S g	Rendimiento ton/ha	P 100 S g	Rendimiento ton/ha	P 100 S g
2x1	2.26 A	5.22 B	1.16 A	4.60 A	2.36 A	7.20 A	1.25 A	6.40 A
3x1	1.10 D	4.26 C	0.56 C	3.76 C	1.44 D	4.72 D	0.68 B	4.00 C
4x1	1.53 D	4.12 C	0.54 C	3.40 D	2.00 B	5.05 D	0.68 B	4.13 C
5x1	1.70 C	4.27 C	0.57 D	3.40 C	1.99 B	5.48 C	0.90 B	4.96 B
7x1	2.32 A	5.25 B	1.78 A	4.93 A	1.87 B	5.52 C	1.00 C	4.83 B
8x1	1.64 C	5.23 B	0.86 B	4.60 A	2.17 B	4.93 D	1.25 A	4.03 C
3x2	1.58 C	4.67 C	0.83 B	3.50 D	1.66 C	4.20 E	0.48 C	3.70 C
4x2	1.71 C	5.13 B	0.90 B	4.13 B	1.73 C	4.83 D	0.30 D	3.83 C
5x2	1.49 D	4.77 C	0.91 B	4.20 B	2.44 A	5.36 C	1.71 A	4.66 B
7x2	2.12 A	5.33 B	0.78 B	4.43 B	2.84 A	6.06 B	1.70 A	5.46 A
8x2	1.95 B	5.33 B	1.56 A	5.20 A	2.50 A	5.45 C	1.27 A	4.53 B
4x3	1.50 D	4.63 C	0.44 D	3.96 C	1.08 D	3.96 E	0.50 C	3.56 D
5x3	1.44 D	4.35 C	0.78 D	3.73 C	1.35 D	4.37 E	0.36 D	3.53 D
7x3	1.47 D	4.70 C	0.63 C	3.70 C	1.79 C	4.98 D	1.27 A	4.23 B
8x3	2.05 A	5.73 A	1.08 A	4.70 A	2.14 B	5.05 D	0.50 C	4.23 B
5x4	1.17 D	3.90 D	0.38 D	3.33 D	1.60 C	4.71 D	0.24 D	3.26 D
7x4	1.92 B	4.85 C	0.86 B	4.33 B	1.31 D	3.93 E	0.65 B	3.43 D
8x4	2.00 B	5.27 B	1.12 A	4.90 A	1.63 D	4.90 D	0.75 B	4.26 B
7x5	2.43 A	4.66 C	0.90 B	3.68 C	1.63 C	4.78 E	1.00 B	3.96 C
8x5	1.65 C	4.68 C	0.71 C	4.26 B	1.30 D	4.43 D	0.50 C	3.85 C
8x7	1.96 B	5.33 B	1.24 A	4.73 A	2.06 B	5.33 C	0.67 B	4.90 B
$\bar{X}$	1.76	4.84	0.88	4.17	1.85	5.02	0.81	4.27

Duncan a1 0.05

### Efectos de Aptitud Combinatoria

Griffing (1956) menciona que si las líneas progenitoras para la formación del sistema de cruzas dialélicas, son una muestra aleatoria de una población, entonces las inferencias que se hagan serán con referencia a la población de la cual se obtuvieron las líneas; o bien si las líneas se seleccionaron deliberadamente, entonces las inferencias serán sobre las líneas, y en base a los efectos de ACG y ACE, determinar cuales líneas pueden incluirse para la formación de una variedad sintética o bien formación de híbridos. Hayes et al. (1955) mencionan la posibilidad de producir sintéticos de maíz altamente rendidores combinando líneas  $S_1$  que tengan una alta habilidad combinatoria.

En la presente investigación se deseó saber el comportamiento de cada línea tanto como progenitor femenino como progenitor masculino, por lo que fue necesario realizar cruzas directas y cruzas recíprocas.

Los efectos de ACG de los progenitores en las cruzas directas (Cuadro 4.12) evaluados en Anáhuac, N.L., Torreón y Buenavista, Coahuila (bajo riego), revelan que las líneas E-1, E-2, E-5 y E-8 tienen los mejores efectos para altura de planta y las líneas E-4 y E-7 para diámetro de capítulo; no hay que olvidar la ACG es debida a la acción de genes aditivos, así, estas líneas son potencialmente buenos progenitores para estas características.

Cuadro 4.12 Efectos de ACG de cada línea, cruzas directas, a través de las localidades Anáhuac, N.L., Torreón y Buenavista, Coahuila (bajo riego).

Línea	Altura de planta	Diámetro de capítulo
1	0.0018285	- 0.0389428
2	0.0722857	- 0.0017428
3	- 0.0589714	- 0.1367428
4	- 0.0155714	0.1954571
5	0.0164285	- 0.1687428
7	- 0.0379714	0.2890571
8	0.0219715	- 0.1383430
E.E Gi	0.043	0.517
E.E Gi-Gj	0.066	0.791

Los efectos de ACG de estas mismas líneas, solo que ahora en -- sus cruzas recíprocas (Cuadro 4.13) y evaluadas en Torreón y Buenavista, Coahuila (bajo riego), muestran que para altura de planta los progenitores con los mejores efectos de ACG son E-1, E-2, E-3 y E-7 y para diámetro de capítulo son E-1, E-2, E-4 y E-8. Estos progenitores debido a su buena ACG transmitirán uniformemente estos caracteres a sus  $F_1$  (Gri----ffing, 1956).

Cuadro 4.13 Efectos de ACG de cada línea, cruzas recíprocas, a través de las localidades Torreón y Buenavista, Coahuila (bajo riego).

Línea	Altura de planta	Diámetro de capítulo
1	0.0198	0.1063
2	0.0556	0.2881
3	0.0218	- 0.7844
4	- 0.0603	0.1295
5	- 0.0471	- 0.0828
7	0.0652	- 0.2232
8	- 0.0550	0.5665
E.E Gi	0.040	0.563
E.E Gi-Gj	0.060	0.860

Los efectos de ACG para cada línea evaluadas en Buenavista, Coahuila (bajo riego), cruza directas, se presentan en el Cuadro 4.14, revelando que la línea E-1 tiene efectos de ACG positivos para: inicio de floración, 50 por ciento de floración y altura de planta; la línea E-2 tiene efectos de ACG positivos para: rendimiento, altura de planta, diámetro de capítulo, peso de 100 semillas, porcentaje de semilla vana, porcentaje de aceite y porcentaje de proteína; la línea E-3 tiene efectos positivos de ACG para: 50 por ciento de floración, peso de 100 semillas, porcentaje de semilla vana y porcentaje de aceite; la línea E-4 presentó efectos positivos de ACG para: inicio de floración, 50 por ciento de floración, altura de planta, diámetro de capítulo y porcentaje de semilla vana; la línea E-5 tiene efectos positivos de ACG para: 50 por ciento de floración, altura de planta, diámetro de capítulo, porcentaje de semilla vana, porcentaje de aceite y porcentaje de proteína; la línea E-7 efectos positivos de ACG para: rendimiento, inicio de floración, diámetro de capítulo, peso de 100 semillas y porcentaje de proteína; y la línea E-8 tiene efectos positivos de ACG para: rendimiento, inicio de floración, peso de 100 semillas y porcentaje de aceite. De acuerdo a los objetivos del programa de mejoramiento, se deben recombinar aquellas líneas que estén en común en los caracteres que se desee tenga la población.

En el Cuadro 4.15 se tienen los efectos de ACG de cada línea en las cruza recíprocas evaluadas en Buenavista, Coahuila (bajo riego) y podemos ver que para el rendimiento existen efectos positivos de ACG en las líneas E-1, E-2 y E-8; para inicio de floración en las líneas E-4 y E-8; para 50 por ciento de floración en las líneas E-4 y E-8; para ----

Cuadro 4.14 Efectos de ACG de cada línea, cruza directa en la localidad de Buenavista, Coah. (bajo riego).

Línea	Rendimiento	Inicio de floración	50% floración	Altura de planta
1	-0.0374	0.6477	0.5713	0.0155
2	0.0505	-0.6856	-0.8286	0.0695
3	-0.3714	-0.4190	0.6381	-0.0354
4	-0.0814	0.5809	1.1713	0.0095
5	-0.0654	-0.0190	0.2381	0.0287
7	0.4865	1.3141	-0.0950	-0.0380
8	0.0186	1.4191	-1.6952	-0.0498
E-E Gi	0.275	0.590	0.666	0.058
E-E Gi-Gj	0.420	0.900	1.018	0.089

.....Continuación

Diámetro de capítulo	P 100 semillas	% Semilla vana	% aceite	% proteína
-0.5205	-0.2305	-0.8539	-0.6465	-0.5582
2.3999	0.3358	0.8020	0.5454	0.3437
-0.2922	0.0362	0.7200	0.3534	-0.0522
0.6840	-0.2839	0.8259	-1.0165	-0.1542
0.2928	-0.5371	1.6040	0.1594	0.3257
0.6026	0.2896	-0.9840	-0.7305	0.5117
-3.1666	0.3899	-0.1140	1.3353	-0.4165
0.610	0.250	1.300	0.614	0.307
0.932	0.382	1.975	0.939	0.469

Cuadro 4.15 Efectos de ACG de cada línea, cruzas recíprocas en la localidad de Buena - vista, Coah. (bajo riego).

Línea	Rendimiento	Inicio de floración	50% floración	Altura de planta
1	0.1117	-0.6285	-0.7523	-0.0016
2	0.7117	-0.0287	-0.5521	0.0605
3	-0.4362	-0.0285	-0.1525	0.0197
4	-0.3522	1.9048	1.9810	-0.0678
5	-0.1782	-0.8283	-0.4857	-0.0232
7	-0.1202	-0.4287	-0.0857	0.0481
8	0.2634	0.0379	0.0473	-0.0357
E.E Gi	0.301	0.590	0.687	0.015
E.E Gi-Gj	0.460	0.900	1.049	0.077

.....Continuación

Diámetro de capítulo	P 100 semillas	% Semilla vana	% aceite	% proteína
0.0553	0.5922	-0.9900	0.7805	-0.0471
0.6319	0.6258	-2.8160	0.9245	0.4948
-0.9277	-0.6409	2.1380	-0.5394	0.1948
-0.0233	-0.4409	3.3220	-1.5014	-0.5411
-0.0801	-0.0841	-0.1360	-0.2454	0.0108
-0.5629	-0.0143	0.9600	0.6265	0.1608
0.9068	0.0278	-0.4780	-0.0453	-0.2730
0.700	0.266	1.532	0.506	0.261
1.066	0.407	2.340	0.773	0.400

altura de planta las líneas E-2, E-3 y E-7; para diámetro de capítulo - las líneas E-1, E-2 y E-8; para peso de 100 semillas las líneas E-1, -- E-2 y E-8; para porcentaje de semilla vana son mejores aquellas líneas que tienen efectos de ACG negativos, y son en este caso la E-1, E-2, -- E-5 y E-8; para porcentaje de aceite las líneas con efectos positivos - son E-1. E-2 y E-7, y para porcentaje de proteína las líneas E-2, E-3, E-5 y E-7.

El Cuadro 4.16 muestra las mejores líneas para cada característica en base a su ACG considerando ambos tipos de cruzas, así, de acuerdo a la finalidad para lo que se deseen recombinar las líneas, deben incluirse aquellas que tengan buena ACG para el o los caracteres deseados. En los programas de mejoramiento de girasol el objetivo principal es obtener variedades o híbridos con buen rendimiento y alto contenido de aceite, por lo que deberán incluirse en la recombinación y formación de una variedad sintética las líneas E-1. E-2, E-7 y E-8 que son las comunes - para los dos caracteres. Poehlman (1965) y Allard (1967) mencionan que en la formación de una variedad sintética deben incluirse aquellas lí--neas con combinaciones sobresalientes, previa evaluación de sus combinaciones híbridas resultantes. Las líneas anteriores también se encuen---tran entre las mejores para diámetro de capítulo y peso de 100 semillas, caracteres que están correlacionados positiva y significativamente con rendimiento y contenido de aceite (Cuadro 4.28) por lo que se puede basar la selección en estos caracteres para mantener la variedad sintética.

En los efectos de ACG de las líneas, cruzas directas y recíprocas (Cuadro 4.17), evaluadas en Buenavista, Coahuila (bajo temporal), se -

Cuadro 4.16 Líneas con mejor aptitud combinatoria general considerando su comportamiento en ambos sentidos (cruzas directas y recíprocas) en Buenavista, Coah. (bajo riego).

	Líneas		Líneas		Líneas
Rendimiento	(1,2,7,8)	Altura de planta	(1,2,3,4,5,7)	% Semilla vana	(1,2,5,7,8)
Inicio de floración	(1,4,7,8)	Diámetro de capítulo	(1,2,4,5,7,8)	% Aceite	(1,2,3,7,8)
50% de floración	(1,4,5,8)	Peso de 100 semillas	(1,2,7,8)	% Proteína	(2,3,5,7)



Cuadro 4.17 Efectos de ACG de cada línea, cruzas directas y recíprocas, en la localidad de Buenavista, Coah. (bajo temporal).

	Cruzas directas		Cruzas recíprocas	
	Rendimiento	P 100 S	Rendimiento	P 100 S
1	0.0317	-0.0705	0.1737	0.5642
2	0.1657	0.2034	0.2557	0.5302
3	-0.1982	-0.3385	-0.2202	-0.5357
4	-0.2142	-0.1985	-0.3542	-0.6117
5	-0.2122	0.4525	-0.1442	-0.2597
7	0.1757	0.1874	0.2797	0.2562
8	0.2515	-0.2358	0.0095	0.0565
E.E Gi	0.170	0.185	0.145	0.265
E.E Gi-Gj	0.258	0.283	0.221	0.404

aprecia que para el rendimiento las líneas con buena ACG son E-1, E-2, E-7 y E-8 en ambos tipos de cruzas; para peso de 100 semillas en cruzas directas las líneas con buena ACG son E-2, E-5 y E-7; para peso de 100 semillas en cruzas recíprocas, sobresalen por su ACG positiva las líneas E-1, E-2, E-7 y E-8. Estas líneas por su buena ACG producirán cruzas  $F_1$  con efectos positivos de heterosis.

En el Cuadro 4.18 se muestran los efectos de ACG de cada línea, cruzas directas y recíprocas, evaluadas en Buenavista, Coahuila (bajo riego y temporal). Para rendimiento y peso de 100 semillas, cruzas directas, sobresalen por su ACG positiva las líneas E-2, E-7 y E-8; en las cruzas recíprocas para ambos caracteres sobresalen las líneas E-1, E-2, E-7 y E-8. Estas líneas por su buena ACG poseen una frecuencia alta de genes aditivos deseables para ser utilizados como progenitores en los programas de mejoramiento.

