

EVALUACION DEL POTENCIAL GENETICO EN  
LINEAS DE MAIZ DEL CIMMYT Y CRUZAS SIMPLES  
DEL INSTITUTO MEXICANO DEL MAIZ.

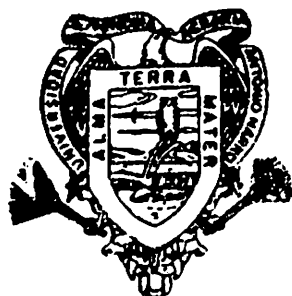
ABEL VALDES SALAZAR



**T E S I S**

BIBLIOTECA  
EGIDIO G. REBONATO  
BANCO DE TESIS  
U.A.A.A.N.

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



**Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro**

**PROGRAMA DE GRADUADOS**

**Buenavista. Saltillo, Coah.**

**OCTUBRE DE 1999**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCION DE POSTGRADO

EVALUACION DEL POTENCIAL GENETICO EN LINEAS DE MAIZ DEL  
CIMMYT Y CRUZAS SIMPLES DEL INSTITUTO MEXICANO DEL MAIZ.

TESIS

POR

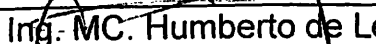
ABEL VALDES SALAZAR

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada  
como requisito parcial para optar al grado de:

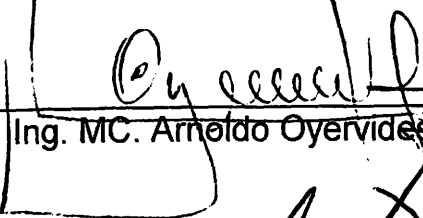
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN FITOMEJORAMIENTO

COMITE PARTICULAR

Asesor Principal:

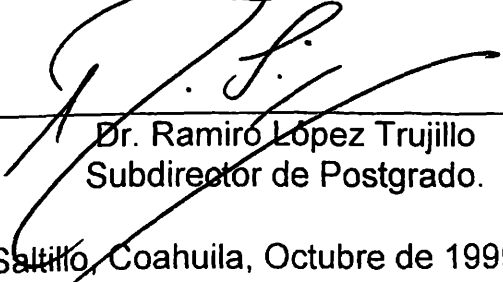
  
Ing. MC. Humberto de León Castillo.

Asesor:

  
Ing. MC. Arnaldo Oyervides García.

Asesor:

  
DR. Gaspar Martínez Zambrano.

  
Dr. Ramiro López Trujillo  
Subdirector de Postgrado.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Octubre de 1999.

## DEDICATORIA.

A mi esposa:

María.

A mi hija:

Beatriz.

A mi madre:

Catalina Valdes Salazar.

A mis hermanos:

Lucio	Isabel
Eva	Catalina
Tomas	Leonel
Francisco	Hilda

A mis compañeros de generación:

Sauly Argelia Camacho Guerrero y José Juan Rivas Martínez con los cuales disfruté momentos de alegría y tristeza, pero siempre unidos salimos adelante.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada para mis estudios de maestría.

Al MC. Humberto de León Castillo por su valiosa participación en la planeación, conducción, revisión y corrección del presente estudio, así como por su constante orientación, motivación en momentos que parecían truncar la conclusión de mi carrera y valiosas enseñanzas impartidas en el transcurso de mis estudios.

Al MC. Arnoldo Oyervides García por su valiosa participación en la revisión y corrección, así como sugerencias aportadas para enriquecer la presentación de este estudio.

Al DR. Gaspar Martínez Zambrano por su participación en la revisión, corrección y asesorías proporcionadas para la realización de este trabajo.

Al MC. Víctor Manuel Zamora Villa, quien con una desinteresada participación siempre estuvo dispuesto a colaborar, siendo parte importante durante mi formación profesional.

## **COMPENDIO**

**EVALUACION DEL POTENCIAL GENETICO EN LINEAS DE MAIZ DEL  
CIMMYT Y CRUZAS SIMPLES DEL INSTITUTO MEXICANO DEL MAIZ.**

**POR**

**ABEL VALDES SALAZAR**

**MAESTRIA EN FITOMEJORAMIENTO**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO. OCTUBRE DE 1999**

**ING. M.C. Humberto de León Castillo      --Asesor--**

**PALABRAS CLAVES:** maíz, aptitud combinatoria, probador, heredabilidad, varianzas genéticas, estabilidad.

Esta investigación se realizó con los objetivos de determinar efectos de aptitud combinatoria general (ACG) en progenitores y el comportamiento de la progenie de los mismos en cruzamientos (ACE): así como la estimación de varianzas genéticas y heredabilidad, para predecir el comportamiento de la población a formarse con los materiales involucrados en un apareamiento en la forma del Diseño Carolina del Norte II: seleccionar materiales sobresalientes de la progenie de dicho apareamiento, al identificar cruzas con atributos de híbridos comerciales y además que presenten buena estabilidad.

El material genético utilizado fueron 18 líneas del CIMMYT y cinco probadores del IMM (tres cruza simples y dos líneas), formando 90 cruza en el apareamiento DCN II, evaluándose bajo un diseño bloques al azar con dos repeticiones en las localidades de Juventino Rosas, Gto., Gómez Farias, Jal. y Tepalcingo, Mor., analizando en forma combinada rendimiento, altura de mazorca y floración femenina.

Respecto a ACG los progenitores siete, ocho, nueve y 17 provenientes del CIMMYT y del IMM el uno y tres, presentarán los valores más altos, contribuyendo con más frecuencia de alelos favorables para rendimiento en la mayoría de las cruza, por lo que pueden ser buenos progenitores de nuevos híbridos, mientras que las mejores combinaciones específicas con alta ACE fueron 1x8, 3x17, 1x7, 3x8 y 3x9.

En base a la estimación de los componentes de varianza genética y heredabilidad, la población a formarse, contendrá mayor varianza aditiva para altura de mazorca y floración femenina, la cual puede explotarse mediante algún esquema de mejoramiento de selección recurrente que acumule los efectos aditivos presentes. Caso contrario sucedió en rendimiento, por lo que se justifica un programa de hibridación que explote los efectos no-aditivos de dichas características. Entre los genotipos con buen rendimiento de la progenie evaluada, está el 13 (1x8), 20 (3x9) y 75 (3x20).

Los materiales que mejor comportamiento mostrarán por interaccionar poco con el medio ambiente en general fueron los de mejor rendimiento, los cuales pueden involucrarse en un programa de mejoramiento para explotar la estabilidad y/o mejorar una cruza en particular.

## **ABSTRACT**

**EVALUATION OF THE GENETIC POTENTIAL IN CORN LINES OF THE  
CIMMYT AND SINGLE CROSS OF THE INSTITUTO MEXICANO DEL  
MAIZ.**

**BY**

**ABEL VALDES SALAZAR**

**MASTER OF SCIENCE PLANT BREEDING**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO. OCTOBER 1999**

**M.C. Humberto de León Castillo --ADVISOR--**

**KEY WORDS: maize, combining ability, tester, heritability, genetic  
variances, stability.**

This investigation was made with the objective to determine effects of the general combining ability (GCA) in progenitor and the behavior of the same in crossings (SCA); through the genetic variances estimate and heritability, to predict the behavior of the population to be formed with the materials involved in a mating in the form of Design Carolina of North II; to select excellent materials of the said matcing, offspring, to identify cross with attributes in the formation of commercial hybrids and that present good stability

The used genetic material were 18 lines of the CIMMYT and five testers of the IMM (three single crosses and two lines), forming 90 cross in the matcing DCN II, being evaluated under a blocks design at random with two replications in the localities of Juventino Rosas, Gto., Gómez Farias, Jal. and Tepalcingo, Mor., analyzing in combined form yield, height of ear and feminine flowering.

With respect to GCA progenitors seven, eight, nine and 17 originating from the CIMMYT and the IMM one and three, presented the values but high, contributing with but frequency of favorable aleles for yield in most of the cross, therefore, reason they can be good progenitors of new hybrid, while the better specify combinations with high SCA were 1x8, 3x17, 1x7, 3x8 and 3x9.

On the basis of the estimation of the genetic variance components and heritability, the population to be formed, it will contain greater additive variance for height of ear and female flowering, that which can be exploited through some scheme of improvement of recurrent selection that accumulates the present additives effects. Otherwise it happened in yield, therefore a hibridacion program is justified that exploit the effects not-additives of these characteristics. Between the genotypes with good yield of the evaluated offspring, its is 13 (1x8), 20 (3x9) and 75 (3x20).



The materials that better behavior showed to interact little with the environment in general were those of better yield, which can be involved in an improvement program to exploit the stability and/or to improve one crosses in individual.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS _ _ _ _ _	xi
INTRODUCCION _ _ _ _ _	1
Objetivos _ _ _ _ _	3
Hipótesis _ _ _ _ _	3
REVISION DE LITERATURA _ _ _ _ _	4
Aptitud combinatoria _ _ _ _ _	4
Probador _ _ _ _ _	6
Diseño II _ _ _ _ _	9
Heredabilidad _ _ _ _ _	11
Estabilidad _ _ _ _ _	13
MATERIALES Y METODOS _ _ _ _ _	17
Material genético _ _ _ _ _	17
Obtención de cruzas _ _ _ _ _	19
Descripción del área de estudio _ _ _ _ _	19
Caracteres evaluados _ _ _ _ _	22
Análisis estadístico _ _ _ _ _	26
Aptitud combinatoria _ _ _ _ _	28
Análisis genético _ _ _ _ _	29
Análisis de estabilidad _ _ _ _ _	34
RESULTADOS Y DISCUSION _ _ _ _ _	38
CONCLUSIONES _ _ _ _ _	64
RESUMEN _ _ _ _ _	66
LITERATURA CITADA _ _ _ _ _	68
APENDICE _ _ _ _ _	72

## INDICE DE CUADROS.

Cuadro N°		Pagina.
3.1	Genealogía del material parental utilizado en apareamiento del Diseño Carolina del Norte II, para producir el material de evaluación.....	18
3.2	Genealogía del material experimental utilizado en la evaluación.....	20
3.3	Materiales utilizados como testigo en cada localidad.....	23
3.4	Cuadro para el análisis de varianza combinado para un modelo de bloques al azar.....	27
3.5	Análisis de varianza del DCN II.....	30
3.6	Forma de estimar los componentes de varianza a partir de las esperanzas de cuadrados medios del análisis de varianza en la forma del Diseño Carolina del Norte II.....	31
3.7	Cuadro del análisis de varianza de estabilidad en base al modelo Eberhart y Russell (1966).....	36
4.1	Efectos de ACG para rendimiento de grano en kg/ha de progenitores machos y hembras que intervienen en la formación de las 90 cruzas evaluadas a través de localidades.....	39
4.2	Estimaciones de efectos de ACE ordenados de acuerdo a la clasificación de sus efectos de ACG (alto x alto, alto x bajo, bajo x alto y bajo x bajo).....	42
4.3	Cruzamientos en los cuales se obtienen rendimientos superiores a la media general.....	45
4.4	Cuadrados medios de diferentes características agronómicas en el análisis de varianza combinado Carolina del Norte II. Juventino Rosas, Gto., Gómez Farias, Jal. y Tepalcingo. Mor. 1998.....	47

4.5	<p>Varianzas; Aditiva debida a machos (<math>\sigma^2Am</math>) y hembras (<math>\sigma^2Ah</math>), Aditiva promedio (<math>\bar{X}\sigma^2A</math>), de Dominancia (<math>\sigma^2D</math>), Fenotipica (<math>\sigma^2F</math>), y heredabilidad promedio en sentido estrecho (<math>\bar{X}h^2</math>) en base a la media de una parcela, con sus respectivos errores estándar (EE) de las características Altura de mazorca, Flor femenina y Rendimiento a través de las localidades Juventino Rosas, Gto., Gómez Farias, Jal. y Tepalcingo, Mor. 1998.....</p>	50
4.6	<p>Cuadrados medios de diferentes características agronómicas del análisis de varianza combinado de las localidades Juventino Rosas, Gto., Gómez Farias, Jal. y Tepalcingo, Mor. 1998.....</p>	53
4.7	<p>Medias de rendimiento y otras características agronómicas de 90 cruzas del análisis de varianza combinado, Juventino Rosas, Gto., Gómez Farias, Jal. y Tepalcingo, Mor. 1998.....</p>	57
4.8	<p>Análisis de estabilidad del modelo Eberhart y Russell (1966).....</p>	60
4.9	<p>Coefficientes de regresión (<math>b_i</math>), cuadrados medios de desviación de regresión linear (<math>\sum_j \&amp;^2_{ij}</math>) y desviación de regresión (<math>S^2di</math>).....</p>	61
4.10	<p>Media de rendimiento en kg/ha, coeficientes de regresión (<math>b_i</math>) y desviaciones de regresión (<math>S^2di</math>), de los tratamientos que presentaron buena estabilidad a través de las localidades Juventino Rosas, Gto., Gómez Farias, Jal. y Tepalcingo, Mor. 1998.....</p>	63

## INTRODUCCION.

Desde los inicios del mejoramiento en el maíz, y hasta la fecha se ha realizado una gran cantidad de trabajos relacionados con este. La demanda en el consumo de maíz se incrementa a la par como la población crece y las tierras de cultivo son invadidas por áreas urbanas, por lo anterior debe pensarse en utilizar materiales que compensen cada vez más ó mantengan en un equilibrio los dos factores principales que debe vencer, que son: producir en un área cada vez menor, lo suficiente para alimentar a una creciente población.

Analizando lo anterior se tienen que formar nuevas variedades o híbridos cuyo costo para producirlos no sea tan elevado, pero que superen a los ya existentes. Por lo que no debe de importar si los trabajos de investigación en ocasiones suenan un tanto repetitivos, lo que importa al final es alcanzar el objetivo de obtener mejores líneas para la producción de híbridos.

Lo anterior se logra más rápido cuando se realiza un esfuerzo compartido entre dos instituciones, permitiendo alcanzar pronto y preciso estos objetivos, que cuando se trabaja en una forma aislada. Por esta razón, en el presente se incluyeron en un diseño de apareamiento genético dos líneas y tres cruza simples (como probadores) del Instituto Mexicano del Maíz. Dr. Mario E. Castro Gil con 18 líneas del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo).

Dado el interés de estimar lo más correcto posible los diferentes parámetros, tanto genéticos como ambientales, que influyen en la expresión de un genotipo (Comstock y Robinson, 1948; 1952), proponen tres diseños que se conocen como diseño I, II y III de Carolina del Norte, con el fin de hacer estimaciones de diferentes parámetros genéticos a poblaciones de plantas, los cuales tienen su aplicación e interpretación en los programas de mejoramiento genético. Estos diseños de Carolina del Norte son muy valiosos para los fitomejoradores, porque de los resultados que proporcionan se planean las metodologías de mejoramiento más adecuadas a fin de lograr metas a corto, mediano y largo plazo. Analizadas las razones anteriores se decide aplicar el Diseño II para analizar la progenie de las 18 líneas y los cinco probadores, como una mejor manera de evaluar tanto las cruzas simples como las líneas de ambas instituciones con las cuales se propone hacer una población.

## Objetivos.

- Determinar Aptitud Combinatoria General de los materiales progenitores y Aptitud Combinatoria Específica de sus cruzas.
- Estimar los componentes de varianza genética y heredabilidad en características agronómicas, con la expectativa de formar una población para bajo.
- Seleccionar materiales que resulten ser sobresalientes por su progenie, para la formación de híbridos comerciales.
- Selección de genotipos que presentan buena estabilidad a través de localidades.

## Hipótesis.

El combinar material de diferentes fuentes genéticas, donde se emplearon además diferentes filosofías de mejoramiento, se traducirá en la obtención de descendientes altamente heteróticos, con buena estabilidad y la población constituida entre ellos será una excelente fuente para extraer buenas líneas.

## REVISION DE LITERATURA.

### Aptitud combinatoria.

La capacidad de una línea para transmitir productividad conveniente a su progeie híbrida, se conoce con el nombre de aptitud combinatoria, la cual puede ser general si mantiene su comportamiento medio en una serie de combinaciones híbridas; o específica cuando se refiere al comportamiento de una combinación de dos líneas específicas en una determinada cruza, la cual se juzga por la relación que existe entre el comportamiento de las líneas en una determinada cruza y el comportamiento medio de las líneas en una serie de cruzas (Poehlman, 1974).

Falconer (1980) menciona que la aptitud combinatoria general es el desempeño promedio de una línea pura en alguna combinación híbrida y que proporciona información sobre que líneas puras deben producir los mejores híbridos cuando se cruzan con otras líneas, y la aptitud combinatoria específica (ACE) es el desempeño individual de una línea pura en una combinación híbrida específica.

La aptitud combinatoria general proporciona información sobre que líneas puras deben producir los mejores híbridos cuando se cruzan con muchas otras líneas y la



aptitud combinatoria específica cuando se usan probadores adecuados provee información para determinar que líneas pueden substituirse en los híbridos actuales o usarse en nuevos híbridos prometedores. Obviamente, la información sobre la aptitud combinatoria específica puede no proporcionar información confiable sobre la utilidad relativa de una línea pura cuando se cruza con otros probadores (Jugenheimer, 1981).

Frecuentemente se emplean cruzamientos dialélicos para estimar los componentes genéticos de la variación entre los rendimientos de las propias cruzas, así como su capacidad productiva. Estos cruzamientos se han utilizado para definir y aplicar los conceptos de Aptitud Combinatoria General y Específica, así como para procedimientos que permitan estudiar a los padres en particular (Martínez, 1975).

González (1995), estimó la Aptitud Combinatoria General de cruzas simples progenitores de cruzas dobles, con base al promedio de las mismas con los diferentes probadores y a la media general, para conocer las características más importantes, utilizó el método de análisis multivariado denominado componentes principales; obteniendo que rendimiento de grano, altura de planta y acame de raíz explica el 71.13 por ciento de la variabilidad.

En un estudio utilizando un dialélico parcial (De León y Reyes, 1991) en 150 cruzas con la finalidad de determinar y comparar la habilidad propia de estas, indicaron que existe diversidad en efectos de aptitud combinatoria entre las cruzas simples evaluadas, lo cual permite seleccionar las mejores, con la posibilidad de obtener híbridos dobles con altas probabilidades de que sean superiores.

En un estudio conducido para determinar la heterosis y aptitud combinatoria, entre germoplasma precoz de maíz subtropical y templado del CIMMYT., mediante el análisis dialélico III, Vasal et al (1992), evaluarón dos poblaciones (46 y 48) y cinco pools (27, 28, 30, 40 y 42), encontrarón efectos significativos de ACG en ambos ambientes, mientras ACE fué significativa solo en ambientes templados. Significancia altamente positiva de efectos de ACG para rendimiento en la población 48 y pool 30 bajo condiciones templadas. Pools 40 y 42 fuéron pobres en efectos de ACG en ambos ambientes. Efectos significativamente positivos de ACE para rendimiento se observarón con población 46 x 48 y 46 x pool 30 en ambientes templados y la población 48 x pool 27 en subtropicales. La población 48 y pool 30 pueden tener potencial para usarse como germoplasma, en programas de mejoramiento de maíz subtropical y templado.

## Probador

A partir del uso de probadores para la evaluación de líneas puras, desde entonces y hasta la fecha, los fitomejoradores han aportado una serie de definiciones sobre estos, en base a los trabajos que han realizado, dando cada quien su punto de vista. Pero en general, los principales tipos de probador son: probador de amplia base genética, de reducida base genética, probador emparentado y probador no emparentado.

Según Jugenheimer (1981), el tipo de probador que se debe usar para la evaluación de líneas puras en combinación híbrida, depende principalmente de si la información deseada es sobre aptitud combinatoria general o sobre la específica.

Si se usan genotipos con amplia base genética como probador, la Habilidad Combinatoria General de líneas puede probarse en el método de cruza completa (Top Cross), el análisis Línea por probador, es una extensión de este método en el cual diferentes probadores son usados. Este diseño provee información sobre A.C.G. y específica de padres y al mismo tiempo nos ayuda completamente en la estimación de varios tipos de efectos génicos (Singh y Chaudhary, 1979).

López (1986), concluyó que el mejor probador debería ser una línea no emparentada con las líneas bajo selección. Por tanto una línea élite ampliamente utilizada en híbridos sería adecuada. Esta línea identificaría a aquellas líneas con buena aptitud combinatoria del grupo heterótico opuesto.

Chávez (1987), define a un probador como un material de polinización libre, cruza simple, línea o cualquier otro material que se cruza entre líneas autofecundadas. Se utiliza para determinar la Habilidad Combinatoria General y/o específica de las líneas; es decir; para detectar los genotipos fijados más sobresalientes (productividad, características agronómicas deseables, etc.). Complementando esto, Márquez (1988), menciona que los probadores (Cruzas Probadoras (CP)) son llamados común pero erróneamente mestizos (M); un mestizo es la progenie de la cruza entre las líneas y una población probadora o probador.

Betancourt (1988), estimó la prepotencia (AC) de cruzas simples a través de probadores, de esta manera logró identificar a los que poseían mayor capacidad para transmitir a sus descendientes mejores efectos.

