

**COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE GRANO
EN CRUZAS SIMPLES DE MAÍZ (*Zea maiz* L.)
EN LA COMARCA LAGUNERA**

RICARDO COVARRUBIAS CASTRO

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARA
OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
AGRARIAS**



**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO” UNIDAD
LAGUNA. SUBDIRECCIÓN DE
POSTGRADO. TORREÓN, COAH.,
MÉXICO. MAYO 2006.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO
COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE GRANO EN CRUZAS SIMPLES
DE MAÍZ (Zea maiz L.) EN LA COMARCA LAGUNERA
TESIS
POR
RICARDO COVARRUBIAS CASTRO

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada
como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS AGRARIAS

Asesor Principal:

Dr. Emiliano Gutiérrez del Río.

Asesor:

M.C. Raúl Wong Romero.

Asesor:

Dr. Armando Espinoza Banda.

Asesor:

Dr. Arturo Palomo Gil.

M.C. Gerardo Arellano Rodríguez.
Jefe del Departamento de Postgrado

Dr. Jerónimo Landeros Flores.
Subdirector de Postgrado

TORREÓN, COAHUILA, MEXICO.

MAYO 2006.

AGRADECIMIENTOS.

Primeramente le doy gracias a **Dios** Nuestro Señor por permitirme terminar y presentar este trabajo de investigación.

A mi “**Alma Terra Mater**”, doble agradecimiento; primeramente por el trabajo que me da el sustento y realización personal; y, por la oportunidad que me da para seguir preparándome profesional y humanamente.

Al MC. Jesús R. Valenzuela García y al Dr. Armando Espinoza Banda, así como a los profesores de la Academia del Departamento de Fitomejoramiento, de la Unidad Laguna; a todos ellos, mis sinceros agradecimientos por las facilidades otorgadas para realizar y culminar el Postgrado.

A mis **asesores**: Dr. Emiliano Gutiérrez del Río y MC. Raúl Wong Romero, por sus grandes aportaciones al presente trabajo.

A todos mis Profesores del Postgrado, especialmente al los Doctores Sergio Rodríguez Herrera y Arturo Palomo Gil, por su apoyo brindado.

DEDICATORIA

A mi familia:

**Mi esposa Yolanda,
Mis hijos Paulina y Daniel,
Mi nieto Danielito.**

Por ser mi inspiración en la vida diaria, por el amor que nos ha permitido resolver las dificultades y por las alegrías vividas.

COMPENDIO

COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE GRANO EN CRUZAS SIMPLES
DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA COMARCA LAGUNERA

POR

RICARDO COVARRUBIAS CASTRO

MAESTRIA EN

CIENCIAS AGRARIAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

TORREÓN, COAH. MAYO DE 2006.

Dr. Emiliano Gutiérrez del Río – Asesor -

Palabras clave: Híbridos, aptitud combinatoria, progenitores y cruzas

El presente trabajo se realizó en la comarca Lagunera en 2004 en el campo experimental de la UAAAN-UL, en Torreón, Coah., México. Los objetivos fueron: a corto plazo, formar y seleccionar híbridos con potencial productivo en rendimiento de grano y sus componentes, además de identificar las cruzas con alto potencial para usos futuros en cruzas triples y dobles. El material utilizado en el estudio proviene de tres programas de

mejoramiento, por un lado líneas de alta endogamia del programa del (CIMMYT, 1999), de la UAAAN-UL y líneas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), haciendo un total de 20 progenitores, utilizados 10 de ellos como machos y 10 como hembras. Se evaluaron bajo un diseño experimental de bloques al azar, con dos repeticiones. La parcela experimental fue de un surco de tres m de largo y 0.70 m de ancho, con seis plantas por metro, para tener una población aproximada de 85,000 pl ha⁻¹. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de mazorca (RMZ), rendimiento de grano (RG), número de hileras por mazorca (NHMZ), número de granos por hilera (NGH) y número de granos por mazorca (NGMZ). Se realizó el análisis genético con el diseño II de apareamiento de Carolina del Norte (Comstock y Robinson 1948). Cada una de las variables: rendimiento de mazorca (RMZ), rendimiento de grano (RG), número de hileras por mazorca (NHMZ), número de granos por hilera (NGH), y número de granos por mazorca (NGMZ), muestran diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$). Los mejores efectos para ACG en rendimiento de grano (RG) correspondieron a los machos M₁ (L-AN 123 R), M₅ (L-AN 123) y a las hembras H₁₂ (CML-316) y H₁₁ (CML-264 Pob21). Los mayores efectos de ACE para rendimiento de grano fueron las cruzas (M₃) L-AN 360PV x (H₂₀) CML-315; (M₂) L-AN 447 x (H₁₁) CML-264 Pob21; (M₇) L-AN B-32 x (H₁₄) CML-313; (M₁₀) CML-319 x (H₁₈) CML-311 y (M₁) L-AN 123 R x (H₁₆) CML-247 Pool24, lo que nos indica que dichos progenitores tienen características favorables para continuar con un proceso de selección y producción de híbridos con alto potencial de rendimiento, implementando programas de mejoramiento para la formación de híbridos y nuevas

poblaciones, basándose en el comportamiento de ACG de los progenitores. También tomar las mejores cruzas para formar nuevas líneas, haciendo nuevas combinaciones híbridas y así formar híbridos dobles y triples.

ABSTRACT

**COMPONENTS OF AGRAIN YIELD IN SINGLE CROSSES OF MAIZE (*Zea
maiz* L.) IN THE COMARCA LAGUNERA**

BY

RICARDO COVARRUBIAS CASTRO

AGRARIAN CIENCIAS MASTERSHIP

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

TORREON, COAHUILA. MAY 2006

Dr. Emiliano Gutiérrez del Río – Advisor -

Key words: hybrids, combining ability, progenitors, crosses.

This work was made at the Comarca Lagunera in 2004, in the UAAAN-UL experimental field; Torreón, Coahuila. Mexico. The objectives were: at short term, to form and select hybrids with productive potential in grain yielding and its components, besides, identify the crosses with high potential for future uses in triple and double crosses. The material used at this study comes from three improvement programs, by a way high endogamy lines from CIMMYT (CIMMYT,1999), by another from UAAAN-UL,

and lines of the National Institute of Agricultural and Cattle Forest Investigations (INIFAP), making a total of 20 progenitors, used 10 as males and 10 as females. This were evaluated by experimental blocks, with two repetitions. Each experimental plot was planted and consisted of one row to 3 m a paced 0.70 m with 6 plants per meter, to have an approximate population of 85,000 plants per hectare. The evaluated variables were: the ear yield (RMZ), grain yield (RG), number of rows by ear (NHMZ), number of grains per row (NGH), number of grains per ear (NGMZ). The genetic analysis was made with the join design II from North Carolina (*Comstock y Robinson 1946*). Each variable: ear yield (RMZ), grain yield (RG), number of rows by ear (NHMZ), number of grains per row (NGH), number of grains per ear (NGMZ) showed highly significant differences ($\leq p 0.01$). the best effects for ACG in grain yield (RG) were for males M_1 (L-AN 123R), M_5 (L-AN 123), and M_6 (L-AN 388R); and for females H_{12} (CML-316), H_{11} (CML-264 pob21) and H_{16} (CML-247 Pool24). The best effects for ACE in grain yield were the crosses M_3 (L-AN 360PV) x H_{20} (CML-315); M_2 (L-AN 447) x H_{11} (CML-264 Pob21); M_7 (L-AN B-32) x H_{14} (CML-313); M_1 (L-AN 123 R) x H_{16} (CML-247 Pool24); M_5 (L- AN 123) x H_{17} (CML-271 Pob29); M_6 (L-AN 388R) x H_{13} (CML-254 Pob21); M_6 (L-AN 388R) x H_{11} (CML-264 Pob21) y M_6 (L-AN 388R) x H_{12} (CML-316). The values of the variance additive (σ^2_A) were lower than the variance of dominance (σ_D^2) as much for ear yield as for grain yield, which indicates that we have good materials to continue with a process of production of hybrids with high potential of yield, implementing methods to us of improvement for the formation of triple and double hybrids.

	Página
INDICE	
RESUMEN.....	v
ÌNDICE DE CUADROS.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	3
Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Heterosis	4
Heredabilidad.....	6
Diseño genético	7
Aptitud combinatoria	9
Aptitud combinatoria general y específica	9
III. MATERIALES Y METODOS	11
Ubicación geográfica	11
Metodología	11
Diseño y parcela experimental.....	12
Manejo agronómico	12
Siembra	12
Fertilización	12
Riegos	12

Control de plagas y maleza	12
Cosecha	13
Material genético	14
Análisis genético.....	16
Aptitud combinatoria	16
Componente de varianza.....	18
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
Cuadrados medios del análisis de varianza. Diseño II de Carolina del Norte.....	20
Comportamiento promedio de los machos	20
Comportamiento promedio de las hembras.....	21
Efectos de aptitud combinatoria general.....	22
Interacción entre hembras y machos.....	26
Efectos de aptitud combinatoria específica.....	27
Componentes de varianza.....	29
Correlaciones de componentes de rendimiento.....	31
Correlación de los componentes de varianza.....	31
V. CONCLUSIONES	33
VI. LITERATURA CITADA.....	35
VII. APÉNDICE.....	38

INDICE DE CUADROS

Número de cuadro.	Página.
3.1 Material genético (Progenitores machos y hembras).....	15
3.2 Análisis de Varianza. Diseño II de Carolina del Norte.....	17
4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza. Diseño II de Carolina del Norte.....	20
4.2 Comportamiento promedio de los Machos.....	21
4.3 Comportamiento promedio de las hembras.....	22
4.4 Aptitud Combinatoria General (ACG) de machos.....	24
4.5 Aptitud Combinatoria General (ACG) de hembras.....	25
4.6 Valores mas altos de quince cruzas para (RMZ), (RG), (NHMZ), (NGH) y (NGMZ).....	27
4.7 Mayor ACE de quince cruzas para (RMZ), (RG), (NHMZ), (NGH) y (NGMZ).....	29
4.8 Componentes de varianza genética de cada variable.....	30
4.9 Correlación de rendimiento y componentes de rendimiento.....	31
4.10 Correlación entre componentes genéticos.....	32
7.1 Total de cruzas y su media.....	38
7.2 Total de cruzas y su ACE.....	41

INTRODUCCIÓN

La palabra maíz (*Zea mays L*) proviene del vocablo *mahis* que a su vez deriva del taino, lengua y nombre de un grupo indígena que habitaba Haití a la llegada de los españoles en 1542. Los españoles se percataron del cultivo de esa planta por parte de ese grupo y a partir de entonces se extendió el vocablo “maíz” (SEP-CONACULTA, 1998).