Las mejores líneas bajo riego y temporal (combinado) y bajo temporal solamente (individual) considerando ambos tipos de cruzas, evaluadas en Buenavista, Coahuila, (Cuadro 4.19) donde se observa que tanto para el combinado como para el individual y en ambos caracteres, sobresalen por su buena ACG las líneas E-1, E-2, E-7 y E-8. Estas líneas también resultaron ser las mejores bajo riego. Ramírez (1989) realizó un análisis de aptitud combinatoria utilizando las mismas líneas que en la presente investigación, y encontró que las líneas E-3, E-7 y E-8 fueron las mejores por sus efectos positivos de ACG para rendimiento y contenido de aceite.

Cuadro 4.18 Efectos de ACG de cada línea, cruzas directas y recíprocas, a través de los ambientes riego y temporal en Buenavista, Coah.

Línea	Cruzas directas		Cruzas recíprocas	
	Rendimiento	P 100 S	Rendimiento	P 100 S
1	-0.0037	-0.1403	0.1437	0.5677
2	0.1883	0.2800	0.4837	0.6057
3	-0.2857	-0.1423	-0.3302	-0.5582
4	-0.1477	-0.2303	-0.3522	-0.5382
5	-0.1377	-0.4843	-0.1602	-0.1882
7	0.3303	0.2137	0.0777	0.1077
8	0.0488	0.5035	0.1375	0.0035
E.E Gi	0.228	0.220	0.240	0.268
E.E Gi-Gj	0.350	0.336	0.367	0.410

Cuadro 4.19 Líneas con mejor aptitud combinatoria general en Buenavista, Coahuila bajo riego y temporal (combinado) y bajo temporal (individual).

	Combinado	Individual
Rendimiento ton/ha	(1,2,7,8)	(1,2,7,8)
P 100 Semillas	(1,2,7,8)	(1,2,5,7,8)

Como un resumen de los Cuadros 4.16 y 4.19 que tanto bajo riego, individual y combinado, las líneas E-1, E-2, E-7 y E-8, sobresalen por sus efectos positivos de ACG para rendimiento, diámetro de capítulo, peso de 100 semillas y contenido de aceite, así estas líneas deben recombinarse para formar una variedad sintética.

Los efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) nos señalan cuales cruzas son superiores y susceptibles de explotarse en la producción de híbridos por sus buenos efectos de heterosis.

El Cuadro 4.20 muestra los efectos de ACE de cada crusa directa en el combinado bajo riego, donde se aprecia que para altura de planta las mejores cruzas por sus efectos de ACE son: 2x1, 4x3 y 5x3; para diámetro de capítulo las cruzas 4x3, 5x1, 4x1, 7x5 y 8x3. Estos efectos de ACE positivos asociados con cada crusa, nos define la mejor combinación para cada característica en la que se explotan los efectos de heterosis y asimismo se define el comportamiento más apropiado de cada línea como hembra o macho.

Cuadro 4.20 Efectos de ACE de cada cruce directa, a través de las localidades Anáhuac, N.L., Torreón y Buenavista, Coahuila (bajo riego).

Cruza	Altura de planta	Diámetro de capítulo
2x1	0.09800	0.14973
3x1	- 0.22900	- 1.37026
4x1	0.01460	0.56953
5x1	0.05060	0.70273
7x1	0.03900	0.21493
8x1	0.03400	- 0.26666
3x2	- 0.01240	0.33953
4x2	0.04120	0.34033
5x2	- 0.06080	- 0.43146
7x2	0.00759	0.39673
8x2	- 0.06640	- 0.79486
4x3	0.08940	1.06133
5x3	0.07640	- 0.05246
7x3	0.02380	- 0.51526
8x3	0.05180	0.53713
5x4	- 0.04600	- 0.91166
7x4	- 0.08360	- 1.05046
8x4	- 0.01560	- 0.00900
7x5	- 0.00160	0.55673
8x5	- 0.01860	0.13613
8x7	0.01480	0.39733
E.E Sij	0.085	1.021
E.E Sij-Sik	0.132	1.582
E.E Sij-Sil	0.114	1.370

Para las cruces recíprocas los efectos de ACE se muestran en el Cuadro 4.21, siendo las mejores cruces para altura de planta 3x7, 1x5, 5x8 y 2x5; para diámetro de capítulo las cruces 1x5, 3x4, 4x8 y 1x2. Tanto las cruces directas como las recíprocas deben aprovecharse como tal, ya que muestran buenos efectos de heterosis, y además deben considerarse para la formación de híbridos triples o dobles, puesto que registraron valores de ACE en la dirección deseable y por lo tanto ofrecen una promesa mayor para su explotación futura.

Cuadro 4.21 Efectos de ACE de cada craza recíproca, a través de las lo calidades Torreón y Buenavista, Coahuila (bajo riego).

Cruza	Altura de planta	Diámetro de capítulo
7x8	- 0.0590	- 0.7865
5x8	0.0688	0.1150
4x8	0.0179	0.9760
3x8	- 0.0092	0.2264
2x8	- 0.0476	- 0.3661
1x8	0.0300	- 0.1649
5x7	- 0.0480	- 0.2957
4x7	0.0372	0.2532
3x7	0.1090	0.4406
2x7	- 0.0234	0.4180
1x7	- 0.0158	- 0.0297
4x5	- 0.1250	- 1.0201
3x5	- 0.0542	- 0.3497
2x5	0.0664	- 0.0213
1x5	0.0920	1.5718
3x4	0.0630	1.2852
2x4	0.0516	- 0.4273
1x4	- 0.0438	- 1.0671
2x3	- 0.0466	- 0.4479
1x3	- 0.0620	- 1.1547
1x2	- 0.0004	0.8446
E.E Sij	0.077	1.111
E.E Sij-Sik	0.120	1.721
E.E Sij-Sik	0.103	1.500

Los efectos de ACE para cada caracter de las cruzas directas -- evaluadas en Buenavista, Coahuila (bajo riego) se tienen en el Cuadro - 4.22. Para rendimiento las mejores cruzas son 7x5, 8x3 y 2x1; para inicio de floración las cruzas 8x4, 7x1, 3x1, 2x1, 5x2 y 4x3; para 50 por ciento de floración la 8x4, 7x3, 7x4, 5x1, 2x1 y 3x1; para altura de planta las cruzas 3x1, 5x2, 5x4 y 7x3, para éstas últimas tres características se escogieron aquellas cruzas con efectos negativos de ACE ya que indican más precocidad y menor altura, caracteres que se desean cuando se - pueden obtener dos cosechas por año y mayor densidad de población. Para diámetro de capítulo las mejores cruzas son 7x5, 8x3, 7x2, 2x1 y 4x3; -

Cruza	Rendimiento	Inicio de floración	50% floración	Altura de planta	Diámetro de capítulo
2x1	0.714	-1.199	-1.377	0.142	0.863
3x1	-0.514	-1.466	-1.177	-0.279	-0.991
4x1	0.006	3.866	3.622	0.050	0.564
5x1	0.280	-0.200	-1.444	0.048	0.440
7x1	-0.221	-1.866	0.222	0.063	-0.111
8x1	-0.193	0.866	0.155	-0.021	-0.765
3x2	0.018	0.533	-0.444	0.021	0.218
4x2	-0.092	1.200	0.689	0.023	-0.158
5x2	-0.558	-1.199	0.377	-0.166	-1.241
7x2	0.280	1.466	1.955	0.076	0.973
8x2	-0.362	-0.799	-0.444	-0.054	-0.655
4x3	0.370	-1.066	1.889	0.179	0.736
5x3	-0.096	0.866	0.155	0.115	-0.288
7x3	-0.438	-0.466	-2.178	-0.087	-0.948
8x3	0.730	1.600	1.755	0.093	1.273
5x4	-0.526	-0.799	-1.044	-0.129	-0.798
7x4	-0.058	-0.466	-2.044	-0.080	-1.008
8x4	0.300	-2.733	-3.111	-0.043	0.663
7x5	0.906	0.800	1.555	0.066	1.749
8x5	-0.006	0.533	1.155	0.065	0.138
8x7	-0.467	0.533	0.488	-0.037	-0.655
E.E. Sij	0.543	1.162	1.315	0.115	1.204
E.E. Sij-Sik	0.841	1.800	2.037	0.178	1.865
E.E. Sij=sil	0.729	1.560	1.764	0.154	1.615

Cuadro 4.22 .....Continuación

Cruza	P 100 S	% Semilla vana	% de aceite	% de proteína
2x1	0.202	-3.342	2.7306	-0.3539
3x1	-0.564	0.727	-0.0573	0.1820
4x1	-0.178	2.861	-1.4000	0.1140
5x1	0.375	-2.196	0.6166	0.4440
7x1	-0.017	0.391	0.0366	-0.2619
8x1	0.182	1.541	-0.9293	-0.1239
3x2	-0.064	1.621	0.4406	-0.0299
4x2	0.555	0.725	0.4506	0.0420
5x2	0.008	1.757	-0.4253	-0.5079
7x2	0.082	-1.504	-2.1253	0.5360
8x2	-0.783	0.725	-1.013	0.3139
4x3	0.022	-1.592	-1.2273	-0.1320
5x3	-0.057	0.479	-1.2433	0.4080
7x3	-0.151	1.387	1.0066	0.0020
8x3	0.815	-2.622	2.0806	-0.4300
5x4	-0.273	0.963	1.8466	-0.1499
7x4	-0.164	-0.418	0.6166	0.2639
8x4	0.018	-0.538	-0.2893	-0.1380
7x5	0.188	0.123	-0.2693	-0.5559
8x5	-0.277	-1.126	-0.5253	0.3619
8x7	0.062	2.021	0.7346	0.0159
E.E.	0.493	2.550	1.212	0.605
E.E.	0.764	3.950	1.878	0.938
E.E.	0.661	3.421	1.627	0.812

Sij  
Sij-Sik  
Sij-Sil



para peso de 100 semillas la 8x3, 4x2, 5x1 y 2x1; para porcentaje de se milla vana por sus efectos negativos las cruzas 2x1, 8x3, 7x4, 5x1, --- 4x3, 7x2 y 8x5; para porcentaje de aceite las cruzas 2x1, 8x3, 5x4, -- 7x3, 8x7, 7x4 y 5x1; para porcentaje de proteína las cruzas 7x2, 5x1, - 5x3 y 8x5. Se identifica a la crusa 2x1 como la más sobresaliente, ya - que aparece en ocho de los nueve caracteres con efectos de ACE desea- - bles, por lo tanto debe incluirse en la formación de híbridos triples y dobles.

El Cuadro 4.23 muestra los efectos de ACE de las cruzas recíprocas evaluadas en Buenavista, Coahuila (bajo temporal). Para el rendi--- miento sobresalen las cruzas 1x5, 4x8, 3x4, 2x7 y 1x2; para inicio de - floración la crusa 2x4, 1x8, 3x4, 7x8, 2x7 y 3x7; para 50 por ciento de floración las cruzas 2x4, 7x8, 1x4, 3x7 y 1x7; para altura de planta -- las cruzas 4x5, 3x5 y 1x3; para diámetro de capítulo las cruzas 1x5, -- 4x8, 3x4 y 2x3; para peso de 100 semillas las cruzas 7x8, 3x4, 1x5 y -- 2x5; para el porcentaje de semilla vana por sus efectos negativos las - cruzas 1x5, 3x8, 3x4, 4x7 y 2x7; para porcentaje de aceite las cruzas - 1x5, 3x4, 2x7 y 3x7; para porcentaje de proteína las cruzas 2x4, 3x8, - 5x7 y 5x8.

Algunas de éstas líneas son poseedoras de genes que causan an-- droesterilidad, así, aquellas cruzas sobresalientes deben analizarse -- cuidadosamente para determinar el tipo de androesterilidad que actua so bre la línea que se utiliza como hembra y tratar de obtener líneas an-- droestériles para facilitar el mecanismo de hibridación.

Cuadro 4.23 Efectos de ACE de cada cruz a recíproca en la localidad de Buenavista, Coah. (bajo riego).

Cruza	Rendimiento	Inicio de floración	50% floración	Altura de planta	Diámetro de capítulo
7x8	-0.245	-0.755	-0.933	-0.020	-0.480
5x8	-0.357	-0.422	-0.666	0.078	-0.220
4x8	0.658	0.978	2.533	-0.013	2.125
3x8	0.254	0.044	-0.666	0.014	-0.135
2x8	-0.133	0.977	-0.066	-0.063	-0.768
1x8	-0.177	-0.822	-0.200	0.004	-0.522
5x7	-0.317	-0.022	0.466	-0.062	-0.096
4x7	-0.091	2.044	1.333	0.015	-0.459
3x7	0.294	-0.555	-0.866	0.154	0.688
2x7	0.496	-0.622	0.733	-0.033	0.721
1x7	-0.137	-0.088	-0.733	-0.053	-0.373
4x5	-0.433	0.711	-0.400	-0.181	-0.741
3x5	0.072	0.111	0.733	-0.097	-1.167
2x5	-0.025	0.044	-0.333	0.113	-0.284
1x5	1.060	-0.422	0.200	0.149	2.511
3x4	0.588	-0.822	-0.400	-0.071	1.007
2x4	-0.439	-2.555	-2.133	0.081	-1.173
1x4	-0.283	-0.355	-0.933	0.025	-0.759
2x3	-0.323	0.844	0.666	-0.057	0.983
1x3	-0.887	0.377	0.533	-0.084	-1.377
1x2	0.424	1.311	1.133	-0.041	0.521
E.E.	0.594	1.161	1.355	0.100	1.376
E.E.	0.921	1.800	2.099	0.154	2.133
E.E.	0.798	1.558	1.818	0.134	1.847

Sij  
Sij-Sik  
Sij-Sil

Cruza	P 100 S	% Semilla vana	% de aceite	% de proteína
7x8	1.031	1.136	-1.0346	-0.2386
5x8	-0.269	1.032	0.2693	0.4613
4x8	0.064	-0.192	-0.0886	-0.6326
3x8	-0.248	-2.994	0.5953	0.8253
2x8	-0.095	0.449	-0.4366	-0.7546
1x8	-0.482	0.567	0.6953	0.3393
5x7	-0.035	-0.562	-1.3946	0.5393
4x7	-0.102	-1.226	0.0173	-0.1246
3x7	-0.215	2.001	0.8413	-0.5066
2x7	0.304	-1.124	1.5193	-0.0866
1x7	0.017	-0.225	0.0513	0.4173
4x5	-0.301	2.949	-1.5386	-0.0646
3x5	0.184	0.327	0.0353	-0.3466
2x5	0.637	0.222	-0.6566	-0.0966
1x5	0.784	-3.970	3.2853	-0.4926
3x4	0.951	-1.956	2.9673	-0.5406
2x3	-0.862	-0.451	-0.1246	1.2893
1x4	0.250	0.875	-1.2326	0.0733
2x3	-0.042	0.385	-0.9706	0.2773
1x3	-0.629	2.233	-3.4686	0.2913
1x2	0.058	0.518	0.6893	-0.6286
E.E.	0.525	3.022	0.998	0.516
E.E.	0.814	4.681	1.546	0.800
E.E.	0.705	4.054	1.340	0.692

Sij  
Sij-Sik  
Sij-Sil

Anteriormente se mencionó que el propósito de comparar las cru-  
zas directas contra las recíprocas era identificar aquellas líneas que  
actuaban mejor como hembra o como machos.