Una muestra de 41 líneas S1 de la variedad V-522 fué evaluada per se y en mestizos con siete probadores diferentes en su capacidad para evaluar aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE), en rendimiento y en base genética. El mejor probador fué V-520C, variedad de amplia base genética, con baja frecuencia de alelos favorables para rendimiento, con ella se obtuvo la mayor variabilidad entre mestizos e identificó un mayor número de buenas líneas. El híbrido doble H-507 fué mejor que una línea y una cruce simple para evaluar por ACE, mostró mayores medias de rendimiento con mestizos en general y con ciertas líneas en particular. Algunos probadores para ACE, de reducida o mediana base genética, parecieron ser efectivos para evaluar por ACE y ACG (Palacios y Angeles, 1990).

Arceo y Molina (1990), compararon variedades de alto y bajo rendimiento como probadores de la ACG de líneas autofecundadas de maíz. Dos probadores de alto rendimiento y dos de bajo rendimiento fueron cruzados con 8 líneas de alta y 8 de baja ACG para formar 64 mestizos. Encontraron que la varianza de los mestizos de probadores de bajo rendimiento resultó mayor que la de los mestizos de probadores de alto rendimiento; las líneas de alta ACG interaccionaron más con los probadores de rendimiento bajo que con los de rendimiento alto; las líneas de baja ACG no interaccionaron con los probadores de rendimiento bajo. Concluyeron que las variedades de rendimiento bajo son mejores probadores de la ACG de líneas autofecundadas de maíz que las de rendimiento alto.

## Diseño II.

El Diseño Carolina del Norte II fué propuesto en 1948 por Comstock y Robinson (1948), junto con el análisis I (Actualmente Diseño Carolina del Norte I), para estimar mediante la esperanza de cuadrados medios el grado promedio de dominancia ("a") de genes que afectan una característica. A partir de los rangos de "a" pueden operar los siguientes niveles de dominancia de genes: no dominancia ( $a=0$ ), dominancia parcial ( $0 < a < 1.0$ ), dominancia completa ( $a=1.0$ ) y sobredominancia ( $a > 1.0$ ).

Posteriormente estos mismos autores (Comstock y Robinson, 1952), además de discutir los dos diseños iniciales incluyen otro diseño (Diseño Carolina del Norte III). Estos tres procedimientos experimentales se utilizarón ampliamente en la estación experimental de Carolina del Norte para investigar el grado de dominancia involucrado en la acción de genes que afectan caracteres cuantitativos en plantas de importancia económica. Los Diseños de Carolina del Norte I, II y III, cada uno provee información para los dos más importantes parámetros genéticos, nombrados varianza genética aditiva ( $\sigma^2A$ ) y varianza de la dominancia ( $\sigma^2D$ ). En todos estos casos, progenies de medios hermanos y hermanos completos son producidos para ser analizados en un conveniente experimento en la generación  $F_2$  de cruzas entre líneas puras. Particularmente en el Diseño II se hacen los cruzamientos posibles entre un grupo de individuos como machos (m) y otro grupo de individuos como hembras (h); así, se tienen mh progenies. Los cruzamientos en cada apareamiento producen una familia de

hermanos completos (HC), y el grupo de cruzas que tenga un progenitor común (macho o hembra) constituye una familia de medios hermanos (MH).

Singh y Chaudhary (1979), expresan que ambos medios hermanos paternos y medios hermanos maternos son producidos en este diseño II. A partir de una población F<sub>2</sub>, n<sub>1</sub> machos y n<sub>2</sub> hembras seleccionados al azar y cada macho se cruza con cada una de las hembras, entonces progenitores n<sub>1</sub> x n<sub>2</sub> son producidos y analizados con un conveniente experimento. Obviamente en este caso de clasificación de cruzas. La variación se divide en dos partes, entre familias de hermanos completos y dentro de familias de hermanos completos. La variación entre familias es de nuevo dividida dentro de componentes, debido a diferencias entre machos y hembras, y a la interacción macho x hembra.

Gómez (1986), evaluó bajo un diseño genético Carolina del Norte II cinco variedades tropicales de maíz y cinco subtropicales con sus cruzas correspondientes en F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>, donde evaluó la aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE), la depresión endogámica y heterosis; obteniendo que solo dos variedades tropicales y dos subtropicales mostrarán ACG y 12 híbridos varietales mostrarán ACE positiva, tres de las cuales muy sobresalientes. Identificando valores tres veces más altos de ACE sobre ACG, pero se identificarán los dos tipos de acción genica.

En un estudio reciente (Castellanos, et al. 1996.) 12 líneas endogámicas de un grupo heterótico (A) y otras 11 (grupo heterótico B) fueron cruzadas en un Diseño II de Carolina del Norte. Las 132 cruzas y tres testigos arregladas en un diseño alfa latice,

fuerón evaluadas en seis localidades subtropicales de México, con el objetivo de estimar la habilidad combinatoria de los dos juegos de líneas e identificar cruzas con buen comportamiento para usarlos como cultivares o en futuros programas de mejoramiento. Determinada su ACG y ACE de dichas líneas, identificaron nuevas cruzas superiores experimentalmente.

## Heredabilidad

El concepto de heredabilidad es asociado con la relativa importancia de herencia y el medio ambiente que influye en la variación de un carácter. Conocer el grado de heredabilidad de una característica es muy importante al hacer selección en un eficiente sistema de mejoramiento. El parecido entre progenitor y progenie puede ser calculado por regresión de progenie progenitor o por correlación entre progenitor y progenie (Kempthorne y Tandon, 1953).

La heredabilidad es debida a la constitución genética transmisible de una generación a otra y se expresa en por ciento con respecto a la unidad. Como el fenotipo, es la interacción del genotipo con el medio ambiente; lógicamente, entre menor es la influencia del medio ambiente, mejor será la expresión del genotipo; el cual, también se manifiesta más a medida que sea menor el número de pares de genes que intervienen en un cierto carácter (caracteres cualitativos); y viceversa, entre mayor sea el número de pares de genes para un carácter (carácter cuantitativo), habrá mayor influencia del medio ambiente (Robles, 1986).

Una distinción es algunas veces hecha entre heredabilidad estimada en "estrecho" o "amplio" sentido. En el sentido "estrecho" el numerador contiene solo componentes aditivos, mientras en el sentido "amplio" ambos componentes aditivos y de dominancia son incluidos. La distinción entre estas dos fórmulas es de considerable importancia teórica pero, en la práctica, pueden ser de limitado valor por el error estándar asociado con la estimación (Sprague, 1966).

Al discutir e interpretar el uso de estimaciones de heredabilidad y varianzas genéticas en el fitomejoramiento, Dudley y Moll (1969) dividen al fitomejoramiento en las siguientes tres etapas: formación de una fuente de germoplasma variable, selección de los individuos superiores de esa fuente y utilización de los individuos seleccionados para crear una variedad superior. Las estimaciones de varianza genética y heredabilidad pueden ser valiosas en las tres etapas, porque proveen una guía útil para contestar muchas preguntas que surgen en un programa de mejoramiento de plantas. Estas estimaciones pueden ser usadas para estimar heredabilidad y/o predecir ganancia en varios tipos de selección.

La heredabilidad puede estimarse por varios diseños de apareamiento, entre los más usuales son los diseños I, II, y III de Comstock y Robinson (1948, 1952) o los diseños dialélicos de Griffing. Los componentes  $\sigma^2_m$  (varianza entre machos de los diseños I, II y III) y  $\sigma^2_{ACG}$  (varianza de aptitud combinatoria general del diseño dialélico) son equivalentes a la covarianza de medios hermanos (cov MH). Esta covarianza ( $\frac{1}{4}\sigma^2_A$ ) asumiendo ausencia de endogamia, estima una fracción de la



varianza genética aditiva ( $\sigma^2A$ ) de la población de referencia y fracciones menores de varianza epistática del tipo aditivo x aditivo cuyos valores dependerán del grado de endogamia (F) de las familias de medios hermanos (Molina, 1992).

Los componentes de varianza son por definición positivos, a pesar de esto las estimaciones de varianza pueden ser negativas, pudiendo deberse esto a un inadecuado modelo genético para estimar la varianza epistática, muestra inadecuada (número pequeño), e inadecuada técnica experimental (competencia entre progenitores) (Searle, 1971).

Coutiño, et al (1990), utilizando 18 maíces tropicales sobresalientes mediante cruzamientos dialélicos, apartir de estos cruzamientos se obtuvo el grado de heterosis, la estimación de componentes de varianza genética y la heredabilidad de 13 caracteres de planta y mazorca. Excepto para rendimiento, la varianza aditiva fué la más importante en los otros caracteres cuantitativos, de altas heredabilidades.

## Estabilidad.

La interacción genotipo-ambiente es el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes medio ambientes. En la agricultura la interacción genético-ambiental es un fenómeno universal. Sucede en donde quiera que los genotipos tengan que crecer y desarrollarse en una serie de condiciones ambientales diversas en tiempo y espacio (Márquez, 1974, 1985).

La existencia de la interacción genotipo-ambiente puede significar que el mejor genotipo en un ambiente, no lo es en otro ambiente diferente y esto es debido a la influencia que ejerce el ambiente sobre el genotipo y que este no es capaz de ser insensible a dichas condiciones (Falconer, 1980).

Eberhart y Russell (1966) propusieron un modelo a usar para describir el comportamiento de las variedades sobre una serie de medio ambientes. Este modelo define los parámetros de estabilidad que pueden usarse para la descripción de la respuesta de la variedad al medio ambiente, usando un coeficiente de regresión  $b_i$  igual a la unidad ( $b_i=1$ ) y el cuadrado medio de desviaciones de regresión igual a cero ( $S^2_{d_i}=0$ ), para considerar una variedad estable y además deseable si su rendimiento es elevado.

De acuerdo con Carballo y Márquez (1970), el comportamiento relativo de una variedad, al ser probada en distintos ambientes, es un aspecto de mucha importancia en un programa de mejoramiento genético. El mejorador estará interesado en variedades que interaccionen poco con el medio ambiente, o que esa interacción sea positiva. La interacción genotipo- medio ambiente se estudia con el objetivo de idear metodologías que permitan identificar poblaciones o variedades que debido a una menor interacción genotipo-medio ambiente, tenga mayor amplitud de adaptación ó delimitar áreas geográficas, donde la adaptabilidad de determinada variedad sea mejor. En base a lo anterior, proponen situaciones que pueden presentarse en función del valor de los parámetros del modelo Eberhart y Russell y adoptan los términos consistente e inconsistente para indicar fluctuaciones o no, en base a lo esperado por la tendencia

general de la variedad.

Al estimar los componentes de varianza genotipo-medio ambiente en tres tipos de híbridos Sprague y Federer (1951), encontraron que la interacción de componentes fué mayor para cruza simple que para dobles, indicando menor consistencia en cruza simple en diferentes medio ambientes. La mezcla de genotipos relacionados de doble cruza, por lo tanto, mostrarón pequeña interacción híbrido medio ambiente que la cruza simple y presumiblemente tuvo mayor estabilidad que esta.

Eberhart y Russell (1969), usarón su análisis de estabilidad en un dialélo con un grupo de 45 cruza simple y un correspondiente grupo balanceado de cruza dobles derivados de 10 líneas endogámicas seleccionadas. Los 90 híbridos se evaluarón en 21 localidades y el análisis de varianza tradicional mostró necesariamente tres veces más variación entre cruza simple que entre cruza dobles. La interacción híbrido-localidad fué ligeramente mayor para las cruza simple. El análisis de estabilidad identificó dos cruza simple tan estables como cualquier otra cruza doble, y éstas dos cruza simple superarón en 11 por ciento el rendimiento de cuatro cruza simple comerciales y en 13 por ciento a tres cruza dobles comerciales. Comparaciones entre el alto rendimiento para cruza simple y dobles en las 21 localidades, muestra que los parámetros de estabilidad no fuerón significativamente diferentes. En promedio la cruza doble fué ligeramente más estable con respecto a los parámetros de estabilidad, pero la cruza simple fué ligeramente mayor en rendimiento en todas las localidades. Concluyén que pudierón identificar cruza simple tan estables como las dobles.

En un estudio para probar la estabilidad del rendimiento en una serie de cruzamientos de maíz, entre germoplasma del trópico húmedo y trópico seco de México, en varios ambientes, mediante un análisis de estabilidad propuesto por Eberhart y Russell (1966) y auxiliándose por lo propuesto por Carballo y Márquez (1970). Ramírez et al (1993); al cruzar 14 cruza simples integrantes de híbridos dobles comerciales y variedades mejoradas del trópico seco, contra un grupo de 10 cruza simples integrantes de híbridos dobles comerciales y variedades mejoradas del trópico húmedo, obtuvieron cruzamientos dobles y triples (cruza simple por variedad), que superaron en rendimiento a los promedios de los híbridos o variedades comerciales testigo en cada trópico, en los que algunos participan cruza simples que intervienen en los cruzamientos, además de que estos presentaron una mejor adaptabilidad.

Zamora (1990), Comparó 17 estadísticos de estabilidad, en el rendimiento de grano en triticales a través de ocho ambientes, determinando que la media de rendimiento por la ausencia de correlación con otros parámetros, puede ser utilizada como medida complementaria del análisis de estabilidad y una forma confiable de caracterizar genotipos, será utilizando dicha media de rendimiento junto con el coeficiente de regresión y desviaciones de regresión propuestos por Eberhart y Russell (1966), aunque por facilidad en el cálculo es deseable la ecovalencia de Wricke.

## MATERIALES Y METODOS.

### Material Genético.

El material inicial para realizar el apareamiento en la forma del diseño Carolina del Norte II, constó de tres cruzas simples y dos líneas del IMM provenientes del bajío, utilizadas como progenitores macho y 18 líneas (CML'S) del CIMMYT, como hembras con un nivel de endocría S8, las cuales fueron seleccionadas del germoplasma subtropical.

En el Cuadro 3.1 se presenta la genealogía del material experimental utilizado, como progenitor en la formación del material de evaluación, siendo un total de 23 líneas endogámicas de las cuales las utilizadas como hembras (18) se escogieron por su rendimiento per se y buenas características agronomicas. Los probadores (machos) también presentan buenas características agronómicas, y con la recombinación de todas ellas se pretende hacer una nueva población para bajío, a partir de la cual se generén nuevas y mejores líneas.

CUADRO 3.1. Genealogía del material parental utilizado en apareamiento del Diseño Carolina del Norte II, para producir el material de evaluación.

PROGENITOR	ENTRADA:	ORIGEN
♂	1	TEP-96-97 9701 #
♂	2	TEP-96-97 9701 #
♂	3	TEP-96-97 9701 #
♂	4	TEP-96-97 9701 #
♂	5	TEP-96-97 9701 #
♀	6'	TEP-96-97 9701 #
♀	7'	TEP-96-97 9701 #
♀	8'	TEP-96-97 9701 #
♀	9'	TEP-96-97 9701 #
♀	10'	TEP-96-97 9701 #
♀	11'	TEP-96-97 9701 #
♀	12'	TEP-96-97 9701 #
♀	13'	TEP-96-97 9701 #
♀	14'	TEP-96-97 9701 #
♀	15'	TEP-96-97 9701 #
♀	16'	TEP-96-97 9701 #
♀	17'	TEP-96-97 9701 #
♀	18'	TEP-96-97 9701 #
♀	19'	TEP-96-97 9701 #
♀	20'	TEP-96-97 9701 #
♀	21'	TEP-96-97 9701 #
⋮	22'	TEP-96-97 9701 #
⋮	23'	TEP-96-97 9701 #

Lineas del CIMMYT (CML'S)

## Obtención de cruzas.

La formación de las cruzas se realizó en Tepalcingo, Morelos. Se realizaron cruzamientos de línea con cada probador (L x P) sembrados en forma de padres apareados para un mejor manejo de las polinizaciones al momento de hacer los cruzamientos; sembrando bajo riego el material, en un sistema de apareamiento de un diseño Carolina del Norte II (DCN II). Se hicieron las cruzas apareadas, en forma directa y recíproca; en la cosecha se juntaron las mazorcas provenientes de cada cruce directa y recíproca, (y se desgranaron por separado, para posteriormente mezclarlas con la finalidad de obtener suficiente semilla para representar cada una de las cruzas (Vergara, 1996)), obteniéndose un total de 90 progenies de hermanos completos (Cuadro 3.2) y 23 familias de medios hermanos.

## Descripción del Area de Estudio

Tepalcingo, Morelos se localiza a una altura de 1152 msnm, latitud Norte 18° 36'. longitud Oeste 98° 52' y precipitación pluvial promedio anual de 951.0 mm. Juventino, Rosas, Gto. se ubica a una altura de 1697 msnm, latitud Norte 20° 38'. longitud Oeste 101° 0' y precipitación pluvial promedio anual de 727.0 mm y Gómez Farías, Jalisco. se encuentra a una altura de 1575 msnm, latitud Norte 20° 28', longitud Oeste 103° 27' y precipitación pluvial promedio anual de 851.7 mm. (García, 1988).

CUADRO 3.2. Genealogía del material experimental utilizado en la evaluación.

TRAT	CRUZA	GENEALOGIA
1	0101x0102	(255-18-19 x MIS4-1) x (P44C8HC57-1-1-9-X)
2	0103x0104	(AN7R-25) x (P44C8HC57-1-1-9-X)
3	0105x0106	(ML x 10-11) x (P44C8HC57-1-1-9-X)
4	0107x0108	(351-296-1-5-6 x 43-46S6) x (P44C8HC57-1-1-9-X)
5	0109x0110	(MLS4-1) x (P44C8HC57-1-1-9-X)
6	0601x0602	(351-296-1-5-6 x 43-46S6) x (CML 320)
7	1002x1001	(CML 320) x (MLS4-1)
8	1401x1402	(255-18-19 x MIS4-1) x (CML 320)
9	1801x1802	(ML x 10-11) x (CML 320)
10	2201x2202	(AN7R-25) x (CML 320)
11	0603x0604	(351-296-1-5-6 x 43-46S6) x (CML 321)
12	1004x1003	(CML 321) x (MLS4-1)
13	1403x1404	(255-18-19 x MIS4-1) x (CML 321)
14	1803x1804	(ML x 10-11) x (CML 321)
15	2204x2203	(CML 321) x (AN7R-25)
16	0605x0606	(351-296-1-5-6 x 43-46S6) x (CML 240)
17	1006x1005	(CML 240) x (MLS4-1)
18	1405x1406	(255-18-19 x MIS4-1) x (CML 240)
20	1805x1806	(ML x 10-11) x (CML 240)
21	2206x2205	(CML 240) x (AN7R-25)
22	0607x2208	(351-296-1-5-6 x 43-46S6) x (CML 246)
23	1008x1007	(CML 246) x (MLS4-1)
24	1407x1408	(255-18-19 x MIS4-1) x (CML 246)
25	1807x1808	(ML x 10-11) x (CML 246)
26	2207x2208	(AN7R-25) x (CML 246)
27	0609x0610	(351-296-1-5-6 x 43-46S6) x CVA1
28	1010x1009	(MLS4-1) x CVA1
29	1409x1410	(255-18-19 x MIS4-1) x CVA1
30	1809x1810	(ML x 10-11) x CVA1
31	2209x2210	(AN7R-25) x CVA1
32	0613x0614	(351-296-1-5-6 x 43-46S6) x CVA2
33	1014x1013	(MLS4-1) x CVA2
34	1413x1414	(255-18-19 x MIS4-1) x CVA2
35	1814x1813	(ML x 10-11) x CVA2
36	2213x2214	(AN7R-25) x CVA2
37	0622x0621	(CML 333) x (351-296-1-5-6 x 43-46S6)
38	1022x1021	(CML 333) x (MLS4-1)
39	1421x1422	(255-18-19 x MIS4-1) x (CML 333)
40	1822x1821	(CML 333) x (ML x 10-11)
41	2222x2221	(CML 333) x (AN7R-25)
42	0703x0702	(CML 340) x (351-296-1-5-6 x 43-46S6)
43	1103x1102	(CML 340) x (MLS4-1)
44	1502x1503	(255-18-19 x MIS4-1) x (CML 340)
45	1902x1903	(ML x 10-11) x (CML 340)
46	2303x2302	(CML 340) x (AN7R-25)
47	0811x2012	(351-296-1-5-6 x 43-46S6) x (232-10-11-1 Rel. Normal 19-4-2)
48	1212x1211	(232-10-11-1 Rel. Normal 19-4-2) x (MLS4-1)
49	1611x1612	(255-18-19 x MIS4-1) x (232-10-11-1 Rel. Normal 19-4-2)
50	2011x2012	(ML x 10-11) x (232-10-11-1 Rel. Normal 19-4-2)