Que el maíz fue inventado por las etnias mexicanas a partir del teocintle, a través de muchos miles de años, es un conocimiento reciente. Este grano ocupa el primer lugar en la producción mundial y supera el trigo y el arroz, ya que según datos de la FAO, en el 2001, se produjeron más de 609 millones de toneladas de maíz, aproximadamente 593 millones de toneladas de arroz y cerca de 583 millones de toneladas de trigo.

El maíz es el cultivo más importante de México: cada año se siembran 8.5 millones de hectáreas; su producción representa el 60% con respecto a la producción total de granos, y es parte fundamental de nuestra alimentación. En México no se produce el maíz que se necesita y se recurre cada año a fuertes importaciones; llegando hasta 8.4 millones de toneladas en 2003 (incluyendo grano quebrado). Lo anterior es grave porque representa el 40% de importación con respecto al maíz que se requiere, lo cual compromete seriamente la soberanía alimentaria; el problema es de producción y de calidad de grano. En la Comarca Lagunera en 1988, se establecieron 26,131 ha alcanzando rendimientos de 2.05 t

ha⁻¹. El rendimiento nacional por unidad de superficie actualmente es de 2.7 t ha⁻¹ mientras que en algunas regiones de la republica como el Sureste con 5.0 t ha⁻¹, Jalisco y Valles Altos 6.0 t ha⁻¹, Guanajuato e Hidalgo 8.0 t ha⁻¹, Sinaloa 8.9 t ha⁻¹, y La Comarca Lagunera 3.3 t ha⁻¹, mientras que el rendimiento potencial a nivel experimental en el Bajío es de 18 t ha⁻¹, y en La Comarca Lagunera es de 13 t ha⁻¹.

El rendimiento de grano del maíz en EEUU se ha incrementado de un 40-50% por el cambio a mejores prácticas de manejo como el incremento de fertilizante nitrogenado y altas densidades de población y de un 50-60% por el mejoramiento genético, este último es un proceso continuo y constante en la formación de nuevas variedades e híbridos comerciales. El conocimiento de los diversos tipos de acción génica y la importancia de éstos en la determinación de ciertos caracteres de interés, es básico para lograr avances rápidos en un programa de mejoramiento genético; se han ideado sistemas de apareamiento o diseños genéticos, para conocer y evaluar la acción génica de caracteres cuantitativos, que permiten determinar las combinaciones superiores, seleccionar los mejores progenitores y diseñar los métodos de mejoramiento mas eficientes.

La formación y producción de híbridos se basa en explotar el fenómeno denominado "heterosis", *Shull en 1914* usó este término, pero no incluyó una descripción de los mecanismos genéticos involucrados en la expresión.

OBJETIVOS:

- Conocer a corto plazo el comportamiento de los híbridos con potencial productivo en rendimiento de grano y sus componentes
- Identificar las cruzas con alto potencial de rendimiento que puedan formar cruzas triples y dobles, considerando sus principales componentes.

HIPÓTESIS

H_0 : Todos los híbridos simples tienen el mismo comportamiento en los componentes de rendimiento de grano.

H_0 : Las cruzas de maíz y sus progenitores presentan efectos iguales de ACG y ACE.

REVISIÓN DE LITERATURA

La preocupación del hombre por aumentar la producción agrícola de acuerdo con sus necesidades, se ha manifestado desde hace muchos siglos. La mejora genética de las plantas ha contribuido y seguirá contribuyendo sustancialmente a la mayor productividad agrícola, formando variedades de mayor rendimiento que estabilicen su producción a través de la resistencia a enfermedades, plagas, sequías, calor, frío, viento y otros factores ambientales (Chávez A. 1993).

El objetivo de la hibridación es la producción de materiales que presenten nuevas combinaciones genéticas que obtengan mayor vigor y producción. La hibridación es un método de mejoramiento genético donde los resultados reflejan un incremento marcado en la producción sobre los niveles de rendimiento en las variedades de polinización libre (De la Loma, 1954).

HETEROSIS

Los híbridos aparecen por el año de 1900, mediante la formación de líneas endocreadas. Allard (1960), realizó autofecundaciones que dieron origen a la formación de líneas puras, que al cruzarlas entre ellas dieron como resultado híbridos simples los que a su vez presentaban excelente apariencia con excelente

rendimiento, pero tenían una desventaja: era muy costoso producir semilla híbrida, debido a que las líneas producen poco rendimiento.

La importancia de manejar grupos de líneas endogámicas con patrones heteróticos distintos ha permitido desarrollar estrategias de mejoramiento, para aprovechar la manifestación del vigor híbrido. *Vasal et al., (1992)*.

El mejoramiento genético del maíz es un proceso continuo a través de la formación de híbridos y variedades para uso comercial. El conocimiento de la acción génica que controla los caracteres de Interés económicos, es básico para la planeación de un programa de mejoramiento genético, *De la Cruz, et al., (2003)*.

La heterosis se manifiesta principalmente en las plantas de la generación F_1 provenientes de semilla. El vigor, el rendimiento y la mayoría de los caracteres de importancia económica del maíz son de naturaleza cuantitativa y están controlados por un alto número de genes cuyos efectos pueden diferir ampliamente, *Jugenheimer (1990)*.

Stanfield (1978), menciona que las bases genéticas de la heterosis son motivo de polémica y que se pueden explicar de dos formas. La teoría de la dominancia supone que el vigor de un híbrido es el resultado de la acción e interacción de factores dominantes de adaptabilidad y crecimiento. Por otro lado, la teoría de la sobredominancia supone que un individuo que es heterocigote produce mayor vigor híbrido.

HEREDABILIDAD

La heredabilidad es un parámetro que expresa la proporción de la varianza total que es atribuible a los efectos promedio de los genes y esto determina en parte el grado del parecido entre parientes. La función más importante de la heredabilidad en el estudio genético de los caracteres métricos, es que expresa la confiabilidad del valor fenotípico, como indicador del valor productivo; y es el valor productivo de un individuo lo que determina su influencia en la siguiente generación. Es decir, al escoger algunos individuos como progenitores por sus valores fenotípicos, el éxito en cambiar las características de la población, puede predecirse únicamente a partir del grado de correspondencia entre los valores fenotípicos y los reproductivos (*Beker, 1986; Falconer, 1983; Namkoong, 1979*).

Chávez (1993) dice que la heredabilidad puede estimarse en dos sentidos: amplio y estricto. La heredabilidad en sentido amplio (H^2) estima el grado en que el fenotipo refleja al genotipo; es la proporción heredable del total de la varianza fenotípica:

$$H^2 = \frac{V_G}{V_P} = \frac{V_A + V_D}{V_P}$$

La heredabilidad en sentido estricto (h^2) se estima a través de la suma de los efectos de genes aditivos que el progenitor hereda a su descendencia. En este caso se consideran únicamente los efectos de acción génica aditiva:

$$h^2 = \frac{V_A}{V_P}$$

Brauer (1983) dice que la heredabilidad puede definirse como la proporción de la variación total observada en una progenie que está determinada por factores genéticos y puede ser transmitida. En la progenie, cuando la variación debida al medio ambiente es considerable con relación a las variaciones hereditarias, la heredabilidad es baja. Si la variación debido al medio ambiente es pequeña con relación a la variación hereditaria, entonces la heredabilidad será alta.

Para realizar un estudio de la herencia de caracteres cuantitativos implica desarrollar progenies, obtenidas de acuerdo a un patrón de apareamiento, lo que comúnmente se llama diseño genético. Existen varios y tienen cierta complejidad estadística, en el grado de formar las progenies considerando la flexibilidad para aplicarlos a diversos cultivos (*Hallauer y Miranda, 1981*).

DISEÑO GENÉTICO

Para esta investigación se utilizó el Diseño II de Carolina del Norte el cual fue elaborado por *Comstock y Robinson (1946)*. Según la técnica de apareamiento

entre progenitores, se reconocen tres métodos, cuyas características se describen a continuación:

El Diseño I también denominado diseño anidado o jerárquico. En este método, cada macho es apareado con un grupo de hembras, con la limitante que cada hembra solo participa en una sola cruce. El grupo de progenies de medios hermanos descendientes del mismo macho, se le llama grupo macho (*Márquez, 1988*). Este diseño permite estimar la varianza aditiva y también la de dominancia (*Hallauer y Miranda, 1981*).

Diseño II denominado también como diseño factorial o cruzado. Consiste principalmente en cruzar un grupo determinado de progenitores machos con un conjunto de hembras, en todas las combinaciones posibles. La única restricción del modelo, es que unos progenitores actúan como machos y otros como hembras (*Hallauer y Miranda, 1981*).

