

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



ANÁLISIS DIALÉLICO DE DOCE HÍBRIDOS COMERCIALES  
DE MAÍZ PARA SU CARACTERIZACIÓN GENÉTICA.

POR

S. LUIS GUEVARA IZQUIERDO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER

EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAH., MÉXICO

JUNIO DE 1998

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

División de agronomía

Departamento de Fitomejoramiento.

Análisis dialéctico de doce híbridos comerciales  
de maíz para su caracterización genética.

Por:

S. Luis Guevara Izquierdo

TESIS

Que somete a consideración de H. Jurado examinador como  
requisito parcial para obtener el título de ingeniero  
agrónomo en la especialidad de Fitotecnia

Aprobada por:

---

M.C. Humberto de León Castillo.  
**Presidente del jurado**

---

M.C. Alfredo de la Rosa Loera.  
**Sinodal**

---

Dr. Gaspar Martínez Zambrano.  
**Sinodal**

---

M.C. Mariano Flores Dávila.  
**Coordinador de la división de agronomía.**

Buenavista, Saltillo, Coah. México. Junio de 1998.

## DEDICATORIA

A **DIOS** por permitirme alcanzar mi primer meta en la vida, porque en todo momento siempre me amparo para realizarme como persona y profesionista.

### FRUTOS DE LA SABIDURIA

"Hijo, desde tu mocedad abraza la doctrina, y hasta el fin de tu vida tendrás sabiduría.

Como el que ara y siembra, aplícate a ella, y espera sus buenos frutos; puesto que te costará un poco de trabajo su cultivo: mas luego comerás de sus frutos.

¡Oh, cuán sumamente áspera es la sabiduría para los hombres necios! No permanecerá en su estudio el insensato.

Para éstos será como una piedra de prueba, que no tardarán en lanzarla de sus hombros.

Porque la sabiduría que adoctrina es como su nombre, y no es conocida de muchos; mas con los que la conocen persevera hasta la presencia de Dios.

Escucha hijo, y abraza una sabia advertencia, y no deseches mi consejo.

Mete tus pies en sus grillos, y tu cuello en su argolla.

Inclina tus hombros, y llévala a cuestras, y no te sean desabridas sus cadenas.

Arrímate a ella de todo tu corazón; y con todas tus fuerzas sigue sus caminos.

Búscala, que a ella se te manifestará; y en poseyéndola no la abandones;

Porque al fin hallarás en ella reposo, y se convertirá en dulzura.

Sus grillos serán para ti fuerte defensa y firme base, y sus argollas un vestido de gloria.

Pues la sabiduría es el resplandor de la vida, y sus ataduras una venda saludable.

De ella te revestirás como de un glorioso ropaje, y la pondrás sobre ti como corona de regocijo".

Ecles. 6:18-

32

A mi hija, **Diana Lizeth Guevara Tovar.**

Quien es el ser más valioso que tengo, porque mi vida es para ella, motivo por el cual debo superarme día a día y ofrecer lo mejor de mí, por ser la responsabilidad más hermosa que un padre puede tener.

A la memoria de mi abuelita materna:

Por haberme inculcado el amor a una disciplina tan bella como lo es la agronomía, con esa humildad y ardua manera de trabajar el campo; por toda aquella fuerza que siempre mostró aún en los momentos más difíciles de su vida D.E.P.

**Guadalupe Mendoza Cedeño ( † )**

A mi madre, **Hilda Izquierdo Mendoza.**

Por el enorme sacrificio realizado para superarme en la vida, su gran apoyo brindado durante toda mi carrera para mi formación, y por haber hecho de mí una persona de bien con el inmenso cariño que sólo una madre como ella sabe dar.

A mi abuelita paterna, **Marina Ortíz Gonzáles.**

Porque siempre me motivo a seguir adelante y por su ayuda para lograr una de mis metas en la vida, además de ser como una segunda madre para mí a quien siempre le estaré muy agradecido.

A mis hermanos: **R. Laura Guevara Izquierdo y Rafael Pelayo Izquierdo**

Quienes han compartido hermosos y amargos momentos en la vida conmigo, deseando que sigamos tan unidos como familia luchando por mejorar día a día.

A mis tías: **Laura Guevara Ortíz.**  
**Teresa Zamora Rebolledo.**  
**Angelina Izquierdo Mendoza.**

Por haberme motivado siempre a seguir adelante, por todos sus consejos y recomendaciones así como también su ayuda tanto económica como moral; a quienes les agradezco gran parte de mi formación como profesionista.

A mis primas:

**Tere**, por toda sinceridad y confianza en mí, además de ser una gran amiga.

**Oddethe**, por todo el tiempo que compartí contigo junto con tus padres.

**Erika, Nora y Vero**, por la ayuda incondicional que siempre me brindaron.

A mi esposa, **Gaby.**

Por traer una beba tan hermosa al mundo, por todo el amor y comprensión que me ha dado y por ser una gran madre, además de su incansable lucha por superación.

A mi suegro, **Guillermo Tovar Zamora**.

Por toda la ayuda brindada sin pedir nada a cambio, porque gran mérito en la realización de este trabajo es gracias a él; por ser una persona digna de respetarse que siempre se mostró paciente y atento, además de ser un extraordinario abuelo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al M.C. **Humberto de león Castillo**.

Por permitirme realizar este trabajo de investigación, además de compartir sus conocimientos y comentarios como maestro y amigo en el presente trabajo, por concederme desinteresadamente gran parte de su valioso tiempo en el asesoramiento, así como también su apoyo y supervisión durante el desarrollo de la presente investigación, reiterándole mis más sinceras gracias.

Al M.C. **Alfredo de la Rosa Loera**.

Por su constante asesoría y supervisión en lo estadístico e importante participación desinteresada para la realización de esta tesis, así como también sus oportunas sugerencias y comentarios.

Al Dr. **Gaspar Martínez Zambrano**.

Por sus importantes aportaciones y sugerencias brindadas en el transcurso de la elaboración del presente trabajo de investigación, por permitirme parte de su valioso tiempo en la revisión y comentarios de esta tesis.

Al **Instituto Mexicano del Maíz** “Dr. Mario E. Castro Gil” a todo su personal técnico y de campo que contribuyeron de alguna manera directa e indirecta en la realización de este trabajo de investigación.

A mis amigos y compañeros de la **Generación LXXXIV**, en especial aquellos de la primera sección de la especialidad de Fitotecnia que siempre recordare y a

quienes por causa ajena a mi voluntad no menciono, pero que de igual forma influyeron en mi formación.

A Mi “ALMA TERRA MATER” por haberme brindado la oportunidad de formarme en sus aulas y realizarme como ingeniero Agrónomo Fitotecnista.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
DEDICATORIAS.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Antecedentes históricos.....	4
2.2 Hibridación en maíz.....	4
2.3 Uso de cruzas dialélicas.....	5
2.4 Uso de cruzas entre híbridos comerciales.....	7
2.5 Aptitud combinatoria.....	10
2.6 Patrones heteróticos.....	13
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
3.1 Material genético.....	15
3.2 Descripción del área de estudio.....	16
3.3 Metodología previa a la evaluación.....	17
3.4 Descripción de las parcelas experimentales.....	17
3.5 Labores culturales.....	18
3.5.1 fertilización empleada.....	19
3.5.2 Aplicación de riegos.....	19
3.6 Variables evaluadas.....	19

3.6.1 Días a flor macho.....	19
3.6.2 Días a flor hembra.....	20
3.6.3 Altura de planta.....	20
3.6.4 Altura de mazorca.....	20
3.6.5 Acame de raíz.....	20
3.6.6 Acame de tallo.....	21
3.6.7 Mala cobertura.....	21
3.6.8 Mazorcas podridas.....	21
3.6.9 Peso de campo.....	21
3.6.10 Rendimiento.....	22
3.6.10.1 Factor de conversión.....	22
3.7 Análisis dialélico.....	23
3.7.1 ANVA individual.....	24
3.7.2 ANVA combinado.....	26
3.8 Estimación de parámetros genéticos.....	28
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>30</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>
RESUMEN.....	52
LITERATURA CITADA.....	54

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Pag.</b>
3.1 Materiales genéticos utilizados.....	15
3.2 Características de las parcelas de cada una de las localidades de evaluación.....	18
3.3 Cuadro de análisis de varianza dialélico método IV Griffing 1956.....	24
3.4 Cuadro del análisis de varianza combinado.....	26
4.1 Cuadrados medios de los análisis de varianza individual para la localidad de Celaya, Gto.....	30
4.2 Cuadrados medios de los análisis de varianza individual para la localidad de Sandia, N.L.....	32
4.3 Cuadrados medios de los análisis de varianza combinado a través de dos ambientes, uno en Celaya, Gto. y otro en Sandia, N.L.....	34
4.4 Estimados de aptitud combinatoria general (ACG) de 12 híbridos comerciales de maíz en dos ambientes, uno en Celaya, Gto. y otro en Sandia, N.L.....	38
4.5 Estimados de aptitud combinatoria general (ACG) entre 12 híbridos comerciales de maíz en dos ambientes, uno en Celaya y otro en Sandia, N.L.....	41
4.6 Concentración del comportamiento agronómico (ACE) de las mejores cruzas evaluadas en Celaya, Gto. y Sandia, N.L.....	45
4.7 Rendimiento, heterosis de rendimiento y otras características agronómicas de 66 cruzas y 12 progenitores evaluados en Celaya, Gto. y Sandia, N.L., en el año de 1997.....	47

# I. INTRODUCCIÓN

Debido a las demandas de una población creciente, es necesario desarrollar materiales mejorados de maíz con rendimientos superiores a los crecimientos de las poblaciones actuales; para lo cual también es necesario utilizar metodologías efectivas en el mejoramiento del maíz.

En todo programa de mejoramiento genético, la elección de germoplasma es una de las decisiones más importantes que el mejorador debe de tomar en cuenta, ya que puede ser determinante en el éxito del programa.

El empleo en mejoramiento genético de plantas de los experimentos de cruza dialélicas constituyen una útil herramienta para estimar ciertos parámetros importantes, determinantes en la descripción de la variación de diferentes caracteres de las poblaciones en estudio.

Los diseños dialélicos han sido usados más que cualquier otro método de apareamiento para estimar la habilidad combinatoria y por lo tanto para la selección de mejores progenitores.

