

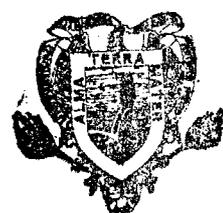
APTITUD COMBINATORIA DE 24 LINEAS CON  
MAZORCA LARGA Y GRUESA DERIVADAS DE  
GERMOPLASMA DE MAIZ BLANCO  
TROPICAL DE CIMMYT

NARCISO VERGARA AVILA

T E S I S

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

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS  
Buenavista, Saltillo, Coah.  
JUNIO DE 1996

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

MAESTRO EN CIENCIAS EN FITOMEJORAMIENTO

COMITE PARTICULAR

Asesor principal: S.A.H. Herrera  
Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera

Asesor: S. Vasal  
Dr. Surinder Kumar Vasal

Asesor: [Signature]  
M.C. Humberto De León Castillo

Asesor: [Signature]  
M.C. Juan Carlos Zúñiga Enríquez

[Signature]  
Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez  
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coah. México. Junio de 1996.

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



## DEDICATORIA

A Jehova por darnos la vida

Especialmente a mi esposa, Nely

Con cariño para mi hijo, Lalito

A mi madre, Antonia

A mi padre, Narciso (qepd)

A mis hermanos

A mi familia

A mis suegros

A mis amigos

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), especialmente al programa de maíz tropical, por el material genético proporcionado para la realización de mi trabajo de tesis.

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

Al Dr. Surinder Kumar Vasal, Coordinador del programa de maíz tropical de CIMMYT, por sus enseñanzas durante mi estancia en CIMMYT, y por su apoyo decidido para continuar mis estudios de maestría.

Al Dr. Scott Mc Lean, Científico asociado al programa de maíz tropical de CIMMYT, por su valioso apoyo en la programación de los análisis estadísticos y por su apoyo en todo momento.

Al M.C. Hugo Córdova O, Coordinador del programa de maíz subtropical de CIMMYT, que con sus consejos hicieron posible la continuación de mis estudios.

Al M.C. Efrén Rodríguez C., Asistente de los ensayos internacionales de maíz de CIMMYT, por su colaboración en la captura y análisis estadísticos.

A todo el personal del programa de maíz del CIMMYT, quienes en todo momento me apoyaron para que terminara mis estudios.

Al Dr. Sergio Rodríguez H., Responsable de mi formación en la UAAAN, por su invaluable apoyo y ayuda brindada durante mi carrera profesional.

Al M.C. Humberto De León C. Por sus asesoría, sugerencias durante mis estudios, revisión cuidadosa de la tesis y su amistad brindada en todo momento.

Al Dr. Manuel Oyervidez G., M.C. Isidro Alvarez G., Ing. Humberto Gutiérrez G. Por su apoyo económico brindado para continuar mis estudios y por su colaboración en la conducción de uno de los experimentos en Jalisco.

A todos mis profesores especialmente al departamento de Fitomejoramiento de la UAAAN, por la enseñanza recibida.

A mis compañeros de generación, por su amistad y momentos compartidos.

## COMPENDIO

**APTITUD COMBINATORIA DE 24 LINEAS CON MAZORCA LARGA Y GRUESA  
DERIVADAS DE GERMOPLASMA DE MAIZ BLANCO TROPICAL DE CIMMYT**

**POR**

**Narciso Vergara Avila**

**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN FITOMEJORAMIENTO**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAH. MEXICO. JUNIO DE 1996**

**DR Sergio A. Rodríguez Herrera -Asesor**

**Palabras Clave: Líneas, Probadores, Cruzas, Híbridos, Heterosis, Aptitud  
combinatoria general (ACG) y específica (ACE), Patrón Heterótico**

En un programa de híbridos, la información de aptitud combinatoria de las fuentes de germoplasma (s) y de los progenitores derivados de ellas es un requerimiento muy importante, además de considerar su respuesta heterótica para incrementar la eficiencia en hibridación. Otro punto importante, es la disponibilidad de

probadores para utilizarlos en las diferentes etapas que se involucran durante el desarrollo de híbridos. El objetivo de este estudio se planteó para examinar los efectos de aptitud combinatoria de líneas con mazorca larga y gruesa, y determinar su comportamiento en cruzamiento.

Para tal propósito se identificaron 24 líneas con un nivel de endocria de S6 a S12 derivadas de germoplasma de maíz blanco tropical de el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), las cuales fueron clasificadas por su tipo de mazorca y separadas en dos grupos. El primer grupo fue formado por 12 líneas que mostraron mazorca larga y delgada, mientras que en el segundo se incluyeron 12 líneas de mazorca corta y gruesa. Con estos dos grupos de líneas se formaron todas las cruza posibles utilizando un sistema de apareamiento genético en forma de Diseño II. Las 144 cruza simples obtenidas, se evaluaron en cinco localidades en ensayos de rendimiento durante el ciclo de verano de 1995 B. Utilizándose un diseño látice 12x12 con cuatro repeticiones, y una parcela experimental de un surco de 5 m con 21 plantas, con una separación de 75 cm entre surcos y 25 cm entre plantas. Se realizó un análisis de varianza combinado línea x probador para rendimiento de grano en promedio de las cinco localidades, utilizando para esto medias de cruza a través de repeticiones.

Tomando como base la clasificación de las líneas de acuerdo a sus efectos de aptitud combinatoria general, la mejor línea con mazorca larga fue L4 con ACG=576.5 kg/ha formada por reciclaje de una cruza simple entre dos líneas, una de Población 21 y otra de Población 43. Seguida de L9 con valor de ACG = 314.9 kg/ha derivada de Población 21 por endogamia tradicional y además liberada anteriormente

como CML264. Dentro de las líneas con mazorca gruesa, la mejor línea fue G7 con un valor de ACG = 475.2 kg/ha derivada de Población 25 por endogamia tradicional. Mientras que las líneas; G11, G4, G10 y G12 aunque provienen de diferentes poblaciones, mostraron un comportamiento similar para efectos de ACG. Sin embargo la línea G4 derivada de Tuxpeño sequía y liberada como CML254, actualmente se está utilizando como probador dentro del programa de maíz tropical de CIMMYT.

La mejor crusa fue L4 x G10 con un rendimiento de 8350.1 kg/ha y una ACE de 609.5 kg/ha involucrando dos líneas con buena ACG. Las mejores cruas con efectos de aptitud combinatoria específica positivos y significativos, involucraron líneas derivadas de Población 21 (Tuxpeño) y Población 32 (ETO), el cual es un patrón heterótico ampliamente conocido. Sin embargo también se encontró combinaciones entre líneas derivadas del mismo germoplasma; L9xG12 y L1xG12 las cuales involucran líneas derivadas de Población 21, mostrando que es factible formar híbridos intrapoblacionales interlineales con buen potencial de rendimiento. Además de el patrón heterótico antes mencionado, se debe considerar otro patrón que involucre líneas de Población 21 x líneas de Población 25.

De acuerdo a los resultados observados las líneas con mazorca corta y gruesa, mostraron un incremento en rendimiento en cruas. Observándose que las líneas con mazorca gruesa registraron valores de ACG positivos y más altos comparados con los valores registrados por las líneas con mazorca larga. Mostrando así la importancia de considerar el uso de líneas con caracteres contrastantes en el desarrollo de híbridos para maximizar el comportamiento de la F1.

**ABSTRACT**

**COMBINING ABILITY OF 24 LONG AND THICK EAR INBRED LINES DERIVED  
FROM CIMMYT's TROPICAL WHITE MAIZE GERMPLASM**

**BY**

**NARCISO VERGARA AVILA**

**MASTER OF SCIENCE  
PLANT BREEDING**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNE 1996**

**DR. SERGIO RODRIGUEZ HERRERA- ADVISOR**

**KEY WORDS: Lines, testers, crosses, hybrids, heterosis, general combining ability, specific combining ability, heterotic pattern.**

In a hybrid program the combining ability information of source germplasm (s) and parents derived from them is extremely valuable. Also, it is important to maximize heterotic response to increase hybrid performance. The identification and use of appropriate tester (s) in various steps of hybrid development is equally important to

reduce testing phases and to make hybrid development effort more efficient and well focussed. The objective of this study is to examine the combining ability of long and thick ear inbred lines and to study their cross performance in hybrid combinations.

For initiating this study, a total of 24 inbred lines were identified with a S6 to S12 level of inbreeding derived from CIMMYT's tropical white germplasm. The lines were classified for ear type and separated in two groups. The first group composed of 12 long and slender ear lines. While the second group involved 12 short and thick ear lines. A design II crossing system was used to make all combinations among two groups of inbreds. Single crosses numbering 144 were evaluated in five environments in yield trials during summer 1995 B. A 12x12 lattice design was used with four replications and one 5 m row experimental plot size with, 21 plant per row, 75 cm spacing between rows and a distance of 25 cm between plants. Line x tester analysis across locations for grain yield was done, using cross means (the means of crosses over replications).

Considering information on the general combining ability, the best long ear lines was L4 with a GCA value of 576.5 kg/ha which resulted from a recycling process between two inbreds from population 21 and 43. This was followed by L9 with a GCA value of 314.9 kg/ha and was derived from population 21 by selfing, and was announced as CML264 previously. Within thick ear lines, the best line was G7 with a value of GCA 475.2 kg/ha and was derived from population 25 by standard inbreeding process. While lines G11, G4, G10, and G12 resulted from different populations, they were similar in performance for their GCA, behaviour. The line G4 was derived from

Tuxpeño drought and was announced as CML254 earlier. This particular line is being used as a tester in the tropical maize program at CIMMYT.

The best single cross was L4xG10 yielding 8350.1 kg/ha and had a value of 609.5 kg/ha for SCA, involving the two best GCA lines. The best crosses with good specific combining ability and yield performance, included inbreds from population 21 (Tuxpeño) and population 32 (ETO), which is a well-known heterotic pattern. However good combinations among inbred lines from the same germplasm were also found as is the case with L9xG12 and L1xG12. The lines from population 21 showed the possibility of forming intrapopulation interline hybrids. Apart from the heterotic pattern mentioned above, we may need to consider another pattern which may involve lines from populations 21 and 25.

In accordance with the information given above, the short and thick ear inbreds showed an increase in yield in crosses. There were a large numbers of lines with thick ear with positive GCA and the values were higher compared to the values for long ear inbreds. Also, it is important to consider use of contrasting lines in a hybrid development phase to maximize exploitation of F1 hybrid performance.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	xiv
INTRODUCCION	1
Objetivos	3
Hipótesis	3
REVISION DE LITERATURA	4
Aportación del mejoramiento genético de maíz	4
Antecedentes del mejoramiento genético de maíz en el área tropical de México	6
Patrones heteróticos	7
Aptitud combinatoria	9
Probadores	11
Diseños de apareamiento aleatorio	15
MATERIALES Y METODOS	17
Material genético	17
Antecedentes	19
Obtención de cruzas simples	20
Descripción del área de estudio	21

Características de los experimentos	21
Caracteres evaluados	22
Análisis estadísticos	25
Estimación de aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE)	29
Estructura genética de las cruzas	30
Clasificación de líneas con base a sus efectos de ACG	31
RESULTADOS	32
Análisis de varianza látice	32
Análisis de varianza línea x probador	33
Análisis de varianza combinado línea x probador	33
Comparación de medias	35
Estimación de efectos de aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE)	36
Estructura genética de las cruzas	41
DISCUSION	44
Generalidades	44
Comparación de medias	47
Efectos de ACG y ACE y sus implicaciones en el rendimiento	48
CONCLUSIONES	54
RESUMEN	56
LITERATURA CITADA	57
APENDICE	64

## INDICE DE CUADROS

CUADRO		Página
3.1	Genealogía del material experimental	18
3.2	Descripción de las localidades	21
3.3	Características de los ensayos	21
3.4	Formato del análisis de varianza látice	25
3.5	Formato del análisis de varianza línea x probador	27
3.6	Formato del análisis de varianza línea x probador combinado	28
4.1	Cuadrados medios del análisis de varianza línea x probador combinado para rendimiento de grano en kg/ha. Verano, 1995	34
4.2	Efectos de Aptitud combinatoria general (ACG) para rendimiento de grano en kg/ha de líneas con mazorca larga y gruesa por localidad. Verano, 1995	37
4.3	Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) para rendimiento de grano en kg/ha de líneas con mazorca larga y gruesa a través de cinco localidades. Verano, 1995	39
4.4	Efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) de 10 cruzas a través de cinco localidades. Verano, 1995	40
4.5	Comportamiento promedio de mejores 12 cruzas a través de cinco localidades. Verano, 1995	42

## INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

CUADRO		Página
A1	Cuadros medios del análisis de varianza látice. para rendimiento de grano en kg/ha y otros caracteres. Poza Rica, Veracruz. Verano, 1995.	65
A2	Cuadros medios del análisis de varianza látice. para rendimiento de grano en kg/ha y otros caracteres. Tlaltizapán, Morelos. Verano, 1995.	66
A3	Cuadros medios del análisis de varianza látice. para rendimiento de grano en kg/ha y otros caracteres. Cotaxtla, Veracruz. Verano, 1995.	67
A4	Cuadros medios del análisis de varianza látice. para rendimiento de grano en kg/ha y otros caracteres. Cardel, Veracruz. Verano, 1995.	68
A5	Cuadros medios del análisis de varianza látice. para rendimiento de grano en kg/ha y otros caracteres. Gómez Farías, Jalisco. Verano, 1995.	69
A6	Cuadros medios del análisis de varianza línea x probador, para rendimiento de grano en kg/ha por localidad. Verano, 1995.	70

A7	Medias de rendimiento de grano en kg/ha y otros caracteres de 144 cruzas simples por localidad. Verano, 1995.	71
A8	Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) para rendimiento de grano en kg/ha de líneas con mazorca larga por localidad. Verano, 1995.	72
A9	Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) para rendimiento de grano en kg/ha de líneas con mazorca gruesa por localidad. Verano, 1995.	74
A10	Estructura genética para rendimiento de grano en kg/ha de 144 cruzas en promedio de cinco localidades Verano, 1995.	76
A11	Efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) de líneas x probador a través de cinco localidades. Verano, 1995.	80
A12	Medias de rendimiento de grano en kg/ha y otros caracteres para 144 cruzas a través de cinco localidades. Verano 1995.	81
A13	Medias de rendimiento de grano en kg/ha de mejores 10 cruzas simples evaluadas en cada localidad. Verano, 1995.	85

## INTRODUCCION

El mejoramiento del maíz moderno, se inició a principios de los años 900's con los trabajos realizados por Shull (1909) y East (1908). Surgiendo así el concepto de " híbridos ". Los primeros híbridos fueron formados por líneas de la primera generación, sin embargo debido a los bajos rendimientos de las líneas y al alto costo de la producción de semilla de cruza simples, el maíz híbrido no tuvo mayor interés en las etapas iniciales. Las primeras cruza dobles fueron probadas fines de los años 1920's y a principios de los 1930's, y se encontró que eran más productivas con mejor adaptación y más tolerantes a condiciones de stress que las variedades de polinización libre, reduciendo así los costos de producción de semilla híbrida (Jones, 1918 y 1922).

La razón de que hoy en día se cultiven híbridos simples, es que presentan mayor uniformidad y potencial de rendimiento, así como atributos agronómicos deseables. Es bien conocido que para poder obtener un nivel alto de heterosis, debemos combinar progenitores endocriados y no endocriados o una combinación de progenitores endocriados y no endocriados con características contrastantes y que pertenezcan a grupos heteróticos opuestos. Un patrón heterótico clásico muy ampliamente usado es el de Tuxpeño y ETO, el cual involucra textura de grano entada y cristalina respectivamente. Sin embargo existen otros caracteres que se

pueden utilizar para explotar al máximo la heterosis; tales como tipo de mazorca largas vs gruesas, madurez precoz vs tardía, altura de planta alta vs baja, hojas erectas vs laxas etc., para maximizar el comportamiento de un híbrido.

Desde que en el CIMMYT se estableció un programa de hibridación en 1985, con la finalidad de integrar el mejoramiento poblacional con el desarrollo de híbridos, se han mejorado y desarrollado miles de líneas tropicales y subtropicales algunas de las cuales son progenitores de híbridos sobresalientes (Vasal *et al* 1990). Todo este esfuerzo dio como resultado la liberación de 58 líneas tropicales y 42 subtropicales en 1991-92. Actualmente el programa de híbridos de el CIMMYT ha liberado 35 líneas blancas y 27 líneas amarillas tropicales en 1994.

Por los antecedentes expuestos, el presente trabajo se planteó para determinar si el uso de líneas endocriadas con características contrastantes en mazorca permitiría identificar híbridos de cruce simple con buen potencial de rendimiento. Para tal fin se identificaron 24 líneas blancas tropicales derivadas de poblaciones de CIMMYT, las cuales fueron clasificadas por su tipo de mazorca; el primer grupo fue formado por 12 líneas con mazorca larga y delgada, y el segundo por 12 líneas con mazorca corta y gruesa. En este estudio se evaluaron 144 cruces simples obtenidas a partir de las 24 líneas con caracteres contrastantes, en cinco localidades realizando un análisis de línea x probador para rendimiento de grano.

## Objetivos

Estimar los efectos de aptitud combinatoria general de líneas con mazorca larga y mazorca gruesa.

Determinar si las líneas con mazorca larga tienen mayor aptitud combinatoria general que las líneas con mazorca gruesa.

Evaluar el comportamiento de los híbridos de cruce simple formados a partir de líneas endocriadas e identificar los mas sobresalientes.

## Hipótesis

Al combinar líneas de diferente grupo heterótico y además que posean caracteres contrastantes (mazorca larga y delgada vs mazorca corta y gruesa), muestren una respuesta aceptable en su comportamiento en combinaciones híbridas.

## REVISION DE LITERATURA

### Aportaciones del mejoramiento genético de maíz

Los trabajos de Shull (1908, 1909, 1910) y East (1908) dieron origen al inicio de la utilización y producción de híbridos de cruza simple en los Estados Unidos; posteriormente vino el uso de híbridos de cruza doble sugerido por Jones (1918) como una medida para enfrentar la baja producción de semilla de las líneas y el alto costo de producción de semilla de híbridos simples (Smith, 1967). La prueba de mestizos propuesta por Davis en 1927 y la predicción de cruzamientos dobles de Jenkins en 1935 y Sprague en 1946, completaron la secuencia del mejoramiento genético del maíz por hibridación, seguida por la experiencia de la mayoría de los fitomejoradores que trabajan en la formación de híbridos (Hallauer y Miranda, 1981).

Otros estudios en los cuales se evaluaron híbridos simples y dobles producidos desde los años 30's, 40's, 50's, 60's y 70's, mostraron que la ganancia atribuida a el comportamiento de los híbridos fue de 63.2 por ciento (Russell, 1974), por otro lado Duvick (1977) determinó que la proporción de la ganancia total debido a el mejoramiento fue de 57 y 60 por ciento respectivamente.