El Cuadro 4.24 muestra las mejores cinco cru-  
zas para cada caracter y en cada cruza se observa cual línea actuó mejor como hembra y --  
cual como macho, así, en primer posición como hembra la línea E-1 ya -  
que interviene en cuatro de los nueve caracteres (rendimiento, diámetro  
de capítulo, porcentaje de semilla vana y porcentaje de aceite), como -  
mejor macho a la línea E-5 que interviene en estos mismos cuatro caracter-  
teres; cabe mencionar que la cruza 1x5 es recíproca, por lo tanto, el -  
uso de la línea E-1 y E-5 debe restringirse a hembra o macho exclusiva-  
mente, ya que se obtiene mejor resultado que utilizándolas en forma contr-  
aria. Como segunda posición como hembra está la línea E-4 que aparece  
en cuatro caracteres y como macho a la línea E-8 que aparece en tres cara-  
cteres; como tercera posición como hembra la línea E-8 y como macho -  
la línea E-3 que aparecen conjuntamente en tres caracteres, formando --  
así la mejor tercera cruza por su alto valor de ACE para rendimiento, -  
inicio de floración y peso de 100 semillas; estas mismas líneas E-8 y -  
E-3 aparecen en la mejor cuarta posición como hembra y macho respectivamen-  
te para diámetro de capítulo, porcentaje de semilla vana y porcenta-  
je de aceite; en quinta posición aparecen las líneas E-3 y E-5 como me-  
jores hembras apareciendo en dos caracteres cada una y como mejor macho  
la línea E-4 apareciendo como tal en cuatro caracteres. Se vuelve a mention-  
ar que aquellas líneas que actúan mejor como hembra y que poseen --  
genes de androesterilidad, deben analizarse para conocer el tipo de an-  
droesterilidad que está actuando en ellas y así tratar de obtener -----

Cuadro 4.24 Clasificación de las líneas como mejores hembras o machos en cruzas específicas en base a su ACE, en Buenavista, Coah. (bajo riego).

Posición	Rendimiento	Inicio de floración	50% floración	Altura de planta
1º	1x5	4x1	4x1	3x1
2º	7x5	4x7	4x8	4x5
3º	8x3	8x3	7x2	5x2
4º	2x1	7x2	4x3	5x4
5º	4x8	1x2	8x3	3x5

.....Continuación

Diámetro de capítulo	P 100 semillas	% Semilla vana	% aceite	% proteína
1x5	7x8	1x5	1x5	2x4
4x8	3x4	2x1	3x4	3x8
7x5	8x3	3x8	2x1	5x7
8x3	1x5	8x3	8x3	7x2
3x4	2x5	7x4	5x4	5x8

líneas androestériles y facilitar la realización de cruzas específicas en las que se aproveche en mayor grado de heterosis y hacer factible -- aprovechar estas combinaciones en la formación de híbridos triples o dobles, buscando según los objetivos del mejoramiento las mejores combinaciones entre líneas.

Los efectos de ACE para cruzas directas y recíprocas evaluadas en Buenavista, Coahuila (bajo temporal) se tienen en el Cuadro 4.25. Para rendimiento las cruzas directas con mejores efectos de ACE son la - 7x1, 5x3 y 8x2, en las cruzas recíprocas las mejores son la 2x5, 2x7, y 1x4; para el peso de 100 semillas en las cruzas directas los mejores - efectos de ACE en las cruzas 7x1, 5x3, 4x3 y 2x1, en las cruzas recíprocas las mejores son la 7x8, 1x4, 1x5 y 4x5.

El Cuadro 4.26 muestra los efectos de ACE de las cruzas direc--tas y recíprocas evaluadas en Buenavista, Coahuila (bajo riego y temporal). Para el rendimiento en las cruzas directas, los mejores efectos - de ACE están en las cruzas 7x5, 8x3 y 2x1, en las cruzas recíprocas los mejores efectos están en la 1x5, 2x7 y 4x8; para el peso de 100 semi---llas, las mejores cruzas directas son la 8x3, 7x1, 2x1 y 4x2, y de las cruzas recíprocas las mejores por su ACE son la 7x8, 3x4, 1x4 y 2x5.

En el Cuadro 4.27 se encuentran las mejores cinco cruzas y en - cada craza se identifica cual línea actuó mejor como hembra o como ma--cho tanto en el combinado como en el individual. Para rendimiento en el combinado en primer posición tenemos a la línea E-1 como hembra y la E-5 como macho formando la craza 1x5, esta craza aparece también en primer

Cuadro 4.25 Efectos de ACE de cada cruz a directa y recíproca, en la localidad de Buena-  
 vista, Coah. (bajo temporal).

Cruza	Cruzas directas		Cruza	Cruzas recíprocas	
	Rendimiento	P 100 S		Rendimiento	P 100 S
2x1	0.0773	0.2933	7x8	0.0053	1.0506
3x1	-0.1586	-0.0046	5x8	-0.0886	-0.2833
4x1	-0.1626	-0.5046	4x8	0.0453	-0.0773
5x1	-0.1346	-0.2506	3x8	0.0553	0.4006
7x1	0.6873	0.6400	2x8	-0.2686	-0.2453
8x1	-0.3086	-0.1726	1x8	0.2513	-0.8453
3x2	-0.0226	-0.5386	5x7	-0.3706	-0.9493
4x2	0.0633	0.0486	4x7	-0.4166	-0.3433
5x2	0.0713	0.2753	3x7	0.2433	0.1346
7x2	-0.4466	-0.1346	2x7	0.3493	0.4186
8x2	0.2573	0.1533	1x7	0.1893	-0.3113
4x3	-0.0326	0.3233	4x5	0.2593	0.4526
5x3	0.3053	0.3473	3x5	-0.0906	0.0706
7x3	-0.2326	-0.3226	2x5	0.3953	0.2546
8x3	0.1413	0.1953	1x5	-0.1046	0.4546
5x4	-0.0786	-0.1926	3x4	-0.0766	-0.1233
7x4	-0.0133	0.1673	2x4	-0.0906	-0.4693
8x4	0.1973	0.2553	1x4	0.2793	0.5606
7x5	0.0513	-0.0486	2x3	0.0493	-0.2913
8x5	-0.2146	-0.1306	1x3	-0.1806	-0.1913
8x7	-0.7266	-0.3006	1x2	-0.4346	0.3326
E.E. Sij	0.333	0.366	E.E. Sij	0.286	0.522
E.E. Sij-Sik	0.516	0.567	E.E. Sij-Sik	0.443	0.809
E.E. Sij-Sil	0.447	0.491	E.E. Sij-Sil	0.384	0.701

Cuadro 4.26 Efectos de ACE de cada cruz a directa y recíproca, a través de los ambientes riego y temporal en Buenavista, Coah.

Cruza	Cruzas directas		Cruza	Cruzas recíprocas	
	Rendimiento	P 100 S		Rendimiento	P 100 S
2x1	0.3940	0.2386	7x8	-0.1193	0.0146
3x1	-0.3720	-0.2993	5x8	-0.2253	-0.3013
4x1	-0.0800	-0.3513	4x8	0.3566	0.0086
5x1	0.0800	0.0526	3x8	0.1546	0.0886
7x1	0.2320	0.3346	2x8	-0.2033	-0.1573
8x1	-0.2540	0.0246	1x8	0.0366	-0.6533
3x2	-0.0040	-0.3093	5x7	-0.3453	-0.8593
4x2	-0.0120	0.2386	4x7	-0.2533	-0.2493
5x2	-0.2420	0.1326	3x7	0.2646	-0.0693
7x2	-0.0800	-0.0053	2x7	0.4266	0.3346
8x2	-0.0560	-0.2953	1x7	0.0266	-0.1713
4x3	0.1720	0.1606	4x5	-0.0893	0.0446
5x3	0.1020	0.1346	3x5	-0.0113	0.1046
7x3	-0.3360	-0.2133	2x5	0.1906	0.4186
8x3	0.4380	0.5266	1x5	0.4806	0.5926
5x4	-0.3060	-0.2273	3x4	0.2606	0.4246
7x4	-0.0240	0.0246	2x4	-0.2673	-0.6513
8x4	0.2500	0.1546	1x4	-0.0073	0.4226
7x5	0.4760	0.0886	2x3	-0.1393	-0.1513
8x5	-0.1100	-0.1813	1x3	-0.5293	-0.3973
8x7	-0.2680	-0.2293	1x2	-0.0073	0.2066
E.E. Sij	0.450	0.434	E.E. Sij	0.474	0.530
E.E. Sij-Sik	0.698	0.672	E.E. Sij-Sik	0.735	0.821
E.E. Sij-Sil	0.604	0.582	E.E. Sij-Sil	0.636	0.711



posición cuando se evaluó bajo riego; en el individual como primer posición está la línea E-7 como hembra y la E-1 como macho. Para el peso de 100 semillas, tanto en el combinado como en el individual, aparece la línea E-7 como hembra y el macho E-8 en primer posición, éstos mismos progenitores aparecen también en primer posición cuando se evaluaron bajo riego (Cuadro 4.24). En ese mismo Cuadro 4.27 se pueden observar las posiciones de otras líneas como hembras o como machos, siendo lo importante de esta información que se señala el uso más apropiado de cada línea para obtener mejores efectos de heterosis.

Cuadro 4.27 Clasificación de las líneas como mejores hembras o machos en cruza específicas en base a su ACE, en Buenavista, Coahuila bajo riego y temporal (combinado) y bajo temporal (individual).

Posición	Combinado		Individual	
	Rendimiento	P 100 Semillas	Rendimiento	P 100 Semillas
1º	1x5	7x8	7x1	7x8
2º	7x5	1x5	2x5	7x1
3º	8x3	8x3	2x7	1x4
4º	2x7	3x4	5x3	1x5
5º	2x1	1x4	1x4	4x5

No hay que olvidar que los efectos de aptitud combinatoria específica se deben a la varianza de tipo no aditivo y epistática, siendo de gran utilidad en los programas de hibridación los efectos de ACE. Zaharskii et al. (1981) concluyeron que en la formación de cruza híbridadas superiores para varias características de girasol, los efectos de ACE jugaron un papel determinante para la selección de progenitores.

### Correlaciones Fenotípicas

Las correlaciones nos proporcionan una medida de la magnitud - en que un caracter cambia cuando otro caracter aumenta o disminuye, son además una valiosa herramienta que permite hacer selección indirecta - para mejorar un caracter deseable. Para mejorar un caracter de impor-- tancia, las correlaciones clasifican a las características en útiles y no útiles (Kuruvadi, 1986).

El objetivo básico de los programas de girasol, es desarrollar variedades o híbridos con alta producción de semilla y alto contenido de aceite, por lo que es necesario conocer la relación existente de es tos dos caracteres con aquellos que contribuyen a mejorar en forma ge-- neral a los genotipos, así correlaciones significativas y positivas -- nos indicarán que es posible mejorar un caracter mejorando el otro, -- por el contrario las correlaciones significativas y negativas serán un problema a los fines de mejorar un caracter, ya que si uno aumenta el otro disminuye; en ambos casos esta correlación puede deberse a genes con efectos pleiotrópicos o bien a ligamiento, o ambos.

En las correlaciones fenotípicas entre los nueve caracteres -- (Cuadro 4.28) se observa que el rendimiento en las cruzas directas, tie-- nen las siguientes relaciones, con altura de planta ( $r = 0.486^*$ ), diá-- metro de capítulo ( $r = 0.714^{**}$ ), peso de 100 semillas ( $r = 0.498^*$ ), in dicando estos valores que seleccionando a favor de aumentar estos ca-- racteres, se puede incrementar el rendimiento; el rendimiento con el - porcentaje de semilla vana presentó un valor de ( $r = -0.700^{**}$ ) lo que indica que disminuyendo el porcentaje de semilla vana se aumenta el --

Cuadro 4.28 Correlaciones fenotípicas entre diferentes características agronómicas de girasol en Buenavista, Coah. (bajo riego).