Con este tipo de diseños se persigue la selección de padres para la formación de combinaciones híbridas, esto es, para producir híbridos y predecir su comportamiento o bien para constituir un nuevo germoplasma.

Una manera de reunir mayor y selecta diversidad genética en el germoplasma básico de cualquier programa es utilizando líneas elite, cruzas simples y diferentes materiales liberados por compañías semilleras distintas.

En este estudio se realizó un dialélico entre doce híbridos comerciales liberados para el bajío mexicano, en dicho trabajo se estimaron los efectos genéticos de los híbridos y la información analizada se utilizó para caracterizar agronómicamente materiales utilizables como fuente de germoplasma para la generación de nuevos híbridos en los programas de mejoramiento genético.

## **OBJETIVOS**

- Detectar los mejores híbridos por su habilidad para combinarse con otros, en base al dialélico, y poder así incluirlos en el germoplasma básico del programa del bajío del I.M.M. con todos los efectos favorables que esto desencadenaría.
- Identificar cruzas de alto potencial agronómico y con tendencias a transmitir esas características a sus generaciones avanzadas.

## **HIPÓTESIS**

- Se espera que las cruzas posibles entre los materiales bajo evaluación, posean diferentes efectos de aptitud combinatoria, para así solo elegir aquel ó aquellos más adecuados.
- El constituir una población o pool genético a partir de líneas, cruzas simples y/o híbridos comerciales adaptados a una región específica, permitirá que exista poca carga genética y alta tolerancia a la endogamia en la misma, además de que la expectativa o probabilidad de derivar líneas elite es alta.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### **2.1 Antecedentes históricos**

La selección del maíz efectuada por el hombre a través de varios siglos en ambientes diversos ha producido una gran variabilidad genética en esta especie.

En todo programa de mejoramiento genético, la elección de germoplasma es una de las decisiones más importantes que el mejorador debe de tomar en cuenta, ya que puede ser determinante en el éxito del programa.

## **2.2 Hibridación en maíz**

Desde que Shull y East sugirieron la utilización de híbridos en escala comercial, se han obtenido millones de líneas autofecundadas; sin embargo, muy pocas líneas han sido sobresalientes para intervenir como progenitores híbridos.

El problema no es la obtención de líneas de determinado cultivo alógamo, sino la evaluación y selección de las más sobresalientes.

Hallauer (1993) indica que el mejoramiento del maíz incluye dos componentes de igual importancia, 1) elección de germoplasma, y 2) desarrollo de líneas para su uso en híbridos.

Numerosos autores han aportado evidencias sobre lo deseable de combinar germoplasma de diferente origen genético para aprovechar la heterosis debida a la diversidad genética (Coutiño, 1982 y Gómez *et al.* 1988; entre otros).

## **2.3 Uso de cruzas dialélicas.**

Se denominan cruza dialélicas las cruza simple que pueden realizarse con un conjunto básico de progenitores, cuyas características se determinan a través de su descendencia. Fue así como Sprague y Tatum (1942) establecieron las pruebas de Habilidad Combinatoria General (ACG) y Habilidad Combinatoria Específica (ACE). Definieron la ACG como el comportamiento de una línea en combinaciones híbridas, y la ACE como los casos en los cuales ciertas combinaciones lo hacen mejor (o peor) en base al comportamiento promedio de las líneas envueltas (rendimiento relativo de cada cruza específica).

Griffing (1956) define el concepto de cruza dialélicas como el procedimiento en el cual un grupo de P líneas o padres son usados en cruzamientos, los que pueden ser también representados en una matriz de P x P elementos. Propone cuatro métodos dialélicos, cuyo uso dependerá del material incluido en el análisis:

Método I, cuando se incluyen los padres, cruza directas y recíprocas, es decir,  $P^2$  combinaciones.

Método II, incluye sólo los padres y las cruza directas, resultando así  $\frac{1}{2} P (P+1)$  combinaciones.

Método III, incluye cruza directas y  $F_1$  recíprocas, es decir  $P(P-1)$  combinaciones.

Método IV incluye sólo las  $F_1$  directas, es decir,  $P(P-1)/2$  combinaciones.

Los métodos III y IV son denominados dialélicos modificados, ya que no incluyen a los progenitores; y el I y II que incluyen los tratamientos en ambos sentidos son usados para estimar efectos recíprocos con la finalidad de detectar efectos maternos.

Martínez (1975) dice que en un experimento dialélico parcial ensaya además de las cruza simples algunas cruza recíprocas, entonces es posible estimar efectos maternos, el mismo autor sugiere proyectar las cruza simples de cualquiera de los diseños dialélicos parciales y examinar las cruza recíprocas correspondientes a cada una de las simples que comprenden el experimento. Así mismo discute la técnica de estimación de los llamados efectos maternos, a partir de esquemas parciales de cruza dialélicas y propone algunas reglas de diseño.

#### **2.4 Uso de cruza entre híbridos comerciales**

Castillo (1994) menciona que el aprovechamiento de los logros obtenidos en el mejoramiento de las poblaciones no ha sido integral, debido a que poco se han mejorado las poblaciones que aportan líneas a los híbridos comerciales para que se integren nuevas fuentes de líneas, así mismo poco se ha trabajado en generaciones avanzadas de híbridos.

González *et al.*, (1990) y Guzmán *et al.*, (1992) han propuesto el uso de cruza entre híbridos comerciales como alternativa al uso de las generaciones avanzadas (F2) o de criollos.

Entre las posibles ventajas del uso de cruzas entre híbridos comerciales se tienen: 1) aprovechamiento de la heterosis resultante contra la depresión endogámica que se genera en las generaciones avanzadas de los híbridos comerciales; 2) el uso de esas cruzas como variedades sintéticas, cuando se logran con efectos aditivos mayores que los específicos y 3) formación de poblaciones base para el mejoramiento por selección recurrente cuando los efectos aditivos y específicos sean importantes en la crusa.

Villanueva *et al.*, (1994) en un dialélico observaron que las mejores cruzas resultaron entre híbridos de casas comerciales diferentes, interpretando que se debe a combinación de germoplasma genéticamente contrastante (divergencia genética); ocurriendo lo contrario entre híbridos de la misma compañía, los que podrían compartir algunas líneas.

González *et al.*, (1993) evaluó la posibilidad de utilizar semilla de cruzas entre híbridos  $F_1$  comerciales adaptados, concluyendo como favorable y positiva dicha opción, bien sea en  $F_1$  e inclusive en  $F_2$  debido:(1) Las cruzas en  $F_1$  y  $F_2$ , formadas a partir de híbridos comerciales  $F_1$  tuvieron rendimientos similares a los propios híbridos progenitores de las cruzas y superiores a las generaciones avanzadas ( $F_2$  y  $F_3$ ) de los propios híbridos y (2) se observó heterosis para rendimiento, sobre todo en la  $F_1$ , en las cruzas entre híbridos comerciales  $F_1$  provenientes de diferentes empresas y con aparente diversidad genética.

Mena (1985) encontró que el uso de la generación  $F_2$  de los híbridos comerciales de maíz, por parte de los agricultores temporaleros en el centro de Jalisco, es muy común como alternativa para contar con semilla de buen rendimiento y con una inversión mínima. Sin embargo, el autor señala que las cruzas intervarietales usadas como progenitores a las generaciones  $F_2$  de distintos materiales comerciales, pudiera dar mejores resultados al obtener así cierto grado de heterosis para rendimiento y obtener semilla a un costo bajo.

Valdivia *et al.*, (1994) realizó un cruzamiento dialélico entre ocho de los mejores híbridos comerciales identificados en Nayarit. Señala que es probable que la mayoría de las cruzas de maíz entre híbridos comerciales resulte en una buena combinación, particularmente si los híbridos tienen diferente origen y sean de dos o tres líneas. En su trabajo concluyó que la heterosis de buenas combinaciones entre híbridos comerciales de maíz es relativamente reducida, por lo que este tipo de híbridos se puede usar comercialmente en lugar de generaciones avanzadas y criollos.

González *et al.*, (1993) señala que las cruzas de híbridos comerciales en  $F_1$  y  $F_2$ , tuvieron rendimientos similares o superiores a los propios híbridos progenitores de las cruzas y superiores a las generaciones avanzadas ( $F_2$  y  $F_3$ ) de esos mismos híbridos. Las cruzas de híbridos rindieron en promedio 14% más que los híbridos progenitores, ambos a través de sus generaciones  $F_1$  y  $F_2$ .

Bucio (1954) analizó el comportamiento de las cruzas posibles entre las 25 razas de maíz entonces descritas en México, encontrando que 68.2% de ellas fueron significativamente más rendidoras que el promedio de sus progenitores.

Paterniani y Lonquist (1963) señalan en un estudio similar, que el 97% de las cruzas excedieron al promedio de progenitores y el 76% al progenitor superior.

Morales *et al.*, (1996) Comenta que para desarrollar híbridos intervarietales se tienen que hacer cruzas entre híbridos disponibles en el mercado, evaluar, seleccionar y conservar los progenitores de las mejores cruzas para producir semilla de autoconsumo. Realizó ANVA para rendimiento y combinado donde estimó efectos de AC y pruebas de heterosis de acuerdo al modelo II de Gardner y Eberhart (1966). De sus resultados concluyó que los híbridos en  $F_2$ , en promedio, rindieron 30% menos que los híbridos en  $F_1$  y las cruzas entre los híbridos, y 36 y 28% menos que los primeros y segundos, respectivamente.

## 2.5 Aptitud combinatoria

Márquez (1988) explica el término aptitud combinatoria (AC) como la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse con otros,

dicha capacidad medida por su progenie. También señala que debe de determinarse no en un solo individuo de la población sino en varios, a fin de poder realizar selección de aquellos que exhiban la más alta expresión.

Paccapelo (1993) al estudiar Aptitud Combinatoria y Heterosis para diferentes características agronómicas de líneas  $S_1$  de maíz, encontró diferencias significativas entre tratamientos para las variedades en estudio tales como: rendimiento, mazorca por planta, hileras de granos por mazorca, granos por hilera, peso de 1000 granos, días a flor, altura de planta y mazorca e índice de cosecha, revelando una amplia variabilidad para todas las características en estudio.

Sprague y Tatum (1942) definen la aptitud combinatoria general (ACG) como el comportamiento promedio de un individuo en una serie de combinaciones híbridas y a la aptitud combinatoria específica (ACE) como las desviaciones de ciertas cruzas con relación al comportamiento promedio de los progenitores.