El Diseño III fue desarrollado con la finalidad de estimar el grado de dominancia de los genes que controlan los caracteres de una población en estudio. Este apareamiento consiste principalmente en retrocruzar plantas F_2 , que son tomadas de la población, las cuales posteriormente se usarán como machos para polinizar los dos progenitores endogámicos, de las que descende la F_2 . Y habrá dos pares de progenies retrocruzados, por cada macho de la F_2 utilizado. Además este diseño, tiene la finalidad de estimar la varianza aditiva y la de dominancia (*Hallauer y Miranda, 1981; Márquez, 1988*).

APTITUD COMBINATORIA

Según *Márquez* (1988), el término aptitud combinatoria significa la capacidad que tiene un individuo o una población, de combinarse con otros, estimada por medio de su progenie. Sin embargo, la aptitud combinatoria debe estimarse no solo en un individuo de la población sino en varios, a fin de poder seleccionar aquellos que obtengan la más alta aptitud combinatoria.

APTITUD COMBINATORIA GENERAL Y ESPECÍFICA

Existen varios diseños de análisis dialélicos para estimar la aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE), pero el más utilizado es el de *Griffing* (1956) en sus cuatro métodos: 1) progenitores y sus cruza F_1 directas y recíprocas; 2) Progenitores y sus cruza F_1 directas; 3) Cruzas F_1 directas y recíprocas; y 4) Cruzas F_1 directas.

Sprague y Tatum (1942) establecieron los conceptos ACG y ACE; el primero designa el comportamiento promedio de una línea a través de sus cruzamientos con un conjunto de líneas diferentes, y el segundo, designa la desviación que presenta la progenie de la cruza con respecto al promedio de la ACG de sus progenitores.

Jugenheimer (1981) propone que la ACG es el desempeño promedio de una línea pura en algunas combinación híbrida, y además proporciona información sobre las líneas con alto grado de endogamia que deben producir los mejores híbridos, mientras que la ACE, es el desempeño, de ciertas combinaciones que son relativamente mejores o peores que aquellas que se esperaría, basándose en el comportamiento medio de la líneas combinadas.

De la Cruz et al., (2003), en un experimento realizado en La Comarca Lagunera, encontró que para rendimiento, los progenitores con mayores valores de ACG fueron P₅, P₄ y P₁ y con menor, P₃, P₂ y P₆. Las cruzas de mayor ACE fueron P₂ x P₅ y P₂ x P₃, y las cruzas P₄ x P₅ y P₁ x P₆ fueron las de menor ACE. Se esperaba que las cruzas de mayor rendimiento hubieran sido aquellas resultantes de cruzar dos líneas de alta ACG con el efecto positivo de un alto valor de ACE; esto no resultó así debido, tal vez, al bajo número de repeticiones por localidades (dos). El alto rendimiento de una crusa puede ser a la suma de altos efectos aditivos de los genes de las líneas progenitoras, o a un efecto positivo de ACE, pero no cabría esperar interacción alguna para los alelos recesivos de ambos progenitores.

MATERIALES Y METODOS

LOCALIZACIÓN

El trabajo se realizó en dos etapas en el campo experimental de la UAAAN-UL, en La Comarca Lagunera, localizada geográficamente entre los paralelos 24° 30' y 27° LN y 102° y 104° 40' LO, con una altura de 1150 msnm y un clima seco y caluroso.

MÉTODO

Primera etapa

En la primavera del 2004 se realizaron en forma manual las cruzas de las veinte líneas y antes de la aparición del estigma de la flor femenina en los progenitores que se usaron como hembras se taparon con glasines, para evitar cualquier contaminación. El polen se recogió en bolsas de papel de las espigas de las plantas que se utilizaron como machos y después se hicieron las cruzas correspondientes. Las 100 cruzas resultantes de las 20 líneas, donde las líneas identificadas del 1 al 10 se usaron como machos y las líneas del 11 al 20 como hembras (Cuadro 2.1), cruzándose 8 plantas por cada craza y obteniendo entre 1000 y 1250 granos por craza, suficiente para su evaluación.

Segunda etapa

En el verano, se llevó a cabo la evaluación de las cruzas, la cual se realizó bajo un diseño experimental de bloques al azar con dos repeticiones. La parcela experimental fue de un surco de tres m de largo y 0.70 m de ancho, con seis plantas por metro, para tener una población aproximada de 85,000 pl. ha⁻¹.

MANEJO AGRONÓMICO

La siembra se llevó a cabo el día 21 Agosto del año 2004 en el campo experimental de la UAAAN-UL, en Torreón, Coahuila, en forma manual se depositaron de 2 a 3 semillas por golpe, se realizó un aclareo después del primer cultivo.

Se fertilizó con la formula 180N-100P-00K aplicando el 50% del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y el resto del nitrógeno a la hora de realizar la labor de escarda.

Se hicieron los riegos con cintilla, manteniendo siempre a capacidad de campo para el buen desarrollo del cultivo.

La principal plaga que se presentó en la etapa de desarrollo del cultivo fue el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) el cual se le aplicó Decis con una dosis de 1 L / ha⁻¹, además hubo ataque por pulga negra (*Chaetocnema pulicaria*) lo cual

se combatió con Lorsban con dosis de 1 L / ha⁻¹. Estas aplicaciones se realizaron de forma manual. El control de maleza se llevo a cabo con la aplicación de 1 litro de Primagram (S-Metalaclor + atrazina) herbicida preemergente al momento de realizar el riego de nacencia. Se realizó un control fitosanitario completo durante el desarrollo del cultivo.

La cosecha se realizó cuando se encontraba el grano en estado maduro y seco. Las variables evaluadas fueron:

- Rendimiento de mazorca (RMZ): Se cosecharon tres plantas por parcela, se pesó la mazorca y se calculó el rendimiento; se determinó el contenido de humedad y se estandarizó al 14%, obteniendo así el rendimiento de mazorca (RMZ) uniformizado:

$$RMZ = PC \left(\frac{100 - \%H}{86} \right)$$

Donde: *PC* es el peso de campo y *%H* es el contenido de humedad del grano de cada muestra, medido con un determinador de humedad (Motonco).

- Rendimiento de grano (RG): Se cosecharon tres plantas por parcela, se pesó la mazorca y se pesó el olote y se le restó este último al peso de la mazorca para calcular el peso de grano, se determinó el contenido de humedad y se estandarizó al 14%, obteniendo así el rendimiento de grano (RG):

$$RG = PC \left(\frac{100 - \%H}{86} \right)$$

Donde: *PC* es el peso de campo y *%H* es el contenido de humedad del grano de cada muestra, medido con un determinador de humedad (Motonco).

- Número de hileras por mazorca (NHMZ): Se contaron las hileras de tres mazorcas y se obtuvo un promedio para número de hileras por mazorca.
- Número de granos por hilera (NGH): Se contó el número de granos por hilera y se sacó un promedio.
- Número de granos por mazorca (NGMZ): se estimó multiplicando el NHMZ por el NGH.

MATERIAL GENÉTICO

En el cuadro 2.1 se presenta el material genético utilizado en el estudio, este proviene de tres programas, por un lado líneas de alta endogamia del programa del Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y trigo CIMMYT, de la UAAAN-UL, y líneas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Cuadro 3.1 Material genético usado en el estudio proveniente de la UAAAN-UL con seis líneas de alta endogamia, del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) con once líneas y tres del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), los cuales se usaron como Progenitores Machos (M) y Hembras (H). UAAAN-UL 2004.

Denominación	Genealogía	Origen
M ₁	L-AN 123 R	Línea de alta endogamia formada de var. criolla del municipio de Concepción, Jal. Con precocidad y tolerancia a sequía.
M ₂	L-AN 447	Línea de 8 autofecundaciones, derivada de generaciones avanzadas del híbrido AN-447 con características de amplia adaptabilidad.
M ₃	L-AN 360PV	Línea obtenida de la población enana denominada Pancho Villa, vigorosa y con hojas anchas.
M ₄	L-AN 130	Proviene de la F ₄ del H-507, cruzada con la población de El Bajío denominada Celaya-2.
M ₅	L-AN 123	Línea obtenida de forma divergente y contrastada de variedad criolla de Jalisco, de hojas pálidas y onduladas.
M ₆	L-AN 388R	Línea enana, con hojas anchas y succulentas generada a partir de la F ₃ del híbrido AN-388.
M ₇	L-AN B-32	Identificada con la genealogía H-353-245-6-10.
M ₈	L-AN B-39	Su origen proviene de INIFAP-B39.
M ₉	L-AN B-40	Su origen es de formación en INIFAP-B40.
M ₁₀	CML-319	RecyW89(Cr.Arg/CIM.ShPINPH)6-3-2-4-B-B
H ₁₁	CML-264 Pob21	POB21C5F219-3-1-B-##-8-1-3-BBB-f
H ₁₂	CML-316	Pob500P500c0F114-1-1-B*3
H ₁₃	CML-254 Pob21	TUXSEQ-149-2-BBB-##-1-BB-f
H ₁₄	CML-313	Pob501c0F6-3-3-2-1-B-B
H ₁₅	CML-273 Pob43	(AC7643*43F7)-2-3-2-1-BB-f
H ₁₆	CML-247 Pool24	(G24F119*G24F54)-6-4-1-1-BB-f
H ₁₇	CML-271 Pob29	POB29STEC1HC25-6-4-1-#-BBB-f
H ₁₈	CML-311	Pob500S89500 F2-2-2-2-B*5
H ₁₉	CML-278 Pob43	DMANTES8043-53-1-1-B-##-1-BB-f
H ₂₀	CML-315	Pob500P500c0F246-4-1-2-2-B*3

ANÁLISIS GENÉTICO

Existen varios diseños genéticos y tienen cierta complejidad estadística, en el grado de formar las progenies, considerando la flexibilidad para aplicarlos a diversos cultivos (Hallauer y Miranda, 1981). Se realizó el análisis genético con el diseño II de apareamiento de Carolina del Norte (Comstock y Robinson 1946), cuyo modelo lineal es: $Y_{ijk} = \mu + M_i + H_j + \phi_{ij} + \varepsilon_{ijk}$ donde: $i=1,2,\dots,m$ (machos); $j=1,2,\dots,h$ (hembras); $k=1,2,\dots,r$ (repeticiones); Y_{ijk} = observación de la cruce entre el i -ésimo macho y la j -ésima hembra en la k -ésima repetición; μ = Media general; M_i y H_j = Efecto del i -ésimo macho y j -ésima hembra; ϕ_{ij} = Efecto de la interacción del i -ésimo macho con la j -ésima hembra; ε_{ijk} = error experimental.