Los pocos híbridos de cruza simple fueron probados a principios de los años 1960's, y aunque el costo de semilla fue mayor que el de cruza dobles, los agricultores mostraron mayor aceptación por este tipo de híbridos por su mayor uniformidad y productividad. Así la corriente giró una vez más hacia los híbridos de cruza simple. La adopción de híbridos de cruza simple en los años 70's resultó en adicional mejoramiento en rendimiento. El total rendimiento mejorado de híbridos de cruza simple sobre variedades de polinización libre fue más de 50 por ciento (Ferh, 1987). Actualmente los híbridos simples comprenden cerca del 90 por ciento de la semilla de maíz híbrido vendido en Norteamérica (Wych, 1988).

Hallauer (1988) reportó que en los Estados Unidos de Norteamérica el mejoramiento del rendimiento de maíz desde mediados de los años 30's, se debe al cambio de variedades de polinización libre por híbridos; al desarrollo de nuevos híbridos y al mejor manejo, equipo y prácticas culturales para la producción.

Frey (1971) y Russell (1974) reportaron que los rendimientos promedios de muchos cultivos fueron incrementados a través del tiempo debido a la alta fertilización del suelo; mejoramiento a enfermedades e insectos y control de malezas, así como al uso de cultivos mejorados. En maíz, el desarrollo de híbridos de cruza doble para reemplazar a variedades de polinización libre durante los años 30's fue responsable del incremento en rendimiento de 7 a 12 por ciento. El rendimiento promedio de híbridos de cruza simple y sus progenitores fueron

comparados por Duvick en 1984. Donde hay un aumento de rendimiento considerable debido al mejoramiento de 2 a 4 t/ha para líneas y de 5 a 8 t/ha para híbridos aproximadamente.

El éxito de los híbridos de maíz de las regiones templadas, no ha sido posible en las zonas tropicales. Mientras que el promedio de rendimiento en la faja maicera está sobre 7 t/ha, en los países de cultivo tropical varía de 1 a 2 t/ha (CIMMYT, 1990).

#### Antecedentes del mejoramiento genético de maíz en el área tropical de México

Los trabajos de mejoramiento genético del maíz se iniciaron en 1940 por la entonces llamada Oficina de Estudios Especiales de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (posteriormente INIFAP). Inicialmente se empezó a trabajar en el Valle de México y en el Bajío, en donde se desarrollaron las primeras líneas endocriadas. Poco después se extendió a Veracruz (1943), evaluándose los primeros mestizos (línea x variedad). Los trabajos realizados en el campo experimental de San Rafael Veracruz, permitieron obtener en 1953 los tres primeros híbridos de cruce doble comerciales H-501, H-502 y H-503 con adaptación a la costa del Golfo de México y del Pacífico, superando en rendimiento a las variedades locales en un 20 a 30 por ciento (Wellhausen, 1951 y 1960).

Uno de los principales problemas que afectó la continuidad del programa de hibridación en los maíces tropicales de México, fue el acamado de tallo, por lo que se buscó bajar la altura de planta al introducir el carácter braquítico a las líneas que formaron los híbridos H-503 y H-507, los cuales fueron liberados comercialmente como H-508 E y H-509 E, respectivamente (Molina, 1988).

### Patrones heteróticos

La mayor parte del germoplasma de los Estados Unidos fue derivado de Corn Belt Dent, una raza formada por el intercruzamiento de Cristalinos del Norte (precoces y de planta baja) con Dentados del Sur (tardíos y de planta alta, con mazorcas largas). La explotación temprana de este patrón heterótico fue principalmente en la forma de cultivos de polinización libre, por ejemplo: Reid Yellow Dent y Lancaster Sure Crop (Brown y Anderson, 1947, 1948).

En el Norte de Europa, el cruzamiento de líneas derivadas de Cristalinos Europeos con líneas dentadas derivadas de Norte América, es una práctica muy común. Muchas líneas cristalinas y cruza simples son comunmente usadas por las industrias semilleras en Europa en combinaciones con varios materiales dentados y de madurez precoz de Norte América. Este patrón heterótico parece mostrar una buena aptitud combinatoria específica en los ambientes del Norte de Europa (Beil, 1975).

Brown y Goodman (1977) reportaron que la Variedad Reid x Lancaster o Stiff Stalk x Lancaster, son de los patrones heteróticos de mayor utilización en U.S.A. Por otro lado Goodman (1983) reportó que la combinación de Tropical x U.S.A; Tuzón x U.S.A Southern son de buena preferencia, al igual que Tuzón x Cubanos cristalinos y Chandelle x Tuxpeño.

Wellhausen (1978) menciona que la Raza Tuxpeño combina bien con maíces cubanos cristalinos, al igual que Coastal Tropical Flints x Eto.

En Kenya ha sido explotado en la zona de valles altos patrones heteróticos que involucran KS 11 y EC 573. En Egipto se ha utilizado un patrón heterótico que incluye American Early Dent y Tuxpeño.(Darrah *et al*, 1972).

Griffing y Lindstrom (1954) evaluaron híbridos formados por progenitores con diferentes orígenes, demostrando que los híbridos derivados de germoplasma exótico mejorado rindieron más que los desarrollados de germoplasma local.

En México en el Instituto Mexicano del Maíz (IMM) se ha explotado extensamente un patrón heterótico que involucra maíces de porte bajo (braquíticos) con maíces normales mostrando efectos de aptitud combinatoria específica excelentes (IMM, 1996).

Estudios realizados en CIMMYT han identificado varios patrones heteróticos (Vasal, et al 1992c, 1992d). Dentro del Subtrópico, la Población 46 combina bien con Pool 30 entre materiales amarillos de madurez precoz (Vasal, et al 1992a), mientras que para materiales blancos de madurez intermedia, la Población 42 manifiesta alto nivel de heterosis en combinación con Población 47 (Beck, et al 1991). En el Trópico lo más relevante es el patrón heterótico entre Población 21 y Población 32 el cual es realmente una combinación de Tuxpeño y ETO. Sin embargo también se puede combinar Población 21 x Población 25, Población 21 x Población 29 entre otros (Vasal, et al 1992). Para la interacción Tropical x Subtropical (Vasal, et al 1992b) reportaron las combinaciones Población 32 x Población 44, Población 43 x Población 42, Población 43 x Población 44 y Población 22 x Población 47. Con excepción de Población 21 x Población 32 y Población 21 x Población 25, en las cuales se involucra texturas de grano dentado x cristalino, en la mayoría de las otras combinaciones son dentro del mismo tipo de textura dentada x dentada.

#### Aptitud combinatoria

Davis (1927) propuso por primera vez que la aptitud combinatoria de líneas endocriadas de maíz podría estimarse mediante el comportamiento de sus cruza con un probador común y que esta prueba se podía efectuar en cualquier nivel de endogamia de las líneas.

Los términos de aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE) fueron definidos originalmente por Sprague y Tatum (1942) el término de (ACG) se emplea para designar el comportamiento de una línea en combinaciones híbridas y la (ACE) para aquellos casos en los cuales ciertas combinaciones muestran un comportamiento relativamente mejor o peor de lo que pudiese esperarse, sobre la base del promedio de las líneas involucradas. Estos investigadores señalan que la ACG es el resultado de la acción genética aditiva, mientras que la ACE depende de la dominancia y de la interacción genético ambiental.

Jugenheimer (1981) menciona que la aptitud combinatoria general (ACG) 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 que la aptitud combinatoria específica (ACE) es el desempeño individual de una línea pura en una combinación híbrida específica.

Falconer (1984) define la ACG como el valor medio de F1's de sus cruzas con otras líneas. La actuación de una craza en particular puede desviarse de la ACG promedio de las líneas y a esta desviación se le conoce como ACE la cual es medida como desviación de la media general más las habilidades combinatorias de los progenitores y viene siendo una característica de cruzas y no de líneas.

Márquez (1988) sugirió que el término de aptitud combinatoria significa la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse con otros, dicha capacidad medida por medio de su progenie. Sugiriendo que debería determinarse no en un solo individuo de la población sino en varios, a fin de realizar selección de aquellos que exhiban la más alta.

### Probadores

Allard (1960) definió a la prueba de progenies como una prueba del valor de un genotipo basada en su comportamiento de sus descendientes producidos por algún sistema de apareamiento. Sin embargo anteriormente Davis en 1927 sugirió el uso de la prueba de mestizos, la cual es un tipo de prueba de progenie, para evaluar la aptitud combinatoria de líneas endocriadas en un programa de hibridación, siendo ampliamente adoptada en los programas de mejoramiento de maíz.

Desde que Sprague y Tatum (1942) introdujeron los conceptos de aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica, nuevas oportunidades para el uso de prueba de progenies o mestizos fueron sugeridas. Así los métodos de selección recurrente propuestos por Jenkins (1940); Hull (1945); Comstock *et al* (1949), y Lonquist (1949) ampliaron el horizonte para el mejoramiento de maíz.

Con el uso extensivo de líneas la evaluación de ellas se fue haciendo mas problemática por lo que Davis (1927) y Jenkins y Brunson (1932) sugirieron el uso de un probador común para medir la habilidad combinatoria de un gran número de líneas.

Una vez que se puso de manifiesto la efectividad de los probadores para seleccionar líneas, ya fuera por su ACG o ACE, surgieron nuevas consideraciones teóricas y empíricas para determinar el valor relativo del probador.

Hull (1945) estableció que teóricamente el probador más eficiente podría ser homocigote recesivo en todos los loci y que la homocigosidad para alelos dominantes en cualquier locus debería evitarse. Sin embargo esto no se llevó a la práctica por muchos años.

Un probador deseable fue definido por Matzinger (1953) como uno que combine simplicidad en el uso y con el cual se obtenga la máxima información del material evaluado.

Rowlings y Thompson (1962) en sus estudios sobre el efecto de las frecuencias génicas de un probador para ACG en maíz, concluyeron que un buen probador debería ser uno que clasifique correctamente el comportamiento relativo de líneas y que discrimine eficientemente entre las líneas bajo prueba.

Allison y Curnow (1966) definieron el mejor probador como uno que maximice la media de rendimiento esperada de la población producida por el apareamiento al azar de los genotipos seleccionados.

Hallauer (1975) señaló que en general un probador deseable podría involucrar simplicidad en uso, proveer información para clasificar correctamente los méritos relativos de las líneas, y que maximice la ganancia genética.

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 aquellas líneas con buena aptitud combinatoria del grupo heterótico opuesto.

La selección del probador apropiado o probadores apropiados es una etapa importante debido a que nosotros queremos maximizar la información obtenida de las líneas evaluadas. El germoplasma a ser utilizado como probador pudiese involucrar como fuente de germoplasma un amplio rango de materiales. Cuando las actividades de mejoramiento son bastante variadas, como en el caso de el CIMMYT, un total arreglo de probadores de maíz podría ser requerido. El programa de maíz tropical definió a un probador como un genotipo (variedad de polinización libre, sintético, línea o híbrido) que facilite discriminación entre progenies para méritos genéticos y aptitud combinatoria, reduzca fases de

evaluación durante el desarrollo de híbridos, y ayude a identificar híbridos sobresalientes (Vasal, *et al* 1995).

En CIMMYT el programa de maíz tropical ha realizado esfuerzos en desarrollar e identificar probadores. Durante 1986 fueron identificadas a través de cruza dialélicas 11 líneas blancas y 8 amarillas como probadores, sin embargo debido a su bajo nivel de endogamia no tuvieron un uso amplio. Estudios recientes sobre identificación de probadores, han permitido identificar nuevas líneas probadoras con un nivel de endogamia más avanzado. En 1993 se identificaron 20 líneas blancas y 15 amarillas como probadores las cuales se están estudiando intensivamente para eficientizar su uso. Todo este esfuerzo dio como resultado que se identificaran 2 líneas blancas (CML247 y CML254), y 2 líneas amarillas (CML287 y CL-00331) como buenos probadores (Vasal, *et al* 1996).

En general el desarrollo de líneas es un proceso de selección secuencial debido a que algunas líneas son descartadas en las primeras etapas de endocria por su pobre comportamiento o por resultados basados en pruebas tempranas, y otras son eliminadas posteriormente por pruebas de aptitud combinatoria. Existen diversas opiniones sobre el tipo de probador ideal a utilizar en la prueba de progeie, pero toda la evidencia muestra que el probador más eficiente es el que tiene baja frecuencia de alelos favorables.

### Diseños de apareamiento aleatorio

Un análisis de cruzas producidas por implicaciones de  $n$  líneas en todas las combinaciones posibles, es conocido como un análisis dialélico. Se basa en dos objetivos principales; la prueba de ACG y ACE de las líneas y sus cruzas respectivamente y en la estimación de los parámetros genéticos tales como varianza aditiva y varianza de dominancia. Griffing en 1956 estableció 4 métodos de diseños dialélicos dependiendo de los materiales implicados en el análisis. En el primero se incluyen los progenitores, la F1 de sus cruzas posibles y la F1 recíprocas. El segundo incluye los progenitores y la F1 de sus cruzas posibles pero no las recíprocas. Mientras que el tercero se incluye la F1 de sus cruzas posibles y la F1 recíprocas. El cuarto método incluye solamente la F1 de sus cruzas posibles. En estos diseños se estima con mejor precisión la aptitud combinatoria general y específica.

Comstock y Robinson (1949, 1952) desarrollaron tres diseños, conocidos como Diseños de Carolina del Norte I, II y III respectivamente. Cada uno de estos provee estimaciones para los dos más importantes parámetros genéticos, es decir varianza genética aditiva y varianza debida a dominancia. En el diseño II de Carolina del Norte,  $n_1$  machos y  $n_2$  hembra son seleccionados al azar y cada macho es cruzado con cada hembra, generando medios hermanos paternos y

16  
medios hermanos maternos. Así  $n_1 \times n_2$  progenies son producidos para ser analizadas en un conveniente experimento (Singh, y Choudhary, 1976).

El método de mestizos utiliza una amplia base de genotipos con un probador para determinar la habilidad combinatoria general de las líneas, mientras que el análisis línea por probador, es una extensión de este método, en el cual varios probadores son utilizados. Este diseño provee información acerca de la aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica de los padres y al mismo tiempo es una completa ayuda a la estimación de varios tipos de efectos génicos (Kempthorne, 1957).

## MATERIALES Y METODOS

### Material Genético

Para este estudio, se utilizaron 24 líneas blancas con un nivel de endocria de S6 (98.43) a S12 (99.97), las cuales fueron derivadas de germoplasma tropical de CIMMYT. La mayoría de estas líneas, han sido evaluadas y probadas por su rendimiento *per se* y su comportamiento en combinaciones híbridas (Han, *et al* 1991). Con lo anteriormente expuesto, durante el desarrollo y evaluación de líneas del programa de maíz tropical de CIMMYT, en 1994 en la estación experimental de Poza Rica, Veracruz, se seleccionaron 24 líneas sobresalientes las cuales fueron clasificadas por su tipo de mazorca y separadas en dos grupos con 12 líneas cada uno.

El primer grupo estuvo constituido por 12 líneas que mostraron mazorca larga y delgada, derivadas de Población 21 y Población 43. En el segundo se incluyeron 12 líneas con mazorca corta y gruesa, derivadas de Población 22, 25 32, y Pool 24. Incluyéndose además 2 líneas de Tuxpeño Sequía y una línea de Población 21 (cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Genealogía del material experimental

---

Líneas con mazorca larga	
L-1 *POB.21C5HC219-3-1-B-ff-##	CML-9
L-2 *POB.21C5HC219-3-2-2-3-B-2-2-ff-#	CML-10
L-3 POB.21C5HC219-3-2-2-3-B-4-1-##	
L-4 (POB.21HC219xPOB.43HC95)-5-BBB-1-####	
L-5 (POB.21TSR-2xPOB.21HC219)-4-BBB-2-##-BBB	
L-6 (AC7643xPOB.43)-2-3-4-2-BBB-1-B-#-BBB	
L-7 *(AC7643xPOB.43HC7)-2-3-2-1-BB-f	CML-273
L-8 POB.43STEC1HC10-2-1-1-1-3-BBB-1-##-BBB	
L-9 *POB.21C5HC219-3-1-##-8-1-3-BBB-f	CML-264
L-10 AC7843-16-F3-#-4-BBBB-##-B	
L-11 POB.21C6S1MH226-F3-#-10-BBBBBBBB	
L-12 POB.21C5HC84-F3-#-5-BBBBBBBB	
Líneas con mazorca corta (gruesa)	
G-1 *(P24MH119xMH54)-6-4-1-1-BB-f	CML-247
G-2 (P24MH119xMH54)-6-3-2-1-BBB-2-B-#-B	
G-3 P24(S1)-2-B-3-B-###-B	
G-4 *TUXP.SEQ.149-2-BBB-##-1-BB-f	CML-254
G-5 TUXP.SEQ.219-3-4-2-B-##-2-BBB-1-##-BBBB	
G-6 *POB.22TSR-4-3-1-3-1-BB-f	CML-267
G-7 POB.25C0HC246-3-1-BB-2-##-BB	
G-8 POB.25STEC1HC5-2-1-1-#-BBBB-1-##-B	
G-9 POB.32C4HC242-3-1-B-ff-##	CML-39
G-10 POB.32(MRRS)C1-659-1-BBBBBBBB	
G-11 SINT.BCO.TSR-3-1-2-3-2-BBBB-##-BBB	
G-12 POB.21C5HC109-3-1-5-4-B-4-3-##-2-BBBBBB	

---

\* Son líneas liberadas por CIMMYT.

## Antecedentes

Las poblaciones donde se derivaron las líneas han sido seleccionadas y mejoradas desde 1974 por CIMMYT, basado en un método modificado de hermanos completos (HC). Al menos 15 poblaciones se han mejorado continuamente, enviando familias de HC de cada población en ensayos internacionales en todo el mundo, conocidos como IPTT's. Al mismo tiempo de mejorar el rendimiento y la adaptación general de las poblaciones, se han generado como producto primordial, variedades experimentales específicas a una localidad, y variedades con amplia adaptación (Vasal, *et al.*, 1982).

Una descripción detallada de cada una de las poblaciones parentales de las líneas involucradas en este estudio está dada por (CIMMYT, 1989). Donde lo más sobresaliente es que la Población 21 (Tuxpeño), actualmente se está mejorando bajo un sistema de selección recíproca recurrente de medios hermanos modificado junto con la población 32 (ETO), ya que estas dos poblaciones muestran una excelente heterosis. Mientras que la Población 43 (La Posta) se está mejorando para resistencia al virus del rayado africano (*Streak virus*) en Nigeria, y la Población 22 (Mezcla tropical blanca), para resistencia a cenicienta (*Downy mildew*), en Tailandia. Por otro lado la Población 25 (Blanco cristalino), se está mejorando para resistencia a pudrición de mazorca y tallo para *Fusarium* (*Fusarium moniliforme*), así como acame de raíz y tallo.

El Pool 24 (Blanco dentado tropical), se está mejorando bajo un sistema de selección recurrente de medios hermanos modificado por CIMMYT. Tuxpeño Sequía, es una población formada a partir de el ciclo 11 del mejoramiento poblacional de Tuxpeño crema I, el cual se está mejorando para resistencia a sequía. El Sintético Blanco TSR, es un sintético formado por varios materiales provenientes de Tailandia resistentes a la mancha de asfalto (*Phyllacora maydis*).