		Inicio de floración	50% floración	Altura de planta	Diámetro de capítulo	P 100 semillas	% Semilla vana	% de aceite	% de proteína
Rendimiento ton/ha	C.D	0.291	0.054	0.486*	0.714**	0.498*	-0.700**	0.030	0.113
	C.R	-0.121	-0.091	0.419	0.800**	0.706**	-0.744**	0.774**	-0.100
Inicio de floración	C.D		0.710**	0.237	0.434*	-0.126	-0.126	-0.485*	0.227
	C.R		0.760**	-0.466*	0.091	-0.236	0.440*	-0.452*	-0.536**
50% floración	C.D			0.402	0.470*	-0.214	0.135	-0.543**	-0.026
	C.R			-0.448*	0.211	-0.291	0.461*	-0.319	-0.534**
Altura de planta	C.D				0.575**	0.196	-0.128	-0.030	0.086
	C.R				0.190	0.333	0.378	0.630**	0.318
Diámetro de capítulo	C.D					0.118	-0.288	-0.248	0.270
	C.R					0.476*	-0.488*	0.500*	-0.331
P 100 semillas	C.D						-0.415	0.420	-0.056
	C.R						-0.700**	0.616**	-0.129
% Semilla vana	C.D							-0.007	-0.085
	C.R							0.707**	-0.282
% de aceite	C.D								-0.233
	C.R								0.074

\*, \*\* = Significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente

C.D = Cruzas directas

C.R = Cruzas recíprocas

rendimiento. El rendimiento en las cruzas recíprocas mostró relaciones positivas y altamente significativas con diámetro de capítulo ( $r=0.800^{**}$ ) peso de 100 semillas ( $r=0.706^{**}$ ) y porcentaje de aceite ( $r=0.774^{**}$ ), - con éste último indica que los genotipos más rendidores tienen más porcentaje de aceite; se observa también que existe correlación negativa y altamente significativa de rendimiento con porcentaje de semilla vana ( $r= -0.744^{**}$ ). EL cuadro indica que no existen correlaciones positivas y significativas en las cruzas directas del porcentaje de aceite - con los demás caracteres, pero si existe correlación negativa y significativa con inicio de floración ( $r= -0.485^{*}$ ) y correlación negativa y altamente significativa con 50 por ciento de floración ( $r= -0.543^{**}$ ), ésto significa que el contenido de aceite se reduce cuanto más tardíos son los genotipos. En las cruzas recíprocas se encontró correlación positiva y altamente significativa del contenido de aceite con altura de planta ( $r= 0.630^{**}$ ), peso de 100 semillas ( $r= 0.616^{**}$ ) y porcentaje de de semilla vana ( $r= 0.707^{**}$ ), y correlación positiva y significativa - con diámetro de capítulo ( $r= 0,500^{**}$ ). En otras investigaciones similares se han encontrado correlaciones positivas y significativas del rendimiento con el contenido de aceite como la de Furedi y Frank (1981), Díaz (1985) y Ramírez (1989). El diámetro de capítulo tiene en las cruzas directas correlación positiva y significativa con inicio de floración ( $r= 0.434^{*}$ ), positiva y altamente significativa con altura de -- planta ( $r= 0.575^{**}$ ). En las cruzas recíprocas el diámetro de capítulo tiene correlación positiva con peso de 100 semillas ( $r= 0.476^{*}$ ), negativa y significativa con porcentaje de semilla vana ( $r= -0.488^{*}$ ). Otro caracter de importancia como lo es el contenido de proteína tiene correlaciones negativas y significativas solamente en las cruzas - - -

recíprocas son inicio de floración ( $r = -0.536^*$ ) y con 50 por ciento de floración ( $r = -0.534^*$ ), lo que indica que al igual que el contenido de aceite, el contenido de proteína disminuye en los genotipos tardíos, - esto es apoyado por Díaz (1985).

Puesto que el diámetro de capítulo resultó estar correlacionado en sentido positivo y magnitud significativa con rendimiento tanto - en cruzas directas como en cruzas recíprocas, y con el contenido de -- aceite en cruzas recíprocas, se puede basar el mejoramiento del rendimiento y contenido de aceite en la selección visual de un mayor diámetro de capítulo estando aún en el campo, o bien en bodega seleccionar aquellos genotipos que tengan mayor peso de 100 semillas.

#### Correlaciones Genotípicas

Falconer (1970) menciona que la correlación genética es la correlación de los valores reproductivos y que las causas principales -- son la pleiotropía y el ligamiento genético, y apoyando la opinión de Hiorth (1985) ambos coinciden en que esta correlación genética a menudo está sujeta a errores estadísticos tan grandes que su importancia - es reducida. También coinciden en que al querer seleccionar genes favorables indirectamente, basándose en los valores de correlación, es importante tener en cuenta los valores de heredabilidad en sentido estrecho.

El Cuadro 4.29 presenta una serie de correlaciones genotípicas y en su interpretación hay que considerar que estos valores pueden deberse a efectos de pleiotropía y/o de ligamiento. Se observa que el --

Cuadro 4.29

Correlaciones genotípicas entre diferentes características agronómicas de girasol en Buenavista, Coah. (bajo riego).

	Inicio de floración.	% de floración	Altura de planta	Diámetro de capítulo	P 100 semillas	% Semilla vana	% de aceite	% de proteína
Rendimiento	C.D 0.513*	0.163	0.613**	0.571**	0.502*	-0.857*	0.005	0.123
ton/ha	C.R -0.161	-0.111	0.642**	0.872**	0.883**	-0.990**	0.815*	-0.085
Inicio de floración	C.D	0.760**	0.441*	0.803**	-0.076	-0.252	-0.709**	0.331
	C.R	0.920**	-0.777**	0.186	-0.305	0.681**	-0.551**	-0.764**
50% floración	C.D		0.529*	0.961**	-0.376	0.161	-0.664**	-0.172
	C.R		-0.680**	0.463*	-0.480*	0.888**	-0.501*	-0.919**
Altura de planta	C.D			0.736**	0.530*	-0.014	-0.076	0.142
	C.R			0.041	0.545*	-0.779**	0.969**	0.433*
Diámetro de capítulo	C.D				-0.468*	-0.356	-0.581**	0.603**
	C.R				0.633**	-0.830**	0.854**	-0.620**
P 100 Semilla	C.D					-0.641**	0.751**	-0.360
	C.R					-0.877**	0.799**	-0.258
% Semilla vana	C.D						0.081	-0.152
	C.R						-0.924**	-0.448*
% de aceite	C.D							-0.121
	C.R							0.182

\*, \*\*= Significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente

C.D = Cruzas directas

C.R = Cruzas recíprocas

rendimiento en sus cruzas directas tiene valores positivos y significativos con inicio de floración ( $r= 0.513^*$ ) y con peso de 100 semillas ( $r= 0.502^*$ ), y valores positivos y altamente significativos con altura de planta ( $r= 0.613^{**}$ ) y diámetro de capítulo ( $r= 0.571^{**}$ ), estos valores indican que se puede hacer selección simultánea para rendimiento y cualquier otro caracter anterior y obtener buena ganancia genética. El rendimiento en las cruzas directas tiene un valor de correlación negativo y altamente significativo con porcentaje de semilla vana - - - - ( $r= -0.857^{**}$ ). En las cruzas recíprocas el rendimiento presenta correlación positiva y altamente significativa con altura de planta - - - - ( $r= 0.642^{**}$ ), diámetro de capítulo ( $r= 0.872^{**}$ ), peso de 100 semillas ( $r= 0.883^{**}$ ) y porcentaje de aceite ( $r= 0.815^{**}$ ), con este último la correlación es muy buena, indicando que al seleccionar genotipos con alto rendimiento, también se seleccionan genotipos con alto potencial en producción de aceite. Se tiene también una correlación negativa y altamente significativa entre el rendimiento y porcentaje de semilla vana ( $r= -0.990^{**}$ ). De los caracteres evaluados, dos son componentes del rendimiento como son diámetro de capítulo y peso de 100 semillas, y éstos mostraron una correlación con el rendimiento en sentido positivo y magnitud significativa, asimismo se presentó correlación positiva y altamente significativa entre diámetro de capítulo y porcentaje de aceite en las cruzas recíprocas ( $r= 0.854^{**}$ ), entre peso de 100 semillas y porcentaje de aceite ( $r= 0.751^{**}$ ) y ( $r= 0.799^{**}$ ) para cruzas directas y cruzas recíprocas respectivamente, por lo que teóricamente seleccionando para diámetro de capítulo y peso de 100 semillas, se puede incrementar el rendimiento y el porcentaje de aceite. El porcentaje de aceite también presenta una correlación positiva y altamente - - - -

significativa con altura de planta ( $r= 0.969^{**}$ ) en las cruzas recíprocas y correlaciones negativas y altamente significativas con inicio de floración ( $r= -0.709^{**}$ ) en cruzas directas y ( $r= -0.551^{**}$ ) en cruzas -recíprocas, con 50 por ciento de floración ( $r= -0.664^{**}$ ) cruzas directas, con diámetro de capítulo ( $r= -0.581^{**}$ ) cruzas directas, y con porcentaje de semilla vana ( $r= -0.924^{**}$ ) cruzas recíprocas. En el mismo cuadro se encuentran otras correlaciones interesantes entre los diferentes caracteres.

El Cuadro 4.30 presenta las correlaciones genotípicas y fenotípicas bajo los ambientes riego y temporal y en el Cuadro 4.31 se presentan las correlaciones genotípicas y fenotípicas solamente bajo temporal; en ambos casos los valores de correlación genotípicos y fenotípicos entre rendimiento y peso de 100 semillas son positivos y altamente significativos, tanto para cruzas directas como para cruzas recíprocas, indicando que el rendimiento se puede mejorar seleccionando genotipos con valores altos en peso de 100 semillas.

Algunos de los valores anteriores de correlación tanto fenotípica como genotípica, por ser significativos y en la dirección deseada serán una herramienta de gran utilidad para planear un programa de mejoramiento eficiente, principalmente cuando el carácter de interés será seleccionado indirectamente, sin embargo cuando se utilicen las correlaciones genotípicas será necesario tomar en cuenta los valores de heredabilidad en sentido estrecho, ya que de esto dependerá la presión de selección que se aplique sobre el o los caracteres de interés.



Cuadro 4.30

Correlaciones genotípicas y fenotípicas a través de los ambientes riego y temporal en Buenavista, Coah. cruza directas (C.D) y cruza recíprocas - (C.R).

		Rendimiento ton/ha			
P 100	$r_g$	C.D = 0.926 **	P 100	$r_p$	C.D = 0.700 **
Semillas		C.R = 0.998 **	Semillas		C.R = 0.775**

Cuadro 4.31

Correlaciones genotípicas y fenotípicas en Buenavista, Coah. bajo temporal, cruza directas (C.D) y cruza recíprocas (C.R).

		Rendimiento ton/ha			
P 100	$r_g$	C.D = 0.973 **	P 100	$r_p$	C.D = 0.818 **
Semillas		C.R = 0.781 **	Semillas		C.R = 0.689 **

\*\* = Significativo al 0.01

## Heterosis

Los valores de las heterosis (H), heterobeltiosis (HB), heterosis útil en base al mejor híbrido (HU-1) y a la variedad Victoria (HU-2) de las cruzas directas (bajo riego) se presentan en el Cuadro 4.32 y se puede ver que en el rendimiento el valor de la heterosis varió de -44.15 por ciento (5x4) a 24.52 por ciento (7x5). Las siguientes cruzas presentaron valores positivos de heterosis: (2x1), (7x1), (7x2), (4x3), (7x3), (8x3) y (7x5) con valores de 11.81, 14.4, 9.35, 4.3, 9.21, 18.03 y 24.52 por ciento respectivamente. Se observa que el progenitor E-7 interviene en cuatro de estas cruzas, lo cual era de esperarse, ya que tiene un buen valor de ACG; el progenitor E-3 aparece en tres de las cruzas debido a que tiene buenos valores de ACE. Estas cruzas sobresalientes pueden aprovecharse en la formación de híbridos triples y dobles por lo que es necesario seguir estudiando su comportamiento. Los restantes cruzamientos expresaron heterosis negativas debido a que presentaron efectos negativos en la ACE o en la ACG de uno o ambos progenitores. En los valores de heterobeltiosis la variación fue de -47.16 por ciento (5x4) a 7.92 por ciento (7x1), y solamente dos cruzas mostraron heterobeltiosis positiva: (7x1) y (7x5) con valores de 7.92 y 6.74 por ciento respectivamente. En heterosis útil sobre el mejor híbrido (H-6320), solamente la cruza (7x5) presentó valor positivo (9.7 por ciento), las restantes cruzas presentaron valores negativos, siendo el más bajo -54.57 por ciento en la cruza (3x1). En heterosis útil sobre la variedad, la variación fue de -50.3 por ciento (3x1) a 20.0 por ciento (7x5); las cruzas (2x1) y (7x2) presentaron valores positivos (1.81 y 4.54 por ciento) respectivamente. La cruza (7x5) es la única que presentó valores positivos para los tres tipos de heterosis y esto fue ---

Cuadro 4.32 Heterosis (H), heterobelitosis (HB) y heterosis útil en base al mejor híbrido (HU-1) y a la variedad (HU-2) en por ciento para diferentes características agronómicas en las cruzas directas evaluadas en Buenavista, Coah. (bajo riego).

Cruza	Rendimiento						Inicio de floración						Altura de planta																																																																																																																																																																																																																																																																		
	H		HB		HU-1		HU-2		H		HB		HU-1		HU-2		H		HB		HU-1		HU-2																																																																																																																																																																																																																																																								
2x1	11.81	-8.19	-6.9-	1.81	2.82	1.11	2.125	4.60	36.24	24.42	-23.12	-6.31	-16.53	-30.21	-54.57	-50.57	0.28	-0.54	2.25	6.60	-5.75	-9.15	-53.07	-42.81	4x1	-10.95	-23.86	-30.20	-23.63	8.06	4.68	12.92	15.51	27.10	22.50	-31.77	-16.86	5x1	-7.26	-24.25	-22.16	-14.84	1.35	-1.06	5.05	7.46	19.50	7.80	-30.75	-15.61	7x1	14.40	7.92	-20.77	-13.33	0.81	-1.58	4.50	6.89	9.14	-5.05	-33.71	-19.22	8x1	-17.54	-31.25	-32.96	-26.66	1.64	0.00	4.50	6.89	-6.05	-21.60	-39.46	-26.23	3x2	-11.06	-36.33	-35.45	-29.39	3.07	0.54	3.37	5.74	17.47	4.70	-35.30	-21.16	4x2	-29.97	-31.42	-30.47	-23.93	3.27	-1.56	6.18	8.62	18.75	12.90	-30.23	-14.98	5x2	-44.09	-44.47	-42.93	-37.57	-0.82	-4.76	1.12	3.44	-4.65	-6.47	-39.92	-26.78	7x2	9.35	-5.73	-4.43	4.54	5.78	1.58	7.87	10.34	6.53	0.40	-29.87	-14.57	8x2	-34.81	-36.06	-35.18	-29.09	-1.66	-4.83	-0.55	1.72	-10.77	-19.70	-37.98	-24.42	4x3	4.30	-22.96	-29.36	-22.72	-2.40	-4.68	2.81	5.17	39.79	30.57	-27.27	-11.38	5x3	-20.60	-43.40	-41.82	-36.36	0.53	-1.06	5.05	7.46	24.63	9.21	-29.84	-14.50	7x3	9.21	-12.83	-36.00	-30.00	0.53	-1.56	5.05	7.46	-7.27	-21.53	-45.21	-33.24	8x3	18.03	-14.48	-16.62	-8.78	0.26	-0.54	3.92	6.31	2.58	-16.60	-35.60	-21.51	5x4	-44.15	-47.16	-45.70	-40.60	-2.90	-3.65	3.92	6.31	-1.99	-8.51	-41.23	-28.38	7x4	0.00	-9.96	-17.45	-9.69	-0.26	-1.04	6.74	9.18	-8.07	-17.37	-42.31	-29.70	8x4	-15.95	-18.46	-20.50	-13.03	-7.41	-8.86	-1.68	0.56	-11.05	-23.45	-40.88	-27.96	7x5	24.52	6.74	9.70	20.00	1.58	1.58	7.87	10.34	0.34	-3.67	-32.74	-18.04	8x5	-28.63	-30.45	-28.53	-21.81	-2.40	-3.17	2.81	5.17	-5.95	-13.86	-33.48	-18.94	8x7	-13.52	-24.12	-26.03	-19.09	-0.27	-1.06	5.05	7.46	-22.70	-26.40	-43.16	-30.74