## CUADRO 3.2.....continuación.

51	2412x2411	(232-10-11-1 Rel. Normal 19-4-2) x (AN7R-25)
52	0903x0902	(P34C8HC 142-3-1-2-4-2-x-x) x (351-296-1-5-6 x 43-46S6)
53	1303x1302	(P34C8HC 142-3-1-2-4-2-x-x) x (MLS4-1)
54	1702x1703	(255-18-19 x MIS4-1) x (P34C8HC 142-3-1-2-4-2-x-x)
55	2102x2103	(ML x 10-11) x (P34C8HC 142-3-1-2-4-2-x-x)
56	2502x2503	(AN7R-25) x (P34C8HC 142-3-1-2-4-2-x-x)
57	0906x1707	(351-296-1-5-6 x 43-46S6) x (P600C,F2-90-5-X)
58	1307x1306	(P600C,F2-90-5-X) x (MLS4-1)
59	1706x1707	(255-18-19 x MIS4-1) x (P600C,F2-90-5-X)"
60	2106x2107	(ML x 10-11) x (P600C,F2-90-5-X)
61	2506x2507	(AN7R-25) x (P600C,F2-90-5-X)
62	0908x0909	(351-296-1-5-6 x 43-46S6) x (P44C8HC80-3-1-4-X)
63	1309x1308	(P44C8HC80-3-1-4-X) x (MLS4-1)
64	1708x1709	(255-18-19 x MIS4-1) x (P44C8HC80-3-1-4-X)
65	2108x2109	(ML x 10-11) x (P44C8HC80-3-1-4-X)
66	2508x2509	(AN7R-25) x (P44C8HC80-3-1-4-X)
67	0910x0911	(351-296-1-5-6 x 43-46S6) x (CML 103)
68	1311x1310	(CML 103) x (MLS4-1)
69	1710x1711	(255-18-19 x MIS4-1) x (CML 103)
70	2110x2111	(ML x 10-11) x (CML 103)
71	2510x2511	(AN7R-25) x (CML 103)
72	0918x0919	(351-296-1-5-6 x 43-46S6) x (CML 8)
73	1319x1318	(CML 8) x (MLS4-1)
74	1718x1719	(255-18-19 x MIS4-1) x (CML 8)
75	2118x2119	(ML x 10-11) x (CML 8)
76	2518x2519	(AN7R-25) x (CML 8)
77	0920x0921	(351-296-1-5-6 x 43-46S6) x (90[Líneas Elite x Aprob]41-4-1-1-X-X)
78	1321x1320	(90[Líneas Elite x Aprob]41-4-1-1-X-X) x (MLS4-1)
79	1720x1721	(255-18-19 x MIS4-1) x (90[Líneas Elite x Aprob]41-4-1-1-X-X)
80	2120x2121	(ML x 10-11) x (90[Líneas Elite x Aprob]41-4-1-1-X-X)
81	2520x2521	(AN7R-25) x (90[Líneas Elite x Aprob]41-4-1-1-X-X)
82	0922x0923	(351-296-1-5-6 x 43-46S6) ((CAFIME C10X232X43-46-2-3-2-A)13-1-1-A)
83	1322x1323	(MLS4-1) x ((CAFIME C10X232X43-46-2-3-2-A)13-1-1-A)
84	1722x1723	(255-18-19 x MIS4-1) x ((CAFIME C10X232X43-46-2-3-2-A)13-1-1-A)
85	2122x2123	(ML x 10-11) x ((CAFIME C10X232X43-46-2-3-2-A)13-1-1-A)
86	2522x2523	(AN7R-25) x ((CAFIME C10X232X43-46-2-3-2-A)13-1-1-A)
92	0916x0917	(351-296-1-5-6 x 43-46S6) x (90[P500/MBR]-96-2-1-1-X-X)
93	1317x1316	(90[P500/MBR]-96-2-1-1-X-X) x (MLS4-1)
94	1716x1717	(255-18-19 x MIS4-1) x (90[P500/MBR]-96-2-1-1-X-X)
95	2116x2117	(ML x 10-11) x (90[P500/MBR]-96-2-1-1-X-X)
96	2516x2517	(AN7R-25) x (90[P500/MBR]-96-2-1-1-X-X)

NOTA: Tratamientos no incluidos, fueron testigos diferentes en cada localidad.

TRAT=Número de tratamiento.

Las progenies obtenidas en Tepalcingo, Mor. se evaluarón en las localidades de: Tepalcingo, Morelos, Juventino Rosas, Guanajuato y Gómez Farias, Jalisco durante 1998 en dos experimentos con dos repeticiones, en un diseño de bloques al azar, sembrando para cada material en evaluación dos surcos de cinco m de largo y 75 cm de ancho, a una distancia de 25 cm entre plantas, depositando dos semillas por mata para ralear a una planta, posteriormente se hizo el análisis combinado para la obtención de aptitud combinatoria, componentes de varianza, heredabilidad y parámetros de estabilidad.

En cada localidad se realizarón las labores culturales requeridas por el cultivo, como son: preparación del terreno, fertilización, deshierbes, aplicación de herbicidas e insecticidas, así como riegos cuando fuerón necesarios. En la evaluación de las cruas se incluyeron testigos algunos de los cuales entrarón en cada localidad (Cuadro 3.3).

### Caracteres Evaluados

Se tomarón datos de los siguientes caracteres:

Días a floración femenina y masculina (FF, FM). Es el número de días que transcurren desde la siembra, hasta cuando el 50 por ciento de las plantas presenten emisión de polen (antesis) y estigmas receptivos.

Altura de la planta (AP). Se mide en cm desde el nivel del suelo hasta la ligula de la hoja bandera.

CUADRO 3.3 materiales utilizados como testigo en cada localidad.

LOCALIDAD GOMEZ FARIAS		JUVENTINO ROSAS Y TEPALCINGO	
TRAT.	MATERIAL	TRAT.	MATERIAL
	GENEALOGIA.		GENEALOGIA
19	A7573	19	2208x3502
87 †	2514x2515	87 †	2514x2515
88 †	2514x2515	88 †	2514x2515
89 †	1714x1715	89 †	1714x1715
90 †	1315x1314	90 †	1315x1314
91 †	0914x0915	91 †	0914x0915
97 †	2208x3502	97 †	2208x3502
98 †	2806x2425	98 †	2806x2425
99	A7573	99	1825x2502
100	PANTERA	100	1825x3502
	HIBRIDO COMERCIAL		HIBRIDO EXPERIMENTAL
	(AN7R-25) x (GHB HC 99-3-1-7-X)		(AN7R-25) x (GHB HC 99-3-1-7-X)
	(AN7R-25) x (GHB HC 99-3-1-7-X)		(AN7R-25) x (GHB HC 99-3-1-7-X)
	(255-18-19 x MLS4-1) x (GHB HC 99-3-1-7-X)		(255-18-19 x MLS4-1) x (GHB HC 99-3-1-7-X)
	(GHB HC 99-3-1-7-X) x (MLS4-1)		(GHB HC 99-3-1-7-X) x (MLS4-1)
	(351-296-1-5-6 x 43-46S6) x (GHB HC 99-3-1-7-X)		(351-296-1-5-6 x 43-46S6) x (GHB HC 99-3-1-7-X)
	HIBRIDO EXPERIMENTAL		HIBRIDO EXPERIMENTAL
	HIBRIDO EXPERIMENTAL		HIBRIDO EXPERIMENTAL
	HIBRIDO COMERCIAL		HIBRIDO EXPERIMENTAL
	HIBRIDO COMERCIAL		HIBRIDO EXPERIMENTAL

† Testigos evaluados en todas las localidades.

Altura de mazorca (AM). Medida en cm desde el nivel del suelo hasta el nudo de la mazorca principal.

Plantas cosechadas (NP), total de plantas de la parcela útil.

Acame de raíz (AR). Número de plantas acamadas por parcela con inclinación igual o mayor de 30° de la vertical, se mide en porcentaje.

Acame de tallo (AT). Porcentaje de plantas por parcela que presentarán tallos quebrados abajo de la mazorca.

Aspecto de planta (ASP). Evaluado en una escala de 1 a 9 sobre el follaje de la planta, donde 1 es muy bueno y 9 muy malo, considerando para esta calificación, la apreciación visual conjunta de daño por insectos y enfermedades.

Pudrición de Mazorca (MP). Se utilizó la escala 1-5 de muy bueno a muy malo, basándose en el porcentaje de pudrición que presente cada mazorca.

Cobertura de Mazorca. Se refiere a la capacidad que tienen las brácteas de cubrir la punta de la mazorca. Se mide en por ciento (número de mazorcas con mala cobertura x 100 / Total de mazorcas).

Rendimiento de grano. Se registró en kg pesando el total de mazorcas cosechadas por parcela.

Humedad del grano (HUM). Al momento de la cosecha se tomó una muestra representativa de al menos diez mazorcas de cada parcela, para tomar una lectura directa por medio de un determinador de humedad (Dickey jhons), con lo cual se transformó el rendimiento en ton/ha de mazorca al 15.5 por ciento de humedad, basándose con la formula de Jugenheimer (1981), donde se tiene lo siguiente:

1.-Materia seca  $Ms = (100 - \text{el por ciento de Humedad}) / 100$

2.-Peso seco  $Ps = (Pc \times Ms)$  donde  $Pc = \text{Peso de campo.}$

3.-Factor de conversión  $Fc = \frac{10,000 \text{ m}^2}{APU \times \frac{(100 - 15.5)}{100} \times 1,000}$

donde:

APU=Area de parcela útil=Ancho de surco x largo de surco x número de surcos, expresado en  $\text{m}^2$

$(100 - 15.5) / 100 = 0.845$ , es constante de rendimiento para una humedad de 15.5%

1,000 = constante referente a kilos en una tonelada.

entonces: rendimiento en ton/ha de mazorca al 15.5 por ciento de humedad =  $Ps \times Fc$

A los datos de acame de tallo, mala cobertura, plantas con fusarium, humedad del grano, calificación de mazorca y aspecto de plantas, los cuales se expresan en porcentaje o escala, aunque se les realizó su análisis de varianza, este no se discutió, debido a la deficiente normalidad de los mismos; sin embargo la información de estas características, fué útil para la selección de los genotipos.

## Análisis Estadístico

Se realizaron análisis de varianza individuales para localidad por caracter evaluado para tener una referencia del comportamiento de los materiales en cada localidad (Cuadro A.5 a A.7) y después un análisis combinado incluyendo solo los testigos que participaron en las tres localidades (Cuadro 3.3), donde este último es al que se hará más énfasis pues es el que se utilizó para posteriores discusiones de aptitud combinatoria, heredabilidad y estabilidad a través de localidades; aclarando que estos tres parámetros solo se estimaron para las progenies obtenidas del DCN II.

El análisis de varianza combinado para las características rendimiento, altura de mazorca, floración femenina, se rige por el modelo estadístico siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j(k) + \rho_k + (\alpha\rho)_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Observación correspondiente al  $i$ -ésimo tratamiento en la  $j$ -ésima repetición en la  $k$ -ésima localidad.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$\beta_j(k)$  = Efecto de la  $j$ -ésima repetición en la  $k$ -ésima localidad.

$\rho_k$  = Efecto de la  $k$ -ésima localidad.

$(\alpha\rho)_{ik}$  = Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo tratamiento por la  $k$ -ésima localidad.

$\epsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental.

CUADRO 3.4. Cuadro para el análisis de varianza combinado para un modelo de bloques al azar.

Fuentes de variación	GL	S. C	C. M
Localidad	(L-1)=2	$\frac{\sum Y_{..k}^2}{tr} - F_c$	Cml
Repeticiones/Loc	(R-1)(L)=3	$\frac{\sum \sum Y_{jk}^2}{t} - \frac{\sum Y_{..k}^2}{tr}$	Cmr/l
Tratamientos	(T-1)=99	$\frac{\sum Y_{i..}^2}{rl} - F_c$	Cmt
(Trat)(Loc)	(T-1)(L-1)=198	$\frac{\sum \sum Y_{i.k}^2}{r} + F_c - SC_t - SCL$	Cmtl
Error	(T-1)R-1)L=297	$SCT - SC_t - SCL - SC_{r/L} - SCT * L$	Cme
Total	(LTR-1)=599	$\sum \sum \sum Y_{ijk}^2 - F_c$	CmT

La prueba de F para las fuentes de variación repeticiones/localidad, tratamientos y tratamientos por localidad se determinó comparando los cuadrados medios de la respectiva fuente de variación con el error (CM de Fuente de Variación/ CM error), mientras que la fuente de variación localidad, se comparó con la interacción repeticiones/localidad.

$$F_c = Y_{...}^2 / rtl$$

Los coeficientes de variación de los análisis de varianza se obtuvieron multiplicando por 100 la raíz cuadrada del CM error entre la media general.

$$CV = \frac{\sqrt{CM \text{ error}}}{X} \times 100$$

La comparación de medias por (DMS) diferencia mínima significativa se obtuvo por la siguiente fórmula:

$$DMS_{0.05} = t_{0.05} \sqrt{2S^2/r}$$

donde:  $S^2$  = Cuadrado medio del error.

$r$  = Número de repeticiones.

$t$  = Valor tabular de  $t$  para los grados de libertad del error

### Aptitud combinatoria.

La estimación de los efectos de Aptitud Combinatoria General (ACG) y Específica (ACE) con la finalidad de determinar el comportamiento genético de los progenitores y las cruzas, se hizo con las medias del caracter rendimiento con las tres localidades (en forma combinada) utilizando las siguientes fórmulas: (Singh y Chaudhary, 1979).

Machos  $ACG(G_i) = X_{i.j} / hl - X_{...} / mhl$

Hembras  $ACG(G_i) = X_{i...} / ml - X_{...} / mhl$

donde:  $m$  = núm. de machos.

$X_{i.j}$  = Sumatoria de cruzas donde

$h$  = núm. de hembras.

interviene el macho.

$l$  = núm. de localidades.

$X_{i...}$  = Sumatoria de cruzas donde interviene

$X_{...}$  = Sumatoria general

la hembra.

Para cruzas ACE  $(SIJ) = X_{ij} / l - X_{i..} / ml - X_{.j} / hl + X_{...} / lmh$

donde:  $m$  = núm. de machos

$X_{ij}$  = Sumatoria de la craza

$h$  = núm de hembras

$X_{i..}$  = Sumatoria del progenitor uno

$l$  = núm. de localidades

$X_{.j}$  = Sumatoria del progenitor dos

$X_{...}$  = Sumatoria general



## Análisis Genético

El modelo del Diseño II de Carolina del Norte (Cuadro 3.5), se aplicó para estimar los componentes de varianza genética de los progenitores y sus interacciones macho por hembra (Línea x Probador).

Dicho análisis se realizó bajo el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ijkl} = \mu + M_i + H_j + R_l(L_k) + L_k + (M \times H)_{ij} + (M \times L)_{ik} + (H \times L)_{jk} + (M \times H \times L)_{ijk} + e_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = la k<sup>ta</sup> observación en i x j<sup>th</sup> progenie.

$\mu$  = media general.

$M_i$  = el efecto i-ésimo del macho i.

$H_j$  = el efecto j-ésimo de la hembra j.

$R_l(L_k)$  = efecto de la l-ésima repetición en la k-ésima localidad.

$L_k$  = efecto de la k-ésima localidad.

$(M \times H)_{ij}$  = el efecto de la interacción del i-ésimo macho x la j-ésima hembra.

$(M \times L)_{ik}$  = efecto de la interacción del i-ésimo macho x la k-ésima localidad.

$(H \times L)_{jk}$  = efecto de la interacción de la j-ésima hembra x la k-ésima localidad.

$(M \times H \times L)_{ijk}$  = efecto de la interacción del i-ésimo macho x la j-ésima hembra x la k-ésima localidad.

$e_{ijkl}$  es el error asociado con cada observación.

El termino de corrección cuando se calculan las sumas de cuadrados es

$$C = (\sum x)^2 / m, \text{ donde:}$$

$r$  = núm. de repeticiones

$n$  = núm. de tratamientos (cruzas)

$x$  = gran total (cruzas<sup>2</sup>)

CUADRO 3.5. Análisis de varianza del DCN II.

Fuentes de variación	GL	S.C:	C.M.
Localidad	$L-1=2$	ScL	M9
Rep/Loc	$(R-1)L=3$	ScR/L	M8
Machos	$M-1=4$	ScM	M7
Hembras	$H-1=17$	ScH	M6
Machos*Loc	$(M-1)(L-1)=8$	ScM*L	M5
Hembras*Loc	$(H-1)(L-1)=34$	ScH*L	M4
Mach*Hemb	$(M-1)(H-1)=68$	ScM*H	M3
Mach*Hemb*Loc	$(M-1)(H-1)(L-1)=136$	ScM*H*L	M2
Error	$L(MHR-R-MH+1)=267$	ScE	M1

La prueba de F para las fuentes de variación se determinó comparando los cuadrados medios de la respectiva fuente de variación con el error: CM de Fuente de Variación/ CM error. Los componentes de varianza se obtuvieron por medio de las esperanzas de cuadrados medios como se muestra en el Cuadro 3.6.

CUADRO 3.6. Forma de estimar los componentes de varianza a partir de las esperanzas de cuadrados medios del análisis de varianza en el Diseño Carolina del Norte II.

FV.	Error	M*H*L	M*H	H*L	M*L	H	M	R/L	L	
L	$\sigma^2_e$	$\sigma^2_{MHL}$		$\sigma^2_{HL}$	$\sigma^2_{ML}$			$\sigma^2_{R/L}$	$\sigma^2_L$	M9
R/L	$\sigma^2_e$							$\sigma^2_{R/L}$		M8
M	$\sigma^2_e$	$\sigma^2_{MHL}$	$\sigma^2_{MH}$		$\sigma^2_{ML}$		$\sigma^2_M$			M7
H	$\sigma^2_e$	$\sigma^2_{MHL}$	$\sigma^2_{MH}$	$\sigma^2_{HL}$		$\sigma^2_H$				M6
M*L	$\sigma^2_e$	$\sigma^2_{MHL}$			$\sigma^2_{ML}$					M5
H*L	$\sigma^2_e$	$\sigma^2_{MHL}$		$\sigma^2_{HL}$						M4
M*H	$\sigma^2_e$	$\sigma^2_{MHL}$	$\sigma^2_{MH}$							M3
M*H*L	$\sigma^2_e$	$\sigma^2_{MHL}$								M2
Error	$\sigma^2_e$									M1

$$\sigma^2_e = M1$$

$$\sigma^2_{MHL} = (M2 - M1)/R$$

$$\sigma^2_{MH} = (M3 - M2)/RL$$

$$\sigma^2_{HL} = (M4 - M2)/MR$$

$$\sigma^2_{ML} = (M5 - M2)/HR$$

$$\sigma^2_H = (M6 - M4 - M3 + M2)/MRL$$

$$\sigma^2_M = (M7 - M5 - M3 + M2)/HRL$$

$$\sigma^2_{R/L} = (M8 - M1)/MH$$

$$\sigma^2_L = (M9 - M8 - M5 + M1 - M4 + M2)/MHR$$

Las varianzas y los errores estándar de las estimaciones de los componentes de varianza fueron calculados, usando las formulas de Hallauer y Miranda (1981) que son:

$$V\sigma^2_L = \frac{2}{(MHR)^2} \left( \frac{(M9)^2}{glM9+2} + \frac{(M8)^2}{glM8+2} + \frac{(M5)^2}{glM5+2} + \frac{(M1)^2}{glM1+2} + \frac{(M4)^2}{glM4+2} + \frac{(M2)^2}{glM2+2} \right)$$

$$EE\sigma^2_L = \sqrt{V\sigma^2_L}$$

$$V\sigma^2_{R/L} = \frac{2}{(MH)^2} \left( \frac{(M8)^2}{glM8+2} + \frac{(M1)^2}{glM1+2} \right)$$

$$EE\sigma^2_{R/L} = \sqrt{V\sigma^2_{R/L}}$$

$$V\sigma^2_M = \frac{2}{(HRL)^2} \left( \frac{(M7)^2}{glM7+2} + \frac{(M5)^2}{glM5+2} + \frac{(M3)^2}{glM3+2} + \frac{(M2)^2}{glM2+2} \right)$$

$$EE\sigma^2_M = \sqrt{V\sigma^2_M}$$

$$V\sigma^2H = \frac{2}{(MRL)^2} \left[ \frac{(M6)^2}{glM6+2} + \frac{(M4)^2}{glM4+2} + \frac{(M3)^2}{glM3+2} + \frac{(M2)^2}{glM2+2} \right]$$

$$EE\sigma^2H = \sqrt{V\sigma^2H}$$

$$V\sigma^2ML = \frac{2}{(HR)^2} \left[ \frac{(M5)^2}{glM5+2} + \frac{(M2)^2}{glM2+2} \right]$$

$$EE\sigma^2ML = \sqrt{V\sigma^2ML}$$

$$V\sigma^2HL = \frac{2}{(MR)^2} \left[ \frac{(M4)^2}{glM4+2} + \frac{(M2)^2}{glM2+2} \right]$$

$$EE\sigma^2HL = \sqrt{V\sigma^2HL}$$

$$V\sigma^2MH = \frac{2}{(RL)^2} \left[ \frac{(M3)^2}{glM3+2} + \frac{(M2)^2}{glM2+2} \right]$$

$$EE\sigma^2MH = \sqrt{V\sigma^2MH}$$

$$V\sigma^2MHL = \frac{2}{(R)^2} \left[ \frac{(M2)^2}{glM2+2} + \frac{(M1)^2}{glM1+2} \right]$$

$$EE\sigma^2MHL = \sqrt{V\sigma^2MHL}$$

$$V\sigma^2E = 2 \left[ \frac{(M1)^2}{glM1+2} \right]$$

$$EE\sigma^2E = \sqrt{V\sigma^2E}$$

Error estándar de varianza aditiva en hembras

$$V\sigma^2A_H = \frac{16 * 2}{(MRL)^2} \left[ \frac{(M6)^2}{glM6+2} + \frac{(M4)^2}{glM4+2} + \frac{(M3)^2}{glM3+2} + \frac{(M2)^2}{glM2+2} \right]$$

$$EE\sigma^2A_H = \sqrt{V\sigma^2A_H}$$

Error estándar de varianza aditiva en machos

$$V\sigma^2_{A_M} = \frac{16 * 2}{(HRL)^2} \left[ \frac{(M7)^2}{glM7+2} + \frac{(M5)^2}{glM5+2} + \frac{(M3)^2}{glM3+2} + \frac{(M2)^2}{glM2+2} \right]$$

$$EE\sigma^2_{A_M} = \sqrt{V\sigma^2_{A_M}}$$

$$V\sigma^2_D = \frac{16 * 2}{(RL)^2} \left[ \frac{(M3)^2}{glM3+2} + \frac{(M2)^2}{glM2+2} \right]$$

$$EE\sigma^2_D = \sqrt{V\sigma^2_D}$$

De acuerdo a los componentes de varianza estimados, se calcularón sus errores estándar para cada caracter evaluado tomando en cuenta su respectivo análisis de varianza.