#### Obtención de Cruzas Simples

En la estación experimental de Poza Rica, Ver. Se sembró en el ciclo de invierno 1994-95 los dos grupos de líneas. Debido al número grande de líneas, se sembraron en el campo bajo un sistema de apareamiento aleatorio en forma de un Diseño-II, para realizar todas las cruzas posibles. Se sembró un surco de 5 metros de largo para cada línea, las cruzas se realizaron en forma de # PaP entre líneas apareadas, en forma directa y recíproca. En la cosecha se juntaron las mazorcas provenientes de cada craza, desgranándose por separado para posteriormente hacer una mezcla de semillas de ambas cruzas con la finalidad de obtener suficiente semilla para representar cada una de las cruzas en particular. Las 144 cruzas obtenidas, se evaluaron durante el ciclo de verano en 1995 B en; Poza Rica, Ver., Tlaltizapan, Mor., Cotaxtla, Ver., Cardel, Ver. (Rinconada) y Gómez Farías, Jal. Excepto Tlaltizapan y Gómez Farías el resto de las localidades son de clima tropical (cuadro 3.2).

### Descripción del Area de Estudio

Cuadro 3.2. Descripción de localidades (García, 1988).

Localidad	Altura (msnm)	Latitud (N)	Longitud (W)
Poza Rica, Veracruz	60	20° 32' N	97° 26' W
Cotaxtla, Veracruz	15	18° 50' N	96° 10' W
Cardel, Veracruz	85	19° 20' N	96° 23' W
Tlaltizapan, Morelos	840	18° 41' N	99° 68' W
Gómez Farías, Jalisco	1575	20° 28' N	103° 27' W

Se utilizó un diseño experimental látice simple 12x12 con 4 repeticiones.

Los híbridos simples se sembraron en parcelas de 1 surco de 5 metros de largo, espaciados a 75 cm, sembrando a una distancia de 25 cm entre plantas depositando 2 semillas/ mata para posteriormente ralea a 1 planta y obtener una densidad de 53.333 plantas por hectárea (cuadro 3.3).

### Características de los Experimentos

Cuadro 3.3. Características de los ensayos

Ensayo No.	Localidad	Entradas	Rep.	Parcela	Diseño
SCW-9501	Poza Rica	144	4	1 s x 5 m	12x12 Látice
SCW-9502	Tlaltizapan	144	4	1 s x 5 m	12x12 Látice
SCW-9503	Cotaxtla	144	4	1 s x 5 m	12x12 Látice
SCW-9504	Cardel	144	4	1 s x 5 m	12x12 Látice
SCW-9505	Gómez Farías	144	4	1 s x 5 m	12x12 Látice

## Caracteres evaluados

Durante el desarrollo y conducción de los experimentos se tomaron datos de los siguientes caracteres de acuerdo a CIMMYT, 1985.

Días a floración femenina y masculina (FF, FM). Como el número de días de la siembra a la aparición de 50 por ciento de emergencia de estigmas y de emisión de polen en la parcela, respectivamente.

Altura de planta y de mazorca (AP, AM). En cm, como lectura promedio en cada parcela, desde el nivel del suelo hasta la lígula de la vaina de la hoja bandera, y desde la base de la planta al nudo de inserción de la mazorca más alta, respectivamente.

Acame de raíz y de tallo (AR, AT). En porcentaje de plantas por parcela con inclinación igual o mayor de 30° de la vertical, y como porcentaje de plantas por parcela que presentaron tallos quebrados abajo de la mazorca, respectivamente.

Aspecto de la mazorca (ASM). Escala 1 a 5 (1 muy buena 5 muy malo), considerando para esta calificación, la apreciación visual conjunta de daño por insectos y enfermedades, tamaño de la mazorca y uniformidad de la misma.

Pudrición de mazorca (MP). Escala 1 a 5 (1 muy sana 5 muy malo), basándose en el porcentaje de mazorcas podridas.

Cobertura de mazorca (COB). Escala 1 a 5 (1, excelente, las brácteas cubren estrechamente la punta de la mazorca y se extienden más allá de ella; 5 es completamente inaceptable, cobertura deficiente, la punta está claramente expuesta).

Peso de campo (PC). Se registró pesando el total de mazorcas cosechadas en kilogramos por parcela.

Por ciento de humedad. (HUM). Se tomó al azar una muestra de 10 mazorcas, a las cuales se les desgranó dos hileras, para completar 250 gramos aproximadamente, tomándose una lectura directa por medio de un determinador de humedad STEINLITE modelo G, haciendo esta medición al momento de la cosecha.

Por ciento de desgrane (SH). Se tomó al azar una muestra de 10 mazorcas, las cuales se pusieron en una secadora para después desgranarlas y tomar el peso de mazorca y de grano. Se dividió el peso de grano sobre el peso de mazorca para obtener este dato expresado en porcentaje. Solamente se calculó para Poza Rica y Tlaltizapan.

Rendimiento de grano (REND). El rendimiento de grano fue expresado en  $\text{kg/ha}$ ; al 15 por ciento de humedad, mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Rend.} = \text{PC} \times \left( \frac{100 - \text{HUM}}{100} \right) \times \frac{\text{SH}}{.85} \times \frac{10,000}{\text{APU}}$$

Donde:

Rend. = es el rendimiento de grano ajustado en kilogramos por hectárea

PC = es el peso de campo de cada parcela al momento de la cosecha.

HUM = es la humedad determinada en cada parcela en la cosecha

SH = es el por ciento de desgrane al 80

.85 = es la humedad del grano al 15

APU = es el área de parcela útil.

Para acame de raíz, acame de tallo y mazorcas podridas, se usó la transformación mediante la función arco seno de la raíz cuadrada del porcentaje respectivo, haciendo uso de la instrucción ARSIN (SQRT) del programa SAS; mientras que los caracteres aspecto de mazorca y cobertura de mazorca, expresados en la escala 1 a 5 fueron transformados utilizando el procedimiento de SAS: PROC RANK OUT=A (SAS, 1985).

## Análisis estadísticos

Para los diferentes caracteres estudiados se realizó un análisis de varianza por ambiente con base en el modelo del diseño de látice (cuadro 3.4) puesto por Gómez y Gómez, 1984.

cuadro 3.4. Forma del análisis de varianza látice por localidad

Fuentes de variación	G.L
Repeticiones	$r-1$
Bloques (ajustados)	$r(k-1)$
Tratamientos (sin ajustar)	$k^2-1$
Error intrabloque	$(k^2-1)-r(k-1)$
Tratamientos (ajustados)	$[(k^2-1)]$
Total	$rk^2-1$

donde  $r$ , es el número de repeticiones y  $k$  es el tamaño de bloque.

$$\text{Eficiencia Relativa (E. R)} = \text{CMEE DBA} / \text{CMEE}$$

donde: CMEE DBA, es el cuadrado del error de el diseño bloques al azar y

CMEE, es el cuadrado medio del error efectivo para una parcela de un látice.

Se realizó un análisis de línea x probador para cada ambiente. El modelo estadístico usado para calcular los diferentes efectos de línea x probador (Kempthorne, 1957), es como sigue:

$$Y_{ijk} = u + l_i + t_j + (l \times t)_{ij} + e_{ijk},$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = es la k-ésima observación en la ij-ésima progenie

$u$  = es la media general

$l_i$  = es el efecto de la i-ésima línea

$t_j$  = es el efecto del j-ésimo probador

$(l \times t)_{ij}$  = es el efecto de la interacción entre la i-ésima línea y el j-ésimo probador

$e_{ijk}$  = es el error asociado con cada observación

La suma de cuadrados de tratamientos se descompuso en los siguientes componentes: Líneas, Probadores y Líneas x Probadores. Considerando el modelo general de análisis de varianza por localidad, la partición de la suma de cuadrados de tratamientos y el análisis de línea por probador se presenta en el cuadro 3.5.

Cuadro 3.5. Forma del análisis de varianza de línea x probador por localidad

Fuentes de variación	G.L
Líneas	$l-1$
Probadores	$t-1$
Línea x Probador	$(l-1)(t-1)$
Error	$lt(r-1)$
Total	$rlt-1$

Como en el análisis de varianza por localidad, en el análisis de varianza combinado para cinco localidades, se procedió a la partición de la suma de cuadrados de Tratamientos, siguiendo una descomposición similar a la del análisis individual de línea x probador. El modelo del análisis de varianza combinado también comprende la partición de la suma de cuadrados debida a la interacción Tratamientos x localidades, en los siguientes componentes: Líneas x Localidades, Probadores x Localidad y Líneas x Probador x Localidad (cuadro 3.6).

La prueba de F para el análisis de varianza combinado, fue calculada como sigue: Los efectos principales tales como Líneas y Probadores fueron probadas con sus respectivas interacciones con localidades, las cuales a su vez fueron probadas contra la triple interacción y esta fue comparada con el error experimental.

Cuadro 3.6. Forma del análisis de varianza de línea x probador combinado

Fuentes de variación	G.L
Localidades	a-1
Líneas	l-1
Probadores	t-1
Líneas x Localidad	(l-1)(a-1)
Probadores x Localidad	(t-1)(a-1)
Línea x Probador	(l-1)(t-1)
Líneas x Probador x Localidad	(l-1)(t-1)(a-1)
Error	(r-1) lta
Total	rlta-1

Para comparar las medias de rendimiento y de otros caractere estudiados de los cruzamientos, se aplicó la prueba rango múltiple diferenc mínima significativa (DMS). Así también para determinar la confiabilidad de lo datos obtenidos se calculó el coeficiente de variación (CV) para cada localidad, para el análisis combinado respectivamente, utilizando las siguientes fórmulas:

$$DMS = t (gl EE) \sqrt{2 CMEE / r}$$

Donde:

t (gl EE) = valor de t según los grados de libertad del error

CMEE = cuadrado medio del error experimental

r = número de repeticiones

$$\text{C.V. \%} = \sqrt{\text{CMEE} / X} * 100$$

Donde:

CMEE = cuadrado medio del error experimental

X = media general

Estimación de efectos de aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE)

Se procedió a las estimaciones de los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) y de aptitud combinatoria específica (ACE) según Singh y Choudhary, 1976. Con el fin de observar el comportamiento genético de cada una de las líneas progenitoras y sus cruzas, con respecto al rendimiento de grano.

Para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas:

Para líneas y probadores :  $\text{ACG (gi y/o gj)} = Y_{i..} / r - Y_{...} / ltr$

Para cruzas:  $\text{ACE (Sij)} = Y_{ij.} / r - Y_{i..} / tr - Y_{.j.} / lr + Y_{...} / ltr$

o bien como:  $ACE (S_{ij}) = Y_{ij} / r - Y_{...} / ltr - g_i - g_j$

Donde:  $Y_{i..}$  = es la media de la línea y/o probador  
 $Y_{.j}$  = es la media del probador  
 $Y_{ij}$  = es la media de la craza  
 $Y_{...}$  = es la media general de la localidad  
 $g_i, g_j$  = es el efecto de ACG de la línea y/o probador  
 $l$  = son las líneas  
 $t$  = son los probadores  
 $r$  = son las repeticiones

### Estructura genética de las cruzas

La estructura genética de una craza puede definirse con base en los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) y de aptitud combinatoria específica (ACE) de sus progenitores. La magnitud relativa de tales efectos podría servir como criterio para saber si el alto rendimiento de ciertas cruzas se debe a: efectos aditivos  $(g_i+g_j) > S_{ij}$ ; efectos no aditivos  $S_{ij} > (g_i+g_j)$  y efectos aditivos más efectos no aditivos  $(g_i+g_j) = S_{ij}$ . Considerando las 144 cruzas para los análisis por localidad y para el análisis combinado, de las cinco localidades, se construyó estructura genética para rendimiento con base en el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = u + g_i + g_j + S_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = rendimiento promedio de una cruce en el que interviene, el  $i$ -ésimo y el  $j$ -ésimo progenitores.

$u$  = valor medio de grupo de cruces.

$g_i$  ( $g_j$ ) = efecto de ACG del  $i$ -ésimo y el  $j$ -ésimo progenitores.

$S_{ij}$  = efecto de ACE del  $i$ -ésimo y el  $j$ -ésimo progenitores.

#### Clasificación de líneas con base a sus efectos de ACG

Para identificar las mejores líneas progenitoras, se procedió a la clasificación de los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) en valor alto, intermedio y bajo. Mediante la agrupación con base a los valores de  $ACG > 1$ ;  $ACG$  cercanos a 1 y  $ACG < 1$ .

## RESULTADOS

### Análisis de varianza látice

Los cuadrados medios del análisis de varianza látice por localidad para siete caracteres, se presentan en los cuadros A1 a A5 del Apéndice. Se observa que para tratamientos ajustados y tratamientos sin ajustar, hubo diferencias altamente significativas para rendimiento de grano (REND), así como también para floración femenina (FF), floración masculina (FM), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), en las localidades donde se registró dichos caracteres.

Para plantas cosechadas (PCO), hubo diferencias altamente significativas solamente en Tlaltizapan, sin embargo en Poza Rica, Cotaxtla y Cardel no se encontró diferencias significativas. Mientras que para el por ciento de humedad de grano (HUM), hubo diferencias altamente significativas en todas las localidades.

La diferencia mínima significativa (DMS), mostró un rango de 1009.4 a 1615.3 kg/ha, el coeficiente de variación (CV) de 9.0 a 20.0 por ciento y una eficiencia relativa (ER) de 100.0 a 115.1 por ciento, para rendimiento.

### Análisis de varianza línea x probador

Los cuadrados medios del análisis de varianza línea x probador, por localidad para rendimiento de grano en kg/ha, se presentan en el cuadro A6 del Apéndice. Para las líneas con mazorca larga, y probadores con mazorca corta, hubo diferencias altamente significativas en las cinco localidades, excepto que para las líneas en Cotaxtla únicamente hubo diferencias al nivel de 0.05.

Para la interacción línea por probador y cruzas, hubo diferencias altamente significativas en todas las localidades. Se observó un rendimiento promedio en cada localidad de 4491.0 a 8912.0 kg/ha, mientras que el DMS fue de 965.7 a 1728.5 kg/ha y el CV varió de 8.6 a 19.2 por ciento.

### Análisis de varianza combinado línea x probador

Los cuadrados medios del análisis de varianza línea x probador combinado de las cinco localidades, para rendimiento de grano en kg/ha, se presenta en el cuadro 4.1. Hubo diferencias altamente significativas entre las localidades utilizadas, para las líneas y probadores se encontró diferencias altamente significativas, excepto que en las líneas solamente hubo diferencia al nivel de 0.05.

3.

Para las interacciones de líneas y probadores a través de las localidades hubo diferencias altamente significativas. También, se observó un rendimiento promedio a través de cinco localidades de 6891.4 kg/ha, una DMS de 280.9 kg/h y un CV de 6.6 por ciento.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios del análisis de varianza línea x probador combinado para rendimiento de grano en kg/ha. Verano, 1995.

Fuentes de Variación	G.L	Cuadrados Medios
Localidades	4	484070584.0 **
Líneas	11	5850854.0 *
Probadores	11	7049029.0 **
Localidades x Líneas	44	2386960.0 **
Localidades x Probador	44	2374306.0 **
Líneas x Probador	121	822269.0 **
Localidades x Líneas x Probador	484	306903.0 **
Total de cruzas	719	3526720.7 **
Error	2160	205432.7
Rendimiento promedio		6891.4
D.M.S (0.05) kg/ha		280.9
C.V (%)		6.6

\*, \*\* Diferencias significativas  $p=0.05$  y  $p=0.01$ , respectivamente

### Comparación de medias

El comportamiento promedio de 144 cruzas simples entre líneas de mazorca larga y mazorca gruesa, para catorce caracteres en cada localidad, se presentan en el cuadro A7 del Apéndice. Se observa que en Tlaltizapan se registró el rendimiento de grano más alto (8912.0 kg/ha), mientras que en Gómez Farías fue el menor (4491.0 kg/ha). Los materiales más precoces fueron observados en Poza Rica y Cotaxtla mientras que en Tlaltizapan y Gómez Farías fueron mas tardíos, mostrando un rango de 57.2 a 63.9 respectivamente. El valor obtenido para sincronización floral (ASI) fue aceptable en las localidades donde se estimó, mostrando un rango de 0.5 a 1.1 respectivamente.

Para altura de planta y mazorca, lo más sobresaliente se observó en Tlaltizapan donde las cruzas tuvieron buena posición de mazorca (117.8 cm), así como también se observó menor acame de raíz (1.4) y tallo (1.3), mientras que en Cardel fue lo más acamado con 28.0 y 17.4 respectivamente. Sin embargo estas dos localidades registraron menor pudrición de mazorca junto con Gómez Farías. Para el aspecto de mazorca se observó uniformidad en todas las localidades así como también para el aspecto de planta, por ciento de humedad de grano y plantas cosechadas. En Cotaxtla se observó que las cruzas mostraron problemas con mala cobertura de mazorca.

## Estimación de efectos de aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE)

Los estimadores de los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) para rendimiento de grano de las líneas con mazorca larga y líneas con mazorca gruesa por localidad se presentan en el cuadro 4.2, cuadro A8 y A9 del Apéndice respectivamente. Dentro del grupo de líneas con mazorca larga y delgada, la línea L4 registró el valor más alto de aptitud combinatoria general (ACG = 1556.6 kg/ha) en Tlaltizapan y en Cotaxtla (ACG = 819.5 kg/ha), mientras que en Cardel Gómez Farías obtuvo valores intermedios de (ACG = 300.6 y 355.6 kg/ha). Por otro lado la línea L9, obtuvo únicamente su máxima expresión en Gómez Farías registrando un valor de (ACG = 656.8 kg/ha). Mientras que la línea L7, su máximo valor de ACG lo obtuvo en Cotaxtla con un valor de (ACG = 788.3 kg/ha).

Para el grupo de líneas con mazorca corta y gruesa, la mejor línea de este grupo fue G7 con un valor de (ACG = 943.0 kg/ha) en Poza Rica, sin embargo su máxima expresión lo obtuvo en Cardel con un valor de (ACG = 1046.5 kg/ha). Mientras que la línea G11, su mejor valor de ACG lo registró en Tlaltizapan (ACG = 877.4 kg/ha). Sin embargo en esta misma localidad, el valor más alto de ACG de este grupo de líneas lo obtuvo la línea G4 con un valor de (ACG = 1176.2 kg/ha) haciendo notar que esta línea fue liberada anteriormente como CML-254.

Cuadro 4.2. Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) para rendimiento de grano en kg/ha de líneas con mazorca larga y mazorca gruesa por localidad. Verano, 1995.