Cuadro 4.32 .....Continuación

Cruza	Diámetro de capítulo			Peso de 100 semillas			Porcentaje de semilla vana					
	H	HB	HU-1	HU-2	H	HB	HU-1	HU-2	H	HB	HU-1	HU-2
	2x1	6.93	1.93	- 1.86	2.93	-29.33	2.28	4.85	- 4.42	-41.86	-52.64	23.50
3x1	2.63	- 5.86	-15.21	-11.00	- 3.83	-11.85	-14.38	-21.96	-23.44	-38.66	60.00	52.40
4x1	17.03	15.86	0.50	5.40	1.68	-10.55	-13.12	-20.81	-16.57	30.77	80.53	72.00
5x1	4.22	0.70	- 2.73	2.01	4.70	- 5.00	- 7.73	-15.90	-14.03	-45.84	41.23	34.55
7x1	7.34	6.41	- 4.16	0.52	14.64	2.96	0.00	- 8.85	-37.47	-52.88	22.86	17.06
8x1	- 8.84	-10.06	-16.77	-12.70	- 1.51	- 9.84	4.85	- 3.93	-26.17	-38.73	59.74	52.23
3x2	13.30	2.19	- 4.47	0.20	14.31	2.28	4.85	- 4.42	14.17	11.75	83.37	74.71
4x2	13.30	6.18	- 0.74	4.10	25.10	7.54	10.25	0.50	4.80	2.40	76.12	67.80
5x2	- 5.22	- 6.75	- 9.93	- 5.53	5.54	- 6.50	- 4.13	-12.62	66.25	17.45	92.74	83.63
7x2	16.24	13.15	5.77	10.94	24.50	9.30	12.05	2.13	-18.56	-26.46	20.66	14.96
8x2	- 6.31	- 6.77	-12.85	- 8.60	-10.50	-16.00	- 1.80	-10.50	- 0.35	- 2.66	67.50	60.00
4x3	31.22	26.08	2.98	8.10	23.25	17.77	- 4.67	-13.11	- 6.36	-10.41	54.00	46.80
5x3	9.65	- 2.50	- 5.83	- 1.23	11.46	10.22	-10.80	-18.31	-60.31	14.72	80.25	71.74
7x3	12.40	3.93	- 8.01	- 3.51	29.54	26.66	2.51	- 6.55	1.23	- 6.77	46.46	39.54
8x3	16.00	5.10	- 2.73	2.01	22.90	4.00	21.58	10.81	-17.37	-20.97	36.00	29.57
5x4	8.91	0.51	- 2.91	1.82	4.94	1.36	-19.78	-26.88	54.88	7.95	85.67	76.90
7x4	14.81	10.38	- 2.30	2.47	27.62	21.81	- 3.40	-12.13	-26.04	-34.60	12.48	7.17
8x4	14.30	7.58	- 0.43	4.43	6.22	-13.38	1.25	- 7.70	- 9.26	- 9.23	56.10	48.73
7x5	21.47	16.40	12.42	17.91	25.51	24.10	- 1.80	-10.50	42.97	8.12	42.97	36.22
8x5	- 0.75	- 2.82	- 6.15	- 1.56	- 6.42	-21.54	- 8.27	-16.40	31.62	- 8.27	57.85	50.39
8x7	0.37	- 1.81	- 9.13	- 4.70	9.81	- 8.77	6.65	- 2.78	- 4.94	-15.95	44.62	37.80

Cuadro 4.32 .....Continuación

Cruza	Porcentaje de aceite				Porcentaje de proteína			
	H	HB	HU-1	HU-2	H	HB	HU-1	HU-2
2x1	12.05	8.14	- 2.19	9.38	-8.86	-9.51	-3.3-	0.19
3x1	9.93	4.94	-11.71	1.25	-6.80	-9.02	-2.78	0.73
4x1	3.97	0.10	-15.80	5.83	-8.30	-9.61	-3.41	0.07
5x1	10.72	9.15	- 8.17	2.70	-5.34	-5.45	-0.40	3.18
7x1	1.55	-	-11.60	1.23	-8.35	-9.39	-2.33	1.20
8x1	8.16	8.18	- 9.06	1.71	-9.38	-10.00	-5.26	-1.84
3x2	10.50	4.73	- 5.28	5.93	-5.04	-6.62	-0.22	3.38
4x2	8.71	1.12	- 8.53	2.30	-6.06	-6.73	-0.33	3.26
5x2	7.08	1.93	- 7.81	3.10	-6.19	-6.97	-0.60	3.00
7x2	- 4.57	- 4.91	-14.01	3.82	-3.12	-3.54	3.96	7.72
8x2	7.12	3.33	- 6.55	4.51	-5.31	-6.70	-0.30	3.30
4x3	9.54	7.41	-13.00	2.70	-6.48	-7.40	-2.44	1.07
5x3	10.33	9.83	-10.23	0.40	-2.74	-3.56	1.33	5.00
7x3	8.93	2.60	- 6.90	4.03	-4.76	-6.74	0.52	4.15
8x3	21.83	19.63	0.53	12.83	-7.77	-7.97	-4.52	-1.07
5x4	17.66	14.86	- 6.12	5.01	-6.01	-6.12	-1.11	2.46
7x4	5.96	- 1.09	-11.19	0.66	-5.11	-6.20	1.11	4.76
8x4	13.16	9.00	- 8.41	2.43	-8.00	-8.70	-3.82	-0.34
7x5	4.36	- 0.31	-10.50	0.10	-6.18	-7.36	-0.14	3.45
8x5	13.21	11.66	- 6.16	4.94	-4.40	-5.01	-0.18	3.42
8x7	8.98	5.48	- 5.28	5.93	-6.18	-7.94	-0.77	2.80

debido a sus altos valores de ACG y ACE, pudiéndose utilizar estos progenitores en programas de hibridación o en la formación de una variedad sintética.

Los valores de heterosis para días a inicio de floración muestran sólo ocho cruzas como las más precoces siendo éstas (5x2), (8x2), (4x3), (5x4), (7x4), (8x4), (8x5) y (8x7) con valores de -0.82, -1.66, -2.40, -2.90, -0.26, -7.41, -2.40 y -0.27 por ciento respectivamente; la variación de la más precoz a la más tardía fue de -7.41 por ciento (8x4) a 8.06 por ciento (4x1) en relación al progenitor medio. La variación para la heterobeltiosis fue de -8.86 por ciento (8x4) a 4.68 por ciento (4x1) en relación al mejor progenitor; las siguientes cruzas presentaron efectos de heterobeltiosis: (3x1), (5x1), (7x1), (4x2), (5x2), (8x2), (4x3), (5x3), (7x3), (8x3), (5x4), (7x4), (8x4), (8x5) y (8x7) con valores respectivos de -0.54, -1.06, -1.58, -1.56, -4.76, -4.83, -4.68, -1.06, -1.06, -0.54, -3.65, -1.04, -8.86, -3.17 y -1.06 por ciento. En heterosis útil en base al mejor híbrido (H-6240) sólo dos cruzas fueron más precoces: (8x2) y (8x4) con valores correspondientes de -0.55 y -1.68 por ciento. Ninguna craza presentó heterosis útil en base a la variedad, siendo ésta más precoz. La craza que presentó más precocidad en los tres casos fue la (8x4) debido a los buenos efectos de ACG de ambos progenitores.

Para altura de planta solo 10 cruzas presentaron porte más bajo en relación al progenitor medio. El rango de variación fue de -22.70 por ciento (8x7) a 39.79 por ciento (4x3). En cuanto a la heterobeltiosis, 13 cruzas fueron de porte más bajo que su mejor progenitor y el --

rango de variación fue de -26.40 a 30.57 por ciento para las cruzas -- (8x7) y (4x3) respectivamente. En cuanto a la heterosis útil en rela--- ción al mejor híbrido (H-6240) y a la variedad, todas las cruzas fueron de porte más bajo, y esto es muy importante con fines de aumentar el nú mero de individuos por unidad de superficie. La cruz a que presentó los mejores valores en los tres tipos de heterosis fue la (8x7).

En cuanto al diámetro de capítulo, solo cuatro cruzas presenta- ron menor diámetro que su respectivo progenitor medio, las restantes -- fueron mejor y el rango de variación fue de -8.84 a 31.32 por ciento en las cruzas (8x1) y (4x3) respectivamente. En la heterobeltiosis 14 cru- zas fueron de mayor diámetro que su respectivo mejor progenitor y la va riación fue de -10.06 a 26.08 por ciento en las cruzas (8x1) y (4x3); - en general la mayoría de las cruzas presentó efectos de heterosis y he terobeltiosis. En heterosis útil en base al mejor híbrido (H-6320), só- lo las cruzas (4x1), (7x2), (4x3) y (7x5) fueron superiores con valores respectivos de 0.50, 5.77, 2.98 y 12.42 por ciento. La heterosis en ba- se a la variedad reveló que ocho cruzas presentaron valores negativos, es decir no presentaron heterosis útil y el rango de variación fue de - -12.7 a 17.91 por ciento en las cruzas (8x1) y (7x5) respectivamente. - Cuatro cruzas presentaron valores positivos en los tres tipos de hetero sis: (4x1), (7x2), (4x3) y (7x5), y esto se debió a una buena ACE o una buena ACG en uno o ambos progenitores. Estas cruzas pueden incluirse en la formación de híbridos triples o dobles, o bien algunos de estos pro- genitores, se puedan recombinar para formar una población con buen diá- metro de capítulo.

En el peso de 100 semillas cinco cruzas no presentaron efectos positivos de heterosis, las restantes superaron a su correspondiente progenitor medio y el rango de variación fue de -29.33 a 29.54 por ciento en las cruzas (2x1) y (7x3) respectivamente. En heterobeltiosis nueve cruzas no superaron a su mejor progenitor y el rango de variación fue -21.54 a 26.66 por ciento en las cruzas (8x5) y (7x3) respectivamente. En la mayoría de las cruzas se presenta efectos positivos de heterosis y heterobeltiosis. Se observa heterosis útil en base al mejor híbrido (H-6240) en diez cruzas y la variación fue de -19.78 por ciento (5x4) a 21.58 por ciento (8x3).

Se tiene heterosis útil en base a la variedad en sólo tres cruzas, siendo éstas (4x2), (7x2) y (8x3) con valores respectivos de 0.50, 2.13 y 10.81 por ciento. Estas mismas cruzas presentaron valores positivos para los tres tipos de heterosis.

En el porcentaje de semilla vana, trece cruzas para H y quince para HB exhiben menor porcentaje de semilla vana, siendo el rango de variación para la heterosis de 66.25 a -41.86 por ciento para las cruzas (5x2) y (2x1) respectivamente, para la heterobeltiosis el rango de variación fue de 17.45 por ciento (5x2) a -52.88 por ciento (7x1). En cuanto a las heterosis útil, ninguna de las cruzas mostró menor porcentaje de semilla vana que el mejor híbrido (H-6320) o la variedad.

Para el porcentaje de aceite la H, HB, HU-1 y HU-2 se manifestó positivamente en 20, 17, 1 y 15 cruzas respectivamente. La cruz (8x3) es la que presenta los valores más altos en los tres tipos de



heterosis, debido a que ambos progenitores tienen buena ACG y juntos - tienen buena ACE. El rango de variación en H es de -4.57 a 21.83 por ciento en las cruzas (7x2) y (8x3); para la HB el rango de variación de -4.91 a 19.63 por ciento para las cruzas (7x2) y (8x3) respectivamente; para la HU-1 (H-3617) el rango de variación es de -15.80 a 0.53 por ciento en las cruzas (4x1) y (8x3) y para HU-2 el rango varió de -5.83 por ciento (4x1) a 12.83 por ciento (8x3). La mayoría de las cruzas superaron en porcentaje de aceite al progenitor medio, mejor progenitor y a la variedad, y sólo una cruza superó al mejor híbrido (H-3617) el cual es triple y liberado comercialmente, por lo que sería interesante observar la cruza (8x3) formando parte de un híbrido triple o doble.

Con respecto al porcentaje de proteína no se observó heterosis ni heterobeltiosis, siendo mejor los progenitores como líneas "per se"; en cuanto a HU-1 (H-6320) y HU-2, 4 y 18 cruzas respectivamente presentaron heterosis útil, siendo el rango de variación en HU-1 de -5.26 -- por ciento (8x1) a 3.96 por ciento (7x2), para HU-2 el rango de variación fue de -1.84 por ciento (8x1) a 7.72 por ciento (7x2).

El Cuadro 4.33 muestra los valores de la heterosis (H), heterobeltiosis (HB), heterosis útil en base al mejor híbrido (HU-1) y a la variedad (HU-2) para las cruzas recíprocas (bajo riego).

En relación al rendimiento se observa que 11 cruzas para H, 4 para HB, 4 para HU-1 y 7 para HU-2 exhiben valores positivos. Para H - el rango varió de -52.70 a 75.41 por ciento para las cruzas (4x5) y --

Cuadro 4.33 Heterosis (H), heterobeltiosis (HB) y heterosis útil en base al mejor híbrido (HU-1) y a la variedad (HU-2) en por ciento para diferentes características agronómicas en las cruzas recíprocas evaluadas en Buenavista, Coah. (bajo riego).