La estimación de los efectos de Aptitud Combinatoria General (ACG) para los machos y hembras, y Aptitud Combinatoria Especifica (ACE) para las cruces, se hizo según la propuesta de Sprague y Tatum (1941) $g_i = \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}$
 $g_j = \bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..}$ $S_{ij} = Y_{ij} - g_i - g_j - \bar{Y}_{..}$ donde: g_i , g_j , y S_{ij} son los efectos de ACG y ACE, respectivamente para los i -machos, las j -hembras y sus cruces; $\bar{Y}_{i.}$ y $\bar{Y}_{.j}$ son las medias de los machos y las hembras, Y_{ij} es el valor de la cruce $i \times j$ y $\bar{Y}_{..}$ es la media de todas las $i \times j$ cruces. Se realizó una comparación de los valores estimados de ACG con la prueba de t o diferencia mínima significativa

$$(DMS). \quad DMS = t\alpha EE \quad EE = \sqrt{\frac{2CME}{rm}} \quad EE = \sqrt{\frac{2CME}{rh}}$$

Donde:

DMS = Diferencia mínima significativa, *t* α = valor de tablas al 0.05 y al 0.01, *EE* = error estándar, *CME* = cuadrado medio del error, *r* = repeticiones, *m* = machos y *h* = hembras.

Cuadro 3.2 Análisis de Varianza. Diseño II de Carolina del Norte. UAAAN-UL 2004.

FV	GL	SC	CM	ECM
Rep.	r-1	$\frac{\sum_{k=1}^r Y^2 \dots}{hm} - \frac{Y^2 \dots}{hmr}$	M ₄	
M	m-1	$\frac{\sum_{j=1}^m Y^2 \dots}{hr} - \frac{Y^2 \dots}{hmr}$	M ₃	$\sigma^2 e + r\sigma^2 HM + hr\sigma^2 M$
H	h-1	$\frac{\sum_{i=1}^h Y^2 i \dots}{mr} - \frac{Y^2 \dots}{hmr}$	M ₂	$\sigma^2 e + r\sigma^2 HM + mr\sigma^2 H$
HxM	(h-1)(m-1)	$\frac{\sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^m Y^2 ij}{r} - \frac{\sum_{i=1}^h Y^2 i \dots}{mr} - \frac{\sum_{j=1}^m Y^2 \dots j}{hr} + \frac{Y^2 \dots}{hmr}$	M ₁	$\sigma^2 e + r\sigma^2 HM$
Error	(r-1)hm-1	$\sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^r Y^2 ijk - \frac{\sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^m Y^2 ij}{r} - \frac{Y^2 \dots}{hmr}$	M ₀	$\sigma^2 e$
Total	Rmh-1	$\sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^r Y^2 ijk - \frac{Y^2 \dots}{hmr}$		

Con los cuadrados medios y sus esperanzas, se calculó, la varianza génica aditiva (σ^2_A), de dominancia (σ^2_D), fenotípica (σ^2_F), el grado de dominancia (d) y la heredabilidad en sentido estricto (h^2). Los coeficientes de correlación se estimaron mediante la siguiente ecuación: $r = \text{cov}(xy) (\sigma_x^2 \sigma_y^2)^{-1}$ donde: el numerador indica la covarianza fenotípica de las medias entre dos caracteres y el denominador, el producto de las varianzas fenotípicas de cada carácter, de igual forma se procedió con las correlaciones genéticas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cuadrados medios del análisis de varianza para las características evaluadas se presentan en el cuadro 4.1 cuyas fuentes de variación corresponden al Diseño II de Carolina del Norte (*Comstock y Robinson 1946*), en donde se encontró que para las fuentes de variación: repeticiones, machos, hembras y la interacción M x H en cada una de las variables: RMZ, RG, NHMZ, NGH y NGMZ, mostraron diferencias significativas ($p < 0.01$). Lo anterior indica que las diferencias existentes entre los progenitores tienen resultados favorables para continuar desarrollando estrategias de mejoramiento para aprovechar la manifestación del vigor híbrido (*Vasal et al., 1992*). Los límites del coeficiente de variación se encuentran entre 5.76 y 13.48 por ciento, cuyos valores están en la confiabilidad aceptable recomendada por los investigadores (*Márquez, 1988; De la Cruz et al 2005; Kang et al 1999*). Los coeficientes de variación mayores corresponden a (RG) con 13.48 y (RMZ) con 12.02 % por ser estas variables mas complejas, los coeficientes bajos que van desde 5.76 hasta 9.51 %, corresponden a las variables (NHMZ), (NGH) y (NGMZ) en las cuales intervienen pocos genes. Un coeficiente de variación de 15 % para rendimiento es típico de experimentos en maíz en un diseño de bloques completos al azar, e indica que el experimento en campo estuvo bien conducido (*De la Cruz et al, 2005*).

Cuadro 4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza y nivel de significancia de las variables RMZ, RG, NHMZ, NGH, Y NGMZ. Aplicándose el Diseño II de Carolina del Norte. UAAAN-UL 2004.

F V	GL	RMZ Kg ha ⁻¹	RG Kg ha ⁻¹	NHMZ hileras	NGH granos	NGMZ granos
Rep.	1	145424574.2**	105181557.6**	13.52**	172.98**	94647.30**
Machos	9	8589181.8**	7300131.5**	16.72**	161.17**	72863.61**
Hembras	9	10783185.6**	9096386.1**	27.56**	56.35**	22903.41**
M x H	81	4351690.5**	3015580.8**	1.72**	18.35**	6397.16**
Error	99	1105413.9	749537.3	0.71	6.37	1986.68
Total	199					
Media		8741.0	6420.6	14.64	31.97	468.45
CV %		12.02	13.48	5.76	7.89	9.51

** , = significancia al 0.01 de probabilidad. NHMZ = número de hileras por mazorca, NGH = número de granos por hilera, RMZ = rendimiento de mazorca, RG = rendimiento de grano y NGMZ = Número de granos por mazorca.

En el cuadro 4.2 se muestra el comportamiento promedio de los machos para todas las características evaluadas. *Allard* (1960) realizó autofecundaciones que dieron origen a la formación de líneas puras, que al cruzarlas entre ellas dieron como resultado híbridos simples los que a su vez presentaban excelente apariencia con excelente rendimiento, pero tenían una desventaja: era muy costoso producir semilla híbrida, debido a que las líneas producen poco rendimiento. Entre machos el rendimiento de grano osciló entre 7,727 Kg Ha⁻¹ y 5,683 Kg Ha⁻¹. El M₁ es el progenitor más sobresaliente y estadísticamente superior con diferencia significativa (p<0.05) en todas las variables, respecto de los demás padres. Sin embargo, el M₅ se le aproxima al M₁ con valores estadísticamente iguales en RMZ y NGH con valores de 9,506 Kg Ha⁻¹ y 36.5

granos por hilera respectivamente, mientras que el resto de los machos, no mostraron diferencias significativa para ninguna de las variables analizadas, lo que indica que estos últimos son muy similares entre ellos.

Cuadro 4.2 Comportamiento promedio de rendimiento y sus componentes de las líneas usadas como Machos, bajo el Diseño II de Carolina del Norte UAAAN-UL 2004.

LINEAS MACHOS	RMZ Kg Ha⁻¹	RG Kg Ha⁻¹	NHMZ hileras	NGH granos	NGMZ granos
1	10093 *	7727 *	16.7 *	35.5 *	591.82 *
2	8339	6151	14.3	31.8	455.54
3	8873	6161	15.2	27.2	410.56
4	8846	6474	13.7	31.5	431.76
5	9506 *	7078	15.2	36.5 *	551.70
6	8866	6713	14.9	29.5	443.88
7	8073	6060	14.2	31.5	447.68
8	8423	6000	14.5	34.5	498.48
9	8425	6161	14.1	31.1	439.44
10	7968	5683	13.6	30.5	413.72
DMS	659.73	543.23	0.5294	1.5877	27.967

* significancia al 0.05 de probabilidad.

El cuadro 4.3 representa el comportamiento promedio de hembras para todas las características evaluadas. La H₁₂ mostró los valores más altos en casi todas las variables RMZ, RG, NHMZ y NGMZ, excepto para NGH. La H₁₁ también presentó valores importantes y estadísticamente iguales a la H₁₂ en las características de RMZ, NGH y NGMZ. Para el RG la más sobresaliente fue la H₁₂

con 7,946 Kg Ha⁻¹ y estadísticamente superior al resto de las hembras. La H₁₈ tiene valores significativos en las variables NGH y NGMZ pero no se ve reflejado en el rendimiento de grano. La H₁₃ solamente tuvo valores significativos para la variable NGH.

Cuadro 4.3 Comportamiento promedio de rendimiento y sus componentes de las líneas usadas como Hembras, bajo el Diseño II de Carolina del Norte UAAAN-UL 2004.