LINEAS	PR	*	TL	*	CO	*	CA	*	GF	*
L-1	-448.4	11	426.2	4	-36.2	6	108.8	5	-40.2	8
L-2	-381.0	10	634.1	3	-548.3	11	-1.0	7	-312.7	11
L-3	76.9	7	856.3	2	-110.0	9	-113.1	10	-19.7	7
L-4	-148.7	8	1555.6	1	819.5	1	300.6	2	355.6	2
L-5	-187.6	9	-320.4	8	-90.4	8	446.5	1	306.3	3
L-6	248.0	4	-255.9	7	49.0	4	-83.1	9	-217.2	9
L-7	788.3	1	-341.6	9	520.9	2	139.9	4	-245.6	10
L-8	78.4	6	-821.6	11	-677.3	12	-37.7	8	72.9	5
L-9	431.7	2	331.1	5	-1.0	5	156.2	3	656.8	1
L-10	-956.1	12	-1634.9	12	-278.2	10	48.9	6	-664.1	12
L-11	209.4	5	-13.2	6	393.8	3	-597.4	12	98.1	4
L-12	288.9	3	-415.7	10	-41.8	7	-368.5	11	10.0	6
G-1	56.4	6	181.8	6	-1035.6	12	-282.5	10	-147.0	
G-2	516.1	3	-329.7	9	119.4	5	-324.1	11	-35.3	
G-3	130.5	5	-127.3	7	-638.1	11	-2.0	5	236.8	
G-4	9.6	7	1176.2	1	-61.1	9	-20.5	6	300.0	
G-5	-607.2	11	-657.6	11	-124.5	10	-206.2	9	-307.0	1
G-6	-123.7	9	-429.4	10	339.3	2	-505.4	12	-308.5	1
G-7	943.0	1	253.0	4	264.7	4	1046.5	1	-131.4	
G-8	-380.2	10	380.8	3	55.6	8	103.0	4	231.8	
G-9	-1467.5	12	-1425.8	12	87.5	6	-90.6	7	-677.1	1
G-10	604.4	2	245.9	5	68.9	7	220.7	2	223.4	
G-11	355.3	4	877.4	2	336.9	3	156.2	3	-234.9	
G-12	-36.7	8	-145.2	8	587.1	1	-95.2	8	849.1	

\* Lugar ocupado según sus valores descendentes de ACG

Los estimadores de los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) para rendimiento de grano en kg/ha en promedio de cinco localidades para líneas y probadores se presenta en el cuadro 4.3. Los resultados permiten agrupar las líneas en alta (ACG > 1), intermedia (ACG cercano a 1) y baja (ACG < 1) aptitud combinatoria general, según los valores descendentes de ACG como sigue:

	Alta (ACG)	Intermedia (ACG)	Baja (ACG)
Líneas (L)	4,9	7,3,5,11,1	6,12,2,8,10
Probadores (G)	7	11,4,10,12,8	2,3,6,1,5,9

Dentro del grupo de líneas con mazorca larga, la línea L4 registró el valor más alto de aptitud combinatoria general (ACG = 576.6 kg/ha) y un rendimiento promedio a través de todas sus cruzas de 7468.0 kg/ha, clasificándose como la mejor línea de alta ACG. Otra de las líneas sobresalientes de este grupo fue la línea L9 con un valor de (ACG = 315.0 kg/ha) y un rendimiento promedio de 7206.4 kg/ha.

Por el grupo de líneas con mazorca gruesa utilizadas como probadores, la mejor fue G7 con un valor de aptitud combinatoria general de (ACG = 475.2 kg/ha) y un rendimiento promedio de 7366.6 kg/ha, clasificándose como la única línea de este grupo con alta ACG. Mientras que las líneas G11, G4, G10 y G12 tuvieron un comportamiento muy similar, clasificándose como líneas de intermedia ACG.

Cuadro 4.3. Efectos de ACG para rendimiento de grano en kg/ha de líneas con mazorca larga y gruesa a través de cinco localidades. Verano, 1995.

LINEAS	REND	MEDIA GENERAL	ACG	ACG E.S.	*
L-1	6893.5	6891.4	2.0	633.4	7
L-2	6769.6	6891.4	-121.8	633.4	10
L-3	7029.5	6891.4	138.1	633.4	4
L-4	7468.0	6891.4	576.5	633.4	1
L-5	6922.3	6891.4	30.9	633.4	5
L-6	6839.6	6891.4	-51.8	633.4	8
L-7	7063.8	6891.4	172.3	633.4	3
L-8	6614.4	6891.4	-277.1	633.4	11
L-9	7206.4	6891.4	315.0	633.4	2
L-10	6194.6	6891.4	-696.9	633.4	12
L-11	6909.6	6891.4	18.1	633.4	6
L-12	6786.0	6891.4	-105.4	633.4	9
G-1	6646.1	6891.4	-245.4	631.7	10
G-2	6880.7	6891.4	-10.8	631.7	7
G-3	6811.4	6891.4	-80.0	631.7	8
G-4	7172.3	6891.4	280.9	631.7	3
G-5	6510.9	6891.4	-380.5	631.7	11
G-6	6685.9	6891.4	-205.5	631.7	9
G-7	7366.6	6891.4	475.2	631.7	1
G-8	6969.6	6891.4	78.2	631.7	6
G-9	6176.7	6891.4	-714.7	631.7	12
G-10	7164.1	6891.4	272.7	631.7	4
G-11	7189.6	6891.4	298.8	631.7	2
G-12	7123.3	6891.4	231.9	631.7	5

\* Lugar según su valor de ACG, y .E.S error estandar de líneas

Los efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) para rendimiento de grano en kg/ha, así como su estructura genética de las 144 cruzas en promedio de cinco localidades se presenta en el cuadro A10 y A11 del Apéndice, mientras que en el cuadro 4.4 se muestra las 10 cruzas con los mejores efectos de ACE.

Cuadro 4.4. Efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) de 10 cruzas a través de cinco localidades. Verano, 1995.

Cruza	REND	Línea ACG	Probador ACG	gi + gj	ACE	*	*
						ACE	REND
L10 x G7	7472.2	-696.9	475.2	221.7	802.5	1	23
L6 x G2	7609.8	-51.8	-10.7	-62.6	780.9	2	14
L1 x G12	7870.4	2.0	231.8	233.9	745.1	3	6
L11 x G10	7887.2	18.1	272.6	290.8	705.0	4	5
L9 x G12	8093.7	314.9	231.8	546.8	655.5	5	3
L4 x G10	8350.1	576.5	272.6	849.2	609.5	6	1
L12 x G5	6964.3	-105.4	-380.5	-485.9	558.8	7	66
L4 x G12	8258.5	576.5	231.8	808.4	558.7	8	2
L2 x G11	7622.0	-121.8	298.2	176.4	554.2	9	13
L7 x G2	7599.6	172.4	-10.7	161.7	546.6	10	15
Promedio	6891.4						

\* Lugar ocupado según su valor de ACE y rendimiento.

Donde el mejor efecto específico lo registró la combinación de L10 x G7 con un valor de (ACE = 802.5 kg/ha) y un rendimiento promedio de 7472.2 kg/ha el

cual la ubicó en el lugar 23. Observándose la misma tendencia en el resto de las cruzas, las cuales obtuvieron buenos valores de ACE pero su rendimiento promedio las clasificó en diferentes posiciones. Sin embargo cinco de las cruzas registraron excelentes resultados tanto para ACE y rendimiento promedio.

Destacando las combinaciones de L4xG10, L4xG12 y L9xG12, las cuales involucraron progenitores con buenos efectos de ACG. Se observa también que la línea G12, interviene en tres de las cruzas con mayor rendimiento promedio así como buenos efectos de ACE.

#### Estructura genética de las cruzas

En el cuadro A10 de Apéndice, se presenta la estructura genética para el rendimiento, entendida ésta como la descomposición de la expresión fenotípica en sus efectos de ACG y ACE, para las 144 cruzas en promedio de cinco localidades. Dicho cuadro permite ver que en las 20 cruzas de mayor rendimiento ocurren con mayor frecuencia valores positivos de  $g_i + g_j$  y de  $S_{ij}$ ; mientras que en las cruzas con menor rendimiento ocurren con mayor frecuencia valores negativos de  $g_i + g_j$  y  $S_{ij}$ .

Así mismo, en el cuadro 4.5 se observa que dentro de las 12 cruzas de mayor rendimiento, las de máximo comportamiento mostraron valores positivos

4:  
altos de Sij. Los resultados aquí obtenidos muestran que las mejores combinaciones según su valor de ACE y rendimiento promedio son; L9xG12 la cual involucra progenitores con buenos efectos de ACG. Además esta cruz involucra dos líneas derivadas del mismo germoplasma (Población 21).

Cuadro 4.5. Comportamiento promedio de mejores 12 cruzas a través de cinco localidades. Verano, 1995.

Cruza	REND	Línea ACG	Probador ACG	gi + gj	ACE	*	*
						ACE	REND
L4 x G10	8350.1	576.5	272.6	849.2	609.5	6	1
L4 x G12	8258.5	576.5	231.8	808.4	558.7	8	2
L9 x G12	8093.7	314.9	231.8	546.8	655.5	5	3
L9 x G7	7939.7	314.9	475.2	790.1	258.1	36	4
L11 x G10	7887.2	18.1	272.6	290.8	705.0	4	5
L1 x G12	7870.4	2.0	231.8	233.9	745.1	3	6
L3 x G7	7836.3	138.1	475.2	613.2	331.6	25	7
L1 x G7	7783.2	2.0	475.2	477.2	414.6	18	8
L5 x G7	7759.9	30.9	475.2	506.1	362.4	22	9
L9 x G11	7742.5	314.9	298.2	613.1	238.0	41	10
L10 x G7	7472.2	-696.9	475.2	-221.7	802.5	1	11
L6 x G2	7609.8	-51.8	-10.7	-62.6	780.9	2	12

Promedio 6891.4

\* Lugar ocupado según su valor de ACE y rendimiento.

En el cuadro A12 del Apéndice, se presenta el comportamiento promedio de 144 cruzas para rendimiento de grano en kg/ha y caracteres agronómicos importantes. Donde se puede observar que la cruzada L9xG11, obtuvo buen rendimiento promedio, además de poseer buena posición mazorca, registrando también valores aceptables para acame de raíz y tallo, así como buena cobertura de mazorca y resistencia a pudrición de mazorca. La cruzada de mayor rendimiento fue la combinación de L4xG10, sin embargo ésta mostró una altura de planta mucho mayor y fue más tardía. Tomando las 10 mejores cruzas para rendimiento, se observa que el progenitor G7 y G12 interviene en las mejores cruzas, mostrando así su buena habilidad combinatoria. Mientras que por el lado de líneas con mazorca larga la línea L9 se involucra también en las mejores cruzas.

Las mejores 10 cruzas con mayor rendimiento por localidad así como sus estructura genética se presentan en el cuadro A13 del Apéndice. Dicho cuadro permite observar que las cruzas con mayor rendimiento mostraron efectos altos y positivos de  $g_i+g_j$  y  $S_{ij}$ . Donde lo más sobresaliente fue que en Cotaxtla la cruzada L1xG12 registró el rendimiento más alto 10300.7 kg/ha así como también el efecto específico más alto de ACE = 1698.7 kg/ha. Del mismo modo en Gómez Farías la mejor cruzada L9xG12 obtuvo el rendimiento más alto 7442.9 kg/ha y el mejor valor específico ACE = 1446.1 kg/ha.

## DISCUSION

### Generalidades

Los análisis de varianza individuales bajo un diseño látice para rendimiento, presentaron coeficientes de variación de 9.0 a 20.0 por ciento, dentro de localidades; estos valores son bajos, su valor bajo puede atribuirse a la subdivisión de los bloques (repeticiones) en sub-bloques regulares. Los demás caracteres también presentaron valores bajos del coeficiente de variación, lo cual indica que la experimentación de campo fue suficientemente precisa dando un buen grado de confiabilidad a la información. La eficiencia relativa obtenida en cada localidad fue de 4.2 a 15.0 por ciento para rendimiento, indicando que se necesitan mas repeticiones en un diseño bloques al azar que en un látice. Para el resto de los caracteres se observó misma tendencia. Con estos últimos resultados se reafirmó la eficiencia del diseño látice y la confiabilidad de la información.

Analizando con mas detalle los análisis de varianza de líneas x probadores por localidad, los valores de los coeficientes de variación (8.6 a 19.2 por ciento) fueron ligeramente más bajos que en los análisis de diseño látice. Esto debido a que para realizar el análisis de línea x probador se utilizaron medias de

rendimiento, esto es medias de cruza a través de repeticiones. En este caso el cuadrado medio debido al error experimental, el cual fue usado para probar la significancia del cuadrado medio de la interacción línea x probador fue dividido entre el número de repeticiones del experimento antes de hacer la prueba. Por lo tanto el cuadrado medio del error en cada localidad fue menor y por consiguiente los coeficientes de variación fueron también menores. A excepción de Cotaxtla, hubo diferencias altamente significativas para rendimiento en las cinco localidades para las líneas, probadores, y la interacción línea x probador.

Las diferencias entre líneas y probadores se atribuye a que los dos grupos de líneas fueron desarrollados y mejorados por diferente metodología de mejoramiento y además fueron derivadas de diferentes poblaciones, las cuales difieren en su comportamiento para rendimiento, aunado a esto, las líneas se separaron en dos grupos opuestos de acuerdo a su tipo de mazorca (larga y gruesa) respectivamente. Por tanto la interacción entre estas líneas tendrían que tener diferencias significativas como lo muestran los resultados en el cuadro A6.

En el análisis de varianza combinado, las diferencias altamente significativas entre localidades para rendimiento cuadro 4.1, era de esperarse, atribuyéndose a las diferencias en las condiciones climáticas donde se evaluaron los experimentos. Poza Rica, Cotaxtla y Cardel están localizadas cerca de la costa del Golfo de México y a nivel del mar, con clima tropical húmedo. Mientras que

Tlaltizapan y Gómez Farías están mas distantes y a una altitud de 840 y 1575 metros sobre el nivel del mar respectivamente considerándose de clima subtropical.

Las diferencias significativas de líneas y altamente significativas de probadores a través de las cinco localidades, se atribuyen a que el rendimiento per-se de cada uno de ellos es diferente y por consecuencia respondieron de manera diferente a través de las localidades.

Para las interacciones de líneas y probadores por localidades, hubo diferencias altamente significativas, indicando con esto que se comportaron de manera diferente de una localidad a otra, esto debido a que las líneas interaccionaron fuertemente con el ambiente como respuesta a las diferencias en comportamiento entre líneas y probadores en las localidades de evaluación.

Estos resultados muestran que los materiales genéticos mientras más seleccionados y más homocigóticos, más interaccionan con el ambiente. Por otro lado, es bien conocido que a mayor variabilidad genética de una especie, mayor es su estabilidad sobre el ambiente, debido a que los diferentes genotipos pueden adaptarse a diferentes condiciones ambientales con el resultado de que el cultivo tendría una adaptación mucho más amplia (Pandey y Vargas, 1985).

### Comparación de medias

La diferencia en rendimiento promedio de 4421 kg/ha entre Tlaltizapan y Gómez Farías, se debió a que las cruzas se encuentran mejor adaptadas a condiciones tropicales, aunado a esto, el germoplasma donde se derivaron las líneas progenitoras ha sido desarrollado y mejorado por muchos años bajo condiciones de clima tropical (cuadro A7). El alto rendimiento promedio registrado en Tlaltizapan de 8912.0 kg/ha y el bajo rendimiento de 4491.1 kg/ha en Gómez Farías, se atribuye a que normalmente en la primera localidad, los materiales tienen un buen comportamiento en rendimiento debido a que no se tiene la presencia de enfermedades importantes que puedan disminuir el rendimiento, aunado a esto en esta localidad en algunas ocasiones sirve como vivero para desarrollar y evaluar el germoplasma tropical. Mientras que en la segunda, aunque es de clima subtropical generalmente los materiales presentan diferencias de adaptación aunado a la presencia de enfermedades tales como la mancha foliar gris *Cercospora* (*Cercospora zea-maydis*) que es muy frecuente en dicha región causando bajas en los rendimientos. Sin embargo el bajo rendimiento de esta localidad se debió a la falta de lluvia cuando el cultivo estaba en el período de llenado de grano.

Esto es claro, ya que se esperaba que los mejores resultados fueran registrados en Poza Rica debido al origen del germoplasma, sin embargo no

ocurrió así, al igual que en Cotaxtla y Cardel. Esto se debe a que en los ambientes tropicales por lo general hay mucha lluvia y vientos fuertes provocando microambientes para que se desarrollen enfermedades las cuales causen disminuciones en el rendimiento. Las diferencias para rendimiento entre las localidades, se debió a las diferencias observadas para acame de raíz y tallo siendo los valores mas altos en Cardel con 28.0 y 17.4 por ciento respectivamente, reflejándose esto en los bajos rendimientos obtenidos en dicha localidad. Así también a las diferencias de pudrición de mazorca registradas con mayor expresión en Poza Rica que en el resto de las localidades.

Considerando el comportamiento promedio de rendimiento y otros caracteres, se observó que existen híbridos de cruce simple con buen potencial de rendimiento, además de poseer buenos atributos agronómicos.

#### Efectos de ACG y ACE y sus implicaciones en el rendimiento

Tomando como base la clasificación en el análisis combinado de las líneas y probadores; las líneas de alta (A), intermedia (I) y baja (B) aptitud combinatoria general y los probadores de alta (A), intermedia (I) y baja (B) aptitud combinatoria general, según sus valores descendientes de ACG (cuadro 4.3), se esperaba que las combinaciones de mayor rendimiento correspondieran a las combinaciones de AxA, AxI, AxB, IxI, IxB y en ningún caso la combinación de BxB.

Este resultado sería de esperarse porque el alto rendimiento de un cruce podría deberse 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 una línea y los recesivos de la otra pero no habría de esperarse interacción alguna entre alelos recesivos de ambas líneas (Falconer, 1984).

Analizando las cruces de los cuadros 4.4 y 4.5, e identificando la aptitud combinatoria general de sus líneas progenitoras en alta (A), intermedia (I) y baja (B). Se encuentra que ninguna de las cruces debería aparecer la combinación BxB, sin embargo la cruce L6xG2, involucró padres, (-51.841 kg/ha) y (-10.728 kg/ha) con efectos bajos y negativos de ACG, obteniendo el segundo lugar para efectos de aptitud combinatoria específica (780.94 kg/ha), además de que también presentó un comportamiento promedio de rendimiento aceptable.

Así también, debería esperarse que las cruces de mayor rendimiento y mayor ACE, dada ésta por el mayor valor positivo de  $S_{ij}$ , correspondieran a las posibles combinaciones entre líneas de alta, intermedia y baja ACG, excepto la de baja x baja ACG; esto es lo que ocurre en el cuadro A10 de Apéndice, donde se observa que en las 20 cruces de mayor rendimiento ocurren valores positivos de  $S_{ij}$  con mayor frecuencia que en las 20 cruces de menor rendimiento; sin embargo, debe señalarse que en algunos casos, las cruces de mayor rendimiento no siempre son las de mayor  $S_{ij}$  (efectos no aditivos) tal como sucede en algunas de

las mejores cruzas de mayor rendimiento (cuadro 4.4 y 4.5), en los cuales aparece la comparación  $(g_i+g_j) \geq S_{ij}$ .