En términos genéticos, la ACG está asociada con los efectos genéticos aditivos que son aprovechados por métodos genotécnicos basados en la selección; mientras que la ACE se

debe a efectos de dominancia (aprovechables por hibridación y síntesis) y epistasis (Rojas y Sprague, 1952).

Kambal y Webster (1965); Blum (1968) y Malm (1968) indican que la ACG es relativamente más importante que la ACE en materiales sin selección previa, y viceversa en materiales seleccionados, principalmente en especies alógamas. De aquí la importancia de la ACG como criterio de selección de progenitores para programas de mejoramiento de caracteres cuantitativos discutida por algunos autores (Comstock *et al.*, 1949 y Finker *et al.*, 1976).

De acuerdo a esto, para hacer un mejor uso de la ACG y ACE, Comstock *et al.*, (1949) mencionan que la metodología de selección recíproca recurrente, permite hacer un mejor aprovechamiento de los efectos genéticos aditivos; así como los no aditivos y presentan tres diferentes métodos, dependiendo su aplicación de las frecuencias génicas presentes, así como del grado de ligamiento.

Beck *et al.*, (1990) evalúan un dialélico constituido por 10 progenitores respecto a aptitud combinatoria y heterosis en las características de rendimiento, altura de planta, altura de mazorca y días a flor en cinco localidades de México, Colombia, Ecuador, India y Thailandia. La ACE fue significativa para todos los caracteres evaluados. El material utilizado eran complejos genéticos y poblaciones tropicales adaptadas del CYMMIT de madurez temprana e intermedia.

Jugenheimer (1976) menciona que la aptitud combinatoria general es el desempeño de una línea pura en algunas combinaciones híbridas y que proporcionan información sobre que líneas puras deben producir los mejores híbridos cuando se cruzan con otras líneas. También define la aptitud combinatoria específica como el comportamiento de combinaciones específicas de líneas en cruzas con relación al comportamiento promedio de todas las combinaciones.

Hoegenmeyer y Hallauer (1976) indican que en un programa de mejoramiento cuya finalidad sea la obtención de híbridos, la aptitud combinatoria específica (ACE) será más importante, dado que se puede hacer mejor uso de los efectos no aditivos, como dominancia y epistasis, ya que la varianza para aptitud combinatoria general (ACG) explica la porción de la varianza genotípica que es debida a los efectos aditivos de los genes. Mientras que en la varianza para aptitud combinatoria específica se encuentra la porción de la varianza genotípica que puede ser debida a desviaciones de dominancia.

Villanueva *et al.*, (1994) formaron y evaluaron 36 cruzas posibles (método IV de Griffing) entre híbridos sobresalientes de Jalisco Y Nayarit. Concluyendo que las cruzas (P-3288xM-355) y (B-810xP-3288) presentan  $ACG > ACE$  y dado que ACG estima efectos de varianza aditiva y ACE de dominancia, se consideran utilizables comercialmente como alternativa a

criollos ó a la  $F_2$  de híbridos. En general se observó que las cruzas  $F_1$ , entre híbridos comerciales más rendidores resultaron entre híbridos con efectos positivos de ACG.

## 2.6 Patrones heteróticos

Ramos (1993) al estimar algunos parámetros genéticos del germoplasma de maíz procedente de diferentes centros de investigación así como también patrones heteróticos observó una moderada o baja asociación entre el rendimiento y los distintos caracteres de mazorca, confirmando que la expresión del rendimiento es muy compleja.

González (1996) al trabajar en la integración de un patrón heterótico a partir de un dialélico encontró que por medio de la ACE de las cruzas se logró conformar dos grupos heteróticos, las cruzas que presentaron efectos de ACE positivos, significan que pertenecen a grupos heteróticos opuestos, y cruzas con efectos negativos pertenecen a un mismo grupo heterótico. Este mismo procedimiento lo realizaron (Vasal et al., 1992) para la formación de un patrón heterótico para el trópico y posteriormente para la formación de un patrón heterótico para ambientes subtropicales.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Material genético.

Se utilizaron 12 híbridos como progenitores de diferentes compañías semilleras que muestran buenas características agronómicas y rendimiento, los cuales se muestran en el Cuadro 3.1

**Cuadro 3.1 Materiales Genéticos Utilizados.**

Progenitor	Material	Compañía
1	D 890	DEKALB
2	D 870	DEKALB
3	D 866	DEKALB
4	TL-N 95A	CIMMYT-NARRO
5	AS 948	ASPROS
6	P 3292	PIONEER
7	C 385	CARGILL
8	P 3002	PIONEER
9	D 746	DEKALB
10	A 951	ASGROW
11	D 9141	DEKALB
12	A 773	ASGROW

### Metodología.

Se realizaron cruzamientos dialélicos entre los híbridos, dando un total de 66 cruzas. Las cruzas se evaluaron en dos localidades con dos repeticiones.

### 3.2 Descripción del área de estudio.

La evaluación se realizó en las localidades de Celaya, Guanajuato y Sandia El Grande, Nuevo León, durante el ciclo primavera-verano de 1997; dichas localidades tienen una gran diferencia en lo que se refiere a factores climáticos, hídricos y edáficos, principalmente. La primera localidad cuenta

con mejores atributos, referente entre otras cosas, a calidad de suelo y un clima más benigno, en la cual se evaluaron los híbridos. A continuación se dará una breve descripción de las localidades utilizadas.

### **Características de Celaya, Gto.**

Esta localidad se encuentra situada dentro del municipio de Celaya, Gto. Se considera una localidad representativa de la región del bajo mexicano muy importante para las actividades agrícolas, y siendo así, se ha utilizado como área para un sin fin de evaluaciones en lo que se refiere al cultivo del maíz, para aportar una alternativa más al productor de la región. Se encuentra localizada a 20°,31' de latitud norte, y a 100°,49' de longitud oeste y a una altitud de 1800 msnm. Las condiciones climatológicas que predominan en la región son: Temperatura media anual de 18°C y una precipitación media anual de 683 mm.

### **Características de Sandia El grande, N.L.**

Se considera que esta localidad cuenta con características climáticas adversas, por lo que se ha utilizado para evaluar materiales del Instituto Mexicano del Maíz, que comparado con otros climas, ha servido para hacer selección. Esta región se encuentra ubicada a los 24°,12' de latitud norte y a los 100°,5' de longitud oeste, se localiza a una altitud de 1590 msnm, la Temperatura media anual es de 18.3°C, y cuenta con una precipitación media anual de 300 mm.

### 3.3 Metodología previa a la evaluación.

La siembra de los experimentos en cada localidad se realizó de manera independiente; estableciéndose la fecha de siembra para cada localidad de acuerdo a las condiciones que presenta cada una de ellas y a las recomendaciones técnicas establecidas por la Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGDR) y el Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil” (IMM).

### 3.4 Descripción de las parcelas experimentales.

La distribución de las parcelas experimentales se realizó bajo el diseño de un bloques completos al azar, para cada una de las localidades donde se estableció el experimento.

Los datos resumidos del establecimiento de los experimentos se presentan en el cuadro 3.2

Cuadro 3.2 Características de las parcelas de cada una de las localidades de evaluación.

LOCALIDAD	CELAYA, GTO.	SANDIA, N.L.
Fecha de siembra	Mayo,1997	Mayo,1997
Diseño estadístico	Bloques al azar	Bloques al azar
Número de surcos	2	2
Longitud de surcos	3.8 m	3.8 m
Distancia entre surcos	0.75 m	0.75 m
Matas por surco	21	21
A.P.U.	5.98 m <sup>2</sup>	5.98 m <sup>2</sup>
Distancia entre plantas	0.19 m	0.19 m

Plantas por matas:		
En siembra	2	2
En aclareo	1	1
Fertilización	190-80-00	190-80-00

A.P.U. = Area de parcela útil

Las siembras se realizaron a tierra venida, utilizando hilos, alambres, estacas y sembradores manuales, depositando dos semillas por golpe, para que después se hiciera un aclareo a una planta por mata.

### **3.5 Labores culturales.**

Las labores culturales para cada una de las localidades se realizaron durante todo el ciclo vegetativo del cultivo y en el momento oportuno, dando prioridad a las primeras etapas de crecimiento y desarrollo de tal manera que se mantuvo libre de malezas al cultivo y se realizaron con el equipo requerido para dichas actividades.

#### **3.5.1 Fertilización empleada.**

La fertilización se realizó utilizando una dosis de 190-80-00 con Urea como fuente de nitrógeno y como fuente de fósforo el superfosfato triple. Las cantidades de fertilizante de estos nutrientes, se distribuyeron de la siguiente forma en el terreno: al momento de la siembra, se aplicó el 50% del Nitrógeno que demanda la formula establecida y toda la cantidad de fósforo; el otro 50% de Nitrógeno se aplicó al momento de realizar el primer cultivo. Esta labor se realizó manualmente.

### **3.5.2 Aplicación de riegos.**

Se aplicaron con agua rodada durante el desarrollo del cultivo. El número de riegos estuvo sujeto a la precipitación en cada localidad y en su caso fueron aplicados en base a las necesidades del cultivo y a las condiciones climatológicas y edáficas.

### **3.6 Variables evaluadas.**

Las características que se midieron en los genotipos evaluados en las localidades fueron:

#### **3.6.1 Días a flor macho (DAFM).**

Para el caso de la flor masculina, se determinó en base a los días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela experimental presentaban la antesis (emisión de polen para floración masculina).

#### **3.6.2 Días a flor hembra (DAFH).**

Para floración femenina, se tomaron en cuenta los días transcurridos a partir de la fecha de siembra hasta el momento en el cual más del 50% de la parcela experimental presentaba estigmas receptivos.

### **3.6.3 Altura de planta (AP).**

Es la medida en cm. entre la base del tallo y la hoja bandera o base de la espiga, esta se determinó en base al promedio de 10 plantas tomadas al azar.

### **3.6.4 Altura de mazorca (AM).**

Este dato corresponde en cm. a la distancia entre la base de la planta y el nudo de la mazorca principal; esta medida se basó en el promedio de 10 plantas de la parcela experimental.

### **3.6.5 Acame de raíz (AR).**

Este dato se expresa en porcentaje, en base al número de plantas de la parcela experimental y en relación a las plantas que muestran una inclinación mayor a los 30° con respecto a la vertical de la planta.

