

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



**Potencial de rendimiento de líneas derivadas de dos poblaciones de maíz con
diferente dosis de germoplasma criollo y mejorado**

Por:

CIRILO HERNÁNDEZ PÉREZ

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Octubre de 2003**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Potencial de rendimiento de líneas derivadas de dos poblaciones con diferente dosis de germoplasma criollo y mejorado

TESIS

Presentada Por:

CIRILO HERNÁNDEZ PÉREZ

Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Ph. D. Froylán Rincón Sánchez
Presidente del Jurado

M.C. Humberto De León Castillo
Sinodal

Ph. D. Norma Angélica Ruiz Torres
Sinodal

M.C. Arnoldo Oyervides García
Sinodal

M.C. Arnoldo Oyervides García
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Octubre de 2003

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CONTENIDO -----	iii
ÍNDICE DE CUADROS -----	iv
I. INTRODUCCIÓN -----	1
Objetivos -----	2
Hipótesis -----	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA -----	3
Probadores -----	3
Pruebas tempranas -----	5
III. MATERIALES Y MÉTODOS -----	8
Material genético -----	8
Ambientes de evaluación -----	9
Descripción de la parcela experimental -----	9
Toma de Datos -----	11
Análisis Estadístico -----	15
Análisis de Varianza combinado -----	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	17
V. CONCLUSIONES -----	28
VI. RESUMEN -----	29
VII. LITERATURA CITADA -----	31
VIII. APÉNDICE -----	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
3.1 Situación geográfica y características climáticas de las tres localidades de evaluación-- -----	9
4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para cinco caracteres agronómicos en la evaluación de líneas. 2002.-----	20
4.2 Medias de cinco caracteres agronómicos por cada localidad de evaluación de líneas. 2002.-----	21
4.3 Medias de rendimiento de mazorca de las cruzas y testigos evaluadas en tres localidades. 2002. -----	22
4.4 Medias de rendimiento de mazorca y características agronómicas de las mejores 10 cruzas en Celaya Guanajuato. 2002. -----	24
4.5 Medias de rendimiento de mazorca y características agronómicas de las mejores 10 cruzas en la Piedad Michoacán. 2002. -----	25
4.6 Medias de rendimiento de mazorca y características agronómicas de las mejores 10 cruzas a través de localidades. 2002. -----	26
A1. Cuadrados medios del análisis de varianza en la localidad de Celaya, Gto. 2002. -----	34
A2. Cuadrados medios del análisis de varianza en la localidad de la Piedad, Michoacán. 2002. -----	35
A3. Cuadrados medios del análisis de varianza en la localidad de General Cepeda Coahuila. 2002. -----	36

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los tres cereales más importantes en el mundo, el cual es utilizado como alimento para consumo humano, animal, uso industrial y como semilla. Los países desarrollados utilizan el maíz principalmente para alimentación de animales, por lo que su producción se ha incrementado más rápidamente en dichos países (Hallauer, 1987). En América Latina y en el sur de África ocupa el segundo lugar a nivel mundial como fuente alimenticia.

En la República Mexicana, el maíz tiene gran importancia por ser el cereal de más consumo y demanda; constituye la fuente principal de alimentación. Sin embargo, su producción se ve limitada, debido a que en un poco más de la mitad de la superficie sembrada se utilizan variedades criollas y en su mayoría bajo condiciones de temporal desfavorable con niveles críticos de producción, y ha sido escaso el mejoramiento genético para estos ambientes (INEGI, 2002).

México es el centro de diversidad genética del maíz, con 41 complejos raciales y una gran cantidad de poblaciones criollas. Para los productores del campo, la variabilidad genética del maíz es el elemento más importante de su estrategia de supervivencia, por su gran capacidad de adaptación a los variados agro-ambientes (Taba,1995).

Las poblaciones criollas se caracterizan por su adaptación a condiciones muy variadas de clima y factores adversos. Entre los atributos importantes se puede citar la capacidad de adaptación, la resistencia a factores bióticos y abióticos, y en general, a la presión del estrés.

Los sistemas de mejoramiento son utilizados para transferir los caracteres de una población o material genético a otro de interés. Con estos antecedentes, el presente trabajo tiene el propósito de evaluar líneas derivadas de poblaciones constituidas con diferentes dosis de germoplasma criollo y mejorado.

Objetivos

- 1) Comparar líneas derivadas de dos poblaciones con diferente dosis de germoplasma criollo y mejorado.
- 2) Determinar el potencial genético y capacidad de adaptación de las líneas en estudio.
- 3) Identificar combinaciones triples con potencial de rendimiento y características agronómicas deseables.

Hipótesis

Las diferentes dosis de germoplasma contribuyen en la expresión y diferenciación genética de las líneas; es posible identificar líneas con potencial de rendimiento y posibilidad de adaptación; existen atributos de interés en las líneas que complementan el potencial de rendimiento en las cruza triples.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Probadores

Un probador es cualquier material genético (línea, variedad, híbrido, etc.) que permite medir la aptitud combinatoria de un grupo de líneas autofecundadas con el cual se cruza. Cuando el probador usado es un material de amplia base genética (poblaciones heterocigotos, sintéticos y cruza dobles) se le conoce como mestizos (top-crosses); en tanto que si se usa un material de reducida base genética (línea o cruza simple), se le conoce como cruza de prueba (test-crosses).

Allard (1980), menciona que el mejor probador es el que proporciona más información sobre el probable comportamiento de las líneas evaluadas, al utilizarlos en otras combinaciones o al combinarlos en otros ambientes. También menciona que el probador de amplia base genética será el adecuado si se desea conseguir un nivel alto del valor agronómico general antes de intentar la valoración de combinaciones híbridas.