La varianza genética aditiva, de dominancia y heredabilidad en sentido estrecho se estimarán de la siguiente manera:

Varianza genética aditiva en base a machos

$$\sigma^2_M = \text{Cov MH}$$

$$\text{Cov MH} = 1/4\sigma^2_A$$

$$\text{entonces } \sigma^2_A = 4\sigma^2_M$$

Varianza genética aditiva en base a hembras

$$\sigma^2_H = \text{Cov MH}$$

$$\text{Cov MH} = 1/4\sigma^2_A$$

$$\text{entonces } \sigma^2_A = 4\sigma^2_H$$

Varianza de dominancia.

$$\sigma^2 M^*H = [(Cov HC) - (Cov MH paternos) - (Cov MH maternos)]$$

$$= (1/2\sigma^2 A + 1/4\sigma^2 D) - (1/4\sigma^2 A) - (1/4\sigma^2 A) = 1/4\sigma^2 D$$

$$\sigma^2 M^*H = 1/4\sigma^2 D$$

$$\text{por lo que } \sigma^2 D = 4\sigma^2 M^*H$$

Las estimaciones de heredabilidad se calcularon en sentido estricto, donde la  $\sigma^2 A$  se estimó como un promedio de la varianza aditiva de machos y de hembras asumiendo progenitores sin endogamia, en equilibrio de ligamiento, dos alelos por locus y sin epistasis; y una estimación de heredabilidad ( $h^2$ ) imparcial por interacción genotipo-medio ambiente y basada en la media de una parcela de  $r/L$ .

$$\text{Heredabilidad en sentido estricto} \quad h^2 = \sigma^2 A / \sigma^2 F$$

$$\text{Donde: } \sigma^2 F = \sigma^2 e / rL + 4\sigma^2 MHL / L + 4\sigma^2 ML / l + 4\sigma^2 MH + 4\sigma^2 M$$

## Análisis de Estabilidad

Análisis de varianza combinado para observar la estabilidad de los materiales en los tres ambientes, de acuerdo al modelo Eberhart y Russell (1966), es:

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_i + \epsilon_{ij}$$

En la cual:  $i = 1, 2, \dots, v$ . y  $j = 1, 2, \dots, n$ .

$Y_{ij}$  = media varietal de la variedad  $i$  en el ambiente  $j$ .

$\mu_i$  = media de la variedad  $i$  sobre todos los ambientes.

$\beta_i$  = coeficiente de regresión que mide la variedad  $i$  en varios ambientes

$&_{ij}$  = desviación de la regresión de la variedad  $i$  en el ambiente  $j$ .

$I_j$  = índice ambiental, que se obtiene de restar la media de las variedades en un ambiente  $j$  menos la media general.  $I_j = (\sum_j Y_{ij}/v) - (\sum_i \sum_j Y_{ij}/nv)$ ,  $\sum_i I_j = 0$

En base al modelo anterior se definen dos parámetros de estabilidad:

El primer parámetro de estabilidad es un coeficiente de regresión que se estima como:  $b_i = \sum_j Y_{ij} I_j / \sum_j I_j^2$

El segundo parámetro de estabilidad  $S^2_{di} = [\sum_j &_{ij}^2/n - 2] - S^2_e/r$  en el cual:

$\sum_j &_{ij}^2 = [\sum_j Y^2_{ij} - Y^2_i/n] - (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$ . y,  $S^2_e/r$  = estimador del error conjunto donde  $r$  es el número de repeticiones y  $S^2_e$  es el cuadrado medio del error conjunto.

Calculando la prueba de F comparando la fuente de variación (FV) con la desviación conjunta como:

FV	Fc
Var	CM1/CM3 Prueba la hipótesis de que no hay diferencias entre medias de tratamientos ( $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$ ).
Var*Loc (Linear)	CM2/CM3 Prueba la hipótesis que no hay diferencias entre variedades para <u>su regresión sobre los índices ambientales</u> ( $H_0: S^2_{di} = S^2_{d2} = \dots$ ).

Una vez estimados los parámetros de estabilidad se procede a hacer el análisis de varianza (Cuadro 3.7). La interpretación una variedad estable es aquella cuyos parámetros de estabilidad son  $b_i=1$  y  $S^2d_i = 0$ , y deseable si además es de rendimiento elevado.

CUADRO 3.7. Cuadro del análisis de varianza de estabilidad en base al modelo Eberhart y Russell (1966) .

Fuentes de variación	GL	S. C	C. M	
Total	LV-1	$\sum_i \sum_j Y_i^2 j - Fc.$		
Variedades	V-1	$(1/n) \sum_i Y_i^2 - Fc$	Cmv	Cm1
Loc + (Var*Loc)	V(L-1)	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - \sum Y_{i.}^2/n$		
Loc (Linear)	L	$(1/v)(\sum_j Y_{.j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$		
Var*Loc (linear)	V-1	$\sum_i [(\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2] - S.C.L (lin)$	Cm v*1 (lin)	Cm2
Desviación Conj.	V (L-1)	$\sum_i \sum_j \delta_{ij}^2$	Cm V(l-1)	Cm3
Variedad 1	L-2	$[\sum_j Y_{1j}^2 - (Y_{1.})^2/n] -$ $(\sum_j Y_{1j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$		
.				
.				
Variedad n	L-2	$[\sum_j Y_{nj}^2 - (Y_{n.})^2/n] -$ $(\sum_j Y_{nj} I_j)^2 / \sum_j I_j^2 = \sum_j \delta_{vj}^2$		
Error conj.	LV(r-1)	Scec		Cmec

Una vez realizado el análisis de varianza de estabilidad, la discriminación de tratamientos se realizó de la siguiente manera:

- 1.-Se realizó una prueba de F a las desviaciones de regresión para cada variedad, mediante la fórmula:  $F = (\sum_j \delta_{ij}^2 / n - 2) / \text{cuadrado medio del error conjunto}$ . Con esta fórmula se prueba la hipótesis  $H_0: S^2d_i = 0 \dots S^2d_n = 0$ .



2.-Mediante una prueba de t se comprobaron las hipótesis de que los coeficientes de regresión ( $b_i$ ), no difieren de la unidad ( $H_0: b_i=1, \dots, b_n=1$ ).

$$T = (b_i - 1) / \sqrt{CMV_i / \sum_j I_j^2}$$

3.-Una vez determinadas las significancias de  $b_i$  y  $S^2_{di}$ , se seleccionaron los tratamientos con media de rendimiento superior a la media general.

4.-Con el cálculo del error estándar de  $b_i$  se seleccionaron los tratamientos con  $b_i$  entre el rango del error estándar.

$$EE \ b_i = \sqrt{\text{Cuadrado medio de desviación conjunta} / \sum_j I_j^2}$$

## RESULTADOS Y DISCUSION.

Se planeó la evaluación de los experimentos en tres localidades durante el año 1998 ciclo B, y para cada localidad se pretendió evaluar las mismas características agronómicas de los materiales; sin embargo, por diferentes motivos esto no fué posible por lo que, los resultados y discusión que se presentan en este capítulo, se refieren a los análisis de varianza combinado de las características que se evaluarón en las tres localidades. Se determinó la ACG de los materiales progenitores y la ACE de sus cruzas, para la característica rendimiento; para analizar la progenie del Diseño Carolina del Norte II, con el fin de estimar componentes de varianza, se realizó un análisis de varianza analizando los tratamientos en machos, hembras y machos x hembra y su interacción con localidad, posteriormente de la progenie obtenida en este diseño se seleccionaron los materiales sobresalientes y por último se analizó la estabilidad de los materiales evaluados, mediante el modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966).

### Aptitud Combinatoria.

Aptitud combinatoria general.

Los estimadores de los efectos de Aptitud combinatoria general (ACG) para rendimiento de grano (ton/ha) de los progenitores macho y hembra se presentan en el Cuadro 4.1 donde la hembra ocho, registró el valor más alto (ACG=1.077 ton/ha).

Cuadro 4.1. Efectos de ACG para rendimiento de grano en kg/ha de progenitores machos y hembras que intervienen en la formación de las 90 cruzas evaluadas a través de localidades.

Machos	media	ACG	❖	hembras	media	ACG	❖
1	10.756	0.674	2	6	9.658	-0.424	16
2	9.394	-0.688	4	7	10.65	0.568	3
3	10.91	0.828	1	8	11.159	1.077	1
4	9.294	-0.788	5	9	10.186	0.104	7
5	10.057	-0.025	3	10	9.77	-0.312	13
				11	10.661	0.579	2
				12	9.922	-0.16	9
				13	9.596	-0.486	17
				14	9.795	-0.287	12
				15	9.849	-0.234	11
				16	10.423	0.342	5
				17	10.375	0.293	6
				18	9.705	-0.377	15
				19	10.443	0.361	4
				20	10.063	-0.019	8
				21	9.735	-0.347	14
				22	9.577	-0.505	18
				23	9.912	-0.17	10

❖; =Lugar ocupado según sus valores descendentes de ACG.

mientras el valor más bajo lo obtuvo la hembra 22 (ACG=-0.505).

Analizando el grupo de progenitores macho se observa que el valor más alto de ACG (ACG=0.828) corresponde al macho tres y el valor inferior el macho cuatro (ACG=-0.788).

Estos valores de ACG, indican en cuanto supera a la media general el comportamiento de un progenitor en promedio en una serie de cruzamientos donde interviene o en el caso contrario, en cuanto supera la media general el comportamiento de un progenitor en una serie de cruzamientos; en el caso de los progenitores hembras, la hembra ocho supera a la media general en 1.077 ton/ha, pero la hembra 22 presenta un promedio de rendimiento de 0.505 ton/ha menos que la media general. Lo mismo sucede en los progenitores macho, el tres tiene un rendimiento promedio de 0.828 ton/ha arriba de la media general, no así el macho cuatro, el cual para alcanzar a la media general necesita 0.788 ton/ha.

Basándonos en el Cuadro 4.1, en los materiales hembras y machos se encontrarán efectos positivos y negativos de ACG, los positivos poseen media superior a la media general y los negativos menor que la media general; De acuerdo con esto se seleccionarán los siguientes progenitores hembra con buena ACG: la siete, ocho, nueve, once, 16, 17 y 19 y los machos uno y tres.

Aptitud combinatoria específica.

Los efectos de ACE para rendimiento de grano en ton/ha se presentan en el Cuadro 4.2, donde el mejor efecto específico lo aportó la combinación 5 x 13 (tratamiento 38) con el mayor valor de ACE ( $ACE=2.012$ ) y un rendimiento promedio de 11.583 ton/ha, el cual se ubica en el lugar 13avo, mientras que la crusa 3 x 15 (tratamiento 50) obtuvo el valor menor de ACE ( $-2.458$ ), con una media de rendimiento de 8.218, ubicándose en el 85avo lugar.

Para entender mejor los efectos de ACE, es imposible dejar a un lado los efectos de ACG por esto en el Cuadro 4.2 se clasifica a las cruzas por su valor de rendimiento que corresponde al mismo que su ACG, agrupándose en cruzas que involucran progenitores con rendimiento y ACG alto x alto, alto x bajo, bajo x alto y bajo x bajo; donde valores altos son para progenitores con efectos positivos de ACG y rendimiento superior a la media general y valores bajos para progenitores con efectos de ACG negativos y rendimiento inferior a la media general.

Tomando en cuenta los valores de ACG y rendimiento se esperaría que las combinaciones donde intervienen progenitores con valor de ACG y rendimiento alto, tengan un mayor rendimiento y, por consiguiente, valores bajos de ACE. mientras que la combinación bajo x bajo sería de rendimiento deficiente y altos valores de ACE. tal tendencia se observa en el Cuadro de referencia (Cuadro 4.2). Este resultado se esperaría si el alto rendimiento de una crusa se debe a la suma de efectos aditivos altos de los genes de los dos progenitores o bien a los efectos de interacción entre alelos dominantes de un progenitor y los

CUADRO 4.2. Estimaciones de efectos de ACE ordenados de acuerdo a la clasificación de sus efectos de ACG (alto x alto, alto x bajo, bajo x alto, y bajo x bajo).

ACG y REND AxA						
trat	mach	hemb	rend	°rend	ace	°ace
8	1	7	12.012	3	0.689	17
13	1	8	12.738	1	0.906	14
18	1	9	11.719	9	0.859	16
29	1	11	11.79	7	0.455	29
54	1	16	10.808	23	-0.29	56
59	1	17	11.005	21	-0.044	50
69	1	19	11.317	16	0.2	40
9	3	7	11.615	12	0.138	41
14	3	8	11.962	4	-0.025	49
20	3	9	11.957	5	0.943	13
30	3	11	10.688	27	-0.8	74
55	3	16	10.716	25	-0.535	63
60	3	17	12.284	2	1.081	9
70	3	19	11.676	11	0.406	30

---

ACG y REND AxB						
trat	mach	hemb	rend	°rend	ace	°ace
1	1	6	10.702	26	0.37	33
24	1	10	10.348	37	-0.097	53
34	1	12	11.089	19	0.493	28
39	1	13	10.487	32	0.217	39
44	1	14	9.689	57	-0.779	72
49	1	15	9.748	55	-0.775	71
64	1	18	9.278	70	-1.101	81
74	1	20	9.064	74	-1.673	89
79	1	21	10.398	35	-0.011	48
84	1	22	10.888	22	0.636	19
94	1	23	10.531	30	-0.056	51
3	3	6	9.761	54	-0.725	70
25	3	10	11.718	10	1.12	8
35	3	12	10.188	41	-0.561	67
40	3	13	10.254	39	-0.17	55
45	3	14	11.775	8	1.152	7
50	3	15	8.218	85	-2.458	90
65	3	18	11.537	14	1.005	11
75	3	20	11.85	6	0.959	12
80	3	21	9.448	65	-1.115	83
85	3	22	10.074	46	-0.331	61
95	3	23	10.655	28	-0.085	52

---

ACG y REND BxA						
trat	mach	hemb	rend	°rend	ace	°ace
10	2	7	10.24	40	0.277	36
15	2	8	11.341	15	0.87	15
21	2	9	9.636	58	0.138	42
31	2	11	9.437	67	-0.536	64
56	2	16	9.577	60	-0.158	54
61	2	17	8.664	81	-1.023	79
71	2	19	9.445	66	-0.311	58
6	4	7	9.545	61	-0.316	60

CUADRO 4.2.....continuación.

11	4	8	9.816	52	-0.554	65
16	4	9	8.592	82	-0.806	75
27	4	11	10.109	45	0.236	38
52	4	16	9.991	49	0.356	34
57	4	17	10.154	42	0.567	25
67	4	19	10.277	38	0.623	22
7	5	7	9.837	51	-0.788	73
12	5	8	9.936	50	-1.197	85
17	5	9	9.026	75	-1.134	84
28	5	11	11.28	17	0.645	18
53	5	16	11.024	20	0.627	20
58	5	17	9.768	53	-0.581	69
68	5	19	9.499	63	-0.918	77

trat	ACG y REND BxB		rend	°rend	ace	°ace
	mach	hemb				
2	2	6	10.131	44	1.161	5
26	2	10	8.091	86	-0.991	78
36	2	12	8.665	80	-0.57	68
41	2	13	8.352	83	-0.556	66
46	2	14	9.19	72	0.083	44
51	2	15	10.62	29	1.459	3
66	2	18	7.666	89	-1.352	86
76	2	20	10.001	48	0.625	21
81	2	21	9.629	59	0.582	24
86	2	22	8.031	87	-0.858	76
96	2	23	10.385	36	1.16	6
4	4	6	9.462	64	0.592	23
22	4	10	8.69	79	-0.292	57
32	4	12	9.241	71	0.108	43
37	4	13	7.304	90	-1.503	88
42	4	14	8.997	76	-0.009	46
47	4	15	10.518	31	1.458	4
62	4	18	9.292	69	0.375	32
72	4	20	8.962	77	-0.312	59
77	4	21	9.5	62	0.553	26
82	4	22	7.68	88	-1.109	82
92	4	23	9.159	73	0.035	45
5	5	6	8.234	84	-1.398	87
23	5	10	10.004	47	0.26	37
33	5	12	10.426	34	0.53	27
38	5	13	11.583	13	2.012	1
43	5	14	9.323	68	-0.447	62
48	5	15	10.138	43	0.315	35
63	5	18	10.752	24	1.073	10
73	5	20	10.439	33	0.401	31
78	5	21	9.7	56	-0.009	47
83	5	22	11.215	18	1.663	2
93	5	23	8.833	78	-1.054	80

trat=Número de tratamiento.

°rend= Lugar ocupado según sus valores descendentes de rendimiento.

°ace= Lugar ocupado según sus valores descendentes de ACE.

recesivos del otro, pero no habría de esperarse interacción entre alelos recesivos de ambas líneas (Falconer, 1980).

El Cuadro 4.3 de doble entrada se obtuvo del Cuadro 4.1 para ilustrar los cruzamientos con ACG y rendimiento alto x alto, alto x bajo, bajo x alto y bajo x bajo, señalándose solo los cruzamientos donde el rendimiento supera a la media general, siendo un total de 45 cruzas e indicándose también el tipo de efecto genético responsable de dicha superioridad.

En cuanto a la Aptitud combinatoria específica (ACE), dada por la buena combinación de dos progenitores en particular, como resultado de efectos aditivos cuando interviene al menos un progenitor con buena ACG y la craza supera a la media general, ó bien dada por efectos genéticos no aditivos, cuando al cruzarse dos progenitores con baja ACG el rendimiento supera a la media general.

Los estimadores de ACE que indican el comportamiento de una craza en cuanto a efectos no aditivos, se observa en los Cuadros 4.2 y 4.3 donde la craza con mayor efecto de ACE no es la más rendidora, ni la que posee el efecto menor de ACE es la menos rendidora, más bien las cruzas con efectos mayores de ACE provienen de progenitores con efectos bajos de ACG, y resultan en rendimiento superiores a la media general.



CUADRO 4.3.-Cruzamientos en los cuales se obtienen rendimientos superiores a la media general.

M A C H O S

	M1♠	M3♠	M2	M4	M5	TOTAL
H	7♠ ✓ <sub>3</sub> @ <sup>17</sup>	✓ <sub>12</sub> @ <sup>41</sup>	✓ <sub>40</sub> @ <sup>36</sup>			3
E	8♠ ✓ <sub>1</sub> @ <sup>14</sup>	✓ <sub>4</sub> @ <sup>49</sup>	✓ <sub>15</sub> @ <sup>15</sup>			3
M	9♠ ✓ <sub>9</sub> @ <sup>16</sup>	✓ <sub>5</sub> @ <sup>13</sup>				2
B	11♠ ✓ <sub>7</sub> @ <sup>29</sup>	✓ <sub>27</sub> @ <sup>74</sup>		✓ <sub>45</sub> @ <sup>38</sup>	✓ <sub>17</sub> @ <sup>18</sup>	4
R	16♠ ✓ <sub>23</sub> @ <sup>56</sup>	✓ <sub>25</sub> @ <sup>63</sup>			✓ <sub>20</sub> @ <sup>20</sup>	3
A	17♠ ✓ <sub>21</sub> @ <sup>50</sup>	✓ <sub>2</sub> @ <sup>9</sup>		✓ <sub>42</sub> @ <sup>25</sup>		3
S	19♠ ✓ <sub>16</sub> @ <sup>40</sup>	✓ <sub>11</sub> @ <sup>30</sup>		✓ <sub>38</sub> @ <sup>22</sup>		3
	6 ✓ <sub>26</sub> @ <sup>33</sup>		✓ <sub>44</sub> @ <sup>5</sup>			2
	10 ✓ <sub>37</sub> @ <sup>53</sup>	✓ <sub>10</sub> @ <sup>8</sup>				2
	12 ✓ <sub>19</sub> @ <sup>28</sup>	✓ <sub>41</sub> @ <sup>67</sup>			✓ <sub>34</sub> @ <sup>27</sup>	3
	13 ✓ <sub>32</sub> @ <sup>39</sup>	✓ <sub>39</sub> @ <sup>55</sup>			✓ <sub>13</sub> @ <sup>1</sup>	3
	14	✓ <sub>8</sub> @ <sup>7</sup>				1
	15		✓ <sub>29</sub> @ <sup>3</sup>	✓ <sub>31</sub> @ <sup>4</sup>	✓ <sub>43</sub> @ <sup>35</sup>	3
	18	✓ <sub>14</sub> @ <sup>11</sup>			✓ <sub>24</sub> @ <sup>10</sup>	2
	20	✓ <sub>6</sub> @ <sup>12</sup>			✓ <sub>33</sub> @ <sup>31</sup>	2
	21 ✓ <sub>35</sub> @ <sup>48</sup>					1
	22 ✓ <sub>22</sub> @ <sup>19</sup>				✓ <sub>18</sub> @ <sup>2</sup>	2
	23 ✓ <sub>30</sub> @ <sup>51</sup>	✓ <sub>28</sub> @ <sup>52</sup>	✓ <sub>36</sub> @ <sup>6</sup>			3
	TOTAL 14	14	5	4	8	45

Simbología:

♠ Progenitores con altos valores de ACG.