### **3.6.6 Acame de tallo (AT).**

El acame de tallo se determinó en base al número de plantas que presentaron el tallo quebrado por debajo de la mazorca principal, tomadas del total de plantas de la parcela, expresándose este en porcentaje.

### **3.6.7 Mala cobertura (MC).**

También se expresa en porcentaje, tomándose en cuenta el número de mazorcas que no se encuentran cubiertas completamente por las brácteas o “totomoxtle”, en relación al total de las mazorcas cosechadas de la parcela útil.

### **3.6.8 Mazorcas podridas (MP).**

Esta característica se expresó en porcentaje, en base al número de mazorcas cosechadas y se tomó como mazorca podrida, aquella que presentaba más de un diez por ciento de pudrición.

### **3.6.9 Peso de campo (PC).**

El peso de campo (PC) en kg. se determina en base al peso que posee el maíz en mazorca al momento en que se realiza la cosecha.

El peso de campo se expresó en peso seco (PS), usando la siguiente formula:  $PS = (1 - \%H) \times PC$

Donde:

% H = Porcentaje de humedad.

PC = Peso de campo.

### **3.6.10 Rendimiento (RTO).**

Para obtener este dato, se multiplicó el peso seco de la mazorca de cada parcela por el factor de conversión a toneladas por hectárea al 15.5% de humedad.

### 3.6.10.1 Factor de conversión (FC).

El factor de conversión es utilizado para transformar el rendimiento de mazorca en toneladas por unidad de superficie al 15.5 % de humedad de todos los tratamientos, determinándose con la siguiente ecuación:

$$FC = \frac{10,000m^2}{APU \times 0.845 \times 1000}$$

Donde:

**FC** = factor de conversión para expresar el rendimiento en toneladas por hectárea de mazorca al 15.5 por ciento de humedad.

**A.P.U.** = Área de parcela útil. Es el producto de la distancia entre surcos por la distancia entre plantas por el número correcto de plantas por parcela útil.

**0.845** = Constante para obtener el rendimiento en kilogramos por hectárea al 15.5 por ciento de humedad.

**1000** = Coeficiente para obtener el rendimiento.

Posteriormente ya obtenido el rendimiento en ton/ha correcto, se procede a realizar los análisis de varianza correspondientes.

### 3.7 Análisis dialélico.

El comportamiento de las cruzas y de los progenitores fue analizado para aptitud combinatoria general y específica basándose en el análisis propuesto por Griffing (1956), utilizando el método IV (el cual solo incluye las cruzas  $F_1$ ).

El modelo lineal aditivo fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Valor fenotípico observado de la craza con progenitores  $i$  y  $j$

$\mu$  = Media general.

$g_i, g_j$  = Efecto de ACG del progenitor  $i, j$

$s_{ij}$  = Efecto de ACE de la craza ( $ij$ )

$e_{ij}$  = Error experimental.

El análisis de varianza individual se presenta en el Cuadro 3.3

Cuadro 3.3 Cuadro indicativo del análisis de varianza dialélico, método IV Griffing (1956).

F.V.	G.L.	S.C.
BLOQUES	$r-1$	$\frac{\sum_k 2Y^2_{..}}{p(p-1)} - \frac{2Y^2_{..}}{rp(p-1)}$
CRUZAS	$\frac{p(p-1)}{2} - 1$	$\frac{\sum_{i \leq j} Y^2_{ij}}{r} - \frac{2Y^2_{..}}{rp(p-1)}$

ACG	$p-1$	$\frac{\sum_{i=1}^p G^2 i}{r(p-2)} - \frac{4Y^2 \dots}{rp(p-2)}$
ACE	$\frac{p(p-3)}{3}$	SC(Cruzas)-SC(ACG)
Error.	Diferencia	Diferencia
Total	$\frac{rp(p-1)}{2} - 1$	$\sum \sum \sum Y^2_{ijk} - \frac{2Y^2 \dots}{rp(p-1)}$

Los efectos se estimaron de la siguiente manera:

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

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

Donde:

$g_i$  = Efectos de aptitud combinatoria general. (ACG)

$s_{ij}$  = Efectos de aptitud combinatoria especifica (ACE)

$p$  = Número de progenitores.

$X_{i.}$  = Total del progenitor  $i$ .

$X_{.j}$  = Total del progenitor  $j$ .

$X_{ij}$  = Total de la cruza.

$X_{..}$  = Gran total.

Después de haber obtenido los resultados del ANVA en forma individual se prosiguió a realizar un análisis de ambas localidades, que a continuación se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 3.4 Cuadro indicativo del análisis de varianza combinado.

F.V	G.L.
<b>LOCALID</b>	<b><i>l</i>-1</b>
<b>AD</b>	
REP./LOC.	$r(l-1)$
<b>CRUZAS</b>	$n-1$
<b>ACG</b>	$p-1$
ACE	$p(p-3)/2$
CRUZAS x LOC.	$(n-1)(l-1)$
ACG x LOC.	$(p-1)(l-1)$
ACE x LOC.	$p(p-3)(l-1)$
ERROR	$l(n-1)(r-1)$
TOTAL	$lnr-1$

El modelo lineal usado para el análisis combinado a través de localidades fue el siguiente:

$$Y_{ijknm} = \mu + \alpha_k + \beta_n(k) + \delta_m + (\alpha\gamma)_{km} + \varepsilon_{ijknm}$$

Donde:  $Y_m = g_i + g_j + s_{ij}$

$$(\alpha\gamma)_{km} = (g\alpha)_{ik} + (g\alpha)_{jk} + (s\alpha)_{ijk}$$

$Y_{ijknm}$  = Dato observado en la cruce  $m$  en la repetición  $n$  en la localidad  $k$ .

$\mu$  = efecto de la media general.

$\alpha_k$  = efecto de la  $k$ -ésima localidad.

$\beta_n(k)$  = efecto de la  $n$ -ésima repetición dentro de la  $k$ -ésima localidad.

$\delta_m$  = efecto de la  $m$ -ésima cruce.

$g_i, g_j$  = efecto de ACG del  $i$ -ésimo y  $j$ -ésimo progenitor.

$s_{ij}$  = efecto de ACE entre el  $i$ -ésimo y  $j$ -ésimo progenitor.

$(\alpha\gamma)_{km}$  = efecto de la interacción de la ACG de la  $m$ -ésima cruce con la  $k$ -ésima localidad.

$(g\alpha)_{ik}$  = efecto de la interacción de la ACG del  $i$ -ésimo progenitor con la  $k$ -ésima localidad.

$(g\alpha)_{jk}$  = efecto de la interacción de la ACG del  $j$ -ésimo progenitor con la  $k$ -ésima localidad.

$(s\alpha)_{ijk}$  = efecto de la interacción de la ACE entre el  $i$ -ésimo y  $j$ -ésimo progenitor con la  $k$ -ésima localidad.

$\epsilon_{ijknm}$  = error experimental.

Los valores de sumas de cuadrados (SC) de ACG y ACE, se obtienen indirectamente, multiplicando el valor obtenido del ANVA combinado de esa

fuente de variación por dos; en cuanto a la obtención del valor de ACGxLOC (en SC) se debe emplear el valor de la SC de ACG de la primer localidad para cierta característica más el valor de la SC de la segunda localidad de esa misma característica, y al resultado de esa sumatoria se le resta el valor de SC de ACG del ANVA combinado multiplicado por dos; el mismo procedimiento se sigue para obtener el valor de ACExLOC.

### 3.8 Estimación de parámetros genéticos.

Para estimar la confiabilidad de los datos obtenidos para los análisis de varianza, se estimó el coeficiente de variación (C.V.), expresado en porcentaje conforme a la siguiente fórmula:

$$C.V. = \frac{\sqrt{CMEE}}{\bar{X}} \times 100$$

**Donde:**

CV = Coeficiente de variación expresado en porcentaje.

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

X = Media general.

La estimación de la heterosis entre los híbridos se hizo en base al progenitor medio de la siguiente forma.

$$H = \frac{F_1 - MP}{MP} \times 100$$

Donde:

H = Heterosis

F<sub>1</sub> = La media de la primera generación entre los dos progenitores.

MP = Media de los progenitores.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de los análisis de varianza se encuentran concentrados en los cuadros 4.1, 4.2 y 4.3; correspondientes a las localidades de Celaya, Gto., Sandia N.L. y combinado respectivamente. La interpretación de los datos se refiere al ANVA individuales y combinado para algunas de las características agronómicas evaluadas que son: Días a flor macho (DAFM); Días a flor hembra (DAFH); Altura de planta (AP); Altura de mazorca (AM) y Rendimiento (RTO).

**Cuadro 4.1 Cuadrados medios de los análisis de varianza individual para la localidad de Celaya, Gto.**

F.V.	G.I.	DAFM	DAFH	A.P.	A.M.	RTO.
REP	1	3.667	9.280*	0.000	27.273	0.127
CRUZAS	65	12.029**	12.004**	180.723	270.758	6.756
ACG	11	38.085**	39.832**	409.167**	436.667	2.874
ACE	54	6.721**	6.335**	134.188	236.961	7.547
ERROR	65	3.467	2.850	160.385	277.657	7.468

C.V.(%)	2.103	1.865	10.131	13.330	32.363
MAXIMA	96	98	245	180	13.940
MINIMA	81	83	185	75	2.948
MEDIA	88.5	90.5	215	127.5	8.444

\*, \*\* significativo y altamente significativo.

Basados en los resultados del ANVA para la localidad de Celaya en el Cuadro 4.1, se observa que para la fuente de variación repeticiones solo mostró significancia estadística ( $P \geq 0.05$ ) la característica DAFH; mientras que las demás características no presentaron significancia, atribuyendo esto a que el suelo fue muy homogéneo y presento una similar fertilidad o bien hubo un mismo manejo, por lo que los caracteres no se expresaron de diferente manera.

Para la fuente de variación cruza, se encontró diferencia altamente significativa ( $P \geq 0.01$ ) para las características DAFM y DAFH; lo que indica que al cruzar materiales de diferente información genética la progenie originada es muy variable para dichas características, siendo estadísticamente no significativa para las características AP, AM y RTO.

Por lo que respecta a habilidad combinatoria general (ACG) encontramos alta significancia ( $P \geq 0.01$ ) para las variables DAFM, DAFH y AP; no así para las características AM y RTO donde no

hubo diferencia estadísticamente. Las diferencias para las características donde hubo alta significancia se deben a que los efectos de ACG son diferentes para los híbridos usados en este estudio.