LÍNEAS HEMBRAS	RMZ Kg/Ha	RG Kg/Ha	NHMZ hileras	NGH granos	NGMZ granos
11	9724 *	7117	14.7	34.3 *	506.10 *
12	10060 *	7946 *	17.3 *	30.5	527.74 *
13	8567	6158	12.8	33.5 *	430.58
14	8611	6324	13.8	31.3	433.30
15	8482	6068	14.1	32.1	453.50
16	8969	6494	14.7	30.6	450.48
17	8724	6473	15.5	29.4	453.22
18	8754	6200	14.8	34.4 *	507.56 *
19	7927	5606	14.3	31.3	449.08
20	7594	5822	14.4	32.4	473.02
DMS	659.73	543.23	0.5294	1.5877	27.967

* significancia al 0.05 de probabilidad.

El cuadro 4.4 muestra los valores de ACG de machos, donde las líneas presentaron efectos positivos y negativos con diferencia significativa ($p < 0.05$) en todas las variables. Según Márquez (1988), el término aptitud combinatoria significa la capacidad que tiene un individuo o una población, de combinarse con

otros, estimada por medio de su progenie. Sin embargo, la aptitud combinatoria debe estimarse no solo en un individuo de la población sino en varios, a fin de poder seleccionar aquellos que obtengan la más alta aptitud combinatoria. El M₁ mostró los mejores resultados al ser superior sobre el resto de los padres con efectos de ACG positivos y significativos para todas las variables. Después el M₅ le sigue con resultados positivos y significativos en tres variables RMZ, RG y NGH. El M₆ superior también en RMZ y RG. Por último el M₈ solamente en la variable NGH presenta efectos de ACG altos y con diferencia significativa, sin verse reflejado en el rendimiento. El resto de los padres tienen efectos de ACG bajos y negativos en todas las variables. A través de los efectos de ACG se puede observar el valor genético de los progenitores y que de alguna manera nos permite conocer los materiales que se van a combinar. *Jugenheimer (1981)* propone que la ACG es el desempeño promedio de una línea pura en alguna combinación híbrida, y además proporciona información sobre las líneas con alto grado de endogamia que deben producir los mejores híbridos, tal es el caso de la cruce M₁ x H₁₆, ambos con ACG positiva y que reflejan una interacción con el mejor rendimiento de grano y de mazorca. Sin embargo, se puede ver algunas interacciones que se salen de este patrón, tal es el caso de la cruce entre el M₃ y la H₂₀ para rendimiento de grano (RG) con ACG negativas de -260 y de -599 respectivamente, que tuvieron la mejor interacción con una ACE de 3,109.64 y reflejándose con 8,671.845 Kg/Ha, reportada como una de las mejores quince cruces (8^a. Mejor cruce). *De la Cruz (2003)* menciona que el alto rendimiento de una cruce puede ser a la suma de altos efectos aditivos de los genes de las líneas progenitoras, o a un efecto positivo

de ACE, pero no cabría esperar interacción alguna para los alelos recesivos de ambos progenitores.

Cuadro 4.4 Aptitud Combinatoria General (ACG) de las líneas usadas como Machos, bajo el Diseño II de Carolina del Norte UAAAN-UL 2004.

Progenitores	RMZ	RG	NHMZ	NGH	NGMZ
M	ACG	ACG	ACG	ACG	ACG
1	1352 *	1306 *	2.06 *	4.23 *	123.37 *
2	-402.1	-270	-0.34	0.43	-12.91
3	132	-260	0.56	-4.12	-57.89
4	104.9	53.2	-0.94	0.23	-36.69
5	765 *	657.6 *	0.56	5.13 *	83.25
6	124.8 *	292.1 *	0.26	-1.87	-24.57
7	-668.4	-361	-0.44	0.13	-20.77
8	-318.5	-420	-0.14	3.18 *	30.03
9	-316	-260	-0.54	-0.37	-29.01
10	-773.4	-738	-1.04	-0.97	-54.73

* significancia al 0.05 de probabilidad.

El cuadro 4.5 nos indica los efectos de ACG de las líneas usadas como hembras y de la misma forma que los machos, se puede observar el valor genético de los progenitores. Los mayores efectos de ACG en la variables de RMZ y de RG son para las hembras H₁₁, H₁₂ y H₁₆ con los valores más altos y estadísticamente iguales entre ellas. También vieron reflejados sus efectos positivos de ACG al participar como las mejor cruza en RG y RMZ. La H₁₂ en siete ocasiones repite como una de las mejores cruza con alto rendimiento de grano (6 x 12, 1 x 12, 5 x 12, 4 x 12, 2 x 12, 7 x 12 y 9 x 12). Las hembras H₁₃, H₁₅, H₁₇, H₂₀ a pesar se tener

efectos de ACG negativos tuvieron buena interacción con machos de efectos de ACG positivos (M₁, M₃, M₅ y M₆). La H₁₄ de ACG negativa presentó buen rendimiento de grano con el M₇, también de ACG negativa. Saliéndose de lo esperado por los investigadores. Al escoger algunos individuos como progenitores por sus valores fenotípicos, es decir, por su comportamiento agronómico en rendimiento de grano, y que venga a satisfacer las necesidades de agricultores y campesinos, es necesario que los progenitores que se utilizan para formar híbridos estén plenamente identificados, coincidiendo así con *De la Cruz et al (2003)* cuando dice que el conocimiento de la acción génica que controla los caracteres de interés económico, es básico para la planeación de un programa de mejoramiento genético.

Cuadro 4.5 Aptitud Combinatoria General (ACG) de las líneas usadas como Hembras, bajo el Diseño II de Carolina del Norte UAAAN-UL 2004.

Progenitores	RMZ	RG	NHMZ	NGH	NGMZ
H	ACG	ACG	ACG	ACG	ACG
11	982.6 *	696.4 *	0.06	2.33 *	37.65
12	1319.1 *	1525 *	2.66 *	-1.42	59.29
13	-174	-263	-1.84	1.53 *	-37.87
14	-130.4	-96.7	-0.84	-0.62	-35.15
15	-259	-353	-0.54	0.08	-14.95
16	228.1 *	73.6 *	0.06	-1.42	-17.97
17	-17	52.2	0.86 *	-2.62	-15.23
18	13.1	-221	0.16	2.38 *	39.11
19	-814.5	-815	-0.34	-0.67	-19.37
20	-1147.5	-599	-0.24	0.43	4.57

* significancia al 0.05 de probabilidad.

El cuadro 4.6 muestra las quince mejores cruzas resultantes del experimento con diferencia significativa ($p < 0.05$). Todas ellas son sobresalientes en RG y RMZ y con diferencia significativa del resto de las cruzas (100 cruzas en total). También podemos decir que casi todas las quince cruzas coinciden con ACE alta y positiva, excepto la craza (1 x 12), lo que nos permite ver las combinaciones híbridas y las diferencias genéticas de los progenitores. De los resultados obtenidos de las cruzas simples se escogieron las mejores quince para hacer un análisis y discusión para la variable RG (variable más importante en estudio), ya que representan el límite superior de todas las cruzas, mostrando diferencia significativa ($P < 0.05$). Los valores oscilan entre 9,656.12 Kg Ha⁻¹ y 7,989.84 Kg Ha⁻¹, por arriba del valor de la media (6,420.62 Kg Ha⁻¹). Con respecto al RMZ sólo dos de ellas (7 x 12 y 2 x 12) tienen los valores por abajo del resto superior, sin embargo en RG están dentro del grupo de las quince mejores cruzas. En el resto de las variables NHMZ, NGH y NGMZ ocho cruzas no son significativas, pero todas ellas tienen diferencia significativa en RG. Respecto a los valores más bajos (cuadro 7.1 del apéndice), la craza 6x20 presenta el valor más bajo para todas las variables evaluadas, coincidiendo con la ACG baja y negativa de ambos progenitores, tal y como lo menciona *Márquez (1988)* cuando dice que la aptitud combinatoria significa la capacidad que tiene un individuo de combinarse con otros, estimada por medio de su progenie.

Cuadro 4.6 Cruzas simples que presentan valores medios mas altos para la característica de RG, y sus componentes, evaluadas bajo el Diseño II de Carolina del Norte. UAAAN-UL 2004.

Padres		RG	RMZ	NHMZ	NGH	NGMZ
M	H	media	media	media	media	media
1	16	9656.12 *	12549.71 *	17.00	35.50 *	606.20 *
6	12	9556.62 *	11702.02 *	20.00 *	29.70	594.00
6	11	8933.49 *	11681.19 *	16.00	38.20 *	611.20 *
1	12	8924.39 *	10863.68 *	20.00 *	34.00	680.00 *
5	17	8907.61 *	11753.86 *	17.00	33.80	574.40
2	11	8905.75 *	11541.33 *	14.00	36.00 *	504.00
5	12	8769.16 *	11115.50 *	17.00	36.40 *	619.60 *
3	20	8671.84 *	11185.03 *	15.00	30.40	454.60
4	12	8628.00 *	11063.79 *	17.00	28.40	485.40
2	12	8358.54 *	10375.50	17.00	29.90	509.40
1	15	8279.48 *	11032.94 *	16.00	37.40 *	598.40 *
7	12	8263.11 *	10011.83	16.00	32.40	521.20
6	13	8223.30 *	10644.95 *	14.00	37.00 *	518.00
9	12	8083.20 *	10469.87 *	16.00	32.00	512.00
7	14	7989.84 *	10531.65 *	14.00	32.90	460.60

* significancia al 0.05 de probabilidad.