Al analizar la estructura genética de las cruzas de los cuadro 4.4 y 4.5, se encuentra que hubo cruzas cuyo alto rendimiento se debió a: efectos aditivos  $(g_i+g_j) > S_{ij}$ ; efectos no aditivos  $S_{ij} > (g_i+g_j)$ ; y efectos aditivos mas efectos no aditivos  $(g_i+g_j) = S_{ij}$ .

En el primer caso se esperaría que la depresión endogámica en las generaciones avanzadas de las cruzas, fuera baja y que sus generaciones avanzadas conservaran el alto rendimiento de la F1. Mientras que en el segundo caso se esperaría una alta depresión endogámica en sus generaciones avanzadas, por lo que sólo podría usarse su F1. En tanto que en el tercer caso se esperaría que las cruzas expresaran en sus generaciones avanzadas una depresión endogámica intermedia.

Las cruzas L4xG10 y L4xG12; L10xG7 y L6xG2; L9xG12; del cuadro 4.4 ilustran los casos 1,2,y 3 respectivamente. Mientras que en cuadro 4.5 las cruzas L4xG10 y L4xG12; L10xG7 y L6xG2; L1xG7 y L9xg12; ilustran los casos 1, 2 y 3 respectivamente.

En general las mejores cruza simples involucraron progenitores con combinaciones de efectos de ACG (Alta x Intermedia) con mayor frecuencia, siendo lo mas destacado que la cruz L9xG7 que involucra la combinación de padres con efectos de ACG (Alta x Alta) mostró un efecto específico bajo, pero un rendimiento promedio bueno. Debido a esto último, el alto rendimiento de esta cruz se debió a que la suma de sus efectos aditivos fueron de mayor importancia que los efectos no aditivos clasificándose como una cruz del primer caso;  $(g_i+g_j) > S_{ij}$ .

Estos resultados muestran que en este grupo de cruza se involucran tanto efectos aditivos  $(g_i+g_j)$  como no aditivos  $(S_{ij})$ , donde ambos son importantes. Esto tal vez se debe a que en el proceso de selección del material genético de este estudio, se llevó a cabo un proceso de selección de líneas de alto rendimiento y que los excelentes efectos específicos, se debió a que los dos grupos de líneas poseen caracteres contrastantes, así como también pertenecen a grupos heteróticos opuestos, de modo que al combinarse, su comportamiento se refleja en los altos valores de (ACE) en las mejores cruza.

La información mostrada en los cuadros 4.2 y 4.3, indican que entre las líneas con mazorca larga la línea L4 y la línea L9 presentaron los efectos de ACG más altos, la primera es una línea reciclada de una cruz entre una línea de Población 21 y otra de Población 43, la segunda proviene de la Población 21 (Tuxpeño). Es muy conocido que de estas dos poblaciones se desarrollen líneas

con buen potencial de rendimiento y buena ACG. En el grupo de líneas con mazorca gruesa, la mejor línea fue la G7 con el más alto valor de ACG, la cual proviene de otra población con buen comportamiento en cruzamiento (Población 25), seguida de la línea G11 que fue desarrollada de un sintético TSR resistente a *Phyllacora*, la línea G4 proveniente de Tuxpeño Sequía también mostró buenos efectos de ACG, mientras que la línea G10 fue derivada de el ciclo 1 del mejoramiento interpoblacional de Tuxpeño y ETO y finalmente otra línea con buenos efectos de ACG fue la G12 desarrollada de Población 21 (Tuxpeño).

Por otro lado la línea G7 (mazorca gruesa) contribuye alto rendimiento en todas las cruzas donde interviene (cuadro 4.5) mostrando con esto su excelente valor de ACG, mientras que por el lado de las líneas con mazorca larga la que contribuye con alto rendimiento en sus cruzas no hay mucha diferencia entre las dos mejores líneas L4 y L9 respectivamente, la razón de esto es que las dos tienen el mismo germoplasma.

Los datos presentados en el cuadro 4.3 muestran que las líneas utilizadas como probadores (mazorca gruesa), registraron valores más altos de aptitud combinatoria general (ACG), comparados con los valores de las líneas de mazorca larga. Esto puede ser por la correlación que existe entre el diámetro de mazorca y el número de hileras con el rendimiento.

Analizando en conjunto todas las comparaciones anteriores, se infiere que tanto los objetivos como las hipótesis planteadas en el presente estudio se han cumplido, y donde los resultados están de acuerdo con los planteamientos de Vasal, *et al*, 1986, 1987, 1992a).

Los resultados de los cuadros 4.4 y 4.5 muestran que las mejores cruzas para rendimiento y efectos de ACE, involucraron combinaciones entre germoplasma de Tuxpeño y ETO, el cual es un patrón heterótico ampliamente conocido

Sin embargo también se detectaron combinaciones entre líneas derivadas de misma población parental como el caso de las cruzas L1xG12, L9xG12 y L4xG12 las cuales involucran líneas de la Población 21.

Analizando más a fondo estos cuadros se observa que además del patrón heterótico antes mencionado, es factible, considerar otro patrón heterótico que involucra Pob.21 x Pob.25 o Pob.43 x Pob.25.

## CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados del presente estudio y considerando las condiciones ecológicas bajo las cuales se llevó a cabo la experimentación, se derivan las siguientes conclusiones:

Los dos grupos de líneas (mazorca larga y mazorca gruesa), produjeron híbridos simples con alto potencial de rendimiento.

Hecha la clasificación de las líneas (líneas con mazorca larga y líneas con gruesa) en alta, intermedia y baja (ACG), las cruzas de mayor rendimiento pueden resultar de cualquiera de sus combinaciones, pero no de la combinación entre líneas de baja x baja (ACG). Excepto la combinación de L6xG2, la cual involucra una línea derivada de Población 43 (La Posta) y otra línea de Pool 24 respectivamente, no obstante que aunque los dos materiales fueron constituidos básicamente por germoplasma Tuxpeño (Población 21), estas fueron desarrolladas y mejoradas por metodología distintas, aunado también a que difieren en su tipo de mazorca larga y gruesa, además de que poseen buena habilidad combinatoria en cruzamiento.

Es factible obtener líneas de alta ACG genéticamente estables, donde las mejores líneas fueron la línea L4 que es una línea desarrollada y mejorada por reciclaje y la línea L9 la cual fue desarrollada por endogamia tradicional de Población 21 y además es una línea que ya fue liberada por su buen comportamiento en rendimiento y ACG. Estas dos líneas presentan mazorca larga. Por otro lado las mejores líneas con mazorca gruesa fue la línea G7 que es derivada de Población 25 por la metodología tradicional, seguida por las líneas G11, G4, G10, y G12, derivadas de Sintético TSR, Tuxpeño Sequía, Población 32 (ETO) y Población 21 (Tuxpeño) respectivamente. De acuerdo a los resultados observados las líneas de mazorca gruesa usadas como probadores en este estudio, contribuyen con mas frecuencia alelos favorables para rendimiento en todas las cruzas donde interviene. La información aquí obtenida demuestra la importancia de considerar caracteres contrastantes para asegurar el éxito de un programa de hibridación, además de que los materiales que se vayan a utilizar pertenezcan a grupos heteróticos opuestos. En base al comportamiento promedio para rendimiento es posible identificar híbridos de crusa simple sobresalientes con buen potencial de rendimiento los cuales pueden ser seleccionados por sus efectos aditivos o no aditivos o una combinación de ambos.

Por los resultados aquí obtenidos demuestran la posibilidad de formar híbridos intrapoblacionales con buen potencial de rendimiento, que compitan con los híbridos interpoblacionales.

## RESUMEN

Un requerimiento importante para un programa de hibridación es la existencia de heterosis entre sus fuentes de germoplasma para poder explotar al máximo la F1 de sus cruzas. En este estudio se utilizaron 24 líneas tropicales desarrolladas en CIMMYT. Con el objetivo de examinar sus efectos de aptitud combinatoria y para determinar su comportamiento en cruzamiento. Se formaron dos grupos de acuerdo a su tipo de mazorca, el primero con 12 líneas con mazorca larga, y el segundo con 12 líneas con mazorca gruesa. Se obtuvo 144 cruzas utilizando un sistema de apareamiento en forma de Diseño II. Las cruzas, se evaluaron en cinco localidades en ensayos de rendimiento, durante 1995 B. Utilizándose un diseño látice 12x12 con cuatro repeticiones. Se realizó un análisis de varianza línea x probador para rendimiento de grano. La línea L4 registró el valor más alto de ACG=576.5 kg/ha, para líneas con mazorca larga, y G7 con un valor de ACG = 475.2 kg/ha siendo la más sobresaliente en las líneas con mazorca gruesa. La mejor craza fue L4 x G10 con un rendimiento de 8350.1 kg/ha. En general las mejores cruzas, involucraron líneas derivadas de Población 21 y 32, el cual es un patrón heterótico ampliamente conocido. Los resultados muestran que las líneas con mazorca gruesa, registraron valores de ACG más altos que las líneas con mazorca larga. Mostrando así la importancia de considerar el uso de líneas con caracteres contrastantes en el desarrollo de híbridos para maximizar el comportamiento de la F1.

## LITERATURA CITADA

- Allard, R. W. 1960. Principios de la mejora de las plantas. Editorial Omega. S.A. ,  
Barcelona España.
- Allison, J. C., and R. N. Curnow. 1966. On the choice of tester parent for the  
breeding of synthetic varieties of maize (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 6: 541-544
- Beck, D.L., S.K.Vasal, and J.Crossa. 1991. Heterosis and combining ability among  
subtropical and temperate intermediate-maturity maize germplasm. *Crop  
Sci.* 31: 68-73.
- Beil , G. M. 1975. Selection and development of inbred material for use in early  
maturing corn hybrids. *Proc. Ann. Corn Sorghum Res.* 30: 131-149.
- Brown, W. L., and E. Anderson. 1947. The northern flints corns. *Ann. Missouri Bot  
Gard.* 34 : 1-28.
- , 1948. The southern dent corns. *Ann. Missouri Bot  
Gard.* 35: 255-268.
- Brown, W.L., and Goodman, M.N. 1977. Races of maize. In G.F. Sprague.(ed).  
*Corn and Corn Improvement.* Am.Soc. Agron., Madison, Wisconsin. pp. 49  
88.
- CIMMYT. 1985. Managin trials and reporting data for CIMMYT's International  
Maize Testing Program. México, D. F.
- , 1989. Descriptions of CIMMYT's maize gene pools and populations.  
México, D. F. CIMMYT.

- CIMMYT. 1990. CIMMYT. World maize facts and trends: realizing the potential of maize in Sub-Sahara Africa. México. D. F. CIMMYT.
- Comstock, R. E. ; H. F. Robinson, and P. H. Harvey. 1949. A breeding procedure designed to make use of both general and specific combining ability. *Agron J.* 41: 360-367.
- Comstock, R. E., and Robinson, H. F. 1952. Estimation of average dominance of genes. In J. W. Gowen (ed). *Heterosis*. Iowa State College Press, Ames, pp 494-516.
- Darrah, L. L., S. A. Eberhart, and L. H. Penny. 1972. A maize breedings study in Kenya. *Crop Science*: 12: 605-608.
- Davis, L. R. 1927. Report of the plant breeder. Rep. Puerto rico Agric. Exp. Stn. 1927. pp. 14-15.
- Duvick, N. D. 1977. Genetics rates of gain in hybrid maize yields during the past 4 years. *Maydica*. 22: 187-196.
- , 1984. Genetic contributions to yield gains to U. S. hybrids maize, 1930 to 1980. In W. R. Ferh (de). Pub. No. 7. *Crop Science Soc. Am.* Madison, W. 5311. pp. 15-47.
- East, E. M. 1908. Inbreeding in corn. Connecticut Agric. Exp. Stn. Rep. 1907. pp.419-28.
- Falconer, D.S. 1984. *Introducción a la genética cuantitativa*. Trad. de la 1a. ed. en ingles por Fidel Márquez Sánchez. México, Continental 430 p.
- Ferh. W. R. 1987. *Principles of Cultivar Development, theory and technique*. Vol.1 Mac Millan.
- Frey, K. J. 1971. Improving crop yields trough plant breeding. *Amer. Soc. Agron. Spec. Publ.* 20: 15-58

- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la Rep. Mexicana). 4a Ed. UNAM. Instituto de Geografía. México, 217 pp.
- Goodman, M.N. 1983. Racial diversity in maize. In proc. International maize virus diseases colloquium and workshop, D.T. Gordon, J.K., Knoke, L.R. Nault and R.M. Ritter (eds), pp.29-40. The Ohio State University.
- Gómez, A. Arturo., and Gómez A. Kwanchai. 1984. Statistical procedures for agricultural research. 2 Edition. John Wiley and Sons.
- Griffing, B. and E.W. Lindstrom. 1954. A study of the combining ability of corn inbreds having varying proportions of corn belt and non-corn belt germplasm. Agron. J. 46: 545-552.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci.9: 463-493.
- Hallauer, R. A. 1975. Relation of gene action and type of tester in maize breeding procedures. Proc. Ann. Corn Sorghum Res.30: 150-165.
- Hallauer, R. A., and J. B. Miranda FO. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding. The Iowa State University Press Ames, Iowa, 50010. First Editor 468 pp.
- Hallauer, R. A. 1988. Maize. In W. R. Ferh (ed). Principles of cultivars development. Vol. No. 2 Mc Millan, New york. pp. 249-294.
- Han, G. C., S. K. Vasal, D. L. Beck, and E. Elias. 1991. Combining ability of inbred lines derived from CIMMYT maize (*Zea mays* L.) germplasm. Maydica. 36: 57-64.
- Hull, F. H. 1945. Recurrent selection for specific combining ability in corn. J. Am. Soc. Agron. 37: 134-145.

- IMM. 1996. Utilización de germoplasma enano e ideotipo en programas de selección recurrente y de endogamia-hibridación con adaptación al Bajío Mexicano. *Proyectos de Investigación, Desarrollo y Nueva Creación*. pp. 173-183.
- Jenkins, M. T., and A. M. Brunson. 1932. Methods of testing inbred lines of maize cross-bred combinations. *J. Am. Soc. Agron.* 24: 523-530.
- Jenkins, M. T. 1935. The effect of inbreeding and of selection within inbred lines of corn upon the hybrids made after successive generations of selfing. *Iowa State J. Sci.* 3: 429-450.
- , 1940. The segregation of genes affecting yield of gain in maize. *J. Am. Soc. Agron.* 32: 55-63.
- Jones, D. F. 1918. The effects of inbreeding and cross-breeding upon development. *Connecticut Agric. Exp. Stn. Bull.* 207: 5-100.
- , 1922. The productiveness of single and double-cross first generation hybrids. *J. Am. Soc. Agron.* 14:241-252.
- Jugenheimer, R. W. 1981. *Variedades mejoradas. Métodos de cultivo y producción de semilla*. Trad. R. Piña G. Ed. Limusa, México. 841 pp.
- Kempthorne, O. 1957. *An Introduction to Genetics Statistics*. New York: John Wiley and Sons, Inc; London: Chapman , Hall, Ltd.
- Lonnquist, J. H. 1949. The development and performance of synthetic varieties of corn. *Agron. J.* 41: 153-156.
- López, P. E. 1986. Comparación entre diferentes probadores para evaluar líneas de maíz. Folleto de divulgación. Vol. 1 No. 7. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coah. México.
- Márquez, S. F. 1988. *Genotecnia Vegetal. Métodos, teoría, resultados*. Tomo II. AGT Editor S A México D F 665 pp

- Matzinger, D. F. 1953. Comparison of three types of testers for the evaluation of inbreds lines of corn. *Agron. J.* 45: 493-495.
- Molina, Galán. J. 1988. Mejoramiento genético del maíz y su aplicación en el Trópico de México. Notas sin publicar del Curso de Genética, Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- Pandey, S y J. E. Vargas S. 1985. La interacción genotipo-medio ambiente y su importancia en el mejoramiento intrapoblacional en las plantas cultivadas VII Congreso Latinoamericano de genética- I Congreso Colombiano de genética. Bogotá, Colombia. pp. 38.
- Russell, W. A. 1974. Comparative performance for maize hybrids representing different eras of maize breeding. *Proc. Ann. Corn Sorghum Res. Conf.* 29: 81-101.
- Rowlings, J. O., and D. L. Thompson. 1962. Performance level as criterion for the choice of maize testers. *Crop Science*: 2: 217-220.
- SAS USER's Guide. 1985. SAS Institute Statistical Analysis System. 5 th Edition. Cary, N. C. USA. 956 pp.
- Shull, G. M. 1908. The composition of a yield of maize. *Am. Breeders' Assoc. Re* 4: 296-301.
- , 1909. A pure line method of corn breeding. *Am. Breeders' Assoc. Re* 5: 51-59.
- , 1910. Hybridization methods in corn breeding. *Am. Breeders' Assoc Mag.* 1: 98-101.
- Singh, R. K., and B.D, Choudhary. 1976. Biometrical techniques in genetics and breeding. International Bioscience Publishers Hissar (India). Hony, Gener Editor: T.M. Varghese.

- Smith, D. C. 1967. Development and Success. In K. J. Frey (ed). Plant Breeding. Iowa State University Press, Ames. pp. 3-46.
- Sprague, G. F., and L. A. Tatum. 1942. General vs specific combining ability in single crosses of corn. J. Am. Soc. Agron. 34: 923-932.
- Sprague, G. F. 1946. Early testing of inbred line of corn. Jour. Am. Soc. Agron. 3: 108-117.
- Vasal, S. K., A. Ortega C., y S. Pandey. 1982. Programa de manejo, mejoramiento y utilización del germoplasma de maíz en el CIMMYT, El Batán, México.
- Vasal, S.K., D.L.Beck, and J.Crossa. 1986. Studies on the combining ability of CIMMYT maize germplasm. CIMMYT Research Highlights 1986. CIMMYT El Batán, México.
- Vasal, S.K., D.L.Beck, J.Crossa, y N. Vergara. 1987. Heterosis y aptitud combinatoria en germoplasma tropical de CIMMYT. XXXIII Reunión Anual del PCCMCA, Guatemala, Guatemala, 1987.
- Vasal, S.K., G. Han, N. Vergara, V. P. Ahuja y M. A. Espinoza. 1990. Desarrollo de germoplasma orientado a híbridos de maíz. Producción de líneas vigorosas y resultados de ensayos XXXVI Reunión Anual del PCCMCA, San Salvador. El Salvador. pp 161-174.
- Vasal, S.K., G. Srinivasan, D. L. Beck, J. Crossa, S. Pandey, and C. De León. 1992. Heterosis and combining ability of CIMMYT's tropical white germplasm. Maydica. 32 : 217-223.
- Vasal, S.K., G. Srinivasan, J. Crossa, and D. L. Beck. 1992a. Heterosis and combining ability of CIMMYT's subtropical and temperate early-maturity maize germplasm. Crop. Sci. 32: 884-890.
- Vasal, S.K., G. Srinivasan, F. González C., G. C. Han, S. Pandey, D. L. Beck, and J. Crossa. 1992b. Heterosis and combining ability of CIMMYT's tropical x subtropical maize germplasm. Crop. Sci. 32: 1483-1489.