En relación a habilidad combinatoria específica (ACE) se observa diferencia altamente significativa ( $P \geq 0.01$ ) para las características DAFM y DAFH, mientras que para las demás características agronómicas fue no significativo. Las diferencias entre cruzas por su ACE para DAFM y DAFH se debe a que algunos padres producen progenies particulares con buen comportamiento en comparación con otros.

En lo referente al coeficiente de variación estimado (C.V.) podemos observar que los valores obtenidos permanecen dentro de un rango aceptable para las características días a flor macho y hembra, así como también para altura de planta y mazorca; más sin embargo, muestra un valor considerado alto para la variable rendimiento (32.363%).

Basados en los resultados del ANVA para Sandia, N.L. en el cuadro 4.2, no se encontró diferencia significativa en la fuente de variación repeticiones para todas las características

agronómicas evaluadas, indicando que los materiales tuvieron un comportamiento muy similar no siendo afectados por las condiciones climáticas y edáficas, propias de cada repetición.

Cuadro 4.2 Cuadrados medios de los análisis de varianza individual para la localidad de Sandía, N.L.

<b>F.V.</b>	<b>G.I.</b>	<b>DAFM</b>	<b>DAFH</b>	<b>A.P.</b>	<b>A. M.</b>	<b>RTO.</b>
REP.	1	5.121	5.939	1804.121	1242.614	2.375
CRUZAS	65	16.834**	24.901**	735.939*	510.819	7.180
ACG	11	24.645**	40.873**	714.621	945.871*	9.903
ACE	54	15.242*	21.647**	740.282*	422.197	6.626
ERROR	65	8.890	10.893	469.967	482.614	6.324
C.V.(%)		3.058	3.300	11.561	15.150	30.791
MAXIMA		106	109	235	220	14.262
MINIMA		89	91	140	70	2.972
MEDIA		97.5	100	187.5	145	8.167

\*, \*\* significativo y altamente significativo.

Por lo que respecta a cruzas, se encontró alta significancia ( $P \geq 0.01$ ) para las características DAFM y DAFH; mientras que para el carácter AP se observó diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ), indicando que las cruzas originadas de los materiales dan una progenie muy variable para tales características; en cuanto al resto de las variables fue no significativo.

Para la fuente de variación ACG, hubo diferencias altamente significativas ( $P \geq 0.01$ ) para DAFM y DAFH, mientras que AM presentó diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) atribuyendo lo anterior a que algunos progenitores de las cruzas tienen mejor habilidad para combinarse que otros; en cuanto a las variables AP y RTO no hubo significancia, indicando que nos darían en promedio de producción el mismo tipo de descendientes.

En lo que se refiere a la fuente de variación ACE hubo diferencias altamente significativas entre cruzas para la característica DAFH y diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) para las características DAFM y AP. Esto se atribuye a que algunos padres producen progenies híbridas particulares con buen comportamiento, en comparación con otros; Respecto a efectos similares de ACE indica que la expresión en cuanto a cruzas no varía, siendo difícil hacer una selección.

Respecto al coeficiente de variación, se obtuvieron los valores más bajos para las variables DAFM y DAFH, indicando que estas características tienen menos dispersión; las variables AP y AM presentan valores más altos pero considerados como aceptables y por último para el carácter rendimiento, se muestra

un valor elevado (30.791%) probablemente debido a una alta variación dentro de los bloques lo que incremento el error experimental.

En el Cuadro 4.3 se presentan los cuadrados medios para el ANVA combinado, en el cual se observa que existe alta significancia ( $P \geq 0.01$ ) para las variables DAFM, DAFH, AP y AM; indicándonos que el ambiente influencio de manera determinante sobre los materiales; excepto para la característica rendimiento que no presenta diferencia.

Cuadro 4.3 Cuadrados medios de los análisis de varianza combinados a través de dos ambientes (Celaya, Gto. y Sandía, N.L.).

F.V.	GL.	F.M.	F.H.	A.P.	A.M.	RTO.
LOCALIDA	1	5382.061*	7119.852*	34592.742	5319.034*	0.228
D		*	*	**	*	
REP/LOC.	2	4.394	7.61	902.061	634.943	1.251
CRUZAS	65	20.648**	24.945**	488.958**	406.581	6.603
ACG	11	54.082**	66.273**	863.542**	1089.688*	6.766
ACE	54	13.592**	16.412**	416.973	268.489	6.602
CRUZASxL	65	8.214	11.960*	427.704	374.996	7.306
OC					*	
ACGxLOC	11	8.648	14.432*	692.017*	292.85	6.011
ACExLOC	54	8.372	11.570*	457.496*	390.670	7.570
ERROR	130	6.179	6.871	315.176	380.135	6.896
C.V. (%)		2.71	2.78	8.76	16.92	30.88

MAXIMA	106	109	245	220	14.262
MINIMA	81	83	140	70	2.948
MEDIA	93.5	96	192.5	145	8.605

\*,\*\* significativo y altamente significativo.

En cuanto a la fuente de variación cruza, se observa alta significancia ( $P \geq 0.01$ ) para las características DAFM, DAFH y AP, indicando que las cruza originadas producen una progenie muy variable; siendo no significativo para el resto de características.

Por otro lado, para la fuente de variación ACG se presentó diferencia altamente significativa ( $P \geq 0.01$ ) para las características DAFM, DAFH, AP y AM; mientras que el carácter rendimiento fue no significativo estadísticamente; las diferencias donde hubo alta significancia se deben a que algunos progenitores de las cruza tienen mejor habilidad para combinarse que otros.

En cuanto a la fuente de variación ACE se muestran diferencias altamente significativas ( $P \geq 0.01$ ) para las variables DAFM y DAFH, mientras que el resto no presentan significancia.

Lo primero se atribuye a que algunos padres producen progenies híbridas con buen comportamiento, en comparación con otros.

Lo que respecta a la fuente de variación cruza por localidad, se encontró diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) para la característica DAFH, indicando que los materiales no guardan el mismo orden relativo a través de ambientes; sin embargo en el resto de las variables no se observó significancia alguna, lo que muestra que son estables a través de ambientes.

Para la fuente de variación ACG por localidad se observa significancia al 0.05% de probabilidad para las características DAFH y AP, mostrando que los efectos genéticos de los progenitores se ven modificados por el ambiente; mientras que el resto de las características fueron no significativas, indicando con esto que no fueron alterados por el medio ambiente.

En cuanto a la fuente ACE por localidad se encontró significancia ( $P \geq 0.05$ ) para las características DAFH y AP; indicando que los efectos genéticos de las cruza simples se ven modificados por el ambiente; mientras que las demás características fueron no significativas, lo que indica que no fue

alterada por el medio ambiente, es decir, la selección fue muy eficiente para esos ambientes.

En cuanto al coeficiente de variación (C.V.) para el análisis combinado podemos observar valores muy bajos de 2.71% y 2.78% para las características DAFM y DAFH respectivamente. Por otro lado AP presenta un valor de 8.76% considerado como moderado, y la característica AM arroja un valor de 16.92% el cual todavía es aceptable, y por último en la característica RTO se observa un valor de 30.88% que es indicativo de que hubo problemas en el manejo del cultivo. El coeficiente de variación nos permite determinar como fue llevado a cabo el experimento en el campo, de esta forma valores por abajo de 20 por ciento se consideran aceptables, y arriba de dicho valor se debe a una gran variación incontrolable pudiendo ser atribuido a la productividad del suelo, a los riegos, fertilización o malezas en el desarrollo del cultivo.

En cuanto a la media del análisis de varianza combinado, se observan valores para DAFM de 93.5 días con una dispersión de 12.5 días; y DAFH de 96 días, con una dispersión de 13 días; en cuanto AP la media es 192.5 cm. y su dispersión de 52.5 cm.;

para AM el valor medio es de 145 cm. con una dispersión de 75 cm.; y por último RTO presenta un valor medio de 8.605 ton/ha con una dispersión de 5.657 ton/ha. Como podemos observar para DAFM y para DAFH existe precocidad para la localidad de Celaya, Gto. y atrasó para Sandia, N.L.; en el caso de AP se muestra mayor tamaño para Celaya, Gto. y menor en Sandia, N.L. Este comportamiento tan discordante se debe a que las condiciones climáticas y edáficas modifican la expresión de los caracteres de un lugar a otro; en este caso, Celaya, Gto. cuenta con excelente clima, agua de buena calidad, terrenos con buen drenaje, etc; y por otro lado Sandia, N.L. cuenta con clima estresante, agua con alto pH y suelos salitrosos, entre otros.

El que no se mostraran diferencias para el caracter rendimiento se puede deber a que el diseño empleado en campo (bloques completos) no fue el más adecuado, y que el efecto ambiental nulificara las diferencias para rendimiento y las acumulara al error; tal vez un diseño en campo de látice (de bloques incompletos) hubiese sido más adecuado, caracterizado por presentar un sistema de estratificación o agrupamiento de unidades homogéneas.

A continuación se presentan los estimados de aptitud combinatoria general (ACG) de los doce híbridos comerciales en dos ambientes, uno en Celaya, Gto. y el otro en Sandia el Grande, N.L. (Cuadro 4.4).