El cuadro 4.7 muestra los efectos de ACE de las quince mejores cruzas para RG y sus componentes RMZ, NGH, NHMZ y NGMZ. En RG y RMZ sólo una craza (1 x 12) mostró efectos negativos de ACE, el resto tiene efectos positivos. En NHMZ algunas cruzas (2 x 11, 5 x 12, 1 x 15, 7 x 12 y 9 x 12) obtuvieron efectos negativos pero, no se reflejó en el rendimiento. Para la variable NGH la craza 2 x 11, 5 x 17, 4 x 12 y 2 x 12 también tienen efectos negativos sin afectar el

rendimiento. En NHMZ las cruzas 4 x 12 y 2 x 12 con efectos negativos no afecta el rendimiento. Sin embargo, debemos considerar que la interacción macho por hembra, nos permite monitorear el comportamiento de las combinaciones híbridas, y detectar excelentes, buenas y malas progenies. Otras cruzas que presentaron efectos altos y positivos de ACE (10 X 18, 4 X 20, 3 X 13, 7 X 19, 8 X 20, 10 X 20 y 10 x 11) reportan RG por debajo de lo esperado de acuerdo a su valor alto en ACE, con valores estadísticamente inferiores a las quince cruzas de mayor producción. También podemos mencionar que algunas cruzas como la 2 x 11, correspondiente a progenitor malo con ACG negativa (-270) por progenitor bueno con ACG de (696.4) reflejando una buena interacción con un rendimiento de grano de 8, 905.74 Kg ha⁻¹ y una ACE muy alta (2058.75), coincidiendo con *De la Cruz et al., (2003)* que esperaba que las cruzas de mayor rendimiento hubieran sido aquellas resultantes de cruzar dos líneas de alta ACG con el efecto positivo de un alto valor de ACE; argumentando que no resultó así debido, tal vez, al bajo número de repeticiones por localidades. Como el caso anterior podemos referir la crusa 3 x 20 en RG. El M₃ con un valor de ACG negativo de -260 y la H₂₀ con valor de ACG negativo de -599 manifiestan un rendimiento y ACE altos. En ese mismo caso con efectos altos de ACE y rendimiento no significativo (ACG negativas de los progenitores) están las cruzas 7 x 14, 10 x 18, 3 x 13, 7 x 19, 8 x 20, 10 x 20 y 10 x 11. Por otra parte, podemos encontrar resultados favorables tanto en rendimiento y ACE con padres con ACG positiva y el otro con ACG negativa: 2 x 11, 2 x 12, 1 x 15, 7 x 12, 6 x 13 y 9 x 12. El alto rendimiento de una crusa puede ser debido a la suma de los altos efectos aditivos de los genes de las líneas progenitoras, o a un

efecto alto de ACE, pero no cabría esperar interacción alguna para los alelos recesivos de ambos progenitores (Falconer, 1985).

Cuadro 4.7 Efectos de ACE de las cruzas simples que presentan valores mas altos para la característica de RG y sus componentes RMZ, , NHMZ, NGH y NGMZ, evaluadas bajo el Diseño II de Carolina del Norte. UAAAN-UL 2004.

PADRES		RG	RG	RMZ	NHMZ	NGH	NGMZ
M	H	media	ACE	ACE	ACE	ACE	ACE
1	16	9656.12 *	1856.02	2228.62	0.24	1.32	32.35
6	12	9556.62 *	1318.72	1517.14	2.44	1.62	90.83
6	11	8933.49 *	1524.39	1832.81	1.04	6.37	129.7
1	12	8924.39 *	-327.31	-548.41	0.64	-0.2	28.89
5	17	8907.61 *	1777.21	2264.87	0.94	-0.1	37.93
2	11	8905.75 *	2058.75	2219.84	-0.36	1.87	10.81
5	12	8769.16 *	165.76	290.41	-0.86	1.32	8.61
3	20	8671.84 *	3109.64	3459.54	0.04	2.72	39.47
4	12	8628.00 *	629.00	898.80	0.64	-1.8	-5.65
2	12	8358.54 *	682.74	717.51	0.04	-0.5	-5.43
1	15	8279.48 *	905.68	1198.95	-0.16	1.72	21.53
7	12	8263.11 *	677.91	620.14	-0.86	2.32	14.23
6	13	8223.30 *	1773.30	1953.17	0.94	5.97	112
9	12	8083.20 *	397.00	725.79	-0.76	2.42	13.27
7	14	7989.84 *	2026.54	2589.46	0.64	2.02	48.07

* significancia al 0.05 de probabilidad.

El cuadro 4.8 presenta los componentes de varianza genética de cada una de las variable y en el cual se puede analizar que los valores de la varianza aditiva (σ^2_A) fueron más bajos que la varianza de dominancia (σ_D^2) tanto para rendimiento de mazorca como para rendimiento de grano, lo que nos indica que tenemos buenos materiales para realizar cruzas en un programa de hibridación,

coincidiendo con *Falconer (1985)*. El grado de dominancia (d) muestra valores entre 0.995 y 3.4886 lo que nos indica sobredominancia. El valor más alto de grado de dominancia fue para la variable rendimiento de mazorca (RMZ) con 3.4886, después el RG con 2.9571. *Hallauer y Miranda (1981)*, mencionan que el mayor vigor híbrido se debe a la presencia en el cigote de un número mayor de genes dominantes que en los progenitores, por reunirse los genes dominantes aportados por éstos para ser expresados de esta manera los efectos de la sobredominancia en la progenie. El valor de heredabilidad para RMZ fue de 12.31% y para RG 16.4% los cuales resultaron relativamente bajos como la mayoría de los caracteres de herencia múltiple. En el caso de NHMZ con el valor más alto de heredabilidad (59.9 %) se debe probablemente a que los efectos de las varianzas aditivas son mayores que los de dominancia, expresando la existencia de una dominancia de tipo parcial *Duvick (1999)*.

Cuadro 4.8 Componentes de varianza genética de cada variable. UAAAN-UL 2004.

Variable	Varianzas					Media
	$\sigma^2 A$	$\sigma^2 D$	$\sigma^2 F$	d	h^2	
RMZ	1066899	6492553	8664866	3.4886	12.31	8741.0
RG	1036536	4532087	6318160	2.9571	16.4	6420.6
NHMZ	4.084	2.022	6.817	0.995	59.9	14.64
NGH	18.0793	23.948	48.4003	1.6276	37.35	31.97
NGMZ	8297.26	8820.96	19104.9	1.4582	43.43	468.45

$\sigma^2 A$ = Varianza Aditiva, $\sigma^2 D$ = Varianza de dominancia, $\sigma^2 F$ Varianza fenotípica, d = grado de dominancia, h^2 = heredabilidad en sentido estrecho y la media

El cuadro 4.9 presenta la correlación entre los componentes de rendimiento, la cual nos muestra que casi todas las variables correlacionan en forma positiva y significativa ($p < 0.01$), destacando la similitud entre todas las variables, esto nos indica la dependencia entre cada una de ellas. Por otra parte se puede observar que el NGMZ tiene un comportamiento independiente respecto al NGH.

Cuadro 4.9 Correlación de rendimiento y componentes de rendimiento. UAAAN-UL 2004.

	RMZ	RG	NHMZ	NGH	NGMZ
RMZ	1.00000.	0.97485**	0.52090**	0.45210**	0.63580**
RG		1.00000	0.57601**	0.44092**	0.66720**
NHMZ			1.00000	0.08921 ^{ns}	0.67947**
NGH				1.00000	0.78530**
NGMZ					1.00000

El cuadro 4.10 nos muestra las correlaciones entre los componentes genéticos, en donde se puede apreciar que la varianza aditiva (σ^2A) es significativa y positiva con varianza de dominancia (σ^2D), grado de dominancia (d) y heredabilidad h^2 , solo para varianza fenotípica (σ^2F) fue altamente significativa. La varianza de dominancia (σ^2D) en relación a la varianza fenotípica (σ^2F) y heredabilidad (h^2) no fue significativa, pero altamente significativa para la varianza fenotípica (σ^2F). La varianza fenotípica (σ^2F) no fue significativa para grado de dominancia (d), pero altamente significativa para heredabilidad (h^2).

Finalmente, el grado de dominancia no fue significativo para heredabilidad (h^2) y además presentan una correlación negativa, debido tal vez porque a mayor varianza de dominancia la heredabilidad que depende de los genes aditivos tiende a disminuir (Márquez 1991 y Cruz 2003). Por otro lado Stanfield (1978), dice que la teoría de la sobredominancia supone que un individuo que es heterocigote produce mayor vigor híbrido.

Cuadro 4.10 Correlación entre componentes genéticos.

	$\sigma^2 A$	$\sigma^2 D$	$\sigma^2 F$	d	h^2
$\sigma^2 A$	1.00000	0.91274 *	0.94564 **	0.88176 *	0.88176 *
$\sigma^2 D$		1.00000	0.79609 ns	0.97569 **	-0.63947 ns
$\sigma^2 F$			1.00000	0.74807 ns	-0.91672 **
d				1.00000	-0.67127 ns
h^2					1.00000

CONCLUSIONES

Los genotipos mostraron diferencias significativas ($p < 0.01$), igual que la interacción entre machos por hembras en cada una de las variables: RMZ, RG, NHMZ, NGH y NGMZ. Los límites del coeficiente de variación se encuentran entre 5.76 y 13.48 por ciento, cuyos valores están en la confiabilidad aceptable recomendada por los investigadores. Los coeficientes de variación mayores corresponden a (RG) con 13.48 y (RMZ) con 12.02 % por ser estas variables más complejas, los coeficientes bajos que van desde 5.76 hasta 9.51 %, corresponden a las variables (NHMZ), (NGH) y (NGMZ) en las cuales intervienen pocos genes. En el comportamiento promedio de los machos y hembras, para rendimiento de grano, el M_1 (L-AN 123 R) y la H_{12} (CML-316) fueron diferentes estadísticamente a los demás ($p < 0.05$). Los mejores efectos para ACG en rendimiento de grano (RG) correspondieron a los machos M_1 (L-AN 123 R), M_5 (L-AN 123) y M_6 (L-AN 388R); y a las hembras H_{12} (CML-316), H_{11} (CML-264 Pob21) y H_{16} (CML-247 Pool24). Los mayores efectos de ACE para las cruzas más rendidoras de grano fueron: M_3 (L-AN 360PV) x H_{20} (CML-315); M_2 (L-AN 447) x H_{11} (CML-264 Pob21); M_7 (L-AN B-32) x H_{14} (CML-313); M_1 (L-AN 123 R) x H_{16} (CML-247 Pool24); M_5 (L-AN 123) x H_{17} (CML-271 Pob29); M_6 (L-AN 388R) x H_{13} (CML-254 Pob21); M_6 (L-AN 388R) x H_{11} (CML-264 Pob21) y M_6 (L-AN 388R) x H_{12} (CML-316). Los valores de la varianza aditiva (σ^2_A) fueron más bajos que la varianza de dominancia (σ^2_D) tanto para rendimiento de mazorca como para rendimiento de grano, lo que nos indica que tenemos buenos materiales para continuar con un proceso de producción de

híbridos con alto potencial de rendimiento, implementando métodos de mejoramiento para la formación de híbridos triples y dobles.