- Vasal, S.K., G. Srinivasan, S. Pandey, H. S. Cordova, G. C. Han, and F. González C. 1992c. Heterotic patterns of ninety-two white tropical CIMMYT maize lines. *Maydica*. 37: 259-270.
- Vasal, S.K., G. Srinivasan, G. C. Han, and F. González C. 1992d. Heterotic patterns of eighty-eight white subtropical CIMMYT maize lines. *Maydica*. 37: 319-327.
- Vasal, S. K., S. Mc Lean, F. San Vicente, and S. K. Ramanujam. 1995. Heterotic patterns and the choice testers. Overview. CIMMYT Maize Program Internally Managed External Review of Breeding Strategies and Methodologies. 1995. Briefing Document.
- Vasal, S. K., F. M. San Vicente, S. D. Mc Lean, S. K. Ramanujam, M. Barandari, A. Ramírez, y J. G. Avila. 1996. Avances en el desarrollo de líneas como probadores en germoplasma tropical de maíz. XLII Reunión Anual del PCCMCA. San Salvador, El Salvador.
- Wellhausen, E. J. 1951. El maíz híbrido y su utilización en México. Folleto técnico No.6. Oficina de Estudios Especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería, México, D.F.
- , 1960. El mejoramiento de maíz en México-Avances actuales proyección hacia el futuro. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. Tomo XXI. No.2.
- , 1978. Recent development in maize breeding in the tropics. In I. Walden (ed). *Maize Breeding and Genetics*. pp.56-84. John Wiley and Sons. New York.
- Wych, R. D. 1988. Production of hybrid seed corn. *Corn and Corn Improvement* ASA / CSSA publication. 3 rd Ed. p. 565-605.

## APENDICE

Cuadro A1. Cuadrados medios del análisis de varianza látice, para rendimiento de grano en kg/ha y otros caracteres. Poza Rica, Veracruz, Verano, 1995.

Fuentes de Variación	G.L	REND (kg/ha)	FF (días)	FM (días)	AP (cm)	AM (cm)	PCO	HUM (%)
Repeticiones	3	569000.8	14.7 **	15.6 **	1161.9 **	1106.1 **	8.0 *	46.0 **
Bloques (ajustados)	44	1109948.5 **	1.6 **	1.1 **	312.4 **	219.8 **	2.0	10.1 **
Tratamientos (sin ajustar)	143	2719393.6 **	6.6 **	4.2 **	490.7 **	408.1 **	2.0	13.5 **
Error intrabloque	99	541443.6	0.7	0.5	115.3	59.1	1.6	2.9
Tratamientos (ajustados)	143	2504481.1 **	5.4 **	3.4 **	388.1 **	265.6 **	1.9	9.9 **
Error efectivo para una parcela	99	575742.8	0.8	0.5	124.8	64.9	1.7	3.2
Error para un DBA	143	599751.8	0.8	0.5	135.3	75.6	1.7	3.7
Rendimiento promedio		6722.8	57.2	57.8	241.4	129.6	21.2	20.5
DMS (.05)		1054.8	1.2	1.0	15.5	11.2	1.8	2.5
CV (%)		11.3	1.5	1.2	4.6	6.2	6.1	8.8
Eficiencia relativa para un DBA (%)		104.2	105.6	106.4	108.6	116.4	100.3	114.1

\* , \*\* Diferencia significativa  $p=0.05$  y  $p=0.01$ , respectivamente.

Cuadro A2. Cuadrados medios del análisis de varianza látice, para rendimiento de grano en kg/ha y otros caracteres Tlaltizapan, Morelos. Verano, 1995.

Fuentes de Variación	G.L	REND (kg/ha)	FF (días)	FM (días)	AP (cm)	AM (cm)	PCO	HUM (%)
Repeticiones	3	19845637.1 **	57.3 **	52.3 **	3737.8 **	1915.7 **	4.1 **	47.9 **
Bloques (ajustados)	44	1750879.2 **	3.7 **	3.1 **	465.8 **	319.1 **	0.7	4.4 **
Tratamientos (sin ajustar)	143	4514910.2 **	11.8 **	9.6 **	813.2 **	721.1 **	1.1 **	11.9 **
Error intrabloque	99	523089.8	0.9	0.9	33.0	83.1	0.5	1.5
Tratamientos (ajustados)	143	4079702.0 **	8.6 **	6.9 **	488.0 **	495.8 **	1.0 **	9.2 **
Error efectivo para una parcela	99	572188.2	1.0	1.0	37.6	91.5	0.5	1.6
Error para un DBA	143	649016.9	1.2	1.2	77.4	107.3	0.5	1.8
Rendimiento promedio		8374.1	63.9	62.8	236.0	117.8	20.6	23.4
DMS (.05)		1051.5	1.4	1.4	8.5	13.3	1.0	1.8
CV (%)		9.0	1.6	1.6	2.6	8.1	3.5	5.4
Eficiencia relativa para un DBA (%)		113.4	118.7	113.1	206.0	117.3	101.0	110.4

\*, \*\* Diferencia significativa  $p = 0.05$  y  $p = 0.01$ , respectivamente.

Cuadro A3. Cuadros medios del análisis de varianza látice, para rendimiento de grano en kg/ha y otros caracteres Cotaxtla, Veracruz. Verano, 1995.

Fuentes de Variación	G.L	REND (kg/ha)	FF (días)	FM (días)	AP (cm)	AM (cm)	PCO	HUM (%)
Repeticiones	3	2440377.6	31.5 **	16.6 **	5851.7 **	1966.8 **	24.7 *	21.0 **
Bloques (ajustados)	44	1267950.2	2.0	1.8	542.8 **	200.8 **	7.2	6.4 **
Tratamientos (sin ajustar)	143	2959870.1 **	7.3 **	5.6 **	1040.1 **	511.0 **	5.7	17.7 **
Error intrabloque	99	1360585.5	1.6	1.2	252.1	119.3	6.1	3.2
Tratamientos (ajustados)	143	2945364.1 **	6.7 **	5.0 **	769.2 **	407.8 **	5.6	14.0 **
Error efectivo para una parcela	99	1351084.5	1.6	1.3	268.9	125.1	6.2	3.4
Error para un DBA	143	1351084.5	1.6	1.3	281.9	127.7	6.2	3.6
Rendimiento promedio		7503.5	57.8	57.4	238.4	123.2	19.2	26.0
DMS (.05)		1615.3	1.8	1.6	22.8	15.5	3.5	2.6
CV (%)		15.5	2.2	2.0	6.9	9.1	13.0	7.1
Eficiencia relativa para un DBA (%)		100.0	100.4	100.9	104.8	102.1	100.2	103.7

\*, \*\* Diferencia significativa  $p=0.05$  y  $p=0.01$ , respectivamente.

Cuadro A4. Cuadrados medios del análisis de varianza látice, para rendimiento de grano en kg/ha y otros caracteres Cardel, Veracruz. Verano, 1995.

Fuentes de Variación	G.L	REND (kg/ha)	AP (cm)	AM (cm)	PCO	HUM (%)
Repeticiones	3	1926551.7 *	1905.6 **	416.5 **	13.4 **	86.4 **
Bloques (ajustados)	44	1709302.6 **	593.1 **	192.4 **	2.7	8.4 **
Tratamientos (sin ajustar)	143	1641836.4 **	608.9 **	489.4 **	2.0	16.8 **
Error intrabloque	99	480666.6	120.6	60.7	1.8	2.2
Tratamientos (ajustados)	143	1302352.4 **	447.4 **	362.1 **	1.9	11.4 **
Error efectivo para una parcela	99	527268.2	134.0	66.2	1.9	2.4
Error para un DBA	143	606680.6	169.0	74.2	1.9	2.9
Rendimiento promedio		5486.5	237.3	126.7	20.2	22.5
DMS (.05)		1009.4	16.1	11.3	1.9	2.2
CV (%)		13.2	4.9	6.4	6.8	7.0
Eficiencia relativa para un DBA (%)		115.1	126.2	112.1	101.1	117.0

\* , \*\* Diferencia significativa  $p=0.05$  y  $p=0.01$ , respectivamente.

Cuadro A5. Cuadrados medios del análisis de varianza látice, para rendimiento de grano en kg/ha y otros caracteres  
Gómez Farías, Jalisco. Verano, 1995.

Fuentes de Variación	G.L	REND (kg/ha)	FF (días)	AM (cm)	HUM (%)
Repeticiones	3	16377704.5 **	47.4 **	1845.5 **	82.1 **
Bloques (ajustados)	44	2177314.6 **	3.6	239.3 **	4.4 **
Tratamientos (sin ajustar)	143	1782698.5 **	17.4 **	508.0 **	8.5 **
Error intrabloque	99	725284.0	2.8	52.0	1.2
Tratamientos (ajustados)	143	1672834.3 **	15.9 **	285.4 **	5.7 **
Error efectivo para una parcela	99	789072.8	2.8	57.7	1.4
Error para un DBA	143	874210.2	2.8	71.2	1.6
Rendimiento promedio		4440.0	82.0	129.7	21.2
DMS (.05)		1234.8	2.3	10.6	1.6
CV (%)		20.0	2.1	5.9	5.5
Eficiencia relativa para un DBA (%)		110.8	100.5	123.5	114.8

\*, \*\* Diferencia significativa  $p=0.05$  y  $p=0.01$ , respectivamente.

Cuadro A6. Cuadrados medios del análisis de varianza línea x probador, para rendimiento de grano en kg/ha por localidad. Verano, 1995.

Fuentes de Variación	G.L	POZA RICA	TLALTIZAPAN	COTAXTLA	CARDEL	GOMEZ FARIAS
Líneas	11	2537728.8 **	8347700.5 **	2138716.2 *	940059.9 **	1434490.6 **
Probadores	11	4746353.2 **	5728637.1 **	2369403.7 **	1832103.0 **	1869754.1 **
Líneas x Probadores	121	469405.4 **	483934.7 **	596959.9 **	213741.2 **	285838.2 **
Cuzas	143	957503.2 **	1492278.4 **	851898.4 **	394101.2 **	496035.8 **
Error	385	181601.8	148539.6	388870.3	121378.2	186773.5
Rendimiento Promedio		7489.7	8912.0	8051.1	5513.5	4491.0
D.M.S (0.05) Kg/ha		1184.2	1068.3	1728.5	965.7	1197.9
C.V (%)		11.4	8.6	15.5	12.6	19.2

\*, \*\* Diferencia significativa  $p=0.05$  y  $p=0.01$ , respectivamente.

Cuadro A7. Medias de rendimiento de grano en kg/ha y otros caracteres de 144 cruzas simples por localidad Verano, 1995.

	POZA RICA	TLALTIZAPAN	COTAXTLA	CARDEL	GOMEZ FARIAS
Rendimiento	7489.7	8912.0	8051.1	5513.5	4491.0
Floración masculina	57.8	62.8	57.4		
Floración femenina	57.2	63.9	57.8		82.0
ASI (2)	0.8	1.1	0.5		
Altura de planta	241.4	236.0	238.4	237.3	
Altura de mazorca	129.6	117.8	123.2	126.7	129.7
Acame de raíz	4.2	1.4	0.9	28.0	0.4
Acame de tallo	1.0	1.3	7.7	17.4	
% mazorcas podridas	6.8	0.6	1.7	0.2	0.9
Aspecto de mazorca (1)	2.6	2.6	2.9	2.8	2.9
% mala cobertura	10.3	9.5	18.6	0.7	
Aspecto de planta (1)	2.8	2.5	2.5		2.7
% humedad de grano	20.5	23.4	26.0	22.5	21.2
Plantas cosechadas	21.2	20.6	19.2	20.2	22.0

1 Escala 1 excelente, 5 pésimo

2 Sincronización floral

Cuadro A8. Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) para rendimiento<sup>72</sup> de grano en kg/ha de líneas con mazorca larga por localidad. Verano, 1995.

Localidad	Línea	REND Línea	REND Localidad	ACG	ACG E.S	*
1	L1	7041.3	7489.7	-448.4	117.8	11
1	L2	7108.8	7489.7	-381.0	117.8	10
1	L3	7566.6	7489.7	76.9	117.8	7
1	L4	7341.0	7489.7	-148.7	117.8	8
1	L5	7302.1	7489.7	-187.6	117.8	9
1	L6	7737.7	7489.7	248.0	117.8	4
1	L7	8278.0	7489.7	788.3	117.8	1
1	L8	7568.1	7489.7	78.4	117.8	6
1	L9	7921.4	7489.7	431.7	117.8	2
1	L10	6533.6	7489.7	-956.1	117.8	12
1	L11	7699.1	7489.7	209.4	117.8	5
1	L12	7778.6	7489.7	288.9	117.8	3
2	L1	9338.2	8912.0	426.2	106.5	4
2	L2	9546.0	8912.0	634.1	106.5	3
2	L3	9768.2	8912.0	856.3	106.5	2
2	L4	10467.6	8912.0	1555.6	106.5	1
2	L5	8591.6	8912.0	-320.4	106.5	8
2	L6	8656.0	8912.0	-255.9	106.5	7
2	L7	8570.4	8912.0	-341.6	106.5	9
2	L8	8090.4	8912.0	-821.6	106.5	11
2	L9	9243.0	8912.0	331.1	106.5	5
2	L10	7277.0	8912.0	-1634.9	106.5	12
2	L11	8898.8	8912.0	-13.2	106.5	6
2	L12	8496.3	8912.0	-415.7	106.5	10
3	L1	8014.8	8051.1	-36.2	172.4	6
3	L2	7502.8	8051.1	-548.3	172.4	11
3	L3	7941.1	8051.1	-110.0	172.4	9
3	L4	8870.6	8051.1	819.5	172.4	1
3	L5	7960.7	8051.1	-90.4	172.4	8
3	L6	8100.1	8051.1	49.0	172.4	4

Cuadro A8. Continuación .....

3	L7	8571.99	8051.08	520.91	172.352	2
3	L8	7373.82	8051.08	-677.26	172.352	12
3	L9	8050.07	8051.08	-1.00	172.352	5
3	L10	7772.91	8051.08	-178.17	172.352	10
3	L11	8444.86	8051.08	393.78	172.352	3
3	L12	8009.27	8051.08	-41.81	172.352	7
4	L1	5622.23	5513.45	108.77	96.291	5
4	L2	5512.45	5513.45	-1.00	96.291	7
4	L3	5400.33	5513.45	-113.12	96.291	10
4	L4	5814.07	5513.45	300.61	96.291	2
4	L5	5959.94	5513.45	446.49	96.291	1
4	L6	5430.39	5513.45	-83.06	96.291	9
4	L7	5653.33	5513.45	139.88	96.291	4
4	L8	5475.72	5513.45	-37.74	96.291	8
4	L9	5669.63	5513.45	156.18	96.291	3
4	L10	5562.38	5513.45	48.92	96.291	6
4	L11	4916.05	5513.45	-597.40	96.291	12
4	L12	5144.93	5513.45	-368.52	96.291	11
5	L1	4450.72	4490.95	-40.23	119.446	8
5	L2	4178.23	4490.95	-312.73	119.446	11
5	L3	4471.23	4490.95	-19.72	119.446	7
5	L4	4846.53	4490.95	355.57	119.446	2
5	L5	4797.23	4490.95	306.28	119.446	3
5	L6	4273.71	4490.95	-217.24	119.446	9
5	L7	4245.37	4490.95	-245.58	119.446	10
5	L8	4563.86	4490.95	72.91	119.446	5
5	L9	5147.72	4490.95	656.77	119.446	1
5	L10	3826.86	4490.95	-664.09	119.446	12
5	L11	4589.04	4490.95	98.09	119.446	4
5	L12	4500.92	4490.95	9.97	119.446	6

---

\* Lugar ocupado según sus valores de ACG y E.S error estandar

Cuadro A9. Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) para rendimiento<sup>74</sup> de grano en kg/ha de líneas con mazorca gruesa por localidad. Verano, 1995.

Localidad	Probador	REND Probador	REND Localidad	ACG	ACG E.S	*
1	G1	7546.1	7489.7	56.4	117.8	
1	G2	8005.8	7489.7	516.1	117.8	
1	G3	7620.2	7489.7	130.5	117.8	
1	G4	7499.3	7489.7	9.6	117.8	
1	G5	6882.5	7489.7	-607.2	117.8	1
1	G6	7366.0	7489.7	-123.7	117.8	
1	G7	8432.7	7489.7	943.0	117.8	
1	G8	7109.5	7489.7	-380.2	117.8	1
1	G9	6022.2	7489.7	-1467.5	117.8	1
1	G10	8094.1	7489.7	604.4	117.8	
1	G11	7845.0	7489.7	355.3	117.8	
1	G12	7453.0	7489.7	-36.7	117.8	
2	G1	9093.8	8912.0	181.8	106.5	
2	G2	8582.3	8912.0	-329.7	106.5	
2	G3	8784.6	8912.0	-127.3	106.5	
2	G4	10088.1	8912.0	1176.2	106.5	
2	G5	8254.4	8912.0	-657.6	106.5	1
2	G6	8482.6	8912.0	-429.4	106.5	1
2	G7	9164.9	8912.0	253.0	106.5	
2	G8	9292.7	8912.0	380.8	106.5	
2	G9	7486.2	8912.0	-1425.8	106.5	1
2	G10	9157.9	8912.0	245.9	106.5	
2	G11	9789.3	8912.0	877.4	106.5	
2	G12	8766.8	8912.0	-145.2	106.5	
3	G1	7015.5	8051.1	-1035.6	172.4	1
3	G2	8170.4	8051.1	119.4	172.4	
3	G3	7413.0	8051.1	-638.1	172.4	1
3	G4	7990.0	8051.1	-61.1	172.4	
3	G5	7926.6	8051.1	-124.5	172.4	1
3	G6	8390.4	8051.1	339.3	172.4	

7!

Cuadro A9. Continuación .....

3	G7	8315.8	8051.1	264.7	172.4
3	G8	8106.7	8051.1	55.6	172.4
3	G9	8138.6	8051.1	87.5	172.4
3	G10	8120.0	8051.1	68.9	172.4
3	G11	8388.0	8051.1	336.9	172.4
3	G12	8638.2	8051.1	587.1	172.4
4	G1	8231.0	5513.5	-282.5	96.3
4	G2	5189.4	5513.5	-324.1	96.3
4	G3	5511.5	5513.5	-2.0	96.3
4	G4	5493.0	5513.5	-20.5	96.3
4	G5	5307.3	5513.5	-206.2	96.3
4	G6	5008.1	5513.5	-505.4	96.3
4	G7	6560.0	5513.5	1046.5	96.3
4	G8	5616.4	5513.5	103.0	96.3
4	G9	5422.9	5513.5	-90.6	96.3
4	G10	5734.1	5513.5	220.7	96.3
4	G11	5669.7	5513.5	156.2	96.3
4	G12	5418.3	5513.5	-95.2	96.3
5	G1	5344.0	4491.0	-147.0	119.4
5	G2	4455.7	4491.0	-35.3	119.4
5	G3	4727.7	4491.0	236.8	119.4
5	G4	4791.0	4491.0	300.0	119.4
5	G5	4183.9	4491.0	-307.0	119.4
5	G6	4182.4	4491.0	-308.5	119.4
5	G7	4359.6	4491.0	-131.4	119.4
5	G8	4722.8	4491.0	231.8	119.4
5	G9	3813.9	4491.0	-677.1	119.4
5	G10	4714.4	4491.0	223.4	119.4
5	G11	4256.0	4491.0	-234.9	119.4
5	G12	5340.1	4491.0	849.1	119.4

---

\* Lugar ocupado según sus valores de ACG y E.S error estandar

Cuadro A10. Estructura genética para rendimiento de grano en kg/ha de 144 cruzas en promedio de cinco localidades. Verano, 1995.