**Cuadro 4.4 Estimados de aptitud combinatoria general (ACG) de 12 híbridos comerciales de maíz en dos ambientes, uno en Celaya Gto. y otro en Sandia N.L. en el año de 1997.**

HIB.	Celaya Gto.					S a	
	REND	DAFM	DAFH	A.P.	A.M.	REND	DAFM
D 890	-0.186	-0.266	-0.375	<b>-6.666</b>	-1.833	-1.275	0.150
D 870	-0.224	0.683	1.025	<b>-1.916</b>	<b>-3.833</b>	-0.524	0.600
D 866	0.076	<b>-2.416</b>	<b>-2.475</b>	<b>-7.916</b>	<b>-6.333</b>	-0.024	<b>-2.450</b>
TL-N 95A	-0.514	<b>-1.616</b>	<b>-1.675</b>	5.333	3.916	0.417	<b>-1.200</b>
AS 948	<b>0.537</b>	-0.766	-0.875	6.333	8.166	0.368	0.500
P 3292	-0.168	0.383	0.325	-0.666	<b>-4.333</b>	<b>0.844</b>	1.050
C 385	0.382	<b>-0.866</b>	<b>-0.925</b>	-1.666	-2.333	<b>0.855</b>	-0.500
P 3002	-0.098	0.533	0.975	2.333	-3.333	-0.072	<b>-0.750</b>
D 7469	-0.460	0.033	-0.025	<b>-1.916</b>	-0.083	-0.120	0.150
A 951	-0.292	0.933	0.875	-0.916	-0.083	0.304	-0.100
D 9141	<b>0.521</b>	3.033	2.875	2.583	7.666	<b>0.443</b>	1.650
A 773	<b>0.426</b>	0.333	0.275	5.083	2.416	-1.216	0.900

**Cuadro 4.5 Estimados de aptitud combinatoria general (ACG) entre 12 híbridos comerciales de maíz en dos ambientes, uno en Celaya Gto. y otro en Sandia N.L. en el año de 1997.**

HIBRIDO	REND	DAFM	DAFH	A.P.
D 890	-0.730	-0.075	-0.150	-9.0
D 870	-0.374	0.675	0.700	-5.3
D 866	0.025	<b>-2.375</b>	<b>-2.650</b>	-4.0
TL-N 95A	-0.048	<b>-1.375</b>	<b>-1.600</b>	3.0
AS 948	<b>0.452</b>	-0.125	0.000	4.5
P 3292	0.338	0.775	0.250	-1.2
C 385	<b>0.618</b>	<b>-0.725</b>	<b>-0.600</b>	-1.0
P 3002	-0.085	-0.075	0.150	4.7
D 746	-0.290	-0.025	-0.050	0.1
A 951	0.006	0.475	0.600	1.7
D 9141	<b>0.482</b>	2.275	2.400	5.5
A 773	-0.395	0.575	1.250	2.3

**Cuadro 4.6 Concentración del comportamiento agronómico (ACE) de las mejores 20 cruzas evaluadas en las localidades de Celaya, Gto y Sandia N.L. para el año de 1997.**

CRUZAS	MEDIA REND.	ACE REND.	ACE DAFM	ACE DAFH	ACE A.P.
AS 948 x C 385	10.802	1.227	0.372	-0.081	-4.727

D 866 x A 773	10.644	<b>2.510</b>	-0.177	-1.281	-1.477
AS 948 x P 3292	10.514	1.220	-0.127	-0.931	-3.077
D 870 x C 385	10.198	1.450	-0.427	-0.781	1.622
D 866 x D 9141	9.850	0.838	-0.377	0.068	-4.677
D 890 x AS 948	9.840	<b>1.614</b>	-1.777	-2.531	16.322
TL-N 95A x A 773	9.838	<b>1.778</b>	<b>-2.677</b>	<b>-3.331</b>	2.272
D 870 x AS 948	9.801	1.219	<b>-2.027</b>	<b>-2.381</b>	4.522
P 3292 x D 746	9.796	1.245	-1.227	-1.381	-2.677
P 3292 x A 951	9.768	0.920	-0.227	-1.031	1.722
AS 948 x A 951	9.720	0.758	3.172	4.218	<b>-16.027</b>
P 3002 x D 9141	9.717	0.817	1.322	1.568	<b>-11.577</b>
TL-N 95A x C 385	9.698	0.624	<b>-2.377</b>	<b>-1.981</b>	-12.277
D 866 x C 385	9.676	0.528	-0.377	-0.431	6.972
D 746 x D 9141	9.648	0.952	-0.227	-0.531	-5.977
C 385 x P 3002	9.647	0.610	-1.177	-1.431	7.572
P 3292 x D 9141	9.642	0.317	-1.027	-0.831	16.872
D 866 x P 3002	9.601	1.157	-0.027	-0.381	2.672
C 385 x D 9141	9.543	-0.061	-1.527	-1.481	12.722
P 3292 x A 773	9.381	0.934	0.172	-0.681	1.072

Como se puede observar en este cuadro, para la localidad de Celaya, Gto., donde la ACG muestra propiedades de los híbridos, los que mejor habilidad poseen para la característica de rendimiento son, en orden de importancia: 1) AS 948 con 0.537 ton/ha.; 2) D 9141 con 0.521 ton/ha. y 3) A 773 con 0.426 ton/ha.

En lo que se refiere a DAFM y DAFH el comportamiento de los híbridos es semejante para ambas características, mostrando reducción en el tiempo a floración los mejores siguientes: 1) D 866 con -2.416 días para floración macho y -2.475 días para floración hembra; 2) TL-N 95A con -1.616 y -1.675 días para floración

macho y hembra; y 3) C 385 con  $-0.866$  y  $-0.925$  para DAFM y DAFH respectivamente.

Con relación a la altura de planta (A.P.), aquellos híbridos que presentan disminución para esta característica son: 1) D 866 con  $-7.916$  cm; 2) D 890 con  $-6.666$  cm; y 3) D 870 y D 746, ambos con  $-1.916$  cm.

Para la característica altura de mazorca (A.M.) observamos que los híbridos que decrementan esta variable son: 1) D 866 con  $-6.333$  cm; 2) P 3292 con  $-4.333$  cm; y 3) D 870 con  $-3.833$  cm.

En la localidad de Sandia N.L. (Cuadro 4.4) los híbridos que poseen mejor ACG para la característica rendimiento en orden de importancia son: 1) C 385 con  $0.855$  ton/ha; 2) P 3292 con  $0.844$  ton/ha; y 3) D 9141 con  $0.443$  ton/ha; de los cuales sólo el híbrido D 9141 aparece como sobresaliente en ambas localidades.

En cuanto a las características DAFM y DAFH el comportamiento de los híbridos es semejante, teniendo como mejores: 1) D 866 con  $-2.450$  días para floración macho y  $-$

2.900 días para floración hembra; 2) TL 95A con  $-1.200$  y  $-1.500$ ; y 3) P 3002 con  $-0.750$  y  $-1.250$  días para floración macho y hembra respectivamente.

Para las características de A.P. y A.M. se encontró como mejores: 1) D 890 con  $-12.483$  cm. para A.P. y  $-14.458$  cm. para A.M.; el híbrido D 870 fue el 2do. Mejor para A.P. con  $-8.733$  cm. y 3ro. para A.M. con  $-3.208$  cm.; el híbrido D 866 fue el 2do. mejor para la característica A.M. con  $-8.458$  cm. y 4to. Para A.P. con  $-1.483$  cm.; para la característica A.P. el híbrido P 3292 fue el 3ro mejor con un valor de  $-1.733$  cm. y para la característica de A.M. el 3ro. mejor híbrido fue C 385 con  $-3.208$  cm.

Después de discutir el comportamiento de ACG en cada localidad, en el Cuadro 4.5 se muestra el comportamiento de los doce híbridos bajo estudio en forma combinada, para la obtención de posibles fuentes de germoplasma para las diversas características evaluadas, y así seleccionar materiales sobresalientes que pueden ser utilizados en la mejora de ciertos caracteres.

Se observa que para la característica rendimiento el híbrido que mejor comportamiento posee en ACG es el C 385 con un valor de 0.618 ton/ha., dicho híbrido tiene la cualidad de producir progenies precoces con valores de  $-0.725$  días para flor macho y  $-0.600$  días para flor hembra, además contribuye a la reducción de altura en sus progenies tanto de planta como de mazorca con valores de  $-1.091$  cm. y  $-2.791$  cm. respectivamente.

En cuanto al segundo mejor híbrido en lo referente a la característica rendimiento, es D 9141 con un valor de 0.482 ton/ha., dicho híbrido tiene la particularidad de producir progenies tardías, con valores de 2.275 y 2.400 días a flor macho y días a flor hembra respectivamente, además contribuye al incremento de altura de planta con un valor de 5.558 cm. y altura de mazorca con un valor de 8.958 cm. (siendo estos dos últimos valores los más elevados del cuadro, en comparación al resto).

El tercer mejor híbrido es AS 948 con un valor de 0.452 ton/ha. para la característica rendimiento; dicho híbrido contribuye a la producción de progenies precoces macho con un valor de  $-0.125$  días, mostrando incrementos en altura de planta y altura de

mazorca a sus progenies de 4.508 cm. y 6.558 cm.  
respectivamente.

Se observa como fuente de germoplasma útil el empleo de híbridos que producen progenies precoces como lo es D 866 que presenta valores de -2.375 días para flor macho y -2.650 días para flor hembra; favoreciendo el rendimiento con un valor de 0.025 ton/ha., además de verse disminuidas la altura de planta con un valor de -4.691 y la altura de mazorca con -7.441 cm.

También se observa que el híbrido TL-N 95A tiene la cualidad de producir progenies precoces y presenta valores de -1.375 DAFM y -1.600 DAFH, además de incrementar la altura de planta (con 3.058 cm) y la altura de mazorca (con 1.858 cm) y aunque la característica rendimiento muestre un valor negativo (-0.048 ton/ha.), hay que tomar en cuenta que en los ANVA no se encontró significancia para rendimiento, lo que significa que son similares.

Por lo que respecta a aquellos híbridos que producen descendencia que contribuye al decremento en altura de planta y mazorca, tenemos como sobresaliente a D 890 con valores de -

9.641 cm. y  $-8.141$  cm. respectivamente; otro material con similares características es D 870, el cual produce progenies que decrementan la AP con un valor de  $-5.345$  cm. y la AM con un valor de  $-3.441$  cm.

La información obtenida de los doce progenitores por su ACG para ambas localidades es de suma importancia, ya que nos muestra la manera de comportarse cada híbrido en ambos ambientes y su capacidad para combinarse, lo que nos permite seleccionar aquellos más sobresalientes y con alto potencial agronómico heredable a generaciones subsecuentes e incluirlos en programas de mejoramiento genético.

En el Cuadro 4.6 se muestra el comportamiento de aptitud combinatoria específica de las mejores 20 cruzas evaluadas en ambas localidades, donde podemos observar que las cuatro cruzas con mayor rendimiento en promedio están arriba de las 10 ton/Ha.