Cruza	Rendimiento				Inicio de floración				Altura de planta			
	H	HB	HU-1	HU-2	H	HB	HU-1	HU-2	H	HB	HU-1	HU-2
	7x8	12.15	- 1.70	- 4.15	4.84	-0.80	-1.58	4.50	6.89	- 8.44	-12.83	-32.68
5x8	-39.40	-40.70	-39.00	-33.33	-0.27	-1.06	5.05	7.46	- 0.16	- 8.55	-29.38	-13.94
4x8	- 3.36	- 6.26	- 8.58	0.00	4.22	2.60	10.66	13.20	- 9.08	-21.75	-39.57	-26.37
3x8	20.40	-12.78	-14.95	- 6.95	0.81	0.00	4.50	6.89	2.67	-16.51	-35.33	-21.44
2x8	-23.67	-25.13	-24.09	-16.96	5.55	2.14	6.74	9.18	- 7.66	-16.88	-35.82	-21.80
1x8	4.49	-12.50	-14.68	- 6.66	1.64	0.00y	4.50	6.89	- 1.90	-18.14	-36.78	-22.97
5x7	-10.70	-23.45	-21.32	-13.93	0.52	0.52	6.74	9.18	- 1.27	- 5.22	-33.82	-19.36
4x7	5.70	- 4.83	-12.74	- 4.54	6.03	5.20	13.48	16.08	4.53	- 6.03	-34.40	-20.05
3x7	75.41	40.00	2.77	12.42	0.00	-1.58	4.50	6.70	28.67	8.90	-23.97	- 7.35
2x7	25.83	8.47	9.97	20.30	3.02	-1.06	5.05	7.46	5.40	- 0.65	-30.63	-15.47
1x7	48.80	40.37	3.04	12.72	2.97	0.52	6.74	9.18	4.54	- 9.05	-36.50	-22.62
4x5	-52.70	-55.25	-54.00	-49.69	3.93	3.12	11.24	13.80	-13.30	-19.06	-48.00	-36.64
3x5	-11.53	-36.92	-35.18	-29.09	1.06	-0.61	5.61	8.03	5.41	- 7.62	-40.66	-27.68
2x5	-37.58	-38.00	-36.28	-30.30	4.13	0.00	6.18	8.62	19.74	17.46	-24.54	- 8.05
1x5	24.42	1.61	4.43	14.24	2.44	0.00	6.18	8.62	25.40	13.12	-27.33	-11.45
3x4	20.24	-11.17	-18.55	-10.90	1.87	-0.51	7.31	9.77	22.93	14.82	-36.04	-22.06
2x4	-43.44	-46.17	-45.42	-40.30	2.18	-2.60	5.05	7.46	16.82	11.05	-31.37	-16.37
1x4	-11.15	-24.16	-30.47	-23.93	4.83	1.56	9.55	12.06	13.00	8.90	-39.95	-26.09
2x3	13.74	-38.25	-37.39	-31.51	5.88	3.27	6.18	8.62	14.89	2.40	-36.73	-22.90
1x3	5.85	-11.48	-42.38	-36.96	4.13	3.27	6.18	9.62	13.89	10.25	-43.05	-30.60
1x2	14.80	- 5.73	- 4.43	4.54	9.03	7.21	8.42	10.91	11.94	2.76	-36.50	-22.62

Cruza	Diámetro de capítulo				Peso de 100 semillas				Porcentaje de semilla vana			
	H	HB	HU-1	HU-2	H	HB	HU-1	HU-2	H	HB	HU-1	HU-2
	7x8	12.52	10.06	1.86	6.84	48.14	23.07	43.88	31.14	-22.51	-31.48	17.90
5x8	- 0.82	- 2.89	- 6.21	- 1.62	- 0.36	-16.46	- 2.33	-10.98	35.45	- 5.60	62.44	54.76
4x8	30.83	23.15	13.97	19.54	12.45	- 8.30	7.20	- 2.30	- 5.80	- 5.81	62.40	54.41
3x8	18.74	7.58	- 0.43	4.43	9.09	- 7.70	7.91	- 1.64	-36.45	-39.22	4.60	- 0.35
2x8	- 0.43	- 0.93	- 7.40	- 2.64	2.13	- 4.15	12.05	2.13	-12.97	-15.00	46.28	39.37
1x8	13.13	11.61	3.30	8.33	- 2.01	-10.30	4.85	- 4.42	-38.01	-48.66	34.15	27.82
5x7	6.04	1.60	- 1.86	2.93	8.04	6.81	-15.46	- 4.42	50.00	12.98	49.40	42.34
4x7	19.27	14.66	1.50	6.45	38.80	35.38	4.85	- 4.42	1.35	-10.35	54.17	46.90
3x7	32.30	22.31	8.26	13.55	37.72	34.66	9.00	- 0.65	5.10	- 3.21	52.06	44.88
2x7	25.90	12.82	5.46	10.61	33.20	16.84	19.78	9.18	- 7.77	-18.70	33.42	27.12
1x7	20.70	19.65	7.76	13.03	31.13	17.77	14.38	4.26	-34.62	-50.74	28.46	22.40
4x5	1.04	- 6.75	- 9.93	- 5.53	2.58	- 0.90	-21.58	-28.52	44.64	38.38	138.00	126.77
3x5	1.33	- 9.90	-12.98	- 8.73	16.85	15.55	- 6.47	-14.75	62.02	15.95	82.18	73.57
2x5	5.81	- 7.33	-10.50	- 6.12	13.46	0.52	3.05	- 6.06	65.00	16.56	91.27	82.23
1x5	24.32	20.12	16.02	21.70	19.60	8.51	5.40	- 3.93	-15.03	-46.47	39.57	32.98
3x4	35.44	30.03	6.21	11.40	43.25	36.88	10.80	0.98	4.57	0.03	72.08	63.95
2x4	2.34	- 4.11	-10.37	- 6.00	- 9.60	-22.28	-20.32	-27.37	16.61	13.93	95.95	86.70
1x4	17.97	12.48	1.30	6.25	16.42	2.40	- 0.54	- 9.34	- 9.90	-25.24	94.94	85.73
2x3	21.76	9.83	2.67	7.68	9.80	- 1.75	0.72	- 8.20	7.03	4.75	71.90	63.77
1x3	17.60	7.86	- 2.85	1.88	1.01	- 7.40	-10.07	-18.03	-15.93	-32.64	75.66	67.36
1x2	15.40	13.28	6.00	11.07	3.78	1.05	3.60	- 5.53	-20.00	-34.82	70.00	61.94

	Porcentaje de aceite				Porcentaje de proteína			
	H	HB	HU-1	HU-2	H	HB	HU-1	HU-2
7x8	4.82	1.46	- 8.89	1.90	-5.83	- 7.60	-0.40	3.18
5x8	9.46	7.96	- 9.27	1.47	-3.19	- 3.81	-1.07	4.72
4x8	8.20	4.21	-12.43	-2.05	-9.81	-10.50	-5.71	2.30
3x8	11.75	9.73	- 7.80	3.13	-1.71	- 1.93	1.74	5.41
2x8	5.26	1.53	- 8.17	2.70	-8.41	- 9.75	-3.56	-0.07
1x8	10.52	10.46	- 7.07	3.93	-5.41	- 6.12	-1.11	2.46
5x7	1.54	- 3.00	-12.91	-2.60	-2.87	- 4.09	3.37	7.10
4x7	5.20	- 1.81	-11.83	-1.40	-7.86	- 8.91	-1.81	1.73
3x7	9.07	3.72	- 6.86	4.17	-6.37	- 8.32	-1.18	2.38
3x2	7.46	7.08	- 3.15	8.31	-5.96	- 6.36	0.92	4.57
1x7	5.48	2.15	- 8.27	2.30	-5.04	- 6.12	1.18	4.84
4x5	1.45	- 0.96	-19.05	-9.46	-7.52	- 7.64	-2.70	0.80
3x5	7.80	7.31	-12.30	-1.90	-5.66	- 6.46	-1.70	1.84
2x5	2.38	- 2.53	-11.86	-1.41	-5.84	- 6.62	-0.22	3.38
1x5	15.71	14.07	- 4.04	7.32	-8.09	- 8.20	-3.30	0.19
3x4	16.38	14.11	- 7.58	3.37	-9.08	- 9.96	-5.45	-1.72
2x4	3.53	- 3.67	-12.88	-2.56	-3.68	- 4.37	2.18	5.88
1x4	2.31	- 1.50	-17.14	-7.32	-8.80	- 8.80	-3.93	-0.46
2x3	2.77	- 2.60	-11.90	-1.47	-4.37	- 5.97	0.48	4.11
1x3	- 2.47	- 4.30	-19.48	-9.94	-5.17	- 6.09	-1.07	2.50
1x2	5.97	2.27	- 7.50	3.45	-9.45	-10.10	-3.93	-0.46

(3x7) respectivamente, esta última cruza tiene buena ACE. El rango de variación para HB es de -55.25 por ciento (4x5) a 40.37 por ciento (1x7). La cruza (4x5) tiene valores negativos de H y HB siendo esperado estos resultados ya que ambos progenitores tienen negativa ACG y negativa ACE. El rango de variación de HU-1 (H-6320) es de -54.0 a 9.97 por ciento respectivamente para las cruzas (4x5) y (2x7), para HU-2 el rango varió de -49.69 a 20.30 por ciento en las cruzas (4x5) y (2x7). La cruza (2x7) tiene buen valor de ACE y el progenitor E-2 tiene el más alto valor de ACG. Las siguientes cruzas presentaron valores positivos para los tres tipos de heterosis: (3x7), (2x7), (1x7) y (1x5).

Con respecto a inicio de floración solo 2 y 7 cruzas respectivamente para H y HB presentaron más precocidad. El rango de H varió de -9.03 por ciento (1x2) a -0.80 por ciento (7x8). En HB el rango varió de 7.21 a -1.58 por ciento para las cruzas (2x1) y (7x8). No se presentaron casos de HU-1 (H-6240) ni de HU-2.

En lo referente a altura de planta, 7, 12, 21 y 21 cruzas presentaron heterosis de porte más bajo para H, HB, HU-1 y HU-2. La variación en H es de 28.67 a -9.08 por ciento en las cruzas (3x7) y (4x8) respectivamente; en HB la variación es de 14.82 a -21.75 por ciento para las cruzas (3x4) y (4x8); la cruza (4x8) obtuvo las heterosis más bajas debido a los bajos valores de ACG de cada progenitor. Tanto en HU-1 (H-6240) como en HU-2 las cruzas presentaron heterosis negativas, siendo por lo tanto de menor altura que los híbridos o la variedad y anteriormente ya se mencionó la ventaja de esto.

En el diámetro de capítulo la heterosis se manifestó positivamente en 19 cruzas para H, 15 para HB, 12 para HU-1 y 15 para HU-2. Los rangos de variación relativo a cada tipo de heterosis son en H de -0.82 por ciento (5x8) a 35.44 por ciento (3x4), en HB de -9.90 por ciento (3x5) a 30.03 por ciento (3x4), en HU-1 (H-6320) de -12.98 por ciento (3x5) a 16.02 por ciento (1x5) y en HU-2 de -8.73 por ciento (3x5) a 21.70 por ciento (1x5). Como el objetivo de los programas de hibridación es obtener heterosis útil, entonces podemos señalar a la cruz (1x5) como la más sobresaliente debido a su alto valor de ACE.

En relación al peso de 100 semillas la H, HB, HU-1 y HU-2 se manifestó positivamente en 18, 12, 14 y 5 cruzas respectivamente. Las cruzas (7x8), (2x7), (1x7) y (3x4) manifestaron los valores más altos y positivos en las tres formas de heterosis.

En el porcentaje de semilla vana, los valores negativos indican bajos porcentajes de semilla vana, así, la H se manifestó negativamente en 11 cruzas y la HB en 14, indicando que poseen menos porcentaje de semilla vana que el progenitor medio y que el progenitor superior. Con respecto a HU-1 (H-6320) y HU-2, las cruzas no superaron al mejor híbrido ni a la variedad.

Para el porcentaje de aceite se manifestaron valores positivos de H en 20 cruzas, para HB en 13 y para HU-2 en 11. No hubo valores positivos para HU-1 (H-3617). La cruz (1x5) presentó los valores más altos y positivos para H, HB y HU-2 debido a su alta ACE y a que el progenitor E-1 posee una alta ACG.

En el porcentaje de proteína no hubo valores positivos de H y - HB, indicando que los progenitores tienen mayor porcentaje de proteína que en sus cruzas. En relación a HU-1 (H-6320) y HU-2, 7 y 17 cruzas manifestaron valores positivos.

Los valores de H, HB, HU-1 y HU-2 de las cruzas directas (bajo temporal) se muestran en el Cuadro 4.34.

Para el rendimiento se manifestaron valores positivos para H, - HB, HU-1 y HU-2 en 14, 9, 1 y 2 cruzas respectivamente. En H el rango - varió de -37.43 por ciento (3x1) a 131.16 por ciento (7x1). Para HB el rango de variación es de -52.68 por ciento (4x3) a 106.97 por ciento -- (7x1). Para HU-1 (H-6240) la única crusa con valor positivo fue la (7x1) con 11.25 por ciento. En HU-2 dos cruzas presentaron valores positivos la (7x1) y (8x2) con valores respectivos de 18.66 y 4.00 por ciento. -- Tanto la crusa (7x1) como la (8x2) poseen buenos valores de ACE y cada uno de los cuatro progenitores poseen buena ACG.

En el peso de 100 semillas se manifestó valor positivo en 15, 9, 1 y 1 cruzas asociadas con H, HB, HU-1 y HU-2. El rango de variación en H es de -19.72 a 23.58 por ciento en las cruzas (3x2) y (8x4) respectivamente; en HB el rango varió de -21.52 por ciento (3x2) a 14.61 por -- ciento (7x1). Sólo la crusa (8x2) manifestó valores positivos en los - tres tipos de heterosis por poseer buena ACE y buena ACG en el progenitor E-2.

El Cuadro 4.35 muestra los valores de H, HB, HU-1 y HU-2 de las -

Cuadro 4.34 Heterosis (H), heterobeltiosis (HB) y heterosis útil en base al mejor híbrido (HU-1) y a la variedad (HU-2) en por ciento para las cruzas directas evaluadas en Buenavista, Coah. (bajo temporal).