✓<sub>1</sub> Cruza con rendimiento superior a la media general y lugar ocupado en rendimiento.

@<sup>1</sup> Lugar ocupado por su efecto de ACE en orden descendente.

En general analizando en orden de importancia, las mejores cruzas involucrarón progenitores con combinaciones de efectos de ACG en rendimiento alto x alto, alto x bajo, bajo x alto y por último bajo por bajo. Debido a esto, el alto rendimiento de las cruzas se debe a que la suma de sus efectos genéticos aditivos fuerón más importantes que los no aditivos. En base a lo anterior las combinaciones que mejor rendimiento lograrón debido a efectos de tipo aditivo fuerón: tratamiento 8 (1x7) con rendimiento de 12.012 ton/ha, tratamiento 13 (1x8) con rendimiento de 12.738 ton/ha, tratamiento 14 (3x8) con rendimiento de 11.962 ton/ha, tratamiento 20 (3x9) con rendimiento de 11.957 ton/ha y el tratamiento 60 (3x17) con rendimiento de 12.284 ton/ha., mientras que las siguientes se debieron a efectos del tipo no aditivo: tratamiento 2 (2x6) con rendimiento de 10.131 ton/ha, tratamiento 38 (5x13) con rendimiento de 11.583 ton /ha, tratamiento 47 (4x15) con rendimiento de 10.518 ton/ha, tratamiento 51 (2x15) con rendimiento de 10.620 ton/ha y tratamiento 83 (5x22) con 11.215 ton /ha.

Estos resultados muestran que en las cruzas obtenidas se involucrán tanto efectos genéticos aditivos como no aditivos, donde ambos son importantes. Esto tal vez se debe a que los materiales utilizados como progenitores poseen características contrastantes por provenir de diferente fuente genética y al combinarse su comportamiento se refleja en cruzas con buen rendimiento y altos valores de ACE. Resultados similares obtuvo Gómez (1986), donde encuentra valores más altos de ACE sobre ACG, pero se identificán los dos tipos de acción genica (aditiva y de dominancia).

## Análisis del Diseño Carolina del Norte II (DCN II).

En el Cuadro 4.4 se muestran los cuadrados medios del análisis de varianza combinado (DCN II) para las 90 familias evaluadas en las localidades de Juventino Rosas, Gto., Gómez Farias, Jal. y Tepalcingo, Mor., donde se toman en cuenta las características altura de mazorca, floración femenina y rendimiento.

CUADRO 4.4 Cuadrados medios de diferentes características agronómicas en el análisis de varianza combinado Carolina del Norte II. Juventino Rosas, Gto; Gómez Farias, Jal. y Tepalcingo, Mor. 1998

FV	GL	RE <sup>1</sup>	AM	FF
LOCALIDAD	2	3237.098885 **	51410.5407**	7589.94630**
REP/LOC	3	23.927028 **	1713.7407 **	9.79444 **
MACHOS	4	60.323669 **	580.2083 **	64.85185 **
HEMBRAS	17	5.967817 NS	770.1630 **	31.13911 **
LOC*MACH	8	18.816129 **	286.0014 *	14.30741 **
LOC*HEMB	34	7.092814 **	246.4682 *	9.62081 **
MACH*HEMB	68	5.484072 *	197.2564 *	4.85969 **
L*M*H	136	4.195029 NS	142.3553 NS	2.57260 NS
ERROR	267	3.886086	143.3325	2.28508
	MED	10.0821	143.092593	71.7314815
	CV	19.55263	8.366719	2.107371

<sup>1</sup>Re=Rendimiento: AM=Altura de mazorca y FF=Floración femenina.

La variación entre localidades fue significativa al uno por ciento de probabilidad para las tres características mencionadas, indicándonos esto que dichos caracteres fueron sensibles a la influencia del ambiente de cada localidad, debido a que cada localidad presenta condiciones ambientales propias.

El cuadrado medio de machos también tuvo significancia del uno por ciento para las tres características, lo que indica que los materiales utilizados como machos al menos uno difiere de los otros en cuanto a la información genética que posee cada uno de ellos.

Los cuadrados medios de hembras fueron significativos al uno por ciento de probabilidad para las características altura de mazorca y floración femenina, no así para rendimiento que fue no significativo, indicando esto que los progenitores hembras presentan variabilidad genética para altura de mazorca y floración femenina, pero en cuanto al rendimiento no existe suficiente variabilidad.

En cuanto a las fuentes de variación machos x localidad y hembras x localidad, ambas fueron significativas al uno por ciento para las características floración femenina y rendimiento y significativas al cinco por ciento para la característica altura de mazorca, con esto se indica que el comportamiento de los materiales utilizados como machos y hembras fue diferente en cada localidad en relación a las características mencionadas.

La fuente de variación macho x hembra presentó significancia al uno por ciento de probabilidad para el carácter floración femenina y de cinco por ciento para altura de mazorca y rendimiento que es indicativo de la variabilidad genética existente entre las 90 cruces formadas en el DCN II. Si se compara la fuente de variación hembras que fue no significativa para rendimiento, contra la interacción macho x hembras que presenta significancia al cinco por ciento para la misma característica, implica una superioridad de genes dominantes presentes en las cruces.

Por último, la fuente de variación de la interacción macho x hembra x localidad presentó no-significancia, lo cual indica que el comportamiento de los genotipos ya como cruza interaccionan poco con localidades, esto puede deberse a que provienen de diferente fuente genética y son capaces de amortiguar más el efecto del medio ambiente, lo cual está acorde con lo expresado por Eberhart y Russell (1969), que una cruza simple puede ser tan estable como la doble.

En este mismo Cuadro 4.4, los análisis de varianza presentán coeficientes de variación para cada característica, siendo aceptables pero más alto para rendimiento, debido a que este carácter fué más sensible a las condiciones ambientales; justificándose esto de acuerdo con Robles (1986) ya que las características de herencia compleja (rendimiento) son más afectadas por el medio ambiente.

En el Cuadro 4.5 se presentán las estimaciones de varianzas genéticas (aditiva debida a machos y hembras, y de dominancia), varianza fenotípica y heredabilidad en sentido estricto en el análisis combinado de las tres localidades; donde la estimación de varianza genética aditiva fué menor para las características altura de mazorca y rendimiento que las de varianza de dominancia, lo que no sucedió con floración femenina. Por lo tanto ya que la variabilidad genética aditiva es la responsable en el progreso de la selección y ésta la aplica el mejorador para explotar dicha varianza aditiva, el carácter que responderá mejor a la selección en base a los resultados obtenidos será floración femenina, como lo confirman, Coutiño **et al** (1990) y como puede verse (Cuadro 4.5) la característica floración femenina posee mayor valor de heredabilidad. La heredabilidad en sentido estricto resultó mayor para la característica flor femenina (0.4629), seguida de

Cuadro 4.5. Varianzas Aditiva debida a machos ( $\sigma^2Am$ ) y hembras ( $\sigma^2Ah$ ); Aditiva promedio ( $\bar{X}\sigma^2A$ ), de Dominancia ( $\sigma^2D$ ), Fenotípica ( $\sigma^2F$ ), y heredabilidad promedio, en sentido estrecho ( $\bar{X}h^2$ ) en base a la media de una parcela, con sus respectivos errores estandar (EE) de las características Altura de mazorca, Flor femenina y Rendimiento a través de las localidades Juventino Rosas, Gto., Gómez Farias, Jal. y Tepalcingo, Mor. 1998.

Característica	$\sigma^2Am$	$\sigma^2Ah$	$\bar{X}\sigma^2A$	$\sigma^2D$	$\sigma^2F$	$\bar{X}h^2$
Altura de Maz.	8.8632	62.5058	35.6845	36.6007	97.9101	0.364458
EE.	13.3528	34.5684	34.005	61.2190		0.3473
Flor Femenina	1.7873	2.5642	2.17575	1.5247	4.7000	0.4629
EE.	1.4072	1.3855	1.343	1.4336		0.2857
Rendimiento	1.4896	0	0.7448	0.8594	4.3918	0.1696
EE.	1.3276	0.3690	0.512	1.7238		0.1166

altura de mazorca (0.3644) y por último rendimiento (0.1166).

Con los errores estándar calculados se pueden determinar límites de confianza, dichos errores estándar correspondientes a cada uno de los parámetros estimados resultarán superiores en algunos casos e inferiores en otros, con lo cual se tiene un rango en donde se pueden mover dichos parámetros, dentro de los límites de confianza.

La varianza de dominancia estimada fue considerablemente superior a la varianza aditiva para el carácter rendimiento por lo que, los tipos de acción genética no-aditiva son de mayor importancia en la expresión de esta característica. Hallauer y Miranda (1988), mencionan que si una mayor parte de la variación genética es no aditiva, un programa de endogamia e hibridación puede ser la alternativa más efectiva en un esquema de mejoramiento. Sin embargo, la gran cantidad de varianza de dominancia estimada puede deberse a efectos de ligamiento. Tal es el caso de poblaciones, las cuales son mezclas genéticas de dos o más líneas, variedades o razas, las cuales no han sido apareadas anteriormente (Molina, 1992).

La heredabilidad es un parámetro que se debe tomar en cuenta al realizar selección, ya que la heredabilidad en sentido amplio, indica la proporción de la variabilidad total que es debida a causas genéticas, y la heredabilidad en sentido estrecho específica la proporción de la variación total debida a efectos genéticos aditivos. Los valores para heredabilidad en sentido estrecho del análisis de varianza combinado (Cuadro 4.5) muestra que la característica rendimiento presenta el valor más bajo de heredabilidad indicando que por el gran número de genes de los que depende este carácter

su heredabilidad es baja. Los resultados encontrados están acordes a lo encontrado por Coutiño et al (1990), en donde la varianza aditiva fué menor para rendimiento, como menor fué su heredabilidad y en base a lo obtenido menciona, que los caracteres controlados por pocos genes presentán valores mayores de heredabilidad que los caracteres gobernados por muchos genes.

De acuerdo a los valores de heredabilidad las características que mejor responderían a la selección serían floración femenina y altura de mazorca.

### Selección de Materiales Sobresalientes de la Progenie Evaluada.

En el Cuadro 4.6 se muestran los cuadrados medios de los análisis de varianza combinados de las características agronómicas altura de mazorca, floración femenina y rendimiento de las 90 familias evaluadas en el (DCNII), más seis testigos evaluados en las localidades de Juventino Rosas, Gto., Gómez Farias, Jal. y Tepalcingo. Mor. De esto se tiene que para la fuente de variación localidades existen diferencias altamente significativas al uno por ciento de probabilidad, para la característica altura de mazorca, mientras que floración femenina y rendimiento, presentaron alta significancia al uno por ciento de probabilidad, esto es debido a que las localidades son diferentes en ubicación geográfica, precipitación pluvial y tipo de suelo principalmente. Por esta razón los genotipos no fueron insensibles a detectar estas diferencias, comportandose diferentes de una localidad a otra los caracteres evaluados.



Cuadro 4.6 Cuadrados medios de diferentes características agronómicas del análisis de varianza combinado de las localidades Juventino Rosas, Gto., Gómez Farias, Jal. y Tepalcingo Morelos. 1998.

FV	G.L.	AM <sup>o</sup>	FF	RE
LOCAL	2	57095.8832*	8326.01203**	3535.635984**
REP/LOC	3	1966.6718**	13.33505**	28.16323**
TRATS	96	308.1921**	12.19534**	8.329881**
TRATS X LOC	192	181.4769*	4.36099**	5.359029**
ERROR	288	141.5295	2.35588	3.838866
	MAX	165	76.333	12.738
	MED	143.197595	71.8127148	10.1652165
	MIN	127.5	69.000	7.304
	CV	8.307832	2.13735	19.27458
	DMS	13.519	1.7442	2.2265

\*\*\* Significativo al nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente.

AM<sup>o</sup> = Altura de mazorca; FF=Floración femenina; RE=Rendimiento.

En la fuente de variación Rep/Localidad se encontraron diferencias altamente significativas al uno por ciento de probabilidad para altura de mazorca, floración femenina y rendimiento, esta significancia indica que estas características fueron sensibles a las condiciones no homogéneas de las repeticiones en cada localidad.

Respecto a la fuente de variación tratamientos se encontraron diferencias altamente significativas al uno por ciento de probabilidad para las características altura de mazorca, floración femenina y rendimiento, indicándonos esto que los tratamientos son diferentes entre sí para todas las características mencionadas.

Para la fuente de variación tratamientos por localidad se encontraron diferencias altamente significativas al uno por ciento de probabilidad para las características floración femenina y rendimiento, mientras que para altura de mazorca presentó significancia al cinco por ciento de probabilidad; esta significancia y alta significancia indican que los genotipos se comportan de manera diferente en cada localidad para las características mencionadas y esto puede deberse a que los genotipos no fueron capaces de amortiguar los efectos de cada ambiente para comportarse de una manera estable, también podemos mencionar que altura de mazorca tiene más probabilidad de estabilidad que las demás características antes mencionadas.

En este mismo Cuadro 4.6 también se incluyen los valores máximos, medios y mínimos, coeficiente de variación y diferencia mínima significativa (DMS) para las características del análisis combinado como:

Rendimiento, que tiene un valor máximo de 12.738 ton/ha, media de 10.165 ton/ha, un valor mínimo de 7.304 ton/ha y una DMS de 2.2265 ton/ha, la cual separa los genotipos en grupos estadísticos definidos, con esto tenemos un rango razonable para poder seleccionar materiales que pudieran explotarse en las diferentes localidades de evaluación, basándonos en la DMS y/o en la media. El coeficiente de variación fué de 19.274 por ciento el cual es aceptable indicando que son confiables los resultados obtenidos para estas mediciones, ya que a todos los experimentos se les dió similar manejo agronómico, tratando de darles las mismas condiciones para lograr mas homogeneidad.

Con relación a días a floración femenina, se tienen valores de máxima 76.333, media de 71.813, mínima de 69.00, DMS de 1.744, y el coeficiente de variación de 2.137; observando con esto que existe, aunque no muy amplio, un rango para la selección de genotipos precoces con el objetivo de poder acortar los días a cosecha con lo cual se tendrían muchas ventajas. El coeficiente de variación es bajo, indicando lo mencionado anteriormente, que la floración entre genotipos no está tan disparada, pues solo es un rango de ocho días. La prueba de DMS agrupando los genotipos en grupos estadísticos, da un buen rango para la selección de los mejores según el nivel de precocidad deseado.

La característica altura de mazorca tiene valores de máxima 165, media de 143.198; mínima de 127.5; DMS de 13.519, y coeficiente de variación de 8.3078; observando con esto que existe un buen rango para la selección de genotipos de altura intermedia con el objetivo de que posean una altura adecuada para facilitar la cosecha. Respecto al coeficiente de variación, es aceptable, indicando buena conducción del

experimento. La prueba de DMS agrupando los genotipos en grupos estadísticos, da un buen rango para la selección de los mismos.

En el Cuadro 4.7 y A.1 se presentán las medias de rendimiento y otras características agronómicas de las 90 cruzas de prueba y seis testigos evaluados en las localidades de Juventino Rosas, Gto., Gómez Farias, Jal. y Tepalcingo, Mor., de dicho Cuadro se seleccionarán los mejores genotipos en base a buenas características agronómicas importantes como lo son: altura de mazorca, que debe ser intermedia para facilitar la cosecha manual o mecánica, referente a acame de tallo es de gran importancia tomarla en cuenta porque merma el rendimiento y dificulta la cosecha manual o mecánica. Para por ciento de mazorcas podridas se seleccionan las que tienen valores más bajos ya que ésta mala característica reduce la calidad y cantidad de grano. Con relación a floración femenina es deseable que los genotipos tengan una floración de intermedia a precoz con la ventaja de poder acortar el ciclo del cultivo o poder tener escape a sequía, pero se debe de tomar en cuenta también el rendimiento. Por último para la característica rendimiento se seleccionan los genotipos con buena capacidad de rendimiento, arriba de la media general del experimento.

En base a las características antes mencionadas se seleccionarán los genotipos siguientes: 13 (1 x 8) el cual presenta precocidad con 70.667 días a floración femenina, baja altura de mazorca con 135 cm., bajo por ciento de acame de tallo y pudrición de mazorca, siendo estos de 1.786 y 3.00 respectivamente, contenido de humedad a cosecha de 22.600 por ciento y una buena media de rendimiento de 12.738 toneladas de

CUADRO 4.7. Medias de rendimiento y otras características agronómicas de 90 cruzas del análisis de varianza combinado, Juventino Rosas, Gto., Gómez Farias, Jal. y Tepalcingo, Mor. 1998.

TRAT	REND. DE MAZ. TON/HA A 15% HUM	ALTURA MAZORCA (cm)	FLOR HEMBRA (DIAS)	ACAME TALLO (%)	HUMEDAD GRANO (%)	CALIF. DE MAZ. (%)
13	12.738	135.00	70.667	1.786	22.600	3.000
60	12.284	148.67	72.667	11.821	22.617	2.833
8	12.012	154.17	71.167	8.093	22.633	2.500
14	11.962	144.17	71.500	4.425	22.267	2.833
20	11.957	145.67	71.500	0.595	20.333	3.000
75	11.850	140.83	74.000	3.323	21.417	3.000
29	11.790	154.17	70.000	3.651	19.867	2.833
45	11.775	142.50	74.000	9.218	21.267	3.000
18	11.719	152.00	71.667	0.439	20.667	2.833
25	11.718	132.50	71.667	12.784	17.583	2.500
70	11.676	148.33	70.833	11.223	19.533	2.333
9	11.615	140.33	71.667	11.800	21.200	2.333
38	11.583	145.00	72.167	8.189	21.417	2.833
65	11.537	139.17	71.833	6.130	21.900	3.000
15	11.341	139.50	69.667	2.976	20.283	3.167
69	11.317	158.50	70.167	12.039	17.867	2.833
28	11.280	148.33	71.667	6.901	21.683	2.667
83	11.215	165.00	70.833	24.760	17.850	3.167
34	11.089	146.33	71.000	1.232	20.733	2.500
53	11.024	134.83	71.833	5.519	21.483	2.833
59	11.005	145.00	72.000	18.493	19.300	2.333
84	10.888	148.67	72.500	20.455	18.067	3.167
54	10.808	142.17	69.167	4.683	21.017	2.833
63	10.752	149.83	72.833	15.112	21.400	2.333
55	10.716	135.67	70.667	4.464	22.300	2.500
1	10.702	137.50	69.667	3.214	20.650	2.833
30	10.688	138.67	70.167	12.445	19.200	2.833
95	10.655	135.67	72.167	1.641	20.517	2.833
51	10.620	159.17	71.500	1.616	19.367	3.167
94	10.531	141.00	72.667	5.777	21.083	3.167
47	10.518	153.00	73.833	3.820	19.850	2.667
39	10.487	144.50	70.167	3.330	20.983	2.167
73	10.439	140.00	75.333	7.133	20.133	3.000
33	10.426	135.00	71.833	2.945	18.017	3.167
79	10.398	142.50	72.333	6.359	21.117	2.667
96	10.385	130.00	71.167	5.639	19.567	3.000
24	10.347	131.33	70.000	7.120	19.450	3.167
67	10.277	144.00	72.500	8.386	18.183	2.333
40	10.254	140.00	72.000	8.372	20.967	3.167
10	10.240	149.17	71.000	13.024	20.233	2.833
35	10.188	143.83	71.833	3.606	21.617	2.667
57	10.154	154.00	73.333	11.729	20.533	2.833

CUADRO 4.7.....continuación.