76

CRUZA	REND kg/ha	REND MEDIO	( L ) ACG	( G ) ACG	gi + gj	ACE	*	*
L4 x G10	8350.1	6891.4	576.5	272.7	849.2	609.5	6	1
L4 x G12	8258.5	6891.4	576.5	231.9	808.4	558.7	8	2
L9 x G12	8093.7	6891.4	315.0	231.9	546.8	655.4	5	3
L9 x G7	7939.7	6891.4	315.0	475.2	790.1	258.1	36	4
L11 x G10	7887.2	6891.4	18.1	272.7	290.8	705.0	4	5
L1 x G12	7870.4	6891.4	2.0	231.9	233.9	745.1	3	6
L3 x G7	7836.3	6891.4	138.1	475.2	613.2	331.6	25	7
L1 x G7	7783.2	6891.4	2.0	475.2	477.2	414.6	18	8
L5 x G7	7759.9	6891.4	30.9	475.2	506.1	362.4	22	9
L9 x G11	7742.5	6891.4	315.0	298.2	613.1	237.9	41	10
L4 x G7	7677.2	6891.4	576.5	475.2	1051.7	-265.9	110	11
L9 x G4	7667.7	6891.4	315.0	280.9	595.8	180.4	49	12
L2 x G11	7622.0	6891.4	-121.8	298.2	176.4	554.2	9	13
L6 x G2	7609.8	6891.4	-51.8	-10.7	-62.6	780.9	2	14
L7 x G2	7599.6	6891.4	172.4	-10.7	161.7	546.5	10	15
L7 x G4	7571.7	6891.4	172.4	280.9	453.2	227.0	42	16
L7 x G12	7558.4	6891.4	172.4	231.9	404.2	262.7	34	17
L2 x G7	7540.1	6891.4	-121.8	475.2	353.4	295.3	29	18
L4 x G4	7526.0	6891.4	576.5	280.9	857.4	-222.8	106	19
L11 x G4	7512.8	6891.4	18.1	280.9	299.0	322.4	26	20
L3 x G11	7500.8	6891.4	138.1	298.2	436.2	173.1	50	21
L7 x G8	7478.4	6891.4	172.4	78.2	250.6	336.4	23	22
L10 x G7	7472.2	6891.4	-696.9	475.2	-221.7	802.5	1	23
L5 x G10	7470.0	6891.4	30.9	272.7	303.5	275.0	31	24
L9 x G10	7452.2	6891.4	315.0	272.7	587.6	-26.9	79	25
L11 x G7	7440.6	6891.4	18.1	475.2	493.3	55.9	67	26
L4 x G11	7418.5	6891.4	576.5	298.2	874.7	-347.6	121	27
L1 x G11	7408.2	6891.4	2.0	298.2	300.2	216.5	44	28
L7 x G3	7391.2	6891.4	172.4	-80.0	92.4	407.4	20	29
L4 x G2	7354.0	6891.4	576.5	-10.7	565.8	-103.2	88	30
L4 x G8	7353.0	6891.4	576.5	78.2	654.7	-193.1	103	31
L4 x G3	7352.1	6891.4	576.5	-80.0	496.5	-35.8	82	32
L5 x G3	7340.2	6891.4	30.9	-80.0	-49.1	497.9	13	33

Cuadro A10. Continuación.....

7

L12 x G11	7326.0	6891.4	-105.4	298.2	192.7	241.8	37	34
L3 x G8	7319.6	6891.4	138.1	78.2	216.3	211.9	45	35
L3 x G4	7295.7	6891.4	138.1	280.9	418.9	-14.7	76	36
L9 x G3	7288.9	6891.4	315.0	-80.0	234.9	162.5	51	37
L3 x G3	7284.0	6891.4	138.1	-80.0	58.0	334.5	24	38
L1 x G8	7283.4	6891.4	2.0	78.2	80.2	311.8	28	39
L12 x G7	7238.6	6891.4	-105.4	475.2	369.7	-22.6	77	40
L6 x G4	7204.7	6891.4	-51.8	280.9	229.0	84.2	65	41
L8 x G11	7204.7	6891.4	-277.1	298.2	21.1	292.2	30	42
L9 x G8	7192.7	6891.4	315.0	78.2	393.1	-91.9	86	43
L4 x G1	7189.2	6891.4	576.5	-245.4	331.1	-33.3	81	44
L2 x G3	7185.9	6891.4	-121.8	-80.0	-201.8	496.3	14	45
L9 x G6	7182.7	6891.4	315.0	-205.5	109.4	181.8	48	46
L5 x G2	7178.4	6891.4	30.9	-10.7	20.2	266.8	33	47
L5 x G1	7177.3	6891.4	30.9	-245.4	-214.5	500.4	12	48
L4 x G6	7133.1	6891.4	576.5	-205.5	371.0	-129.3	93	49
L4 x G5	7122.3	6891.4	576.5	-380.5	196.0	34.9	70	50
L3 x G2	7112.4	6891.4	138.1	-10.7	127.3	93.6	64	51
L1 x G4	7097.3	6891.4	2.0	280.9	282.9	-77.0	84	52
L7 x G11	7080.4	6891.4	172.4	298.2	470.6	-281.6	113	53
L8 x G2	7078.2	6891.4	-277.1	-10.7	-287.8	474.6	16	54
L11 x G1	7077.3	6891.4	18.1	-245.4	-227.3	413.2	19	55
L11 x G3	7071.0	6891.4	18.1	-80.0	-61.9	241.5	38	56
L7 x G10	7063.5	6891.4	172.4	272.7	445.0	-273.0	111	57
L7 x G1	7056.9	6891.4	172.4	-245.4	-73.0	238.5	40	58
L8 x G4	7056.0	6891.4	-277.1	280.9	3.8	160.8	52	59
L2 x G10	7049.3	6891.4	-121.8	272.7	150.9	7.0	72	60
L3 x G10	7048.6	6891.4	138.1	272.7	410.7	-253.6	109	61
L6 x G8	7033.8	6891.4	-51.8	78.2	26.3	116.0	61	62
L1 x G10	7028.0	6891.4	2.0	272.7	274.7	-138.1	95	63
L6 x G11	7011.3	6891.4	-51.8	298.2	246.3	-126.5	91	64
L6 x G10	6993.6	6891.4	-51.8	272.7	220.8	-118.7	90	65
L12 x G5	6964.2	6891.4	-105.4	-380.5	-485.9	558.7	7	66
L8 x G7	6958.6	6891.4	-277.1	475.2	198.1	-130.9	94	67
L2 x G8	6953.3	6891.4	-121.8	78.2	-43.6	105.5	62	68
L8 x G6	6949.7	6891.4	-277.1	-205.5	-482.6	540.9	11	69
L8 x G12	6943.9	6891.4	-277.1	231.9	-45.2	97.7	63	70
L12 x G4	6939.0	6891.4	-105.4	280.9	175.4	-127.9	92	71
L3 x G1	6926.4	6891.4	138.1	-245.4	-107.3	142.3	55	72
L11 x G12	6903.5	6891.4	18.1	231.9	250.0	-237.9	108	73

Cuadro A10. Continuación.....

78

L2 x G4	6897.4	6891.4	-121.8	280.9	159.1	-153.1	97	74
L12 x G10	6896.5	6891.4	-105.4	272.7	167.2	-162.2	99	75
L9 x G2	6895.2	6891.4	315.0	-10.7	304.2	-300.5	117	76
L6 x G12	6883.4	6891.4	-51.8	231.9	180.0	-188.1	100	77
L4 x G9	6881.4	6891.4	576.5	-714.7	-138.2	128.2	58	78
L2 x G5	6874.7	6891.4	-121.8	-380.5	-502.3	485.6	15	79
L1 x G6	6834.0	6891.4	2.0	-205.5	-203.5	146.0	54	80
L11 x G2	6829.0	6891.4	18.1	-10.7	7.4	-69.8	83	81
L8 x G8	6819.3	6891.4	-277.1	78.2	-198.9	126.8	59	82
L6 x G6	6775.4	6891.4	-51.8	-205.5	-257.4	141.3	56	83
L5 x G4	6771.4	6891.4	30.9	280.9	311.7	-431.8	126	84
L12 x G2	6751.0	6891.4	-105.4	-10.7	-116.2	-24.3	78	85
L11 x G11	6741.1	6891.4	18.1	298.2	316.3	-466.6	131	86
L7 x G9	6736.8	6891.4	172.4	-714.7	-542.3	387.7	21	87
L6 x G7	6722.5	6891.4	-51.8	475.2	423.3	-592.3	136	88
L5 x G6	6722.4	6891.4	30.9	-205.5	-174.6	5.6	73	89
L12 x G6	6717.3	6891.4	-105.4	-205.5	-311.0	136.8	57	90
L5 x G8	6710.8	6891.4	30.9	78.2	109.1	-289.7	115	91
L11 x G6	6706.6	6891.4	18.1	-205.5	-187.4	2.6	74	92
L12 x G8	6705.5	6891.4	-105.4	78.2	-27.2	-158.7	98	93
L11 x G8	6703.1	6891.4	18.1	78.2	96.3	-284.6	114	94
L5 x G11	6699.4	6891.4	30.9	298.2	329.1	-521.1	133	95
L6 x G5	6699.0	6891.4	-51.8	-380.5	-432.3	239.9	39	96
L9 x G1	6670.4	6891.4	315.0	-245.4	69.6	-290.6	116	97
L10 x G10	6669.8	6891.4	-696.9	272.7	-424.2	202.6	46	98
L10 x G12	6648.2	6891.4	-696.9	231.9	-465.0	221.8	43	99
L8 x G1	6641.0	6891.4	-277.1	-245.4	-522.4	272.1	32	100
L6 x G1	6638.7	6891.4	-51.8	-245.4	-297.2	44.5	69	101
L9 x G5	6636.4	6891.4	315.0	-380.5	-65.6	-189.5	101	102
L7 x G6	6630.3	6891.4	172.4	-205.5	-33.2	-228.0	107	103
L3 x G12	6603.5	6891.4	138.1	231.9	369.9	-657.9	139	104
L2 x G12	6586.6	6891.4	-121.8	231.9	110.1	-414.9	125	105
L12 x G12	6584.6	6891.4	-105.4	231.9	126.4	-433.3	127	106
L7 x G5	6568.1	6891.4	172.4	-380.5	-208.1	-115.2	89	107
L1 x G2	6556.0	6891.4	2.0	-10.7	-8.7	-326.7	118	108
L5 x G12	6544.7	6891.4	30.9	231.9	262.7	-609.5	138	109
L12 x G9	6533.0	6891.4	-105.4	-714.7	-820.1	461.7	17	110
L10 x G4	6527.6	6891.4	-696.9	280.9	-416.0	52.2	68	111
L10 x G11	6520.5	6891.4	-696.9	298.2	-398.7	27.8	71	112
L3 x G5	6502.1	6891.4	138.1	-380.5	-242.4	-146.9	96	113

Cuadro A10. Continuación.....

L3 x G6	6484.0	6891.4	138.1	-205.5	-67.5	-340.0	120	114
L1 x G5	6480.2	6891.4	2.0	-380.5	-378.5	-32.7	80	115
L3 x G9	6440.7	6891.4	138.1	-714.7	-576.6	125.9	60	116
L12 x G1	6438.8	6891.4	-105.4	-245.4	-350.8	-101.8	87	117
L5 x G9	6358.3	6891.4	30.9	-714.7	-638.8	150.7	53	118
L1 x G3	6339.4	6891.4	2.0	-80.0	-78.0	-474.0	132	119
L12 x G3	6337.3	6891.4	-105.4	-80.0	-185.5	-368.7	124	120
L5 x G5	6335.1	6891.4	30.9	-380.5	-349.6	-206.7	104	121
L1 x G1	6313.5	6891.4	2.0	-245.4	-243.4	-334.5	119	122
L6 x G3	6298.0	6891.4	-51.8	-80.0	-131.9	-461.6	130	123
L10 x G6	6250.5	6891.4	-696.9	-205.5	-902.4	261.5	35	124
L2 x G9	6244.0	6891.4	-121.8	-714.7	-836.5	189.1	47	125
L2 x G1	6243.0	6891.4	-121.8	-245.4	-367.2	-281.2	112	126
L6 x G9	6204.9	6891.4	-51.8	-714.7	-766.5	80.0	66	127
L2 x G2	6194.7	6891.4	-121.8	-10.7	-132.5	-564.2	134	128
L10 x G5	6129.5	6891.4	-696.9	-380.5	-1077.4	315.5	27	129
L11 x G9	6106.7	6891.4	18.1	-714.7	-696.6	-88.1	85	130
L8 x G3	6087.2	6891.4	-277.1	-80.0	-357.1	-447.1	128	131
L10 x G8	6082.3	6891.4	-696.9	78.2	-618.7	-190.4	102	132
L8 x G10	6060.1	6891.4	-277.1	272.7	-4.4	-826.9	143	133
L7 x G7	6030.3	6891.4	172.4	475.2	647.6	-1508.7	144	134
L11 x G5	5935.9	6891.4	18.1	-380.5	-362.4	-593.1	137	135
L8 x G5	5883.6	6891.4	-277.1	-380.5	-657.6	-350.2	122	136
L2 x G6	5844.6	6891.4	-121.8	-205.5	-327.3	-719.5	140	137
L10 x G3	5761.7	6891.4	-696.9	-80.0	-776.9	-352.8	123	138
L1 x G9	5727.8	6891.4	2.0	-714.7	-712.7	-450.9	129	139
L9 x G9	5714.3	6891.4	315.0	-714.7	-399.8	-777.4	142	140
L8 x G9	5690.3	6891.4	-277.1	-714.7	-991.8	-209.3	105	141
L10 x G9	5482.4	6891.4	-696.9	-714.7	-1411.6	2.6	75	142
L10 x G2	5410.1	6891.4	-696.9	-10.7	-707.6	-773.7	141	143
L10 x G1	5379.9	6891.4	-696.9	-245.4	-942.3	-569.2	135	144

\* Lugar ocupado según su valor descendente de ACE y rendimiento  
L, G : líneas con mazorca larga y gruesa respectivamente

Cuadro A11. Efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) de líneas x probador a través de cinco localidades.  
Verano, 1995.

Líneas mz. larga	Líneas con mazorca gruesa												ACG
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	-334.5	-326.7	-474.0	-77.0	-32.8	146.0	414.6	311.8	-450.9	-138.1	216.5	745.1	2.0
2	-281.3	-564.2	496.3	-153.1	485.6	-719.5	295.3	105.5	189.1	7.0	554.2	-414.9	-121.8
3	142.3	93.6	334.5	-14.6	-146.9	-339.9	331.6	211.9	125.9	-253.5	173.1	-657.9	138.1
4	-33.4	-103.2	-35.9	-222.8	34.9	-129.3	-266.0	-193.1	128.2	609.5	-347.7	558.7	576.5
5	500.4	266.8	497.9	-431.8	-206.7	5.7	362.4	-289.7	150.7	275.0	-521.1	-609.5	30.9
6	44.5	780.9	-461.5	84.3	239.9	141.4	-592.3	116.0	80.0	-118.6	-126.5	-188.0	-51.8
7	238.5	546.6	407.4	227.1	-115.2	-228.0	-1508.6	336.5	387.7	-273.0	-281.6	262.8	172.4
8	272.0	474.5	-447.1	160.8	-350.3	540.9	-131.0	126.8	-209.4	-826.9	292.1	97.6	-277.1
9	-290.6	-300.5	162.5	180.5	-189.4	181.8	258.1	-91.8	-777.3	-26.8	238.0	655.5	314.9
10	-569.3	-773.8	-352.9	52.2	315.5	261.5	802.5	-190.4	2.6	202.6	27.8	221.8	-696.9
11	413.1	-69.8	241.4	322.4	-593.2	2.6	55.9	-284.7	-88.2	705.0	-466.6	-237.9	18.1
12	-101.8	-24.2	-368.7	-127.9	558.8	136.9	-22.6	-158.7	461.7	-162.2	241.8	-433.2	-105.4
ACG	-245.4	-10.7	-80.0	280.8	-380.5	-205.5	475.2	78.2	-714.7	272.6	298.2	231.8	0.0

Cuadro A12. Medias de rendimiento de grano en kg/ha y otros caracteres para 144 cruzas simples a través de cinco localidades. Verano, 1995. 81

ENT	CRUZA	REND 1 kg/ha	FF 2	AP 2 cm	AM 1 cm	AT 1	AR 2	MP 1 %	SP MAZ	COB 2 %
46	L4 x G10	8350.1	65.1	254.9	125.2	8.1	3.0	0.9	2.3	1.2
48	L4 x G12	8258.5	65.4	260.0	133.2	15.8	3.7	5.1	2.6	23.1
108	L9 x G12	8093.7	66.3	251.6	130.2	2.7	11.1	1.7	2.5	4.1
103	L9 x G7	7939.7	64.6	250.1	129.6	2.5	1.1	1.3	2.4	6.7
130	L11 x G10	7887.2	65.7	242.9	130.6	16.6	3.0	0.7	2.6	0.0
12	L1 x G12	7870.4	66.5	244.7	121.9	2.9	7.8	3.2	2.6	2.9
31	L3 x G7	7836.3	64.4	247.7	141.0	4.0	12.5	2.4	2.8	34.7
7	L1 x G7	7783.2	64.6	245.3	126.1	2.1	1.4	1.0	2.3	8.0
55	L5 x G7	7759.9	63.7	248.4	129.4	2.9	3.2	1.8	2.5	20.0
107	L9 x G11	7742.5	65.7	234.7	115.0	2.9	0.7	1.0	2.5	0.0
43	L4 x G7	7677.2	63.8	250.0	129.9	5.5	5.0	1.8	2.7	25.4
100	L9 x G4	7667.7	67.4	244.3	128.6	2.0	2.8	1.4	2.5	0.9
23	L2 x G11	7622.0	67.3	237.8	125.8	7.3	6.6	3.2	2.6	1.0
62	L6 x G2	7609.8	64.8	235.0	124.5	7.9	2.2	1.7	2.5	1.9
74	L7 x G2	7599.6	65.5	235.0	126.4	12.2	3.0	0.9	2.6	3.3
76	L7 x G4	7571.7	68.0	249.0	141.7	4.1	4.5	1.1	2.7	2.3
84	L7 x G12	7558.4	65.6	267.4	145.6	7.6	12.4	5.8	3.1	31.7
19	L2 x G7	7540.1	64.5	254.0	144.6	1.7	11.5	2.5	2.8	32.5
40	L4 x G4	7526.0	66.6	249.8	133.9	3.8	3.3	1.3	2.7	2.9
124	L11 x G4	7512.8	66.3	241.9	137.3	11.0	5.0	1.2	2.7	0.9
35	L3 x G11	7500.8	66.2	232.7	128.1	10.9	2.3	1.9	2.5	3.7
80	L7 x G8	7478.4	64.1	249.6	136.6	1.0	1.5	2.6	2.8	30.8
115	L10 x G7	7472.2	63.4	249.2	130.5	1.9	5.6	0.9	2.7	23.1
58	L5 x G10	7470.0	65.6	244.2	122.8	4.9	8.5	0.2	2.5	1.0
106	L9 x G10	7452.2	65.9	251.5	117.4	5.2	4.9	0.7	2.7	1.9
127	L11 x G7	7440.6	64.2	245.8	139.8	11.8	6.3	2.2	2.7	10.8
47	L4 x G11	7418.5	65.9	236.7	125.2	15.3	1.1	1.5	2.7	3.9
11	L1 x G11	7408.2	66.8	231.5	114.5	4.7	6.3	1.1	2.6	2.2
75	L7 x G3	7391.2	64.9	245.9	131.9	9.2	3.7	2.9	2.9	35.0
38	L4 x G2	7354.0	63.3	241.7	116.6	15.9	4.7	2.2	2.5	1.5
44	L4 x G8	7353.0	63.2	231.9	118.7	6.2	0.9	1.0	2.6	1.6
39	L4 x G3	7352.1	64.9	250.2	124.1	4.1	9.3	4.0	2.7	9.5
51	L5 x G3	7340.2	65.0	246.1	117.7	3.6	6.3	1.1	2.8	10.0

Cuadro A12. Continuación.....