En lo referente a aquellas cruzas que mostraron los más altos valores para ACE en cuanto a rendimiento son las siguientes: 1) D 866 x A 773 con un valor de 2.510 ton/ha; 2) TL

95A x A 773 con un valor de 1.778 ton/ha; y 3) D 890 x AS 948 con un valor de 1.614 ton/ha

En cuanto a las características de días a floración tanto macho como hembra, aquellos cruzamientos que presentan valores negativos más altos son los que muestran tener menos días a floración, siendo las más precoces las siguientes: la cruza TL-N 95A x A 773 con un valor de  $-2.677$  para DAFM y  $-3.331$  para DAFH; la siguiente mejor cruza es D 870 x AS 948 con valores de  $-2.027$  y  $-2.381$  para floración macho y hembra respectivamente; y por último tenemos que la combinación de TL-N 95A x C 385 presenta valores para DAFM de  $-2.377$  y DAFH de  $-1.981$ .

Para altura de planta y mazorca se observa que las cruzas que tienen los valores más bajos son: AS 948 x A 951 con un valor de  $-16.027$  cm. y  $-14.559$  cm. respectivamente; y la siguiente mejor es P 3002 x D 9141 con un valor para A..P. de  $-11.577$  cm. y para A.M. de  $-4.109$  cm. La habilidad combinatoria específica estima efectos de dominancia que no son heredables a la progenie, y lo que buscamos son efectos positivos de varianza

aditiva (ACG), que si son heredables; por lo tanto la ACE nos muestra propiedades de las cruzas y la ACG de los progenitores.

En el Cuadro 4.7 se muestra el rendimiento, heterosis de rendimiento, y diversas características evaluadas de todos los materiales, cruzas y progenitores.

En este cuadro se concentra una fuente de información básica para el mejorador, en el cual encontramos las características propias de cada cruzamiento y a partir del cual podemos realizar selección para emplearse en posteriores programas de investigación, o bien para la identificación de “sintéticos” sobresalientes.

De los 12 progenitores, el híbrido que mejor comportamiento presento fue CIMMYT-NARRO 95A con un rendimiento de 9.379 ton/ha. y precocidad en el tiempo a floración con 88 días; por otro lado, el híbrido con más bajo rendimiento fue DEKALB 866 con 6.104 ton/ha. y un tiempo a floración de 92 días; con una diferencia en rendimiento de 3.275 ton/ha, sin embargo, cabe mencionar que los híbridos de esta última

compañía poseen buena habilidad de combinación con otros

materiales, pero por si solos no.

**Cuadro 4.7 Rendimiento, heterosis de rendimiento y otras características agronómicas de 66 cruzas y 12 progenitores evaluados en Celaya, Gto. y Sandia, N.L. en el año de 1997.**

CRUZA	FM	FH	AP	AM	AR	AT	MP	MC	RTO.	FP	HETEROSIS
AS948 X C385	92	94	201	126	0	2	5	6	10.803	9	39.51
D866 X A773	90	92	199	118	2	1	3	9	10.644	9	52.92
AS948 X P3292	92	94	203	124	1	0	8	6	10.515	4	27.73
D870 X C385	91	94	198	103	2	1	10	10	10.198	4	45.24
D866 X D9141	91	94	199	126	1	1	8	8	9.850	7	27.46
D890 X AS948	90	92	214	119	1	0	1	7	9.840	3	23.39
TL-N95A X A773	88	91	210	116	4	1	7	9	9.838	5	14.42
D870 X AS948	90	93	206	115	1	1	10	11	9.801	3	20.41
P3292 X D746	91	93	199	116	0	0	7	9	9.796	3	29.11
P3292 X A951	93	95	205	111	1	1	6	11	9.768	3	34.00
AS948 X A951	95	100	193	111	0	0	8	4	9.721	0	22.75
P3002 X D9141	95	98	201	120	3	1	13	10	9.718	0	7.48
TL-N95A X C385	88	90	193	115	3	1	4	4	9.698	4	21.20
D866 X C385	88	91	204	100	1	0	9	8	9.677	4	52.04
D746 X D9141	94	97	203	116	1	2	12	10	9.648	8	14.01
C385 X P3002	90	93	214	118	1	1	6	4	9.647	5	25.66
P3292 X D9141	94	97	224	129	1	1	5	8	9.642	5	13.73
D866 X P3002	89	91	205	111	2	0	5	5	9.601	4	29.46
C385 X D9141	92	95	220	129	1	0	8	7	9.544	0	19.46
P3292 X A773	93	95	205	113	3	0	5	15	9.381	0	21.67
TL-N95A	88	90	214	114	3	1	4	4	9.379	0	0.00
D9141	98	100	218	126	6	0	9	6	9.353	0	0.00
D866 X TL- N95A	88	90	209	119	1	1	8	8	9.269	4	19.73
D870 X P3002	93	96	208	119	0	0	9	7	9.262	1	14.71
P3292 X P3002	93	95	213	110	2	1	12	9	9.214	5	12.83
D890 X TL- N95A	91	94	196	113	0	1	4	9	9.065	4	10.10
D870 X D866	89	91	201	113	3	2	10	10	9.031	13	33.57

D9141 X A773	92	97	215	129	4	1	4	6	9.022	1	5.09
D890 X D746	92	94	199	111	0	0	8	6	8.990	7	22.65
AS948 X D9141	96	98	226	140	1	0	7	9	8.982	3	-1.37
TL-N95A X AS948	90	93	209	126	1	0	5	8	8.981	3	-1.53
C385 X A951	95	97	189	106	0	0	7	6	8.949	3	31.58
D870 X A951	91	94	199	130	1	1	7	7	8.942	1	24.23
AS948	92	95	205	121	1	1	5	6	8.861	0	0.00
D746 X A951	91	93	211	123	0	0	6	4	8.807	4	21.07
D870 X D9141	92	94	208	116	1	0	6	12	8.769	1	4.57
AS948 X D746	91	93	216	125	1	1	14	8	8.762	4	6.64
P3002	91	93	211	124	0	0	6	0	8.729	0	0.00
D866 X A951	88	90	208	116	1	1	3	6	8.700	1	33.01

Continuación...

A951 X D9141	96	98	208	119	0	0	3	11	8.683	0	6.34
P3292 X C385	93	95	218	119	1	1	5	9	8.569	8	20.45
C385 X A773	93	96	191	108	1	1	6	14	8.564	4	18.60
D890 X A773	92	95	199	121	1	0	9	9	8.396	3	12.66
D890 X P3292	91	93	195	106	0	2	8	18	8.257	4	12.41
D870 X P3292	95	98	163	99	1	2	18	22	8.249	1	9.83
TL-N95A X P3002	90	92	205	109	1	0	8	6	8.225	1	-9.16
P3002 X A951	91	95	215	128	0	0	7	3	8.054	1	2.56
D870 X TL- N95A	91	93	213	108	1	1	7	8	7.925	2	-5.64
D890 X P3002	89	92	206	114	0	1	8	5	7.898	0	-0.13
TL-N95A X A951	89	92	223	139	0	1	5	6	7.833	3	-4.22
A773	96	99	219	130	3	0	16	18	7.817	0	0.00
D866 X D746	90	94	191	93	0	1	21	7	7.781	12	13.79
TL-N95A X D746	94	97	198	111	0	3	10	9	7.713	8	-9.00
C385 X D746	93	97	197	113	1	1	10	7	7.710	2	8.62
D890 X D9141	95	98	179	114	1	1	7	6	7.652	3	-6.92
TL-N95A X P3292	92	94	203	111	1	2	16	16	7.647	4	-9.93
D890 X D866	91	93	183	84	1	2	7	4	7.609	8	15.36
P3292	96	98	200	105	1	1	12	21	7.603	3	0.00
AS948 X P3002	92	95	203	111	1	1	13	9	7.595	1	-13.64
D746	91	93	214	109	0	0	14	4	7.572	6	0.00
D870	90	92	199	109	1	1	8	8	7.419	8	0.00
D746 X A773	92	95	211	124	0	0	13	10	7.393	10	-3.91
AS948 X A773	92	97	210	128	4	0	13	17	7.311	3	-12.33
P3002 X D746	91	93	205	119	1	0	15	6	7.218	1	-11.44
A951 X A773	92	96	205	125	1	0	14	10	7.104	1	-3.96

D890	96	99	190	103	0	0	5	9	7.088	0	0.00
D890 X A951	94	97	191	100	1	1	9	7	7.037	3	0.07
A951	96	97	199	121	1	0	9	7	6.977	4	0.00
TL-N95A X D9141	96	98	203	120	1	0	8	9	6.854	0	-26.82
D870 X D746	92	95	200	118	0	3	10	6	6.810	9	-9.14
C385	94	97	203	114	1	0	8	9	6.625	3	0.00
D890 X C385	89	92	194	105	0	0	8	8	6.365	2	-7.17
P3002 X A773	96	99	203	106	3	1	19	9	6.246	1	-24.50
D866	92	95	191	98	1	1	13	10	6.104	5	0.00
D866 X P3292	91	94	191	106	1	2	8	15	5.877	8	-14.25
D866 X AS948	89	93	193	109	1	1	14	10	5.754	6	-23.10
D870 X A773	96	100	204	114	1	0	13	13	5.684	1	-25.38
D890 X D870	96	98	178	100	0	1	15	7	5.117	5	-29.45

En relación a las cruzas que superaron en rendimiento al mejor híbrido, en total son 20 que representan el 30.3% del total de cruzamientos; con respecto al peor de los híbridos, existen 4 cruzas con aún más bajo desempeño que representan el 6.06% del total de cruzamientos.

Se puede observar que la craza AS948 x C385 es la que mayor rendimiento tiene con 10.803 ton/ha. y una heterosis de 39.51%; en este caso ambos progenitores son de los que mejor habilidad combinatoria general poseen para rendimiento (Cuadro 4.5), y uno de ellos (C385) tiene buena ACG para floración, por lo que parece ser muy prometedor.

La cruza D866 x A773 tiene la particularidad de ser más precoz, con un rendimiento de 10.644 ton/ha. y una heterosis de 52.92% sugiriendo abatimiento del rendimiento por depresión endogámica; en este caso el progenitor D866 es el que mejor ACG presenta para floración en cuanto a precocidad se refiere (Cuadro 4.5), y para ACE en rendimiento es el valor más alto con 2.510 (Cuadro 4.6), pero como la ACE se debe a efectos de dominancia, que solo se expresan en la generación  $F_1$ , es más importante la ACG cuyos efectos son transmitidos a la progenie, indicando que esta cruza no es muy prometedora.

En cuanto a la cruza AS948 x P3292, da un rendimiento de 10.515 ton/ha. con una heterosis de 27.73%, siendo muy similar al primer cruzamiento, pero presentando mayor sanidad de planta; en esta cruza ambos progenitores muestran buena ACG para rendimiento (Cuadro 4.5), además de que un progenitor contribuye a la producción de progenies precoces y el otro al decremento de altura de planta y altura de mazorca.