48	10.138	149.00	73.500	10.430	21.383	3.333
2	10.131	133.33	70.500	6.545	19.667	2.667
27	10.109	146.67	71.167	2.713	19.117	2.667
85	10.074	139.67	72.000	15.795	18.667	3.333
23	10.004	145.00	73.000	9.867	18.833	3.000
76	10.001	140.33	72.833	5.386	18.600	3.667
52	9.991	140.50	72.000	4.979	19.300	2.167
12	9.936	145.00	71.500	4.593	23.517	3.000
7	9.837	150.00	74.000	25.427	22.300	3.000
11	9.816	152.50	70.500	8.251	21.267	2.833
58	9.768	146.17	74.000	15.919	22.283	2.500
3	9.761	131.83	70.000	10.621	21.067	3.500
49	9.748	159.17	72.500	11.124	20.600	3.667
78	9.700	139.17	72.167	5.718	19.517	3.000
44	9.689	148.67	72.000	2.857	19.683	2.500
21	9.636	139.17	70.167	5.735	17.817	2.667
81	9.629	132.50	70.667	3.123	18.083	2.333
56	9.577	136.67	71.833	1.371	19.133	3.333
6	9.545	145.83	70.333	9.396	18.317	3.333
77	9.500	144.17	72.833	6.847	19.183	2.500
68	9.499	135.50	71.333	2.871	20.183	2.500
4	9.461	135.00	70.667	8.135	20.200	2.667
80	9.448	141.67	74.000	8.865	20.533	2.667
71	9.445	140.00	70.333	9.156	17.717	2.667
31	9.437	143.67	70.000	3.266	17.883	2.833
43	9.323	154.17	74.167	15.079	18.900	3.167
62	9.292	140.00	72.667	6.760	20.033	2.833
64	9.278	135.83	70.500	5.932	23.417	3.167
32	9.241	144.00	71.500	4.167	19.617	3.333
46	9.190	155.83	70.333	10.151	20.183	3.000
92	9.159	145.33	73.833	6.926	21.150	2.833
74	9.064	135.83	72.000	4.679	19.250	3.333
17	9.026	140.83	71.333	9.822	19.850	2.500
42	8.997	140.00	72.000	6.192	17.117	3.167
72	8.962	145.83	76.333	10.442	20.067	3.167
93	8.833	141.17	72.500	13.895	19.917	3.333
22	8.690	143.33	70.500	9.889	16.700	3.333
36	8.665	128.33	69.000	3.515	19.617	3.333
61	8.664	142.67	72.167	16.744	18.267	3.500
16	8.592	135.83	71.833	3.383	20.200	3.167
41	8.52	145.00	72.167	6.735	18.233	3.167
5	8.352	135.83	69.667	6.607	20.433	3.667
50	8.234	143.17	74.500	11.471	19.517	4.000
26	8.218	127.50	69.667	7.318	17.267	3.000
86	8.091	149.17	70.500	20.048	17.033	3.667
82	8.031	150.33	73.500	17.906	17.783	3.167
66	7.680	136.17	69.167	7.190	19.350	3.167
37	7.666	145.33	73.000	10.673	21.083	3.167
	7.304					
MEDIA GENERAL		143.093	71.732	8.12	19.984	2.935
	10.082					

mazorca por hectárea, superando la media general y a los testigos evaluados en forma combinada; otro genotipo sobresaliente fué el 20 (3 x 9) el cual presenta 71.500 días a floración femenina, buena altura de mazorca con 145.67 cm, bajo por ciento de acame de tallo y pudrición de mazorca, siendo estos de 0.595 y 3.000 respectivamente, siendo un poco superior a la media general lo referente a calificación de mazorca, pero aceptable, presentando también adecuado contenido de humedad a cosecha de 20.333 por ciento y una buena media de rendimiento de 11.957 toneladas de mazorca por hectárea, otro genotipo seleccionado fue el 75 (3 x 20) el cual presenta 74 días a floración femenina, altura de mazorca con 140.83, bajo porcentaje de acame de tallo y pudrición de mazorca, siendo estos de 3.323 y 3.0 respectivamente, contenido de humedad a cosecha de 21.417 por ciento y una buena media de rendimiento de 11.850 toneladas de mazorca por hectárea.

Como puede observarse en el Cuadro 4.7 y A.1 a los tratamientos 20 y 75 con un rendimiento de 11.957 y 11.850 ton/ha respectivamente, solo los superarán los testigos 90 (12.456 ton/ha) y 97 (12.474 ton/ha), pero con la desventaja que dichos testigos presentan mayor acame de tallo. Además si utilizamos la DMS con un valor de 2.2265 para compararlos estadísticamente, los tratamientos 20 y 75 no son diferentes en cuanto a rendimiento con los testigos 90 y 97.

## Análisis de Estabilidad

En el Cuadro 4.8 se muestran los cuadrados medios del análisis de varianza de estabilidad del modelo Eberhart y Russell, donde puede apreciarse que existen diferencias altamente significativas (al uno por ciento de probabilidad) entre medias de tratamientos, lo cual indica que las medias de rendimiento de los genotipos difieren unas de otras. Para la interacción Tratamiento x Localidad (linear), también hubo diferencias altamente significativas, como resultado del comportamiento diferente de los genotipos en las localidades.

CUADRO 4.8 Análisis de estabilidad del modelo Eberhart y Russell (1966).

FUENTE	G.L.	SUMA DE CUAD.	CUADRADOS MEDIOS
TOTAL	LT-1 269	4076.088862	
TRATAMIENTOS	T-1 89	357.834161	4.020608551** CM1
LOC + (TRAT*LOC)	T(L-1) 180	3718.2030	
LOC (LINEAR)	L 1	3237.0990	
TRAT*LOC(LINEAR)	T-1 89	306.0019	3.4382** CM2
DESV. CONJUNTA	T(L-1) 90	175.102	1.9456 CM3
TRAT 1	L-2 1	1.478	
		(VER CUADR. 4.9. ( $\sum_j &^2_{ij}$ ))	
TRAT 90	L-2 1	0.612	
ERROR CONJUNTO	LT(R-1) 270	554.627	2.054

Media=10.082

R-Cuadrada=0.9529

C.V.=20.10%

\*Significativo al nivel de probabilidad de 0.05.



CUADRO 4.9. Coeficientes de regresión ( $b_i$ ), cuadrados medios de desviación de regresión lineal ( $\sum_j s_{ij}^2$ ) y desviación de regresión ( $S^2 d_i$ ).

TRAT	$b_i$	$\sum_j s_{ij}^2$	$S^2 d_i$	TRAT	$b_i$	$\sum_j s_{ij}^2$	$S^2 d_i$
1	1.315	1.478	-0.577	47	1.115	0.055	-2.005
2	1.01	0.41	-1.644	48	0.844	1.578	-0.475
3	1.217	1.543	-0.512	49	1.37	4.763	2.707
4	0.942	2.833	0.779	50	1.056	0.469	-1.586
5	0.791	0.333	-1.721	51	1.28	0.125	-1.929
6	0.863	1.51	-0.543	52	0.746	0	-2.054
7	0.815	0.742	-1.312	53	1.475	1.225	-0.828
8	0.842	2.859	0.804	54	1.399	2.452	0.397
9	0.626	5.096	3.043	55	0.903	2.966	0.912
10	0.828	2.885	0.831	56	1.131	0.022	-2.032
11	0.515	0.973	-1.081	57	1.216	3.474	1.419
12	0.867	0.408	-1.646	58	0.739	0.09	-1.965
13	1.004	2.782	0.728	59	0.983	0.001	-2.054
14	1.07	0.336	-1.718	60	1.147	0.985	-1.071
15	0.813	6.315	4.260	61	0.608*	0.016	-2.038
16	0.405	0.172	-1.882	62	0.754*	0.001	-2.053
17	0.884	20.73*	18.677	63	1.492*	0.002	-2.052
18	0.953	0.259	-1.795	64	0.841	0.908	-1.147
20	1.311	2.386	0.3312	65	1.749	0.203	-1.851
21	0.707*	0.003	-2.051	66	0.262	1.112	-0.942
22	0.792	0.229	-1.825	67	0.78	1.745	-0.307
23	1.177	0.506	-1.548	68	0.535	5.947	3.893
24	1.123	2.317	0.262	69	0.941	1.409	-0.647
25	1.279*	0.006	-2.048	70	1.128	3.296	1.241
26	1.001	3.148	1.093	71	0.073	6.105	4.051
27	1.014	0.385	-1.669	72	0.455	0.129	-1.926
28	0.709	0.27	-1.785	73	1.062	6.131	4.078
29	1.166	1.359	-0.696	74	0.929	1.068	-0.987
30	1.582	0.314	-1.740	75	0.906	0.381	-1.673
31	0.889	0.04	-2.014	76	1.069	7.422	5.367
32	0.827	4.316	2.263	77	0.983	1.064	-0.990
33	1.238	5.719	3.664	78	0.833	1.707	-0.349
34	1.259	1.862	-0.194	79	0.858	0.419	-1.635
35	1.204	4.493	2.438	80	0.841	0.047	-2.008
36	0.754	2.919	0.866	81	0.654	1.593	-0.461
37	1.059	0.22	-1.834	82	1.25	0	-2.054
38	1.397	1.201	-0.8520	83	1.617	0.396	-1.658
39	0.665	0.483	-1.571	84	0.962	0.333	-1.721
40	1.406*	0.031	-2.023	85	1.371	0.506	-1.547
41	0.794	4.234	2.179	86	1.185	0.457	-1.597
42	0.82	3.182	1.128	92	1.529	5.636	3.579
43	1.492	0.878	-1.177	93	0.958	2.8	0.746
44	1.194	10.94*	8.886	94	1.225*	0.002	-2.052
45	1.425	2.308	0.253	95	0.98	0.01	-2.044
46	0.499*	0.029	-2.025	96	1.223	0.612	-1.442

\*Significativo al nivel de probabilidad de 0.05.

De acuerdo con los datos del Cuadro 4.9 y en base a la descripción de genotipo estable: tratamiento con coeficiente de regresión cercano a la unidad ( $b_i=1$ ) y la desviación no significativamente diferente de cero ( $S^2d=0$ ), además de rendimiento deseable y utilizando el error estándar de  $b_i$ , se seleccionaron los tratamientos que se muestran en el Cuadro 4.10., donde se observa que en general los tratamientos que tuvieron las mejores medias de rendimiento, tienen también buena estabilidad (estadísticamente  $b_i=1$  y  $S^2d_i=0$ ); entre ellos podemos mencionar los tratamientos 8, 13, 14 y 60, entre otros. El tratamiento 13 corresponde a la cruz 1x8 con una media de rendimiento de 12.738 ton/ha, ubicado en primer lugar de rendimiento; el tratamiento 60 (3x17) con una media de 12.012 ton/ha, ubicado en segundo lugar de rendimiento; tratamiento ocho (1x7) con una media de 12.012 ton/ha que lo ubica en tercer lugar de rendimiento y el tratamiento 14 (3x8) con una media de 11.962 ton/ha se ubica en cuarto lugar de rendimiento.

Como puede verse en el Cuadro 4.10. la mayoría de los genotipos seleccionados son los mejores en cuanto a mantener su estabilidad de rendimiento en las tres localidades. Quizá para tener una estimación más precisa del comportamiento de estos genotipos es necesario evaluar en más localidades, pero las limitaciones de presupuesto obligan a desarrollar un programa de mejoramiento en un solo campo experimental o en pocas localidades y, en esas circunstancias es muy probable que no se seleccione el máximo potencial de rendimiento para varios ambientes donde vaya a distribuirse tal variedad (Carballo y Márquez, 1970). Para este estudio en particular los genotipos seleccionados, pueden ser mejorados o servir como fuente para mejorar la estabilidad de otros genotipos.

Cuadro 4.10. Media de rendimiento en kg/ha, coeficientes de regresión (bi) y desviaciones de regresión ( $S^2_{di}$ ), de los tratamientos que presentaron buena estabilidad a través de las localidades Juventino Rosas, Gto., Gómez Farias, Jal. y Tepalcingo, Mor. 1998.

TRAT	cruza	rend	bi	S <sup>2</sup> di
67	4 x 19	10.277	0.780	-0.307
15	8 x 2	11.341	0.813	4.26
10	2 x 7	10.240	0.828	0.831
8	1 x 7	12.012	0.842	0.804
48	15 x 5	10.138	0.844	-0.475
79	1x 21	10.398	0.858	-1.635
55	3 x 16	10.716	0.903	0.912
75	3 x 20	11.850	0.906	-1.673
69	1 x 19	11.317	0.941	-0.647
18	1 x 9	11.719	0.953	-1.795
84	1 x 22	10.888	0.962	-1.721
95	3 x 23	10.655	0.980	-2.044
59	1 x 17	11.005	0.983	-2.054
13	1 x 8	12.738	1.004	0.728
2	2 x 6	10.131	1.010	-1.644
27	4 x 11	10.109	1.014	-1.669
73	20 x 5	10.439	1.062	4.078
14	3 x 8	11.962	1.070	-1.718
47	4 x 15	10.518	1.115	-2.005
24	1 x 10	10.347	1.123	0.262
70	3 x 19	11.676	1.128	1.241
60	3 x 17	12.284	1.147	-1.071
29	1 x 11	11.790	1.166	-0.696
35	3 x 12	10.188	1.204	2.438
57	4 x 17	10.154	1.216	1.419
96	2 x 23	10.385	1.223	-1.442

TRAT= Número de tratamiento; Rend= Media de rendimiento a través de localidades.

## CONCLUSIONES.

En base a los objetivos planteados y de acuerdo a los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo se concluyó lo siguiente: de acuerdo al primer objetivo de determinar ACG y ACE. En la clasificación de los progenitores con alta y baja ACG, la mayoría de las cruzas con mejores rendimientos se obtuvieron de los progenitores con altos efectos de ACG y se detectaron progenitores de excelente prepotencia, los cuales pueden ser progenitores de nuevos híbridos. Las líneas del CIMMYT 7, 8, 9 y 17 y las del IMM 1 y 3, contribuyén con mayor frecuencia de alelos favorables para rendimiento en todas las cruzas donde intervienen; entre las cuales se tienen: 1x8, 3x17, 1x7, 3x8 y 3x9 con buen comportamiento específico.

En base al comportamiento promedio para rendimiento fué posible identificar híbridos de cruza simple sobresalientes con buen potencial de rendimiento, los cuales pueden ser seleccionados por sus efectos aditivos o no aditivos o una combinación de ambos.

Respecto al segundo objetivo de estimar componentes de varianza genética y heredabilidad en características agronómicas, la población a formarse con el

material evaluado, contendrá una mayor proporción de varianza aditiva para las características altura de mazorca y floración femenina, la cual se puede explotar mediante algún esquema de selección recurrente que acumule los efectos aditivos presentes en tales características. Caso contrario sucedió con el rendimiento, donde resultó mayor la varianza de dominancia, por lo que se justificaría un programa de hibridación que explote los efectos no-aditivos de dichas características, en la población potencial hecha con estos materiales.

En la selección de materiales sobresalientes del Diseño de apareamiento Carolina del Norte II, para identificar cruzas con atributos para la formación de híbridos comerciales. Los dos grupos de materiales (del CIMMYT e IMM) produjeron híbridos simples experimentales con alto potencial de rendimiento y características agronómicas, las cuales superaron a los testigos utilizados en la presente investigación. Entre los genotipos con buen comportamiento en rendimiento está el 13 (1x8), 20 (3x9) y 75 (3x20).

En cuanto a estabilidad, se encontraron genotipos que interaccionaron menos con el medio ambiente y cuya media superó a la media general, con buen comportamiento a través de localidades. Los materiales seleccionados por su estabilidad pueden probarse en cruzamientos con otros materiales menos estables y tratar de mejorarlos.

## RESUMEN.

El presente estudio se realizó con la finalidad de determinar los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) en los progenitores utilizados y el comportamiento de los mismos en cruzamientos (ACE); mediante la estimación de varianzas genéticas y heredabilidad en características agronómicas, predecir el comportamiento genético de la población a formarse con los materiales involucrados en dicho apareamiento genético; seleccionar materiales sobresalientes de la progenie de un apareamiento en la forma del Diseño Carolina del Norte II, para identificar cruza simples con atributos para la formación de híbridos comerciales y por último seleccionar en base a estabilidad las cruza evaluadas.

El material genético utilizado fueron 18 líneas del CIMMYT y cinco probadores del IMM (tres cruza simples y dos líneas), con los cuales se formaron 90 cruza mediante el apareamiento en la forma del DCN II, las cuales se evaluarán bajo un diseño bloques al azar con dos repeticiones en las localidades de Juventino Rosas. Gto., Gómez Farias. Jal. y Tepalcingo. Mor. Las variables analizadas fueron rendimiento, altura de mazorca y días a floración femenina.

En lo que respecta a la habilidad combinatoria general los progenitores siete, ocho, nueve y 17 provenientes del CIMMYT y del IMM el uno y tres, presentaron los valores más altos de ACG, contribuyendo con más frecuencia de alelos favorables para rendimiento en la mayoría de las cruzas donde intervienen, por lo que pueden ser excelentes progenitores de nuevos híbridos, mientras que las mejores combinaciones específicas la obtuvieron las cruzas 1x8, 3x17, 1x7, 3x8 y 3x9.

En base a la estimación de los componentes de varianza genética y heredabilidad en características agronómicas, la población a formarse con el grupo de líneas involucradas en el DCN II, contendrá una mayor varianza aditiva para altura de mazorca y floración femenina, la cual puede explotarse mediante algún esquema de mejoramiento de selección recurrente que acumule los efectos aditivos presentes. Caso contrario sucedió en rendimiento, por lo que se justifica un programa de hibridación que explote los efectos no-aditivos de dichas características. Entre los genotipos con buen rendimiento de la progenie evaluada, está el 13 (1x8), 20 (3x9) y 75 (3x20).

Los materiales que mejor comportamiento mostraron por interaccionar poco con el medio ambiente en general fueron los de mejor rendimiento, los cuales pueden involucrarse en un programa de mejoramiento para explotar la estabilidad y/o mejorar una craza en particular.

## LITERATURA CITADA.

- Arceo A., J. M. y J. D. Molina G. 1990. Estudio de Probadores de la Aptitud Combinatoria General de Líneas de Maíz. *Revista Chapingo*. 15 (71-71):7-11.
- Betancourt C., Q. 1988. Comportamiento de Híbridos Dobles Experimentales de Maíz (*Zea mays L.*) en el Trópico Seco y Bajío de México. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 56p.
- Carballo C., A. y F. Márquez S. 1970. Comparación de Variedades de Maíz del Bajío y la Mesa Central por su Rendimiento y Estabilidad. *Agrociencia* 5(1): 129-146.
- Castellanos S., H. Córdova., A. Ortega., E. Preciado., S. González., A. Terron., R. Gaytán and R. López. 1996. Heterosis and Combining Ability of CIMMYT Subtropical Maize Inbred Lines and their Performance in Hybrid Combinations. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Subprograma de maíz. El Batán Texcoco, México.
- Chávez A., J.L., 1987. Mejoramiento de Plantas I. UAAAN. Buenavista, Saltillo. Coahuila. México. 146p.
- \_\_\_\_\_ 1995. Mejoramiento de Plantas 2. TRILLAS. México, D.F. 143p.
- Comstock, R. E. and H. F. Robinson. 1948. The Components of Genetic Variance in Populations of Biparental Progenies and Their Use in Estimating the Average Degree of Dominance. *Biometrics*. 4(4):254-266.
- \_\_\_\_\_ 1952. Estimation of Average Dominance of Genes. (cap. 30).in: Gowen, J. W. (ed). 1952. Heterosis. Iowa State College Press. Iowa. USA. p. 494-516.



- Coutiño E., B., H. H. Angeles A. y A. Martínez G. 1990. Variabilidad Genética en cruza Dialelicas de Maíz (*Zea Mays L.*) Formadas con Poblaciones Tropicales Sobresalientes. *Agrociencia: Fitociencia*. 1(1):143-156.
- De León C., H. y H. Reyes V. 1991. Estimación de la Habilidad Combinatoria en Cruzas Simples de Maíz. En: II Congreso Nacional de Genética. 1991. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. P.3.
- Dudley, J. W., and R. H. Moll. 1969. Interpretation and Use of Estimates of Heritability and Genetic Variances in Plant Breeding. *Crop Sci*. 9(3): 257-262.
- Eberhart, S. A., and W. A. Russell. 1966. Stability Parameters for Comparing Varieties. *Crop Sci*. 6(1): 36-40.
- 
- \_\_\_\_\_ 1969. Yield and Stability for a 10-Line Diallel of Single-Cross and Doble Cross Maize Hybrids. *Crop Sci*. 9(3): 357-361.
- Falconer, D. S. 1980. Introducción a la Genética Cuantitativa. F. Márquez S. (Tradr.). CECSA. Mexico, D.F. 430p.
- García E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen (Para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana). 4 ed. UNAM. Instituto de Geografía, México. 217p.
- Gómez M., N. 1986. Aptitud Combinatoria de maíces tropicales y subtropicales en la región de transición baja de Guerrero. *Fitotecnia. Rev. Soc. Mex. Fitogenética. A. C.* 8:3-19.
- González L., S. 1995. Híbridos Dobles de Maíz (*Zea mayz L.*) Formados a partir de líneas mejoradas por Selección Gamética y Retrocruza. Tesis. Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 173p.
- Hallauer, R. A., and J. B. Miranda Fo. 1988. Quantitative Genetics in Maize Breeding. 2. ed. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA. 468p.

- Jugenheimer, R. W. 1981. Variedades Mejoradas. Métodos de Cultivo y Producción de Semilla. R. Piña G. (Tradr.). LIMUSA, México. 481p.
- Kempthorne, O. and O. B Tandon. 1953 .The Estimation of Heritability by Regression of Offspring on Parent. *Biometrics*. 9(1): 90-100.
- López P., E. 1986. Comparación entre Diferentes Probadores para Evaluar Líneas de Maíz. Folleto de Divulgación. Vol. 1 No. 7. UAAAN. Buenavista, Saltillo. Coahuila. México.
- Márquez S., F. 1974. El Problema de la Interacción Genetico-Ambiental en Genotecnia Vegetal. *Fitotecnia*. PATENA, A. C. Chapingo, México. 113p.
- \_\_\_\_\_ 1985. *Genotecnia Vegetal Métodos, Teoría y Resultados*. Tomo I. 1a ed. AGT EDITOR. S.A. México. 357p.
- \_\_\_\_\_ 1988. *Genotecnia Vegetal. Métodos, Teoría y Resultados*. Tomo II. 1a ed. AGT EDITOR. S.A. México. 665p.
- Martínez G., A. 1975. Diseño y Análisis de los Experimentos de Cruzas Dialélicas. C.E.C. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 228p.
- Molina G., J. D. 1992. *Introducción a la Genética de Poblaciones y Cuantitativa*. AGT EDITOR. México, D. F. 349 p.
- Palacios V., O. y H. H. Angeles A. 1990. Comparación de Probadores para Evaluar Líneas S1 de Maíz (*zea mays L.*) *Agrocienia: Fitociencia*. 1(1):123-141.
- Poehlman, M. J. 1974. *Mejoramiento Genético de las Cosechas*. 1 ed. LIMUSA. México. 453P.