	Rendimiento						Peso de 100 semillas			
	H		HB		HU-2		H	HB	HU-1	HU-2
2x1	12.07	- 4.13	-27.50	-22.66	10.97	7.98	-10.85	-11.53		
3x1	-37.43	-39.78	-65.00	-62.66	-11.42	-15.69	-27.13	-27.69		
3x1	- 5.26	-37.20	-66.25	-64.00	- 7.23	-15.63	-34.10	-34.61		
5x1	- 5.00	-33.72	-64.37	-62.00	- 5.94	-15.63	-34.10	-34.61		
7x1	131.16	106.97	11.25	18.66	18.36	14.65	- 4.45	- 5.20		
8x1	1.77	0.00	-46.25	-42.66	6.23	- 0.64	-10.85	-11.53		
3x2	-22.42	-31.40	-48.12	-44.66	-19.72	-21.52	-32.17	-32.69		
4x2	20.80	-25.61	-43.75	-40.00	9.25	- 3.05	-19.96	-20.57		
5x2	17.41	-24.79	-43.12	-39.33	12.60	- 1.40	-18.60	-19.23		
7x2	-17.46	-35.33	-51.25	-48.00	3.50	3.02	-14.14	-14.80		
8x2	52.94	28.92	- 2.50	4.00	16.98	12.41	0.77	0.00		
4x3	-27.27	-52.68	-72.50	-70.66	2.06	-11.21	-23.25	-23.84		
5x3	22.83	-16.12	-51.25	-48.00	- 2.61	-16.36	-27.71	-28.26		
7x3	-21.73	-32.25	-60.62	-58.00	-15.52	-17.04	-28.29	-28.84		
8x3	22.72	16.12	-32.50	-28.00	3.41	1.51	- 8.91	- 9.61		
5x4	22.58	11.76	-76.25	-74.66	2.46	0.90	-35.46	-35.96		
7x4	79.16	26.47	-46.25	-42.66	13.94	0.69	-16.08	-16.73		
8x4	101.80	34.93	-30.00	-25.33	23.58	5.83	- 5.03	- 5.76		
7x5	76.47	32.35	-43.75	-40.00	2.93	-10.23	-25.19	-25.76		
8x5	21.36	-14.45	-55.62	-52.66	8.81	- 8.00	-17.44	-18.07		
8x7	64.23	49.39	-22.50	-17.33	5.93	2.15	- 8.33	- 9.03		



Cuadro 4.35

Heterosis (H), heterobeltiosis (HB) y heterosis útil en base al mejor híbrido (HU-1) y a la variedad (HU-2) en por ciento para las cruzas - recíprocas evaluadas en Buenavista, Coah. (bajo temporal).

	Rendimiento							
	P 100 S		H		HU-2			
	H	HB	HU-1	HU-2	H	HB	HU-1	HU-2
7x8	65.56	50.60	-21.87	-16.66	43.33	38.22	24.03	23.07
5x8	16.23	-18.07	-57.50	-54.66	2.17	-13.60	-22.48	-23.07
4x8	22.52	-18.07	-57.50	-54.66	4.16	-10.79	-19.96	-20.57
3x8	2.27	-3.22	-43.75	-40.00	9.13	7.12	-3.87	-4.61
2x8	-1.96	-17.35	-37.50	-33.33	8.66	4.31	-6.39	-7.11
1x8	47.92	45.34	-21.87	-16.66	-6.92	-12.95	-21.89	-22.50
5x7	-5.88	-29.41	-70.00	-68.00	-1.33	-13.93	-28.29	-28.84
4x7	-37.50	-55.88	-81.25	-80.00	0.78	-10.93	-25.77	-26.34
3x7	45.34	25.80	-26.87	-22.00	6.39	4.48	-9.68	-10.38
2x7	79.89	40.49	6.25	13.33	27.57	29.97	5.81	5.00
1x7	64.93	47.67	-20.62	15.33	8.76	5.34	-12.20	-12.88
4x5	61.29	47.05	-68.75	-66.66	9.53	7.87	-31.00	31.53
3x5	-43.30	-61.29	-77.50	-76.00	-7.83	-20.85	-31.58	-32.11
2x5	63.87	4.95	-20.62	-15.33	13.40	-0.70	-18.02	-18.65
1x5	-16.66	-41.86	-68.75	-66.66	17.01	4.96	-18.02	-18.65
3x4	-60.33	-74.19	-85.00	-84.00	-15.97	-26.90	-36.82	-37.30
2x4	-12.75	-46.28	-59.37	-56.66	-9.25	-19.48	-33.52	-34.03
1x4	31.57	-12.79	-53.12	-50.00	16.23	5.70	-17.44	-18.07
2x3	-6.54	-17.35	-37.50	-33.33	-11.21	-11.21	-23.25	-23.84
1x3	-44.13	-46.23	-68.75	-66.66	-9.06	-13.45	-25.19	-25.76
1x2	-35.26	-44.62	-58.12	-55.33	18.21	15.02	-5.03	-5.76

cruzas recíprocas (bajo temporal).

En el rendimiento se manifestó la H, HB, HU-1 y HU-2 positivamente en 11, 7, 1 y 2 cruzas respectivamente. La craza (2x7) fue la única que manifestó valores positivos en los tres tipos de heterosis con valores respectivos de 79.89, 40.49, 6.25 y 13.33 por ciento para H, HB, HU-1 y HU-2, debido a que posee buena ACE y ambos progenitores poseen buena ACG.

El peso de 100 semillas se manifestó positivamente en 14, 10, 2 y 2 cruzas asociadas con H, HB, HU-1 y HU-2. Las cruzas (7x8) y (2x7) manifestaron valores positivos para los tres tipos de heterosis, debido a que poseen efectos positivos de ACG y ACE.

Los valores de H, HB, HU-1 y HU-2 de las cruzas directas (bajo riego y temporal) se muestran en el Cuadro 4.36.

El rendimiento se manifestó positivamente en 9 cruzas para H, 3 para HB, 2 para HU-1 y 1 para HU-2. En H el valor más alto fue de 42.33 por ciento en la craza (7x1) y el más bajo fue de -38.74 por ciento en la craza (5x4); en HB el rango varió de -42.07 a 39.75 por ciento en las cruzas (5x4) y (7x1) respectivamente. La mejor craza para los tres tipos de heterosis fue la (7x5) debido a su buena ACE y a que el progenitor E-7 posee el mejor efecto de ACG.

En el peso de 100 semillas se manifestaron efectos positivos en 18 cruzas para H, 10 para HB, 1 para HU-1 y 1 para HU-2, siendo la

Heterosis (H), heterobeltiosis (HB) y heterosis útil en base al mejor híbrido (HU-1) y a la variedad (HU-2) en por ciento a través de los ambientes riego y temporal en Buenavista, Coah. para las cruzas diagonales.

	Rendimiento					P 100 P				
	H	HB	HU-1	HU-2		H	HB	HU-1	HU-2	
2x1	12.15	- 6.99	- 1.31	- 5.83		7.73	4.81	- 2.61	- 7.61	
3x1	-22.80	-31.25	-51.96	-54.16		- 7.29	9.55	-20.52	-24.60	
4x1	-10.00	-15.00	-33.18	-36.25		- 2.02	-12.62	-23.13	-27.06	
5x1	- 6.07	-15.84	-25.76	-29.16		0.35	- 9.34	-20.33	-24.42	
7x1	42.33	39.75	1.31	- 3.33		16.53	11.46	- 2.05	- 7.07	
8x1	-12.99	-24.42	-28.38	-31.66		1.85	- 5.93	- 2.42	- 7.43	
3x2	-14.13	-34.97	-31.00	-34.16		- 1.26	- 6.22	-12.87	-17.34	
4x2	-19.14	-29.62	-25.32	-28.75		18.20	3.01	- 4.29	- 9.20	
5x2	-33.03	-38.68	-34.93	-37.91		8.65	- 4.21	-11.00	-15.57	
7x2	3.66	-12.75	- 7.42	-11.66		14.87	7.02	- 0.55	- 5.66	
8x2	-15.21	-19.75	-14.84	-18.75		1.13	- 4.13	- 0.55	- 5.66	
4x3	- 1.63	-16.66	-34.49	-37.50		13.20	3.34	-13.61	-18.05	
5x3	-11.92	-28.71	-37.11	-40.00		5.07	-2.90	-18.84	-23.00	
7x3	1.03	-11.44	35.80	-38.75		7.06	4.91	-12.31	-16.81	
8x3	19.88	- 5.52	-10.48	-14.58		14.14	3.05	6.90	1.41	
5x4	-38.74	-42.07	-48.90	-51.25		4.00	2.63	-27.23	-30.97	
7x4	10.98	6.66	-16.15	-20.00		21.25	12.80	- 9.51	-14.15	
8x4	0.75	- 7.83	-12.66	-16.66		13.82	- 5.21	- 1.67	- 6.72	
7x5	32.06	20.29	6.11	1.25		15.06	8.37	-13.05	-17.52	
8x5	-21.24	-23.96	-22.94	-31.25		0.00	-15.82	-12.68	-17.16	
8x7	2.34	- 9.67	-14.41	-18.33		8.11	- 4.13	- 0.55	- 5.66	

## CONCLUSIONES

1.- Se detectó una gran variabilidad genética para la mayoría de los caracteres tanto en cruzas directas como en las recíprocas y para el análisis combinado como en el individual. Esto es muy importante, ya que marca el punto de partida para un programa de mejoramiento.

2.- El análisis combinado a través de las tres localidades mostró diferencia altamente significativa en la ACG de altura de planta en ambos tipos de cruzas.

3.- En las cruzas directas la ACG y ACE mostró diferencias altamente significativas en inicio de floración, 50 por ciento de floración y porcentaje de aceite. Diferencias altamente significativas en la ACG para peso de 100 semillas, porcentaje de semilla vana y porcentaje de proteína. Diferencias altamente significativas en la ACE de altura de planta. Rendimiento y diámetro de capítulo no mostraron diferencias significativas para ACG y ACE.

4.- La varianza aditiva de las cruzas directas en el análisis individual como en el combinado riego-temporal fue predominante en rendimiento, peso de 100 semillas, porcentaje de semilla vana y porcentaje de proteína; en los restantes caracteres fue mayor la acción de la varianza no aditiva.

5.- Las cruzas recíprocas de los análisis individuales y del - combinado riego-temporal exhibió diferencias significativas o altamente significativas en la ACG y ACE de inicio de floración, peso de 100 semillas, porcentaje de aceite y porcentaje de proteína. Diferencias - altamente significativas en la ACG de rendimiento, 50 por ciento de -- floración y porcentaje de semilla vana. Diferencias significativas en la ACE de altura de planta. No diferencias significativas en ACG y ACE de diámetro de capítulo.

6.- Mayor influencia de la varianza aditiva, en análisis indi- viduales y combinado riego-temporal de las cruzas recíprocas, se pre-- sentó en rendimiento, inicio de floración, 50 por ciento de floracion, peso de 100 semillas y porcentaje de semilla vana. La varianza dominante predominó en altura de planta, diámetro de capítulo, porcentaje de aceite y porcentaje de proteína.

7.- Valores aceptables de heredabilidad en sentido estrecho - (bajo riego) en las cruzas directas expresaron los caracteres peso de 100 semillas (52.64 por ciento) y porcentaje de proteína (65.37 por -- ciento) y en las cruzas recíprocas los caracteres rendimiento, inicio de floración, 50 por ciento de floración y peso de 100 semillas con va lores respectivos de 40.0, 44.85, 42.86 y 41.00 por ciento. Tanto bajo temporal como en el combinado riego-temporal, el rendimiento y peso de 100 semillas en ambos tipos de cruzas, expresaron valores aceptables - de heredabilidad en sentido estrecho. Por lo tanto se considera que la selección sobre estos caracteres será efectivo.

8.- Se identificaron a las líneas E-2, E-4, E-5 y E-8 con los mayores rendimientos y E-1, E-2, E-7 y E-8 con los mejores porcentajes de aceite.

9.- Las cruzas directas 2x1, 7x2 y 7x5 presentaron los rendimientos más altos, y la 2x1, 3x2, 8x3, 8x7 y 5x4 los porcentajes más altos de aceite, tanto en riego como en temporal y en el combinado. En las cruzas recíprocas tanto en riego como en temporal y en el combinado, los rendimientos más altos fueron en las cruzas 3x7, 2x7, 1x7 y 1x5 y para mayor porcentaje de aceite las cruzas 2x7, 1x5 y 3x7.

10.- Los progenitores que intervienen en las cruzas de los puntos 8 y 9 se recomienda incluirlos en los programas de hibridación para la formación de cruzas superiores en rendimiento y porcentaje de aceite.

11.- Los mejores efectos de ACG considerando ambos tipos de cruzas bajo riego, temporal y en el combinado y para rendimiento, peso de 100 semillas y porcentaje de aceite se asociaron con las líneas E-1, E-2, E-7 y E-8, por lo tanto se recomiendan éstas para recombinarse y formar una variedad sintética con las características antes mencionadas.

12.- Las líneas que se comportan mejor como hembra y macho respectivamente en cruzas específicas y en base a su ACE son para rendimiento la 1x5, 7x5, 2x7 y 2x1, para peso de 100 semillas la 7x8, 3x4, 8x3 y 1x5, para porcentaje de aceite la 1x5, 3x4, 2x1, 8x3 y 5x4; ---

estas cruzas se recomienda utilizarlas específicamente como hembra y macho en la formación de híbridos, ya que en este sentido producen los mejores resultados.

13.- El rendimiento presentó correlación fenotípica positiva y significativa tanto en cruzas directas como en recíprocas con diámetro de capítulo, peso de 100 semillas y con el contenido de aceite sólo en cruzas recíprocas; correlación negativa y significativa con el porcentaje de semilla vana en ambos tipos de cruzas y con inicio de floración, 50 por ciento de floración y porcentaje de proteína en las cruzas recíprocas. El porcentaje de aceite se asoció positiva y significativamente solo en las cruzas recíprocas con altura de planta, diámetro de capítulo, peso de 100 semillas y porcentaje de semilla vana. Lo anterior quiere decir que se puede practicar selección indirecta para identificar genotipos superiores.

14.- En las correlaciones genotípicas el rendimiento se asoció positiva y significativamente en los dos tipos de cruzas con altura de planta, diámetro de capítulo, peso de 100 semillas y con el porcentaje de aceite solo en las cruzas recíprocas; se presentó correlación positiva y significativa del porcentaje de aceite en las cruzas recíprocas con altura de planta, diámetro de capítulo y peso de 100 semillas, por lo tanto existe la posibilidad de realizar selección simultánea para dos caracteres, sin embargo, la ganancia genética dependerá de los valores de heredabilidad en sentido estrecho de los dos caracteres.

15.- De las cruzas directas se identifica por sus efectos positivos en los tres tipos de heterosis para rendimiento la cruz 7x5, para diámetro de capítulo las cruzas 4x1, 7x2, 4x3 y 7x5; para peso de -- 100 semillas las cruzas 4x2, 7x2 y 8x3 y para porcentaje de aceite solamente la cruz 8x3. En las cruzas recíprocas para rendimiento sobresalen las cruzas 3x7, 2x7, 1x7 y 1x5; en el diámetro de capítulo los mejores efectos en los tres tipos de heterosis se presentaron en las cruzas 1x5, 4x8, 3x7, 3x4 y 1x7, en tanto que para el peso de 100 semillas las cruzas 7x8, 2x7, 1x7 y 3x4, y las cruzas 3x4, 1x5, 3x8, 1x8, 2x7 y 3x7 para porcentaje de aceite.