Un cruzamiento que posee buena ACG tanto para rendimiento como días a floración, es D866 x C385, esta cruza

presenta un rendimiento de 9.677 ton/ha. con un tiempo a floración precoz de alrededor de 88 días, pero tiene el inconveniente de una heterosis de 52.04%, lo que indica que va a mostrar endogamia en la generación F<sub>2</sub> y subsecuentes generaciones.

Aquellas combinaciones que sobresalen por su buen rendimiento, alta precocidad, altura (tanto de planta como de mazorca) y sanidad son: TL-N 95A x A773 y TL-N 95A x C385, dichas cruzas muestran bajos valores de heterosis (14.42% y 21.20% respectivamente), lo cual indica que no se abate el rendimiento por depresión endogámica.

## V. CONCLUSIONES

Después de haber analizado y discutido los resultados de la presente investigación, basándonos en los objetivos planteados inicialmente se concluye que los híbridos que mejor habilidad combinatoria general (ACG) presentan para rendimiento son: **CARGILL 385, DEKALB 9141 y ASPROS**

**948**; en cuanto a floración, los que originan progenies precoces son los siguientes: **DEKALB 866, CIMMYT-NARRO 95A y CARGILL 385.**

Por lo que se refiere las mejores cruzas, utilizables como sintéticos por su buen potencial agronómico (tanto para rendimiento, precocidad y sanidad) son: **CIMMYT-NARRO 95A x ASGROW 773 y CIMMYT-NARRO 95A x CARGILL 385.**

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo con la finalidad de evaluar el comportamiento agronómico de cruzamientos entre híbridos comerciales, para seleccionar los más sobresalientes y conformar una nueva fuente de germoplasma, y elegir el sintético más sobresaliente como alternativa al uso de criollos para mejorar el rendimiento por hectárea de la región.

El material genético utilizado consta de 12 híbridos comerciales, de diversas compañías semilleras, seleccionados por su buen comportamiento agronómico para las localidades de Celaya, Gto. y Sandia, N.L. Las variables evaluadas fueron: días a flor macho, días a flor hembra, altura de planta, altura de mazorca y rendimiento; también se tomo en cuenta: acame

de raíz, acame de tallo, mazorcas podridas, mala cobertura y plantas con *fusarium*; la evaluación se llevo a cabo bajo un diseño de bloques al azar con dos repeticiones en las localidades antes mencionadas.

Dentro de los resultados sobresalientes detectamos que hubo diferencias altamente significativas entre las cruzas, además analizándolas por su ACG y ACE estas diferencias siguieron siendo manifiestas, lo que va a permitir seleccionar progenitores en base a aquellos que muestren mejores efectos de ACG; o bien, identificar sintéticos en base a sus cualidades de ACE.

En lo que ACG corresponde sobresalen por su capacidad de rendimiento: C 385, D 9141 y AS 948; para precocidad los mejores son: D 866 y TL-N 95A; en cuanto altura de planta y mazorca: D 890, D 870 y D 866, deduciendo de esto último que dicha compañía (DEKALB) tiene una excelente selección para ambas características.

En cuanto a ACE las cruzas entre híbridos que más sobresalen por rendimiento, precocidad, altura (de planta y mazorca) y sanidad son: TL-N 95A x A 773 y TL-N 95A x C 385 dichas cruzas además de presentar excelente comportamiento también muestran valores de heterosis bajos, sugiriendo poca depresión endogámica para las siguientes generaciones.

Existe una crusa entre híbridos que no mostró alta heterosis (7.48%), sin embargo es muy tardío y tal vez por eso se deba su potencial de

rendimiento, pero no permitirá que se abata este rendimiento por depresión endogámica.

De lo anterior se concluye que si es posible obtener materiales con buena habilidad combinatoria para rendimiento y precocidad simultáneamente, además de la posible utilización de cruzamientos como sintéticos basados en su alto potencial agronómico.

## BIBLIOGRAFIA

**Beck, D. L., S. K. Vasal and J. Crossa.1990. Heterosis and combining ability of CIMMYT'S Tropical early and intermediate maturity maize (zea mayz L) germplasm. Maydica 35: 279-285.**

Blum, A. 1968. Estimates of general and specific combining ability for forage yield in F<sub>1</sub> hybrids of forage sorghum. Crop Science 8: 392-393.

**Bucio, A. L. 1954. Algunas observaciones del comportamiento de las F<sub>1</sub> de las cruas entre las razas de maíz descritas en México. Tesis profesional. Escuela nacional de agricultura, Chapingo. México.**

**Castillo, G. F. 1994. Aprovechamiento de la diversidad genética del maíz en México. Memorias XV congreso nacional de fitogenética. Monterrey N.L.**

**Clarke, G. M. 1973. Statistics and experimental design. Contemporary biology. Edit. Edward Arnold. England. p.151-154.**

Comstock, R. E., H. F. Robinson and P. H. Harvey 1949. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. Agron. Jour. 41: 360-367.

Coutiño, E. B. 1982. Variabilidad genética de cruzas dialélicas de maíz formadas con poblaciones tropicales sobresalientes. Tesis M.C. Colegio de postgraduados. Chapingo, México. p 141.

Finker, R. E., M. D. Finker, B. A. Rojas and N. R. Malm. 1976. Combining abilities and heritability from incomplete diallel systems in grain sorghum. Agricultural experiment station. Bull No. 642. Las cruces, New México. p 12.

Gardner, C. O. and S. A. Eberhart. 1966. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related population. Biometrics 22:439-452.

Gómez, M. N., R. Valdivia B. y H. Mejía A. 1988. Dialélico integrado con líneas de diferentes programas de maíz para la región cálida. Rev. Fitotecnia Mexicana. 11: 103-120.

González, L. J. 1996. Integración de un patrón heterótico a partir de un dialélico de diez líneas de maíz subtropicales. Tesis M.C. UAAAN. Saltillo., Coah. México. p 66.

González, S. C., J. Ron P. y J. L. Ramírez D. 1993. Cruzas entre híbridos comerciales de maíz. Rev. Fitotec. Mex. 16: 30-41.

\_\_\_\_\_, 1990. Potencial de rendimiento de cinco híbridos de maíz, sus cruzas y generaciones avanzadas en el centro de Jalisco. Memoria XIII congreso nacional de fitogenética. Cd. Juárez Chih. p. 346.

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9: 436-493.

- Guzmán M. L., V. Palacios C. y J. Ron P. 1992. Cruzas intervarietales en el cultivo de maíz (*Zea mays*) con la participación de productores en la región de Nextipac, municipio de Zapopan, Jalisco. Memoria XIV congreso nacional de fitogenética. p. 292.
- Hallauer, A. R. 1993. Maize breeding proceedings of the fifth ASIAN regional maize workshop 5: 160-178.
- Hoegenmeyer, T. C. And A. R. Hallauer 1976. Selection among and withing full-sib families to develop single crosses of maize. Crop Sci. 16: 76-81.
- Jugenheimer, R. W. 1976. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Edit. Limusa. México.
- Kambal, A. E., and O. J. Webster. 1965. Estimates of general and specific combining ability in grain sorghum (*sorghum vulgare*) Pers. Crop Sci. 5: 521-523.
- Malm, N. R. 1968. Exotic germoplasm in grain sorghum improvement. Crop Sci. 8: 295-298.
- Márquez, S. F., P. Ramírez V. y H. Córdoba O. 1983. Variedades sintéticas de maíz. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp 67-68.
- \_\_\_\_\_ 1988. Genotecnia vegetal. Métodos-teoría-resultados. Tomo II. A.G.T. editor, S.A. México. pp 343.
- Martínez, G. A. 1975. Diseños y análisis de experimentos de cruzas dialélicas. Centro de estadística y cálculo. Colegio de postgraduados. México. pp 252.
- Mena, M. S. 1985. Formación de cruzas intervarietales de F2 de híbridos. Memorias XI demostración agrícola y pecuaria. Departamento de Fitotécnica. Facultad de agricultura. Universidad de Guadalajara.
- Morales, R. M., J. Ron P., M. Michel S., A. Joachim R., S. Hurtado de la P. y J.L. Ramírez D. 1996. Heterosis y aptitud combinatoria de híbridos comerciales de maíz de Jalisco. XVI Congreso de Fitogenética. Montecillo, Texcoco, estado de México. p 214.
- Paccapelo, L. H. 1993. Comparación de aptitud combinatoria y heterosis para diferentes características cuantitativas en maíz bajo riego y temporal. Tesis MC Saltillo, Coah. México. p 72.
- Paterniani, E. And J. H. Lonquist. 1963. Heterosis in interracial crosses of corn (*Zea mays* L) Crop Sci. 3: 504-507.

- Ramos, G. F. y J. Moreno G. 1993. Patrones heteróticos en dialelos de poblaciones de maíz (*Zea mays L.*). Tesis M.C. Inst. Agron. Med. De Zaragoza. España. p 191.
- Reyes, C. P. 1987. Bioestadística aplicada. Agronomía-Biología-Química. Edit. Trillas México. p 34-36.
- Rojas, B. and G. F. Sprague. 1952. A comparicion of variance components in corn yield trials. III. General and specific combining ability and their interaction with locations and years. Agron. Journal 44: 462-466.
- Sprague, G. F. and L. A. Tatum. 1942. General versus specific combining ability in single cross of corn. Journal Amer. Soc. Agron. 34: 923-932.
- Valdivia, B. R. y V. A. Vidal M. 1994. Heterosis entre híbridos comerciales de maíz. Memorias. 11° Congreso Latinoamericano de Genética y XV Congreso de Fitogenética. Monterrey, N.L. 25-30 de septiembre. p 397.
- Villanueva, V. C., S. Villanueva R. y E. Sánchez G. 1994. Cruzamientos dialélicos entre híbridos comerciales de maíz. Memorias. 11° Congreso Latinoamericano de Genética y XV Congreso de Fitogenética. Monterrey, N.L. 25-30 de septiembre. p 409.
- \_\_\_\_\_, F. Castillo G. y J.D. Molina G. 1994. Aprovechamiento de cruzamientos dialélicos entre híbridos comerciales de maíz: Análisis de progenitores y cruza. Rev. Fitotec. Mex. 17: 175-185.