- Ramírez V., H., H. H. Angeles A. y A. Carballo C. 1993. Estabilidad del Rendimiento en Híbridos de Maíz (*Zea mays* L.) entre Germoplasmas Mejorados del Trópico Húmedo y del Trópico seco de México. *Agrociencia: Fitociencia*. 4(3):97-110.
- Robles S., R. 1986. *Genética Elemental y Fitomejoramiento Práctico*. LIMUSA. México, D. F. 477p.
- Searle, S. R. 1971. Topics in Variance Component Estimation. *Biometrics*. 27(1):1-76.
- Singh, R. K. And B.D. Chaudhary. 1979. *Biometrical Methods in Quantitative Genetics Analysis*. KALYANI PUBLISHERS. Ludhiana, New Delhi. 304p.
- Sprague, G. F. 1966. Quantitative Genetics in Plant Improvement. in: Frey, K. J. (ed). 1967. *Plant Breeding*. The Iowa State University Press. Ames, Iowa. USA. p. 315-354.
- \_\_\_\_\_ and W. T. Federer. 1951. A Comparison of Variance Components in Corn Yield Trials II. Error, Year x Varieties, location x Variety and Variety Components. *Agron. J.* 43(11): 535-541.
- Vasal, S. K., G. Srinivasan., J. Crossa and D. L. Beck L. 1992. Heterosis and Combining Ability of CIMMYT's Subtropical and Temperate Early-Maturity Maize Germoplasm. *Crop. Sci.* 32(4):884-890.
- Vergara A., N. 1996. Aptitud Combinatoria de 24 Líneas con Mazorca Larga y Gruesa Derivadas de Germoplasma de Maíz Blanco Tropical de CIMMYT. UAAAN. Tesis. Maestría. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 86P.
- Zamora V., V. M. 1990. Comparación de Diferentes Estadísticos de Estabilidad de Rendimiento en Triticale (X. *Triticosecale* Wittmack). Tesis. Maestría. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo. Coahuila. México. 115p.

## **APENDICE.**

CUADRO A.1. Comportamiento de los testigos por localidad y en forma combinada cuando fueron los mismos genotipos (testigos) en las tres localidades. 1998.

<b>Juventino Rosas</b>						
TRAT	REND.	ALT. MZ.	FLOR F.	ACAME	HUM.	CALMZ
19	18.072	147.5	78	1.32	20.35	2
87 †	14.721	130	79	0	15.9	3
88 †	16.531	145	79	1.25	19.6	3
89 †	16.571	132.5	80	1.19	18.5	2.5
90 †	18.503	165	79.5	0	22.3	2
91 †	12.544	142.5	81.5	3.57	16.8	3
97 †	17.723	142.5	79.5	0	18.2	2
98 †	18.821	160	79	2.44	22.5	2.5
99	18.787	137.5	80.5	1.19	17.9	2
100	15.15	117.5	81.5	2.41	22	3
<b>Gómez Farias</b>						
TRAT	REND.	ALT. MZ.	FLOR F.	ACAME	HUM.	CALMZ
19	10.522	162.5	72.5	1.79	19.65	2
87 †	7.360	170	73	3.57	17.65	3
88 †	6.388	157.5	75	3.57	21.4	3
89 †	9.320	162.5	73	17.9	21.25	2.5
90 †	7.727	165	74	5.36	22.3	2
91 †	7.478	157.5	72.5	1.79	17.2	3
97 †	8.894	172.5	74	3.57	20.05	2.5
98 †	7.367	167.5	75	0	20.75	3.5
99	8.046	122.5	71	3.57	17.1	3.5
100	10	147.5	71	3.57	19.85	3
<b>Tepalcingo</b>						
TRAT	REND.	ALT. MZ.	FLOR F.	ACAME	HUM.	CALMZ
19	10.822	132	63.5	2.36	21.4	2.5
87 †	9.520	125	66	10.76	22.9	2.5
88 †	9.029	137.5	65	10.19	25.9	2.5
89 †	7.776	130	65	26.51	25.1	3
90 †	11.139	115	65.5	5.66	26.4	3
91 †	9.985	121.5	65	6.73	21.9	2
97 †	10.804	140	66	3.85	25.1	2.5
98 †	7.615	96.5	63.5	4.76	23	3.5
99	9.494	126.5	65.5	1.28	27.6	3
100	10.202	125	65.5	5.32	26.2	3
<b>Combinado</b>						
TRAT	REND.	ALT. MZ.	FLOR F.	ACAME	HUM.	CALMZ
87 †	10.534	141.667	72.667	4.779	18.82	2.83
88 †	10.649	146.667	73	5.004	22.3	2.83
89 †	11.222	141.667	72.667	15.185	21.62	2.67
90 †	12.456	148.333	73	3.673	23.67	2.33
91 †	10.002	140.5	73	4.027	18.63	2.67
97 †	12.474	151.667	73.167	2.473	21.12	2.33
98 †	11.301	141.333	72.5	2.4	22.08	3.17

† Testigos evaluados en las tres localidades y analizados en forma combinada.

CUADRO A.2. Medias de rendimiento y otras características agronómicas de 90 cruizas, evaluadas en la localidad de Juventino Rosas., Gto. En el año de 1998.

TRAT	REND. DE MAZ. TON/HA A 15% HUM	ALTURA MAZORCA (cm)	ALTURA PLANTA (cm)	FLOR HEMBRA (días)	FLOR MACHO (días)	ACAME TALLO (%)	MALA COBERT. (%)	FUSA-RIUM (%)	HUM. GRANO (%)	CALIF. MAZORCA (%)
65	19.925	137.50	250.00	79.00	78.50	2.41	9.58	2.38	17.70	2.00
83	18.940	170.00	267.50	77.00	76.00	3.75	2.50	12.50	15.80	3.00
45	18.863	142.50	262.50	79.00	78.50	0.00	3.66	0.00	19.50	3.00
30	18.404	157.50	267.50	76.00	75.00	2.38	4.76	3.57	17.75	2.50
38	18.180	152.50	247.50	79.00	76.00	1.35	15.25	1.19	20.05	1.50
20	18.078	160.00	257.50	76.50	77.50	0.00	0.00	3.66	17.25	3.00
53	17.998	140.00	240.00	78.50	78.00	2.44	3.57	4.82	19.30	2.50
60	17.955	167.50	282.50	79.50	79.00	4.88	0.00	8.54	19.80	3.00
63	17.954	155.00	262.50	79.00	78.50	2.38	6.07	4.94	20.20	2.00
25	17.907	145.00	255.00	77.00	75.50	1.22	4.76	9.67	18.35	1.00
54	17.775	155.00	257.50	75.50	75.00	3.57	4.76	3.57	17.90	2.50
29	17.578	162.50	272.50	75.00	77.00	2.38	7.14	2.38	17.30	2.50
13	17.362	130.00	247.50	77.00	76.00	0.00	3.66	0.00	20.90	2.50
34	17.352	147.50	262.50	77.00	77.50	0.00	1.19	2.38	17.15	2.00
1	17.218	125.00	247.50	74.00	74.00	1.19	2.44	8.42	18.35	2.00
14	17.050	140.00	265.00	76.50	76.00	0.00	8.33	0.00	19.55	2.50
40	17.021	160.00	247.50	78.00	77.50	2.44	12.14	10.89	19.00	3.00
70	16.878	145.00	257.50	76.00	75.50	2.38	2.38	2.38	16.50	3.00
92	16.864	147.50	267.50	81.00	79.50	2.56	7.69	4.85	18.80	2.50
51	16.753	155.00	277.50	77.00	76.00	1.19	9.52	2.38	16.80	3.00
49	16.660	162.50	280.00	79.00	77.50	0.00	4.76	8.33	19.00	3.00
43	16.652	162.50	290.00	81.00	80.00	0.00	3.75	0.00	19.50	3.00
85	16.599	147.50	262.50	78.50	77.00	1.19	4.76	3.57	16.60	2.50
94	16.451	142.50	265.00	80.00	79.00	1.19	1.19	3.57	21.60	2.50
8	16.304	160.00	290.00	76.50	76.00	0.00	4.79	4.76	20.80	2.00
57	16.277	155.00	267.50	80.00	78.00	3.60	6.04	8.39	17.30	3.00
18	16.254	145.00	265.00	78.50	76.00	0.00	1.19	3.63	20.85	2.50
96	16.186	137.50	262.50	76.00	76.00	2.38	3.57	2.38	17.00	3.00
75	16.140	137.50	267.50	82.00	81.50	1.19	2.38	0.00	18.30	3.00

CUADRO A.2.....continuación

33	16.080	140.00	252.50	77.00	76.50	0.00	1.19	5.95	18.10	3.00
69	16.019	172.50	272.50	76.50	75.00	3.75	6.25	1.25	15.40	3.00
24	15.975	140.00	250.00	75.50	74.50	1.19	3.57	3.57	17.25	2.50
73	15.902	135.00	235.00	82.00	81.00	2.47	0.00	0.00	20.60	3.00
44	15.901	145.00	262.50	75.50	74.50	1.25	7.38	3.72	18.70	2.50
47	15.869	157.50	280.00	81.00	79.50	0.00	3.57	10.71	16.80	3.00
3	15.807	139.00	255.00	75.00	76.50	1.28	6.35	2.50	19.80	3.00
23	15.783	147.50	262.50	78.00	77.00	2.38	0.00	28.89	18.40	2.50
59	15.747	152.50	262.50	78.00	77.50	4.76	4.76	7.14	17.30	2.50
35	15.717	145.00	262.50	75.50	75.50	1.25	11.44	2.50	19.50	2.00
84	15.456	127.50	257.50	79.50	79.50	4.05	4.92	6.27	17.60	2.50
95	15.375	142.50	252.50	80.00	79.00	0.00	6.33	9.90	19.30	2.00
2	15.093	132.50	242.50	76.50	77.00	1.19	4.88	9.88	17.75	2.50
56	15.018	132.50	252.50	77.00	76.50	1.19	2.38	8.33	17.90	3.00
15	14.926	142.50	257.50	74.50	74.00	0.00	5.95	4.76	18.45	3.00
27	14.924	160.00	255.00	77.50	76.50	0.00	7.32	7.32	17.85	2.50
55	14.844	140.00	240.00	76.50	76.00	3.57	5.95	3.57	20.30	2.00
76	14.795	152.50	245.00	78.00	77.00	2.38	5.95	13.10	15.30	3.00
28	14.636	150.00	267.50	78.00	76.50	2.56	2.56	5.27	19.75	2.50
79	14.630	132.50	247.50	79.00	78.50	2.38	7.14	2.38	19.70	3.00
77	14.386	135.00	255.00	80.00	79.00	2.38	2.38	4.76	16.30	2.50
9	14.335	137.50	275.00	77.50	77.00	2.50	1.25	1.25	19.65	2.50
4	14.239	135.00	240.00	75.00	74.50	1.19	19.05	8.33	16.95	2.50
12	14.208	152.50	265.00	77.00	76.00	0.00	2.71	1.28	18.40	3.00
48	14.045	142.50	245.00	81.00	79.00	0.00	2.56	2.56	18.40	3.00
10	14.009	157.50	260.00	76.50	76.00	1.22	6.04	11.99	19.05	3.00
17	13.911	140.00	252.50	77.50	76.00	0.00	1.25	1.25	19.90	3.00
78	13.902	135.00	260.00	79.50	78.50	1.25	10.89	6.13	19.10	3.00
6	13.881	147.50	257.50	77.00	77.00	0.00	18.00	21.78	18.10	3.50
67	13.866	150.00	260.00	79.00	79.00	3.57	0.00	6.01	15.00	2.50
39	13.794	130.00	252.50	74.50	75.00	3.95	4.89	2.51	18.15	2.00
31	13.757	142.50	260.00	75.00	74.50	0.00	7.29	22.85	15.65	3.00
82	13.715	167.50	267.50	80.00	78.50	5.98	3.57	26.54	15.20	3.00
74	13.691	132.50	245.00	81.00	80.50	1.19	4.76	0.00	17.80	3.00
86	13.662	150.00	257.50	76.00	75.50	2.50	4.94	13.45	15.80	3.00

CUADRO A.2.....continuación

7	13.654	162.50	277.50	79.50	77.50	10.61	0.00	3.03	22.75	2.50
52	13.593	150.00	262.50	78.00	77.50	1.19	11.91	8.33	18.30	2.00
80	13.480	130.00	237.50	80.50	79.50	1.19	5.95	3.57	20.30	2.50
58	13.378	140.00	247.50	81.50	81.00	1.25	0.00	7.20	21.20	3.00
93	13.233	155.00	267.50	79.50	78.00	3.78	0.00	5.03	19.00	3.00
50	13.226	145.00	262.50	81.50	77.50	4.76	4.88	12.32	20.30	3.50
64	13.212	127.50	240.00	79.50	77.50	2.44	0.00	9.94	22.90	3.00
42	13.198	145.00	250.00	79.50	78.50	0.00	20.13	11.87	17.85	3.00
26	13.166	127.50	247.50	75.50	75.00	1.19	7.14	10.71	17.70	3.00
21	13.044	145.00	247.50	75.50	74.50	0.00	1.19	11.91	17.05	3.00
32	12.957	145.00	262.50	78.50	76.00	0.00	3.70	9.78	18.85	3.00
62	12.936	140.00	232.50	81.00	80.00	1.22	8.54	18.29	19.40	3.00
81	12.619	137.50	247.50	77.50	77.50	3.76	0.00	12.09	16.00	2.50
41	12.463	157.50	270.00	77.00	76.00	4.85	7.20	19.22	17.60	3.50
22	12.451	142.50	260.00	79.00	76.50	1.43	8.10	3.81	19.35	2.50
11	12.438	157.50	272.50	76.50	75.50	2.44	12.68	8.73	17.85	3.00
37	12.358	150.00	272.50	80.00	80.50	1.52	31.31	9.98	20.05	3.00
5	12.134	140.00	250.00	75.00	74.00	0.00	3.75	7.63	18.75	3.00
36	12.077	125.00	250.00	74.50	74.00	1.22	12.20	4.88	17.85	3.50
68	11.755	130.00	230.00	76.50	75.50	1.47	2.94	3.13	17.80	3.00
46	11.622	160.00	267.50	76.00	75.00	7.76	10.00	5.20	18.05	3.00
61	11.616	147.50	252.50	79.00	78.00	7.47	4.97	19.63	14.40	3.00
72	11.210	150.00	257.50	84.50	83.50	10.74	3.63	11.99	16.60	3.00
16	10.494	140.00	240.00	78.00	77.50	1.22	0.00	13.54	19.55	3.50
71	9.466	125.00	242.50	76.00	75.00	1.19	2.38	11.91	14.40	3.00
66	8.787	132.50	252.50	75.50	75.50	3.60	4.88	17.94	16.60	3.00
MEDIA	14.912	145.49	257.89	77.9	77.09	2.04	5.52	7.25	18.32	2.73



CUADRO A.3. Medias de rendimiento y otras características agronómicas de 90 cruzas, evaluadas en la localidad de Gómez Farias, Jal. En el año de 1998.

TRAT	REND. DE MAZ. TON/HA A 15% HUM	ALTURA MAZORCA (cm)	FLOR HEMBRA (dias)	ACAME TALLO (%)	HUMEDAD GRANO (%)	CALIF. DE MAZ. (%)	ASP. PTA. (%) ENF.
8	10.456	165.00	73.00	12.50	20.60	2.50	3.00
60	9.337	160.00	73.00	8.93	20.65	2.50	3.00
17	9.140	155.00	71.50	10.71	17.25	2.50	2.00
69	9.134	162.50	70.00	17.86	17.90	2.50	3.50
29	8.892	162.50	70.00	3.57	19.50	3.00	3.50
39	8.852	170.00	71.00	1.79	17.80	2.50	4.50
11	8.832	162.50	70.50	5.36	20.05	3.00	3.50
28	8.743	157.50	72.00	8.93	19.80	3.50	4.00
73	8.689	165.00	77.00	8.93	17.20	2.50	3.50
75	8.640	152.50	74.50	3.57	20.05	3.00	3.00
13	8.560	147.50	70.00	5.36	21.90	3.50	2.50
18	8.429	165.00	70.50	0.00	18.45	3.00	3.00
45	8.291	157.50	78.00	23.21	20.20	2.50	3.50
14	8.264	150.00	73.50	8.93	21.95	3.50	2.00
9	8.243	155.00	72.00	28.57	19.05	2.50	3.00
79	8.133	175.00	72.50	3.57	20.05	2.50	4.00
44	8.054	172.50	75.50	3.57	19.65	2.50	4.00
34	8.027	152.50	70.50	0.00	19.85	3.00	6.50
59	7.928	152.50	73.50	30.36	18.30	2.00	3.00
78	7.927	160.00	72.50	1.79	17.75	2.50	2.50
24	7.809	155.00	70.50	5.36	18.80	4.00	5.50
25	7.780	152.50	72.00	8.93	17.70	2.50	2.50
72	7.770	172.50	78.00	12.50	18.20	4.00	3.50
46	7.745	167.50	71.00	16.07	17.50	3.50	5.50
52	7.671	162.50	74.00	1.79	18.50	2.00	3.00
71	7.660	167.50	71.00	0.00	17.05	2.50	4.50
58	7.655	162.50	75.50	26.79	19.15	2.50	2.00
12	7.639	147.50	73.00	7.14	22.55	3.00	2.00
6	7.629	162.50	68.00	7.14	17.35	3.50	6.50
4	7.586	160.00	71.50	23.21	19.15	3.00	4.00
42	7.565	152.50	74.00	0.00	17.30	3.00	2.50
57	7.540	162.50	74.00	7.14	20.30	3.00	2.50
95	7.538	147.50	71.50	0.00	18.25	4.00	2.50
84	7.527	175.00	72.50	37.50	17.50	4.50	3.00
54	7.436	155.00	71.00	3.57	21.45	3.00	2.00
21	7.396	152.50	69.50	10.71	16.30	2.50	3.50
2	7.389	150.00	69.00	16.07	17.85	3.00	4.00
1	7.370	147.50	69.00	1.79	20.90	3.50	4.00
15	7.226	155.00	70.50	8.93	16.80	3.50	3.50
41	7.176	160.00	71.50	5.36	15.80	3.00	7.00
77	7.088	170.00	71.50	10.71	18.25	2.50	2.00
16	7.068	160.00	72.50	8.93	18.55	3.50	2.50
70	7.018	170.00	71.50	16.07	18.40	2.50	2.50
67	7.015	162.50	75.00	8.93	18.05	2.50	2.00

CUADRO A.3.....continuación.

62	6.961	162.50	72.00	3.57	20.50	3.50	4.00
20	6.902	145.00	74.00	1.79	19.55	3.50	2.50
47	6.898	165.00	75.00	8.93	18.25	3.00	2.50
49	6.854	165.00	72.50	8.93	18.80	4.00	4.50
61	6.851	162.50	72.50	12.50	16.50	3.50	3.00
74	6.820	162.50	71.50	5.36	16.85	3.00	3.50
55	6.819	162.50	71.50	3.57	20.70	3.00	2.00
81	6.796	150.00	70.00	1.79	16.35	2.50	3.00
31	6.793	157.50	69.50	5.36	15.60	3.00	7.50
23	6.787	160.00	73.50	10.71	17.30	3.00	2.50
7	6.756	152.50	75.50	51.79	19.85	3.50	2.00
3	6.751	147.50	71.00	19.64	20.80	4.00	2.50
94	6.745	157.50	73.00	7.14	19.25	3.50	4.00
48	6.717	157.50	73.50	25.00	18.15	4.00	2.50
80	6.692	165.00	74.50	12.50	17.60	2.00	2.50
10	6.591	157.50	71.00	26.79	17.25	3.00	4.50
27	6.557	157.50	71.00	0.00	17.70	3.50	5.00
38	6.541	157.50	74.50	19.64	17.90	3.50	3.50
51	6.410	177.50	72.00	0.00	17.10	3.50	6.50
68	6.296	160.00	72.00	7.14	19.85	2.00	2.50
66	6.186	157.50	69.50	5.36	19.15	3.50	6.00
5	6.133	152.50	70.00	16.07	22.15	4.50	2.50
30	6.112	152.50	69.50	16.07	19.25	4.00	6.00
26	6.090	140.00	69.00	1.79	16.10	2.50	6.00
96	6.082	145.00	73.00	8.93	17.00	3.50	3.00
63	6.074	160.00	73.50	32.14	19.30	2.50	3.50
64	6.057	157.50	70.00	5.36	20.95	3.50	5.00
56	5.961	160.00	73.50	1.79	16.20	4.00	5.00
22	5.920	157.50	71.50	14.29	16.65	4.00	5.50
92	5.890	167.50	74.50	5.36	20.45	3.00	3.00
65	5.803	162.50	70.50	7.14	20.90	4.00	4.00
83	5.780	170.00	71.50	42.86	15.75	4.00	3.50
40	5.762	145.00	73.00	14.29	18.40	4.50	2.50
53	5.732	152.50	74.00	7.14	20.15	3.00	2.50
32	5.355	152.50	72.00	8.93	18.30	4.00	3.50
85	5.354	152.50	73.00	37.50	17.00	4.50	4.50
43	5.266	165.00	77.50	14.29	18.60	3.50	3.00
36	5.238	142.50	68.00	1.79	17.00	3.50	8.00
35	5.101	152.50	73.00	5.36	18.15	4.00	6.00
33	5.064	145.00	71.50	3.57	18.75	3.50	3.50
76	4.955	157.50	74.00	10.71	17.40	4.50	5.50
93	4.794	157.50	73.00	30.36	16.75	4.50	3.00
50	4.498	162.50	76.00	25.00	18.55	4.50	4.00
86	3.915	165.00	71.50	37.50	15.90	4.50	7.50
82	3.773	160.00	75.50	33.93	17.55	3.50	4.00
37	3.708	175.00	74.00	21.43	19.10	4.00	3.50
MEDIA	6.967	158.67	72.34	11.92	18.57	3.26	3.72

CUADRO A.4. Medias de rendimiento y otras características agronómicas de 90 cruzas, evaluadas en la localidad de Tepalcingo, Mor.  
En el año de 1998.