LITERATURA CITADA

- Allard, R. W. 1960. principios de la mejora de las plantas. Ed. Omega, S.A. Barcelona, España.
- Becker, W. A. 1986. Manual de genética cuantitativa. Primera Edición en español. Academic Enterprises. Pullman. WA. U.S.A. 174 p.
- Brauer, H. O. 1983. Fitogenética aplicada. Editorial ELSA. México. 518 p.
- CIMMYT 1999. Maize Inbred Lines Released by CIMMYT. A compilation of 424 CIMMYT LINES MAIZE (CMLs). CML1- CML424. First draft.
- Comstock R E, H F Robinson 1946. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. Biometrics 4:254-266.
- De la Cruz L. E., E. Gutiérrez del R., A. Palomo G., S. Rodríguez H. 2003. Aptitud Combinatoria y Heterosis de líneas de Maíz en la Comarca Lagunera. Rev. Fitotecnia, México. Vol. 26 (4): 279-284.
- De la Cruz L. E., SA. Rodríguez H., MA. Estrada B., JD Mendoza P., NP Brito M. 2005. Análisis dialélicos de líneas de maíz QPM para características forrajeras. Publicaciones Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Vol. 21 (41). Págs. 19-26.
- De la Loma, J. L. 1954. Genética General Aplicada. Segunda edición. Editorial UTEHA. México. 427 p.
- Chávez A. J. L. 1993. Mejoramiento de Plantas 1. Segunda Edición. Ed. Trillas. México. pp. 136.

- Duvick D N. 1992. Genetic contribution, to advances in yield of U. S. A. maize.
Maydica 37: 69-79.
- Duvick D N. 1999. Heterosis. Feeding people and protecting natural resources.
Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. J. G. Coors and S. Pandey
ED.
- Espinoza-Calderón, A. Tadeo, R. M. 2004. Selección de Variedades de Maíz ante
la incidencia de carbón de la espiga, en zona de transición y valles altos.
Rev. Tonalli Centli. Sinergia Rural, S.A. de C.V. No. 1 p. 24.
- Falconer, D. S. 1985. Introducción a la Genética Cuantitativa. CECOSA. México. 135
p.
- Griffing, B. 1956. Concept of General and specific combining ability in relation in
dialelic crossing system. Aust. Jour. Boil. Sci. 9: 463 – 491.
- Hallauer, A. R. and B. J. Miranda. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding.
Firt Ed. Iowa State University Press. U. S. A. 467 p.
- Jugenheimer, W. R. 1990. Maíz: Variedades mejoradas Métodos de Cultivo y
Producción de Semilla. Trad. R. Piña, G. Ed. Limusa. Cuarta reimpresión.
México. 841 p.
- Kang SM, Kushairi DA, Zhang Y, and Magari R. 1999. Combining ability for rind
puncture resistance in maize. Crop Sci. 39: 368-371.
- Márquez S. F. 1985 Geotecnia Vegetal. Métodos y teoría. Tomo I. Primera edición.
AGT EDITOR, S.A. México. 11 p
- Márquez S. F. 1988 Geotecnia Vegetal. Tomo II. AGT EDITOR, S.A. México. pp
563.

- Márquez S. F. 1991 Geotecnia Vegetal. Métodos y teoría. Tomo III. AGT EDITOR, S.A. México. 7 p
- Namkoong, G. 1979. Introduction to quantitative genetics in forest. USDA. Forest service. Technical Bulltin No. 1588. U.S.A. 342 p.
- Reta S. David G., A. Gaytán M., J. S. Carrillo A. 1998. Respuesta del maíz a densidades de población y métodos de siembra. I. Rendimiento y sus componentes. Cienc. Agropec. FAUNAL. 8:11-16.
- SEP-CONACULTA, 1998. "La diversidad cultural del México. Los Pueblos indígenas y sus 62 idiomas", mapa ilustrado.
- Sprague G. F., L. A. Tatum. 1941. General Vs specific combining ability in single crosses of corn. J. Am. Soc. Agron. 34:923-932
- Stanfield D. W. 1978. Teoría y problemas de genética. Libros Mc. Grahaw Hill. México, D.F.
- Vasal, S. K., G. Srinivasan, G. C. Han, F. C. González. 1992. Heterotic patterns eighty-eight white subtropical CIMMyT maize lines. Maydica. 37:319-327. U.S.A.

APÉNDICE

Cuadro 7.1 Total de cruzas y su media para cada una de las variables evaluadas bajo el Diseño II de Carolina del Norte. UAAAN-UL 2004.

PADRES M x H	RG media	RMZ media	NHMZ media	NGH media	NGMZ media
1X16	9656.11752 *	12549.7061 *	17	35.5 *	606.2
6X12	9556.62077 *	11702.0203 *	20 *	29.7	594
6X11	8933.49012 *	11681.1942 *	16	38.2 *	611.2
1X12	8924.39413 *	10863.677 *	20 *	34	680
5X17	8907.61187 *	11753.8568 *	17	33.8	574.4
2X11	8905.74859 *	11541.3263 *	14	36 *	504
5X12	8769.16456 *	11115.4994 *	17	36.4 *	619.6 *
3X20	8671.8449 *	11185.0256 *	15	30.4	454.6
4X12	8628.00199 *	11063.7871 *	17	28.4	485.4
2X12	8358.54419 *	10375.4953	17	29.9	509.4
1X15	8279.47916 *	11032.9389 *	16	37.4 *	598.4
7X12	8263.11271 *	10011.828	16	32.4	521.2
6X13	8223.30029 *	10644.9503 *	14	37 *	518
9X12	8083.19558 *	10469.8727 *	16	32	512
7X14	7989.83801 *	10531.6465 *	14	32.9	460.6
1X18	7849.59878	10290.3451	17	40.3 *	686.2 *
1X14	7739.62884	10038.4185	16	33.3	532.8
5X18	7662.99314	10171.6288	15	36.8 *	548
4X11	7594.42186	10177.9257	13	34.2	446
6X14	7567.788	9774.42437	14	32	448
4X20	7529.55905	9829.60637	14	36.2 *	506.8
1X13	7518.44036	10022.5121	14	35.3 *	494.2
6X17	7470.01507	9809.06681	17	29.6	502.2
10X11	7380.23758	10142.9657	14	29.8	417.2
10X18	7319.45081	10343.5344	14	36.8 *	515.2
1X19	7200.68091	9773.96498	15	39 *	586.6
4X16	7156.4649	9396.79408	14	29	406
5X16	7137.25074	9702.23526	14	38.5 *	539
8X11	7113.33234	9777.2522	14	37.3 *	522.2
3X13	7109.08985	10340.5505	14	33.8	473.2
9X11	7059.6413	9744.22694	16	33.7	539.2
1X11	6980.9737	9400.50324	17	36.1 *	614.2 *
5X15	6851.94488	9262.93964	16	34.9	552.2
3X12	6794.1943	9252.44323	18	24.3	437.4

Continúa...

Cuadro 7.1.....continuación.

PADRES M x H	RG media	RMZ media	NHMZ media	NGH media	NGMZ media
3X14	6749.58531	9932.5131	14	29.7	415.8
10X16	6682.50391	9131.33038	13	31.1	402.2
7X16	6660.23134	9052.02558	16	29.4	470.4
1X20	6641.07392	8383.08102	18	36.6 *	658.8 *
8X16	6634.88355	9374.84797	16	32.4	518.4
8X12	6617.1907	8534.17	16	29.9	478.4
2X17	6612.3283	8721.42144	14	33	462
5X13	6612.08546	9198.05953	13	36.5 *	474.4
7X15	6551.27221	8848.51779	14	30.2	422.8
8X20	6513.71802	8624.10395	15	35.4 *	530.4
1X17	6474.69561	8573.86846	17	27.2	460.8
2X18	6433.35596	9326.74558	16	34.9	558.4
6X19	6419.88297	8820.24244	15	27.4	407.2
7X19	6418.15727	8311.9289	14	29.3	420.8
9X15	6392.58166	8717.91233	14	32.1	449.4
9X20	6387.19918	8285.78053	14	31.1	435.4
2X15	6297.78215	8606.41575	13	34	444.2
5X11	6285.92712	8732.475	15	38.9 *	583.6
5X14	6268.0781	8401.73526	14	36.3 *	508.2
7X13	6264.12452	8587.56058	12	32.7	392.4
5X20	6234.93878	8088.30309	15	38.3 *	570.4
6X16	6216.35887	8532.12901	14	29.6	414.4
4X18	6214.56448	8793.91073	14	37.6 *	526.4
10X20	6150.36279	7998.58836	14	32.4	453.6
9X14	6148.84683	8124.48156	13	31.5	412.2
9X16	6141.80547	8579.57581	14	31.2	436.8
6X18	6134.01314	8447.20512	14	28.2	394.8
7X17	6052.69621	8257.51852	15	28.8	435
5X19	6051.0136	8633.56663	16	34.2	547.2
8X14	6014.34737	8272.29656	14	35.9 *	502.6
8X19	5954.71028	8907.48951	14	36.3 *	508.2
9X18	5945.53365	8601.14259	14	31.1	435.4
3X15	5944.4325	8791.06273	14	29.8	417.2
8X17	5917.99157	8282.96387	16	31.7	507.2
3X17	5899.53599	8454.65122	16	19.5	312
9X17	5878.66434	7807.82207	14	29.7	415.8
10X17	5857.64127	8055.74276	14	30	420
2X13	5822.75263	7929.58991	13	32.7	429.6

Continúa...