143	L12 x G11	7326.0	64.7	222.0	113.2	7.6	9.4	0.7	2.7	0.1
32	L3 x G8	7319.6	62.0	220.9	122.0	10.3	3.7	0.3	2.7	5.3
28	L3 x G4	7295.7	65.9	243.7	133.7	4.2	8.0	0.7	2.6	0.4
99	L9 x G3	7288.9	65.4	244.4	119.9	4.7	0.3	2.8	2.7	4.0
27	L3 x G3	7284.0	64.5	244.5	130.6	6.9	26.0	2.1	2.8	17.6
8	L1 x G8	7283.4	63.3	218.2	114.7	1.6	0.9	1.5	2.4	1.6
139	L12 x G7	7238.6	64.5	246.8	137.0	6.7	2.6	0.0	2.4	1.5
64	L6 x G4	7204.7	67.6	247.1	141.4	2.6	2.8	0.6	2.7	0.4
95	L8 x G11	7204.7	65.5	237.0	127.1	4.6	4.8	1.8	2.5	1.2
104	L9 x G8	7192.7	63.8	216.4	115.9	3.4	0.0	0.7	2.3	0.7
37	L4 x G1	7189.2	63.9	230.6	116.2	6.6	3.4	2.7	2.7	24.1
15	L2 x G3	7185.9	64.5	250.7	131.4	9.1	18.8	2.1	2.8	7.8
102	L9 x G6	7182.7	65.8	235.5	124.7	8.3	6.2	1.1	2.9	13.9
50	L5 x G2	7178.4	63.4	231.2	113.9	11.3	6.6	1.7	2.4	0.7
49	L5 x G1	7177.3	64.3	232.3	120.9	5.8	1.0	0.7	2.6	12.4
42	L4 x G6	7133.1	65.9	234.5	129.7	19.1	3.7	1.8	2.9	33.3
41	L4 x G5	7122.3	64.3	240.3	114.2	7.3	1.6	2.4	2.6	2.6
26	L3 x G2	7112.4	63.8	231.5	125.6	6.8	29.1	2.0	2.9	5.5
4	L1 x G4	7097.3	68.0	242.0	127.9	1.2	2.7	2.0	2.7	1.6
83	L7 x G11	7080.4	66.9	240.0	128.7	13.6	1.0	0.7	2.8	4.6
86	L8 x G2	7078.2	65.1	254.7	126.0	9.6	15.9	2.2	2.7	6.6
121	L11 x G1	7077.3	64.7	224.7	120.9	2.6	9.3	2.6	2.8	11.9
123	L11 x G3	7071.0	64.2	243.4	128.7	11.3	8.7	2.5	2.9	3.8
82	L7 x G10	7063.5	66.7	246.4	131.2	14.1	3.3	2.2	2.9	2.8
73	L7 x G1	7056.9	65.5	239.2	130.5	11.2	0.9	0.7	2.6	17.3
88	L8 x G4	7056.0	66.8	256.5	143.0	1.8	9.9	0.4	2.5	0.6
22	L2 x G10	7049.3	67.2	251.4	139.0	8.7	17.4	1.3	2.6	2.1
34	L3 x G10	7048.6	66.3	251.3	138.0	10.5	17.7	1.4	2.6	1.9
68	L6 x G8	7033.8	63.4	218.3	124.3	4.3	1.2	1.4	2.6	2.6
10	L1 x G10	7028.0	66.4	247.9	119.6	3.6	2.5	1.3	2.7	4.7
71	L6 x G11	7011.3	67.5	234.8	129.9	10.5	0.6	2.2	2.8	0.7
70	L6 x G10	6993.6	67.6	252.3	136.1	10.9	2.3	1.1	2.7	4.0
137	L12 x G5	6964.2	65.5	231.4	118.2	3.2	9.0	4.0	2.6	0.4
91	L8 x G7	6958.6	63.0	262.4	143.3	2.9	8.9	1.4	2.9	41.6
20	L2 x G8	6953.3	63.3	223.6	126.0	11.0	2.8	1.3	2.6	4.2
90	L8 x G6	6949.7	65.7	256.8	140.6	6.6	15.1	1.6	2.8	29.0
96	L8 x G12	6943.9	64.7	260.3	141.4	1.4	19.4	5.5	2.9	24.8
136	L12 x G4	6939.0	65.3	233.8	125.3	5.8	8.7	0.7	2.6	0.0
25	L3 x G1	6926.4	64.9	237.0	133.1	8.3	10.7	2.2	2.7	25.7
132	L11 x G12	6903.5	66.4	250.4	134.5	18.1	10.6	3.1	2.9	3.1

Cuadro A12. Continuación.....

83

16	L2	x G4	6897.4	67.0	251.7	140.6	4.8	11.4	1.3	2.7	0.3
142	L12	x G10	6896.5	66.2	238.1	124.0	2.5	19.7	0.3	2.6	0.1
98	L9	x G2	6895.2	64.0	221.1	110.3	7.3	3.0	1.5	2.5	0.0
72	L6	x G12	6883.4	66.3	251.3	136.6	5.8	8.9	6.3	3.1	32.7
45	L4	x G9	6881.4	64.0	235.3	117.7	8.0	5.6	3.7	2.8	8.1
17	L2	x G5	6874.7	65.8	243.8	140.0	4.1	26.9	1.8	3.0	29.5
6	L1	x G6	6834.0	66.5	227.3	119.3	7.7	2.0	1.3	2.9	13.3
122	L11	x G2	6829.0	65.0	228.6	116.9	15.8	3.4	2.8	2.8	0.3
92	L8	x G8	6819.3	62.9	230.9	121.2	1.9	2.1	2.0	2.7	8.4
66	L6	x G6	6775.4	67.2	234.8	134.8	21.2	1.7	1.4	2.9	26.2
52	L5	x G4	6771.4	66.7	239.0	126.7	1.9	5.0	1.2	2.6	0.3
134	L12	x G2	6751.0	63.7	229.4	113.3	11.5	6.3	2.1	2.7	0.0
131	L11	x G11	6741.1	64.7	224.9	119.4	13.6	2.5	3.0	3.1	4.1
81	L7	x G9	6736.8	65.5	236.2	128.4	8.8	1.7	1.4	3.0	27.2
67	L6	x G7	6722.5	64.8	246.4	136.0	2.1	1.8	1.1	2.7	44.0
54	L5	x G6	6722.4	65.1	234.5	124.3	18.4	1.4	0.9	2.9	35.2
138	L12	x G6	6717.3	66.1	228.7	126.9	8.9	12.6	1.4	2.9	2.5
56	L5	x G8	6710.8	62.9	212.2	116.4	1.5	1.8	1.6	2.5	1.2
126	L11	x G6	6706.6	64.8	231.9	128.4	6.4	19.0	2.2	3.0	7.6
140	L12	x G8	6705.5	61.9	214.6	117.6	6.3	3.4	1.0	2.8	1.6
128	L11	x G8	6703.1	63.3	228.6	122.6	11.2	0.9	1.0	2.7	1.2
59	L5	x G11	6699.4	64.7	232.1	118.2	4.8	0.7	1.1	2.8	2.8
65	L6	x G5	6699.0	65.8	233.2	124.5	4.8	0.7	1.5	2.6	4.4
97	L9	x G1	6670.4	64.7	227.9	113.8	4.2	0.6	0.9	2.6	3.1
118	L10	x G10	6669.8	66.6	244.9	122.0	4.4	5.3	1.5	2.8	1.6
120	L10	x G12	6648.2	65.9	245.2	125.0	4.7	13.7	2.5	2.8	6.1
85	L8	x G1	6641.0	64.4	245.5	127.5	2.3	6.8	0.7	2.6	26.2
61	L6	x G1	6638.7	65.7	238.2	133.4	7.6	3.6	1.5	2.6	16.3
101	L9	x G5	6636.4	65.5	228.7	105.3	0.7	0.0	1.8	2.6	2.0
78	L7	x G6	6630.3	64.7	240.4	139.9	20.3	2.8	1.9	3.3	28.0
36	L3	x G12	6603.5	66.2	249.0	142.3	16.0	16.3	3.1	2.9	12.1
24	L2	x G12	6586.6	66.4	257.4	141.1	14.3	16.6	5.4	3.0	10.6
144	L12	x G12	6584.6	66.0	248.7	132.0	4.7	15.4	1.3	2.9	2.0
77	L7	x G5	6568.1	66.5	238.8	127.3	10.2	2.8	1.5	2.8	3.2
2	L1	x G2	6556.0	63.6	221.2	106.8	5.1	2.5	2.6	2.7	0.0
60	L5	x G12	6544.7	66.5	247.2	126.6	10.2	3.0	2.8	2.6	6.0
141	L12	x G9	6533.0	64.7	234.5	118.7	2.9	14.6	3.0	2.9	4.0
112	L10	x G4	6527.6	66.0	237.5	127.0	3.3	7.0	1.2	2.8	0.9
119	L10	x G11	6520.5	65.5	224.4	110.2	5.0	2.2	2.2	2.8	4.7
29	L3	x G5	6502.1	66.5	234.3	126.3	0.9	24.1	3.5	2.9	3.2

Cuadro A12. Continuación.....

30	L3	x G6	6484.0	64.9	232.6	134.0	9.7	27.7	2.7	3.1	30.4
5	L1	x G5	6480.2	66.1	224.8	103.2	1.2	1.3	2.9	2.6	1.2
33	L3	x G9	6440.7	65.3	223.9	121.1	5.7	13.9	2.4	2.9	5.2
133	L12	x G1	6438.8	64.1	226.3	115.6	2.0	16.7	2.0	2.8	5.6
57	L5	x G9	6358.3	64.9	228.8	110.7	4.7	2.5	1.8	2.9	4.1
3	L1	x G3	6339.4	66.0	244.5	120.2	1.7	1.5	4.2	3.1	8.2
135	L12	x G3	6337.3	65.4	234.8	120.3	8.9	7.0	1.8	3.0	2.6
53	L5	x G5	6335.1	64.7	227.7	113.2	1.6	2.1	2.1	2.5	0.3
1	L1	x G1	6313.5	65.3	221.5	109.7	2.5	1.5	2.4	2.7	2.9
63	L6	x G3	6298.0	64.4	232.4	126.5	8.1	5.5	2.1	2.9	44.9
114	L10	x G6	6250.5	65.5	235.2	126.2	14.3	7.5	1.8	3.1	43.2
21	L2	x G9	6244.0	65.1	236.1	122.8	10.7	9.0	1.5	2.8	2.9
13	L2	x G1	6243.0	65.1	238.4	130.3	13.0	5.1	2.9	2.7	21.8
69	L6	x G9	6204.9	66.2	237.1	129.8	8.9	1.9	2.0	2.8	16.9
14	L2	x G2	6194.7	65.3	235.3	119.4	14.7	19.2	3.0	2.9	12.6
113	L10	x G5	6129.5	64.4	230.6	114.4	4.4	4.4	1.5	2.7	0.4
129	L11	x G9	6106.7	64.8	218.6	119.2	7.8	4.3	2.7	3.0	4.2
87	L8	x G3	6087.2	64.8	255.1	135.5	2.7	12.9	4.3	3.1	19.2
116	L10	x G8	6082.3	62.5	219.2	112.9	2.5	0.7	2.0	2.7	4.9
94	L8	x G10	6060.1	66.6	258.0	130.2	0.5	33.3	2.3	2.9	4.3
79	L7	x G7	6030.3	65.8	233.7	135.1	19.0	7.3	2.3	3.3	23.1
125	L11	x G5	5935.9	65.8	236.6	123.9	18.7	2.9	3.9	3.0	1.4
89	L8	x G5	5883.6	65.5	251.6	124.2	4.4	6.8	2.9	2.9	5.6
18	L2	x G6	5844.6	66.3	238.4	126.9	7.0	17.8	3.8	3.0	3.0
111	L10	x G3	5761.7	63.6	230.5	113.6	2.6	2.9	2.8	3.0	25.3
9	L1	x G9	5727.8	65.4	228.2	107.4	0.7	1.2	3.4	3.1	8.8
105	L9	x G9	5714.3	65.7	225.5	111.3	1.8	1.7	2.1	2.9	4.0
93	L8	x G9	5690.3	65.3	238.2	121.0	2.1	8.8	1.8	3.0	3.3
117	L10	x G9	5482.4	65.5	227.0	114.5	4.4	3.5	1.8	3.1	15.4
110	L10	x G2	5410.1	66.6	218.6	102.2	4.8	2.4	6.1	3.1	2.5
109	L10	x G1	5379.9	64.7	215.9	110.0	2.8	0.0	5.9	3.3	31.4

---

Promedio			6891.4	65.2	238.3	125.4	7.0	6.8	2.0	2.8	9.8
----------	--	--	--------	------	-------	-------	-----	-----	-----	-----	-----

1 promedio de cinco localidades

2 promedio de cuatro localidades

ENT, entrada

Cuadro A13. Medias de rendimiento de grano en kg/ha de mejores 10 cruzas simples evaluadas en cada localidad. Verano, 1995.

Poza Rica, Veracruz

Cruza	REND	Líneas ACG	Probador ACG	gi + gj	ACE	*	*
						ACE	REND
L9 x G7	9697.5	431.7	943.0	1374.7	833.1	13	1
L7 x G2	9581.4	788.3	516.1	1304.4	787.3	19	2
L11 x G10	9156.2	209.4	604.4	813.7	852.8	11	3
L12 x G11	9154.4	288.9	355.3	644.2	1020.5	5	4
L6 x G2	9080.8	248.0	516.1	764.1	827.0	15	5
L5 x G7	9006.7	-187.6	943.0	755.4	761.6	20	6
L11 x G4	8991.7	209.4	9.6	219.0	1283.0	3	7
L7 x G3	8960.0	788.3	130.5	918.8	551.5	31	8
L3 x G7	8930.8	76.9	943.0	1019.9	421.2	37	9
L8 x G2	8928.4	78.4	516.1	594.4	844.3	12	10

Promedio 7489.7

Tlaltizapan, Morelos

L4 x G4	12303.0	1555.6	1176.2	2731.8	659.3	23	1
L4 x G12	11504.3	1555.6	-145.2	1410.4	1181.9	4	2
L4 x G11	11193.7	1555.6	877.4	2433.0	-151.2	86	3
L1 x G4	11041.0	426.2	1176.2	1602.4	526.7	33	4
L9 x G4	10929.0	331.1	1177.2	1507.2	509.8	34	5
L2 x G7	10872.3	634.1	253.0	887.0	1073.3	5	6
L3 x G11	10849.3	856.3	877.4	1733.6	203.7	52	7
L4 x G10	10848.7	1555.6	245.9	1801.5	135.2	60	8
L4 x G6	10819.9	1555.6	-429.4	1126.2	781.7	19	9
L4 x G2	10685.8	1555.6	-329.7	1225.9	547.9	30	10

Promedio 8912.0

Cuadro A13. Continuación.....

## Cotaxtla, Veracruz

L1 x G12	10300.7	-36.2	587.1	550.9	1698.7	1	1
L4 x G10	10082.0	819.5	68.9	288.4	1142.5	9	2
L4 x G12	10024.1	819.5	587.1	1406.6	566.4	31	3
L6 x G2	9846.6	49.0	119.4	168.3	1627.2	3	4
L3 x G8	9653.7	-110.0	55.6	-54.4	1657.1	2	5
L7 x G9	9620.6	520.9	87.5	608.4	961.1	12	6
L7 x G12	9607.6	520.9	587.1	1108.0	448.5	38	7
L4 x G9	9533.9	819.5	87.5	907.0	575.8	30	8
L4 x G7	9409.9	819.5	264.7	1084.2	274.6	50	9
L5 x G7	9379.0	-90.4	264.7	174.3	1153.6	8	10

Promedio 8051.1

## Cardel, Veracruz

L5 x G7	7623.3	446.5	1046.5	1493.0	616.8	7	1
L9 x G7	6997.2	156.2	1046.5	1202.7	281.0	41	2
L4 x G7	6992.8	300.6	1046.5	1347.2	132.2	53	3
L1 x G7	6977.8	108.8	1046.5	1155.3	309.0	39	4
L2 x G7	6930.4	-1.0	1046.5	1045.5	371.4	30	5
L10 x G7	6926.0	48.9	1046.5	1095.5	317.1	36	6
L6 x G7	6868.6	-83.1	1046.5	963.5	391.7	27	7
L4 x G10	6602.9	300.6	220.7	521.3	568.2	9	8
L2 x G11	6589.6	-1.0	156.2	155.2	920.9	2	9
L5 x G3	6522.1	446.5	-2.0	444.5	564.2	11	10

Promedio 5513.5

## Gómez Farías, Jalisco

L9 x G12	7442.9	656.8	849.1	1505.9	1446.1	1	1
L9 x G10	6040.6	656.8	223.4	880.2	669.5	15	2
L5 x G3	6016.5	306.3	236.8	543.1	982.5	2	3
L4 x G12	5977.4	355.6	849.1	1204.7	281.7	44	4
L9 x G4	5936.9	656.8	300.0	956.8	489.2	25	5
L8 x G12	5809.7	72.9	849.1	922.0	396.7	35	6
L7 x G12	5781.4	-245.6	849.1	603.6	686.9	12	7
L1 x G12	5753.1	-40.2	849.1	808.9	453.3	32	8
L3 x G12	5533.2	-19.7	849.1	829.4	212.8	51	9
L5 x G10	5477.5	306.3	223.4	529.7	456.9	30	10

Promedio 4491.0