TRAT	REND. DE MAZ. TON/HA A 15% HUM	ALTURA MAZORCA (cm)	ALTURA PLANTA (cm)	FLOR HEMBRA (días)	FLOR MACHO (días)	ACAME TALLO (%)	MALA COBERT. (%)	FUSA-RIUM (%)	HUM. GRANO (%)	CALIF. MAZORCA (%)
13	12.293	127.50	242.50	65.00	64.00	0.00	11.40	1.09	25.00	3.00
9	12.269	128.50	248.00	65.50	65.00	4.33	8.73	1.14	24.90	2.00
15	11.870	121.00	240.00	64.00	63.00	0.00	10.00	0.00	25.60	3.00
71	11.209	127.50	226.00	64.00	62.50	26.28	5.88	2.13	21.70	2.50
70	11.131	130.00	219.00	65.00	64.00	15.22	7.61	1.09	23.70	1.50
20	10.892	132.00	235.00	64.00	66.00	0.00	3.78	2.50	24.20	2.50
75	10.770	132.50	218.50	65.50	65.50	5.21	13.26	0.00	25.90	3.00
14	10.570	142.50	240.00	64.50	63.50	4.35	16.76	0.00	25.30	2.50
55	10.486	104.50	214.00	64.00	63.00	6.25	23.75	0.00	25.90	2.50
18	10.474	146.00	235.00	66.00	65.50	1.32	11.39	0.00	22.70	3.00
28	10.461	137.50	247.50	65.00	64.00	9.21	1.32	7.89	25.50	2.00
68	10.447	116.50	235.00	65.50	65.00	0.00	12.00	0.00	22.90	2.50
76	10.252	111.00	223.50	66.50	65.50	3.06	16.86	1.02	23.10	3.50
33	10.134	120.00	234.00	67.00	66.00	5.26	5.26	2.63	17.20	3.00
10	10.120	132.50	250.00	65.50	64.50	11.07	3.69	0.00	24.40	2.50
38	10.026	125.00	232.50	63.00	62.50	3.57	7.52	3.70	26.30	3.50
67	9.951	119.50	218.00	63.50	63.00	12.66	2.51	1.32	21.50	2.00
35	9.745	134.00	222.50	67.00	66.50	4.21	10.62	2.08	27.20	2.00
84	9.680	143.50	222.50	65.50	65.00	19.81	34.10	3.19	19.10	2.50
48	9.652	147.00	247.50	66.00	65.50	6.29	4.89	3.85	27.60	3.00
60	9.560	118.50	226.50	65.50	65.00	21.66	5.57	1.06	27.40	3.00
81	9.473	110.00	208.00	64.50	64.00	3.83	5.22	3.83	21.90	2.00
25	9.467	100.00	195.00	66.00	65.00	28.21	5.13	2.56	16.70	4.00
32	9.412	134.50	229.00	64.00	63.00	3.57	3.57	1.19	21.70	3.00
53	9.343	112.00	220.00	63.00	62.00	6.98	12.79	0.00	25.00	3.00
59	9.340	130.00	220.00	64.50	64.00	20.36	10.28	6.79	22.30	2.50
8	9.277	137.50	225.00	64.00	64.00	11.78	7.22	2.00	26.50	3.00

CUADRO A.4.....continuación

7	9.099	135.00	240.00	67.00	66.00	13.89	0.00	0.00	24.30	3.00
95	9.052	117.00	228.50	65.00	64.00	4.92	9.69	3.73	24.00	2.50
83	8.924	155.00	226.50	64.00	63.00	27.67	16.29	4.22	22.00	2.50
29	8.900	137.50	245.00	65.00	64.00	5.00	16.76	5.20	22.80	3.00
96	8.887	107.50	221.00	64.50	64.00	5.61	21.25	7.73	24.70	2.50
65	8.883	117.50	225.00	66.00	65.00	8.84	10.14	1.06	27.10	3.00
27	8.845	122.50	234.00	65.00	64.00	8.14	11.18	4.65	21.80	2.00
39	8.814	133.50	237.50	65.00	64.50	4.26	16.72	2.79	27.00	2.00
69	8.797	140.50	220.00	64.00	63.00	14.51	8.70	1.04	20.30	3.00
47	8.787	136.50	252.50	65.50	65.00	2.53	15.10	0.00	24.50	2.00
52	8.708	109.00	212.50	64.00	63.00	11.96	22.34	3.06	21.10	2.50
51	8.697	145.00	239.00	65.50	64.50	3.66	11.16	1.22	24.20	3.00
36	8.679	117.50	240.00	64.50	63.50	7.54	13.89	2.78	24.00	3.00
64	8.565	122.50	232.50	62.00	62.00	10.00	16.25	3.75	26.40	3.00
93	8.471	111.00	227.50	65.00	64.00	7.55	5.21	2.13	24.00	2.50
21	8.469	120.00	215.00	65.50	64.50	6.49	9.29	6.25	20.10	2.50
79	8.432	120.00	218.00	65.50	65.00	13.13	30.26	1.61	23.60	2.50
94	8.395	123.00	228.00	65.00	64.00	9.00	8.21	3.44	22.40	3.50
58	8.273	136.00	231.50	65.00	64.50	19.72	6.11	3.33	26.50	2.00
85	8.268	119.00	217.50	64.50	64.00	8.70	21.15	2.86	22.40	3.00
63	8.229	134.50	213.00	66.00	65.00	10.81	4.55	3.99	24.70	2.50
16	8.215	107.50	205.00	65.00	64.00	0.00	7.50	1.25	22.50	2.50
46	8.204	140.00	240.50	64.00	63.00	9.12	12.38	6.04	25.00	2.50
11	8.178	137.50	232.50	64.50	64.00	16.96	15.56	2.38	25.90	2.50
80	8.171	130.00	240.00	67.00	66.00	12.90	25.81	3.23	23.70	3.50
45	8.169	127.50	217.50	65.00	64.00	4.44	15.68	1.04	24.10	3.50
66	8.024	118.50	211.50	62.50	62.00	12.61	8.64	8.18	22.30	3.00
62	7.979	117.50	221.50	65.00	64.00	15.49	5.86	2.27	20.20	2.00
40	7.978	115.00	219.00	65.00	64.00	8.39	11.10	2.42	25.50	2.00
12	7.962	135.00	236.00	64.50	63.00	6.64	7.95	0.00	29.60	3.00
2	7.910	117.50	229.50	66.00	65.50	2.37	10.15	4.08	23.40	2.50
72	7.908	115.00	220.00	66.50	66.00	8.08	14.18	4.90	25.40	2.50
34	7.887	139.00	240.50	65.50	65.00	3.70	16.98	8.71	25.20	2.50
31	7.759	131.00	240.00	65.50	65.00	4.44	8.19	5.32	22.40	2.50

CUADRO A.4.....continuación

56	7.753	117.50	211.00	65.00	64.00	1.14	17.84	4.98	23.30	3.00
22	7.697	130.00	215.00	61.00	60.00	13.95	9.30	6.98	14.10	3.50
30	7.548	106.00	222.50	65.00	64.00	18.88	11.74	5.87	20.60	2.00
61	7.525	118.00	222.50	65.00	64.00	30.26	12.62	1.32	23.90	4.00
1	7.517	140.00	228.50	66.00	65.00	6.67	18.33	3.13	22.70	3.00
23	7.443	127.50	227.50	67.50	67.00	16.51	9.54	3.85	20.80	3.50
78	7.272	122.50	235.00	64.50	63.50	14.12	21.01	1.06	21.70	3.50
24	7.259	99.00	219.00	64.00	63.00	14.81	17.33	3.60	22.30	3.00
54	7.212	116.50	212.50	61.00	61.00	6.91	9.13	2.70	23.70	3.00
6	7.125	127.50	223.00	66.00	65.00	21.05	14.77	3.07	19.50	3.00
77	7.026	127.50	232.50	67.00	65.50	7.45	9.66	0.00	23.00	2.50
50	6.932	122.00	215.00	66.00	65.00	4.65	16.28	2.33	19.70	4.00
3	6.724	109.00	225.00	64.00	63.00	10.94	103.47	1.56	22.60	3.50
73	6.724	120.00	214.50	67.00	66.00	10.00	10.06	1.00	22.60	3.50
74	6.681	112.50	216.50	63.50	63.00	7.49	18.16	3.06	23.10	4.00
57	6.644	144.50	227.50	66.00	65.00	24.44	11.11	8.89	24.00	2.50
4	6.559	110.00	207.50	65.50	65.00	0.00	11.08	2.22	24.50	2.50
86	6.517	132.50	227.00	64.00	63.00	20.14	24.95	8.14	19.40	3.50
5	6.437	115.00	217.50	64.00	63.00	3.75	13.21	2.50	20.40	3.50
42	6.226	122.50	217.50	62.50	61.50	18.58	36.83	7.41	16.20	3.50
43	6.049	135.00	230.00	64.00	63.00	30.95	16.67	7.14	18.60	3.00
37	5.847	111.00	205.00	65.00	64.50	9.07	11.61	3.60	24.10	2.50
49	5.730	150.00	230.00	66.00	65.00	24.44	13.33	8.89	24.00	4.00
82	5.553	123.50	213.00	65.00	64.00	13.81	7.06	4.60	20.60	3.00
41	5.418	117.50	211.50	68.00	68.00	10.00	2.08	8.54	21.30	3.00
44	5.113	128.50	235.00	65.00	64.00	3.75	10.13	2.63	20.70	2.50
26	5.018	115.00	212.50	64.50	63.50	18.98	22.76	4.70	18.00	3.50
92	4.722	121.00	218.50	66.00	65.00	12.86	2.78	7.14	24.20	3.00
17	4.028	127.50	205.00	65.00	63.50	18.75	0.00	2.50	22.40	2.00
MEDIA	8.368	125.12	225.67	64.96	64.17	10.42	13.09	3.21	23.07	2.82

Cuadro A.5 Cuadrados medios de diferentes características agronómicas en los análisis de varianza individual en la localidad Juventino Rosas, Gto., 1998.

FV	G.L.	AM	AP	FF	FM	RE	AT	MC	FUS	CAL. MZ.
REP	1	5120.720 **	6844.500 **	21.125 **	32.805 **	25.449 *	12.406 NS	21.550 NS	7.805 NS	3.501 NS
TRAT	99	264.324 NS	303.409 NS	9.031 **	7.469 **	10.203 *	35.840 NS	86.447 *	105.049 **	56.426 **
ERROR	99	212.538	246.015	2.266	2.906	6.431	39.561	56.314	44.457	26.608.025
MAX		172.50	290	84.500	83.500	19.925	17.43	33.526	30.980	57.102
MED		145.14	257.250	78.085	77.235	15.096	5.368	10.817	12.817	47.439
MIN		117.50	230	74	74	8.787	0.000	0.000	0.000	26.565
CV		10.045	6.097	1.928	2.207	16.789	117.16	69.374	52.020	10.873
DMS		28.927	31.122	2.987	3.382	5.032	12.48	14.89	13.23	10.235

\*\*\* Significativo al nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente.

Cuadro A.6 Cuadrados medios de diferentes características agronómicas en los análisis de varianza individual en la localidad Gómez Farias, Jal., 1998.

FV	G.L.	AM	FF	RE	AT	CAL. MZ	ASP
REP	1	420.500 *	7.605 NS	1.671 NS	138.288 NS	51.616 NS	7.896 NS
TRAT	99	151.874 **	8.728 **	3.651 **	216.207 **	191.418 **	184.268 **
ERROR	99	82.116	2.595	1.488	89.736	115.136	42.450
MAX		177.500	78.00	10.522	46.081	76.72	70.521
MED		158.650	72.415	7.101	15.945	54.430	39.184
MIN		122.500	68.000	3.708	0.000	38.67	28.124
CV		5.712	2.224	17.125	59.409	19.714	16.627
DMS		17.981	3.196	2.413	18.796	21.291	12.928

\*\* Significativo al nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente.

Cuadro A.7 Cuadrados medios de diferentes características agronómicas en los análisis de varianza individual en la localidad Tepalcingo, Mor. 1998.

FV	G.L.	AM	AP	FF	FM	RE	AT	MC	FUS	CALMZ
REP	1	25.920 NS	1818.045 **	10.125 *	16.820 **	67.372 **	1308.197 **	0.0959 NS	1.959 NS	67.859 NS
TRAT	99	282.182 **	258.926 *	3.023 NS	3.177 *	5.710 **	130.678 **	87.013 **	47.122 NS	86.074 *
ERROR	99	132.930	163.328	2.216	2.244	3.494	75.289	39.549	49.252	60.420
MAX		155.00	252.50	68.000	68.000	12.293	33.803	36.991	17.346	63.435
MED		125.100	225.435	64.965	64.180	8.495	16.112	19.116	7.421	48.751
MIN		96.50	195.00	61.000	60.000	4.028	0.000	0.000	0.000	32.898
CV		9.216	5.669	2.291	2.334	22.005	53.854	32.897	94.566	15.944
DMS		22.877	25.358	2.954	2.972	3.709	17.217	12.478	13.925	15.423

\*\*\* Significativo al nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente.



Cuadro A.8 Cuadrados medios de diferentes características agronómicas en los análisis de varianza individual Carolina del Norte II. De la localidad Juventino Rosas, Gto., 1998.

FV	G.L.	AM	AP	FF	FM	RE
REP	1	4520.02222 **	7347.22222 **	21.355556 **	28.800000 **	15.9853160 NS
MACHO	4	233.85556 NS	134.51389 NS	47.772222 **	30.8527778 **	72.4171285 **
HEMERA	17	419.96340 *	589.57516 **	25.3647059 **	20.0104575 **	4.2348654 NS
MACH*HEM	68	211.45850 NS	240.98448 NS	2.7486928 NS	3.0145425 NS	7.4893148 NS
ERROR	89	21648.290	245.53683	2.0634207	2.9123596	6.5795426
MAX		172.50	290.00	84.500	83.500	19.925
MED		145.488889	257.888889	77.9000000	77.0888889	14.9116056
MIN		125.00	230.00	74.000	74.000	8.787
CV		10.11305	6.076111	1.843981	2.213761	17.20178
DMS		29.235	31.135	2.8542	3.390	5.0967

\*\*\* Significativo al nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente.

Cuadro A.9 Cuadros medios de diferentes características agronómicas en los análisis de varianza individual Carolina del Norte II. En la localidad Gómez, Farias, Jal. 1998.

FV	G.L.	AM	FF	RE
REP	1	605.000000 **	1.6055556 NS	2.2331244 NS
MACHO	4	334.236111 **	43.130556 **	11.8662315 **
HEMERA	17	249.705882 **	20.6839869 **	6.4312428 **
MACH*HEM	68	83.059641 NS	4.3040850 **	2.0698405 NS
ERROR	89	80.84270	2.5156679	1.5082048
MAX		177.500	78.000	10.456
MED		158.666667	72.338889	6.96678333
MIN		140.000	68.000	3.708
CV		5.666758	2.192577	17.62779
DMS		17.865	3.1515	2.4402

\* \*\* Significativo al nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente.

Cuadro A.10 Cuadrados medios de diferentes características agronómicas en los análisis de varianza individual Carolina del Norte II. En la localidad Tepalcingo, Mor., 1998.

FV	G.L.	AM	AP	FF	FM	RE
REP	1	16.20000 NS	1490.68889 **	6.4222222 NS	13.3388889 *	53.5626450 **
MACHO	4	584.11944 **	353.02778 NS	2.5638889 NS	2.4361111 NS	13.6725675 **
HEMBRA	17	593.43007 **	636.85882 **	4.3320261 *	5.2683007 **	9.4873360 **
MACH*HEM	68	187.44886 NS	180.63660 NS	2.9521242 NS	2.9390523 NS	4.3149749 NS
ERROR	89	132.67191	167.79001	2.2761548	2.3725968	3.5705113
MAX		155.00	252.50	68.000	68.000	12.293
MED		125.122222	225.666667	64.9555556	64.1722222	8.36791111
MIN		99.00	195.00	61.000	60.000	4.028
CV		9.205662	5.740050	2.322654	2.400296	22.58126
DMS		22.887	25.738	2.9977	3.0606	3.7546

\* \*\* Significativo al nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente.

CUADRO A.11. Medias de rendimiento de grano en ton/ha, y efectos de ACG y ACE en las mejores 10 cruzas evaluadas en cada localidad y en forma combinada.

Localidad Juventino Rosas.									
Trat	m	h	media L1	med gral	desv	acg1(M)	acg2(H)	ace	°ACE
65	3	13	19.926	14.912	5.014	1.622	-0.349	3.741	1
83	5	17	18.940	14.912	4.028	0.218	0.763	3.047	5
45	3	9	18.863	14.912	3.951	1.622	0.335	1.994	11
30	3	6	18.405	14.912	3.493	1.622	0.948	0.923	29
38	5	8	18.181	14.912	3.269	0.218 -	0.149	3.200	2
20	3	4	18.078	14.912	3.166	1.622	-0.556	2.100	9
53	5	11	17.999	14.912	3.087	0.218	0.934	1.935	12
60	3	12	17.955	14.912	3.043	1.622	0.083	1.338	21
63	5	13	17.954	14.912	3.042	0.218 -	0.349	3.173	3
25	3	5	17.907	14.912	2.995	1.622	0.144	1.229	24
Localidad Gómez Farias.									
Trat	m	h	media L2	med gral	desv	acg1(M)	acg2(H)	ace	°ACE
8	1	2	10.456	6.967	3.489	0.982	0.968	1.539	2
60	3	12	9.337	6.967	2.370	-0.028	0.895	1.503	5
17	5	4	9.140	6.967	2.173	-0.204	0.82	1.557	1
69	1	14	9.134	6.967	2.167	0.982	0.458	0.727	23
29	1	6	8.892	6.967	1.925	0.982	0.453	0.49	28
39	1	8	8.852	6.967	1.885	0.982	-0.559	1.462	6
11	4	3	8.832	6.967	1.865	-0.254	1.137	0.982	14
28	5	6	8.743	6.967	1.776	-0.204	0.453	1.527	3
73	5	15	8.690	6.967	1.723	-0.204	0.408	1.519	4
75	3	15	8.640	6.967	1.673	-0.028	0.408	1.293	8
Loc. Tepalcingo.									
Trat	m	h	media L3	med gral	desv	acg1(M)	acg2(H)	ace	°ACE
13	1	3	12.293	8.368	3.925	-0.014	1.807	2.132	2
9	3	2	12.269	8.368	3.901	0.888	1.210	1.803	6
15	2	3	11.870	8.368	3.502	0.064	1.807	1.631	10
71	2	14	11.209	8.368	2.841	0.064	1.939	0.838	26
70	3	14	11.131	8.368	2.763	0.888	1.939	-0.064	51
20	3	4	10.892	8.368	2.524	0.888	0.048	1.588	11
75	3	15	10.770	8.368	2.402	0.888	0.099	1.415	12
14	3	3	10.571	8.368	2.203	0.888	1.807	-0.493	60
55	3	11	10.486	8.368	2.118	0.888	0.332	0.898	24
18	1	4	10.474	8.368	2.106	-0.014	0.048	2.072	3
Combinado.									
Trat	m	h	MEDIA	med gral	desv	ACG1(M)	ACG2(H)	ACE	°ACE
13	1	3	12.738	10.082	2.656	0.674	1.077	0.906	14
60	3	12	12.284	10.082	2.202	0.828	0.293	1.081	9
8	1	2	12.012	10.082	1.930	0.674	0.568	0.689	17
14	3	3	11.962	10.082	1.880	0.828	1.077	-0.025	49
20	3	4	11.957	10.082	1.875	0.828	0.104	0.943	13
75	3	15	11.850	10.082	1.768	0.828	-0.019	0.959	12
29	1	6	11.790	10.082	1.708	0.674	0.579	0.455	29
45	3	9	11.775	10.082	1.693	0.828	-0.287	1.152	7
18	1	4	11.719	10.082	1.637	0.674	0.104	0.859	16
25	3	5	11.718	10.082	1.636	0.828	-0.312	1.12	8

°ACE Lugar ocupado según sus efectos de ACE.