Cuadro 7.1.....continuación.

PADRES M x H	RG media	RMZ media	NHMZ media	NGH media	NGMZ media
4X14	5819.31635	8625.50705	12	29	348
3X11	5797.66221	8693.8	15	29.3	442.8
3X18	5761.11784	8476.87654	16	25.9	414.4
4X17	5656.36365	7522.27188	15	29.5	442.8
4X15	5577.35358	7772.18058	14	30.3	424.2
10X12	5462.99853	7212.71453	16	27.5	440
8X15	5457.87945	7991.74033	14	35.8 *	501.2
8X13	5436.97558	7442.85203	12	34.7	416.4
2X20	5418.44657	7405.08733	14	31.7	443.8
4X19	5360.45997	7676.67102	12	31.3	375.6
9X19	5259.01108	7375.92452	14	28.1	393.4
4X13	5200.80605	7600.10302	12	29.7	356.4
7X11	5117.81264	7343.94821	13	29.2	380.6
10X13	5075.95192	7359.95351	12	32.2	386.4
6X15	4879.68198	6822.30953	14	24.9	348.6
2X14	4807.60692	6522.76064	14	28.4	397.6
2X19	4775.44974	6846.80288	14	30.5	427
3X16	4581.99765	7259.1443	15	22.2	332
10X15	4445.56098	6973.82134	12	31.4	376.8
8X18	4340.23432	7017.23499	14	35.7 *	499.8
7X18	4334.51431	6071.08151	14	35.5 *	497
10X19	4318.25154	6575.07863	14	29.9	418.6
9X13	4314.88307	6543.8867	12	30.4	364.8
3X19	4298.68375	6344.50902	15	26.9	406.2
10X14	4133.78721	5882.41413	13	23.6	307.2
2X16	4074.37913	6112.71125	14	27.1	379.4
7X20	2947.45921	3709.85228	14	34	476
6X20	1725.87212	2424.34924	11	18.1	200.4

Cuadro 7.2 Total de cruzas y su ACE para cada una de las variables evaluadas bajo el Diseño II de Carolina del Norte. UAAAN-UL 2004.

PADRES M x H	RG ACE	RMZ ACE	NHMZ ACE	NGH ACE	NGMZ ACE
3X20	3109.64	3459.54	0.04	2.72	39.47
2X11	2058.75	2219.84	-0.36	1.87	10.81
7X14	2026.54	2589.46	0.64	2.02	48.07
10X18	1857.85	2362.85	0.24	4.02	62.37
1X16	1856.02	2228.62	0.24	1.32	32.35
5X17	1777.21	2264.87	0.94	-0.08	37.93
6X13	1773.30	1953.17	0.94	5.97	111.99
4X20	1654.36	2131.22	0.54	4.17	70.47
6X11	1524.39	1832.81	1.04	6.37	129.67
6X12	1318.72	1517.14	2.44	1.62	90.83
3X13	1210.99	1641.57	0.64	5.02	100.51
7X19	1173.16	1053.84	0.14	-1.53	-7.51
8X20	1112.12	1349.12	0.74	0.42	27.35
10X20	1066.26	1178.50	0.64	1.57	35.31
10X11	1001.14	1192.78	0.34	-2.93	-34.17
6X14	951.79	1039.04	-0.06	3.12	39.27
10X16	926.20	935.65	-0.66	2.12	6.45
1X15	905.68	1198.95	-0.16	1.72	21.53
7X15	843.97	1034.93	0.34	-1.38	-9.93
9X20	824.80	1008.30	0.14	-0.33	-8.61
5X18	805.89	652.54	-0.36	-2.08	-42.81
8X19	769.51	1299.50	-0.16	2.42	29.09
6X17	705.12	960.28	1.24	2.72	73.55
3X14	685.49	1189.93	-0.36	3.07	40.39
2X12	682.74	717.51	0.04	-0.48	-5.43
7X12	677.91	620.14	-0.86	2.32	14.23
4X12	629.00	898.80	0.64	-1.78	-5.65
4X16	609.06	322.81	0.24	-1.18	-7.79
9X15	584.28	551.93	0.44	1.02	24.91
8X16	561.08	724.26	1.44	-0.73	37.89
7X16	526.63	751.34	1.74	-0.68	40.69
6X19	522.18	768.96	0.44	-1.43	-17.31
2X18	503.86	974.76	1.54	0.72	63.75
2X15	499.88	526.53	-0.76	2.12	3.61
7X13	466.82	688.98	-0.36	-0.33	-17.41
4X11	424.22	349.44	-0.76	0.27	-23.41
8X11	416.73	372.17	-0.56	0.42	-13.93
2X17	409.53	399.54	-1.16	3.82	21.69

Continúa...

Cuadro 7.2.....continuación.

PADRES M x H	RG ACE	RMZ ACE	NHMZ ACE	NGH ACE	NGMZ ACE
9X12	397.00	725.79	-0.76	2.42	13.27
1X18	344.20	184.26	0.14	2.32	55.27
1X19	289.18	495.48	-1.36	4.07	14.15
9X11	202.24	336.64	1.84	0.37	62.11
5X12	165.76	290.41	-0.86	1.32	8.61
3X15	136.33	177.08	-0.66	2.47	21.59
5X15	126.44	15.95	1.34	-1.68	15.45
10X17	122.74	105.16	-0.46	2.22	21.51
8X14	110.85	-19.79	0.34	1.97	39.27
1X14	109.83	75.83	0.14	-1.68	-23.87
9X14	84.55	-170.10	-0.26	1.12	7.91
1X13	54.64	103.53	-0.86	-1.83	-59.75
9X18	5.63	163.06	-0.26	-2.28	-43.15
5X16	-14.55	-31.85	-1.26	3.42	5.27
4X18	-38.14	-65.07	0.14	3.62	55.53
7X17	-59.50	201.93	-0.06	-0.08	2.55
2X13	-65.15	-235.30	0.54	-0.63	11.93
9X19	-86.99	-234.56	0.24	-2.23	-26.67
9X16	-92.79	-73.51	-0.16	1.62	15.33
2X20	-133.55	213.70	-0.06	-0.53	-16.31
8X17	-134.41	-122.52	0.64	-0.23	23.95
3X18	-178.58	-409.21	0.64	-3.73	-35.27
8X15	-189.62	-171.74	0.04	1.17	17.67
5X13	-203.41	-133.93	-0.36	-1.53	-39.43
5X19	-212.19	-57.92	1.14	-1.63	14.87
5X20	-244.66	-270.18	0.04	1.37	14.13
4X19	-298.34	-354.71	-1.36	0.37	-36.79
8X13	-300.52	-805.63	-0.66	-1.38	-44.21
3X17	-313.46	-401.33	-0.06	-5.13	-83.33
1X12	-327.31	-548.41	0.64	-0.18	28.89
9X17	-334.54	-600.16	-0.96	1.32	-8.41
10X13	-344.05	-433.63	0.24	0.27	10.55
6X18	-357.59	-431.68	-1.06	-3.68	-88.19
1X20	-486.83	-562.40	1.54	0.57	62.41
4X15	-543.75	-814.70	0.84	-1.38	7.39
10X19	-549.45	-578.01	0.74	0.17	24.25
4X14	-557.78	-89.98	-0.86	-1.98	-48.61
2X19	-560.15	-677.58	0.04	-0.63	-9.17

Continúa...

Cuadro 7.2.....continuación.

PADRES M x H	RG ACE	RMZ ACE	NHMZ ACE	NGH ACE	NGMZ ACE
6X16	-569.94	-561.76	-0.96	1.52	-11.51
5X14	-713.42	-973.85	-0.36	0.42	-8.35
4X17	-869.64	-1306.61	0.44	0.52	26.27
10X15	-884.44	-734.76	-1.06	0.92	-21.97
3X12	-891.81	-939.64	0.14	-1.53	-32.45
8X12	-908.21	-1207.42	-1.16	-3.23	-79.37
4X13	-1010.29	-1071.78	0.14	-3.43	-37.49
3X19	-1047.12	-1713.98	0.14	0.32	15.01
3X11	-1059.54	-1161.79	-0.26	-0.28	-5.41
2X14	-1246.29	-1685.72	0.54	-2.78	-22.79
1X17	-1304.00	-1502.12	-0.56	-5.78	-115.79
8X18	-1438.87	-1418.35	-0.66	-1.23	-37.79
1X11	-1441.93	-1675.08	0.24	-1.83	-15.27
10X14	-1452.21	-1954.77	0.24	-6.18	-71.37
6X15	-1480.32	-1784.48	-0.36	-4.68	-80.33
5X11	-1488.67	-1756.11	-0.26	0.07	-5.75
7X18	-1504.39	-2014.60	-0.36	1.62	10.21
9X13	-1583.42	-1707.10	-0.26	-2.13	-36.77
7X11	-1638.59	-1711.24	-1.26	-4.63	-104.73
3X16	-1652.40	-1841.94	-0.26	-3.63	-60.59
10X12	-1744.90	-2073.97	-0.26	-1.48	-33.01
2X16	-2149.82	-2454.27	-0.36	-3.28	-58.17
7X20	-2513.94	-3215.23	0.04	2.07	23.75
6X20	-4388.23	-5293.94	-3.66	-11.83	-248.05