16.- Mejores promedios en rendimiento, diámetro de capítulo y - peso de 100 semillas presentaron las cruzas recíprocas, y en porcentaje de aceite el mejor promedio se asoció con las cruzas directas, en ambos casos debe sospecharse de la influencia de efectos maternos, por lo que se recomienda seguir analizando estos tipos de cruzas y determinar el - uso más apropiado de las líneas, ya sea como hembra o como macho.



## RESUMEN

Se evaluaron 21 cruzas directas y 21 cruzas recíprocas obtenidas del apareamiento dialélico entre siete líneas enanas de girasol, en tres localidades para altura de planta y diámetro de capítulo y en una de las tres localidades se evaluaron bajo riego para el rendimiento, inicio de floración; 50 por ciento de floración, altura de planta, diámetro de capítulo, peso de 100 semillas, porcentaje de semilla vana, porcentaje de aceite y porcentaje de proteína, y bajo temporal para rendimiento y peso de 100 semillas con el fin de estimar la aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE). El análisis se realizó bajo el método 4 modelo I de Griffing (1956). Simultáneamente se realizaron estimaciones de parámetros genéticos, correlaciones fenotípicas y genotípicas, y heterosis para lo cual se incluyeron cuatro testigos comerciales (tres híbridos y una variedad).

El experimento en el campo se estableció bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. El análisis de varianza de las cruzas directas mostró diferencias significativas en la ACG y ACE para inicio de floración, 50 por ciento de floración y porcentaje de aceite, y diferencias significativas en la ACG para peso de 100 semillas, porcentaje de semilla vana y porcentaje de proteína; la ACE fue significativa para altura de planta. No se encontraron diferencias significativas en la ACG y ACE para el rendimiento y diámetro de capítulo. Se determinó -

una mayor acción de la varianza aditiva para el rendimiento, peso de -- 100 semillas, porcentaje de semilla vana y porcentaje de proteína; para los restantes fue mayor la acción de la varianza de tipo no aditiva. En las cruzas recíprocas se detectó diferencias significativas en la ACG y ACE para inicio de floración, peso de 100 semillas, porcentaje de aceite y porcentaje de proteína. Diferencias significativas en la ACG de -- rendimiento, 50 por ciento de floración y porcentaje de semilla vana, y diferencias significativas en la ACE de altura de planta. El diámetro - de capítulo no mostró diferencias significativas en la ACG o ACE. Asi-- mismo en las cruzas recíprocas la varianza aditiva predominó en rendi-- miento, inicio de floración, 50 por ciento de floración, peso de 100 se millas y porcentaje de semilla vana; en altura de planta, diámetro de - capítulo, porcentaje de aceite y porcentaje de proteína fue mayor la - acción de la varianza no aditiva.

La proporción ACG:ACE en las cruzas directas mostró mayor magni-- tud a favor de la ACG para tres características y una proporción igual para las restantes siete características. En las cruzas recíprocas la - ACG fue mayor en cinco características y en las cuatro restantes se pre-- sentó igual.

Se estimaron valores aceptables de heredabilidad en sentido am-- plio para la mayoría de los caracteres en las cruzas directas (bajo rie go) con valores entre 41.83 y 81.06 por ciento; valores aceptables de - heredabilidad en sentido estrecho se obtuvieron para peso de 100 semi-- llas (52.64 por ciento), porcentaje de semilla vana (40.85 por ciento) y porcentaje de proteína (65.37 por ciento), lo cual indica que la ----

selección será efectiva en estos tres caracteres. En las cruzas recíprocas (bajo riego) todos los caracteres mostraron valores aceptables de heredabilidad en sentido amplio con valores entre 44.97 y 85.34 por ciento; el rendimiento, inicio de floración, 50 por ciento de floración, peso de 100 semillas y porcentaje de semilla vana presentaron buenos valores de heredabilidad en sentido estrecho con valores respectivos de 40.0, 44.85, 42.86, 41.0 y 71.55 por ciento.

Tanto bajo temporal como en el combinado riego-temporal y en ambos tipos de cruzas, el rendimiento y peso de 100 semillas mostraron valores aceptables de heredabilidad en sentido estrecho.

En los valores promedio (bajo riego), los testigos y progenitores superaron a las cruzas directas y recíprocas en rendimiento, sin embargo, hubo cruzas que presentaron muy buenos rendimientos como la 7x5, 3x7, 2x7, 1x7 y 1x5 con rendimientos de 3.96, 3.71, 3.97, 3.72 y 3.77 ton/ha respectivamente. En el porcentaje de aceite ambos tipos de cruzas presentaron mejor promedio que los progenitores, pero no mejor que los testigos; en el porcentaje de proteína ambas cruzas superaron a los testigos pero no a los progenitores. Tanto las cruzas directas como las recíprocas fueron más precoces y de menor altura que los testigos. Los valores promedio del rendimiento y peso de 100 semillas (bajo temporal) de ambos tipos de cruzas fueron mejores que en los progenitores, pero no mejor que en los testigos.

Los mejores efectos de ACG considerando ambos tipos de cruzas (bajo riego, temporal y combinado) se asociaron con las líneas E-1, E-2,

E-7 y E-8 para rendimiento, peso de 100 semillas y porcentaje de aceite, por lo tanto se identificaron como los mejores combinadores.

Algunas cruzas producen mejores resultados cuando se utilizan como cruzas directas que como recíprocas o viceversa, por lo tanto, y en base a los mejores efectos de ACE se identificaron las cruzas 1x5, 7x5, 2x7 y 2x1 como las mejores para rendimiento, la 7x8, 3x4, 8x3 y 1x5 para peso de 100 semillas y para el porcentaje de aceite la 1x5, 3x4, 2x1, 8x3 y 5x4. Estas líneas involucradas en la formación de estas cruzas, - deben de emplearse respectivamente como hembra y macho, ya que producen los mejores resultados, asimismo estos híbridos se deben seguir estu---diando para determinar la posibilidad de incluirlos en la formación de híbridos triples y dobles.

Existió correlación positiva y significativa tanto fenotípica como genotípicamente del rendimiento con sus dos componentes como son diámetro de capítulo y peso de 100 semillas y en ambos tipos de cruzas, con el porcentaje de aceite se correlacionó positiva y significativamente - sólo en las cruzas recíprocas, y correlación negativa y significativa - con el porcentaje de semilla vana. El porcentaje de aceite mostró correlación positiva y significativa con altura de planta, diámetro de capítulo y peso de 100 semillas en las cruzas recíprocas; estas correlaciones son de gran importancia, ya que existe la posibilidad de practicar selección indirecta.

Se detectó una gran fluctuación para los tres tipos de heterosis tanto en cruzas directas como en las recíprocas. En las cruzas directas

y para el rendimiento la cruza 7x5 mostró valores de 24.52, 6.74, 9.70, y 20.0 por ciento respectivamente para H. HB, HU-1 y HU-2. Para el inicio de floración la cruza 8x2 presentó los mejores valores de heterosis, para altura de planta todas las cruzas mostraron efectos deseables de HU-1 y HU-2, en el diámetro de capítulo los mejores valores de heterosis se asociaron con la cruza 7x5, para el peso de 100 semillas y porcentaje de aceite la cruza 8x3. La mayoría de las cruzas mostraron valores positivos de HU-2 para el porcentaje de proteína.

En las cruzas recíprocas los mejores valores de heterosis en sus tres formas para el rendimiento se asociaron con las cruzas 3x7, 2x7, 1x7 y 1x5. Valores deseables de HU-1 y HU-2 se presentó en todas las cruzas para altura de planta; en el diámetro de capítulo los mejores porcentajes de heterosis se presentaron en la cruza 1x5; para peso de 100 semillas en la cruza 7x8 y para el porcentaje de aceite en la 2x7, 3x7 y 1x5.



## LITERATURA CITADA

- Alba, O.A. y Llanos, C.M. 1990. El cultivo del girasol. Ed.Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 8-10.
- Allard, R.W. 1967. Principios de la mejora genética de las plantas. Ed. Omega. Barcelona, España. pp. 317-336.
- Amaya, C.A. 1960. Estudio sobre herencia de enanismo en trigo de primavera. Tesis profesional. ESAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila. p. 39.
- Angeles, A.A. 1982. Apuntes de genotecnia I. C.P. Chapingo, Texcoco, México. pp. 18-30.
- Baker, R.J. 1978. Issues in diallel analysis. *Crop.Sci.* 18 (4):533-536.
- Blum, A; D.F. Schertz; R.W. Toler; R.I. Welch; O.T. Rosendow; J.W. Jonh son and L.E. Clark. 1978. Selection for drought avoidance in -- sorghum using aerial infrared photography. *Agron. J.* 70: 472- - 477.
- Borodulina, A.A; Vaskoboinik, L.K; Shuetsova, V.P. 1981. Biological aspects of the expression of heterosis in sunflower. *Plant Bree-- ding Abstracts.* 54 (4-5):348.
- Brauer, O. 1980. Fitogenética aplicada. Ed.Limusa. México. pp.268-270.
- Crees, C.E. 1966. Heterosis of the hybrid related to gene frequency di-- fferences between two populations. *Genetics* 53: 269-274.
- Cronquist, A. 1984. Introducción a la botánica. Ed. Continental. México. p. 712.
- Díaz, Ch. L. E. 1985. Evaluación de familias de medios hermanos en gira sol (*Helianthus annus* L.). Estudios de parámetros genéticos y -- correlaciones entre características agronómicas de mayor impor-- tancia económica. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Salti-- llo, Coahuila. p. 27.
- Dilruba, B; Khan, M.S; Klaleque, M.A. 1988. Genetic and enviromental va-- riability in sunflower. *Plant Breeding Abstracts.* 59:554.
- Dua, R.P. and Yadava, T.P. 1985. Combining ability in sunflower. *Plant Breeding Abstracts.* 55:415.

- Dudley, J.W. and R.M. Moll. 1969. Interrelation and use on estimates of heritability and genetic variance in plant breeding. *Crop. Sci.* 9: 257-262.
- Falconer, D.S. 1970. *Introducción a la genética cuantitativa*. Ed. Continental. México. p. 365.
- Ficks, G.N. 1975. Heritability of oil content in sunflower. *Crop. Sci.* 15 (1): 77-78.
- Furedi, J. and Frank, J. 1981. Study on combining ability in sunflower lines and genetical analysis of combinations using the Griffing method. *Plant Breeding Abstracts*. 1982. 52 (5): 381.
- Gardner, C.O. and Eberhart, S.A. 1966. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics* 22: 439-452.
- Gardner, C.O. y J.H. Lonquist. 1966. Heterosis en cruza intervarietales de maíz. CIMMYT. Folleto de investigación No. 2. p. 12.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallelic crossing systems. *Austr. Jour. Biol. Sci.* 9: 463-493.
- Guzmán, M.E.E; Kuruvadi y D.J. Villanueva. 1987. Heterosis útil en girasol. Comuna, UAAAN. pp. 6-7.
- Hallauer, R.A. and Miranda, F.O. J.B. 1981. *Cuantitativa genetics in maize breeding*. Iowa State University. Press/Ames. USA. pp. 47-48.
- Hanson, W.D. and H.F. Robinson. 1963. Heritability is statistical genetics and plant breeding. *Washington National Acad. of Sci. National Res. Council*. pp. 125-140.
- Hayes, H.K; F.R. Immer and D.C. Smith. 1955. *Methods of plant breeding*, International Student Edition. N.Y. USA. pp. 284-285.
- Hayes, K.H. and I.J. Johnson. 1939. The breeding of improved selfed lines of corn. *Amer. Soc. Agron.* 31: 710-724.
- Hiorth, G.E. 1985. *Genética cuantitativa. I: fundamentos biológicos*. Universidad Nacional de Córdoba. Rep. Argentina. pp. 273-277.
- Kuruvadi, S. 1986. Utilidad de las correlaciones en el mejoramiento genético de los cultivos. Comuna. UAAAN. 129: 10-11.
- Kurivadi, S. y J.P. Meraz. 1990. Tiempo óptimo de crecimiento para estudiar sistema radical en frijol común. *Xilonen. UAEM. Toluca.* 1 (1): 77-92.
- Liu, G.S. and Leclercq, P. 1987. Influence of environment and genotype on the isomature character in sunflower. *Plant Breeding Abstracts*. 57:7 (6357).

- Martínez, G.A. 1976. Cruzamientos dialélicos. Revista Agrociencia No.23. pp. 12-15.
- Miller, J.F; Zimmerman, D.C; Vick, B.A. 1988. Genetic control of high oleic acid content in sunflower oil. Plant Breeding Abstracts. 58: 258 (2449).
- Naik, N.M; Pawar, B.B; Dumber, A.D. 1988. Heterosis in sunflower. Plant Breeding Abstracts. 59:5 (442).
- Poehlman, J.M. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. Ed. Limusa Wiley S.A. México, D.F. pp. 85-89.
- Ramírez, G.A. 1989. Aptitud combinatoria en 8 genotipos enanos de girasol (*Helianthus annuus* L.) y su comportamiento agronómico. Tesis profesional. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila. pp. 42-45.
- Robles, S.R. 1985. Producción de oleaginosas y textiles. Ed. Limusa. México. pp. 431-434.
- Rodríguez, C.F.G. 1987. Estudio de aptitud combinatoria y heterosis para diferentes características cuantitativas en frijol. Tesis - M.C. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila. p.43
- Sager Ruth. 1972. Cytoplasmic genes and organelles. Academic Press. -- N.Y. USA. p. 23.
- Sheriff, N.M; Appadural, R.R; Rangaswamy, M. 1985. Heterosis in varietal crosses of sunflower. Plant Breeding Abstracts. 57:2 (148).
- Singleton, W.R. 1949. Short corn can be good corn. What's new in crops and soils. 1: 22-24.
- Strickberger, M.W. 1978. Genética. 2da. Ed. Omega, S.A. Barcelona, España. pp. 316-318.
- Terbea, M. 1985. Photosynthetic productivity in various sunflower genotypes. Plant Breeding Abstracts. 55:53 (519).
- Tuberosa, R; Alba, E; Greco, I; Paradisi, V. 1982. Evaluation of combining ability in pure lines of sunflower. Plant Breeding Abstracts. 53:4 (306).
- Wellhausen, E.J. and Wortman, L.S. 1954. Combining ability of S1 and derived S3 or corn. Agron. Jour. 46: 86-89.
- Zazharskii, V.T; Mikhailova, A.P; Tyutyunnikova, V.I. 1981. Inheritance of oil content in achenes of first generation sunflower hybrids. Plant Breeding Abstracts. 55:4 (304).