Para entender la función del probador se deberá partir del principio de que se está usando para cuantificar la aptitud combinatoria general (ACG) de las líneas, es decir, sólo esta siendo utilizado en el cruzamiento, no para ser seleccionado; serán las líneas y

por lo tanto, es menester que entre los mestizos de éstas, exista tal variación genética que sea posible una diferenciación clara entre ellas (discriminación) para poder separar las superiores del resto. Esto se logrará cuando más homocigoto sea su genotipo, pues habrá menos posibilidades que por muestreo inadecuado, cada línea reciba gametos diferentes del probador al cruzarse con éste para la obtención de mestizos (Márquez, 1998).

Abel y Pollak (1991) mencionan que los probadores para evaluar germoplasma deben tener varias características en común como son: Un probador efectivo debe ser un buen productor de polen, tiene que poseer buenas características agronómicas y que pueda dar resultados consistentes en diferentes ambientes. Además, señalan que la selección de un probador al ser usado en la evaluación de líneas, aparte de sus atributos agronómicos, debe ser seleccionado por su habilidad para detectar alelos favorables para la producción de grano. Jugenheimer (1981) menciona que el tipo de probador, que se debe usar en la evaluación de líneas puras para combinaciones híbridas, depende principalmente si la información deseada es sobre habilidad combinatoria general o específica ya que debe ser aquel que tenga capacidad para determinar cuales líneas se combinarán bien con muchas otras líneas.

Paz y Molina (1973) mencionan que el probador que pueda discriminar entre líneas por su aptitud combinatoria general (ACG), deberá fundamentarse en las características que dicho probador deba reunir y son las siguientes: 1) Debe ser una variedad de polinización libre, cuyo comportamiento entre un grupo de variedades probadoras, manifieste una expresión mínima del carácter por seleccionar; 2) En

relación con otros probadores debe reportar máxima variabilidad de sus mestizos; 3) Debe interaccionar poco o nada con las líneas de alta aptitud combinatoria general (ACG), permitiendo así una máxima expresión de los efectos aditivos de las líneas.

En general, se puede inferir que el uso del probador queda a criterio del mejorador, ya que por la reducción de vigor que presentan las líneas en estudio, se hace difícil la evaluación de ensayos de rendimiento como tales, haciéndose importante el uso de probadores que puedan discriminar en mejor forma a las líneas de acuerdo a las metas propuestas, seleccionando aquellas que presenten buena aptitud combinatoria para que sirvan de base en la estructura de variedades híbridas.

Pruebas tempranas o cruza de prueba

Existe considerable divergencia de opiniones respecto al momento y tiempo para evaluar líneas puras de maíz. La aplicación de la prueba temprana presenta la oportunidad de detectar pronto aquellas líneas que expresan buena aptitud combinatoria y eliminar el resto. Jenkins (1935) propuso la prueba temprana, evaluando mestizos después de ocho generaciones de autofecundación. Este autor concluyó que las líneas puras adquirieron su individualidad como progenitores de mestizos bastante temprano en el proceso de endocria y permanecieron relativamente estables después. Por su parte, Sprague (1946) explicó que la prueba temprana difiere del procedimiento usual de endocria y prueba en dos aspectos principales: 1) Las plantas de la generación S_0 se cruzan con un probador en el momento de la primera autofecundación. Este progenitor

probador, variedad o cruza simple por lo general se escoge específicamente de modo que revele las características indeseables de la planta autofecundada, como la susceptibilidad al acame, etc.; 2) La fuerte eliminación de líneas ocurre después de la primera prueba, antes de que se haga cualquier inversión considerable de tiempo o dinero en las líneas individuales.

Las líneas se pueden evaluar en los primeros ciclos de autofecundación, a lo que se le denomina “prueba temprana de líneas”, por lo que no es recomendable probar la aptitud combinatoria general (ACG) en “líneas avanzadas” ya que no tiene objeto continuar autofecundando en líneas que posiblemente resulten con mala aptitud combinatoria general (ACG) y su trabajo es infructuoso (Galarza *et al.*, 1973; Robles, 1983). Esto facilitará al fitomejorador desechar en la fase inicial el material indeseable y concentrar sus esfuerzos en la porción del germoplasma más sobresaliente.

Falconer (1984) menciona que individuos de la línea a probar se cruzan con individuos de la población y el valor medio de la progenie mide la ACG de la línea, porque los gametos de la población son equivalentes genéticamente a los del grupo aleatorio de líneas endogámicas. Este método se usa para comparar la aptitud combinatoria general de diferentes líneas y de esta forma sirve para hacer la elección de las líneas que producirán la mejor cruza.

Durán (1989) evaluó el comportamiento de 69 líneas S_3 de maíz derivadas de la población sintético trópico seco en cruzas de prueba con dos tipos de probadores no

emparentados (línea y cruza simple). Este autor encontró que las líneas cruzadas con la cruza simple fueron superiores, al evaluar las características agronómicas de sus progenies, en comparación con la línea usada como probador.

Márquez (1988) indica que la prueba temprana de ACG permite hacer una reelección de las líneas bajo estudio y que el factor principal en contra de esta prueba es la segregación que tiene lugar en una línea inicial (de ninguna o una sola autofecundación).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Material genético

La presente investigación comprende la evaluación de 42 líneas derivadas a partir de dos poblaciones constituidas con germoplasma criollo y mejorado, las cuales fueron cruzadas con un probador (cruza simple) para su evaluación. Las líneas fueron seleccionadas visualmente para ser cruzadas con el probador. Las primeras 22 líneas fueron derivadas de una población con la proporción de germoplasma (50:50) de criollo y mejorado, respectivamente. Esta población fue formada a partir de la recombinación de ocho cruza intervarietales seleccionadas en campo entre poblaciones criollas y la población 32 del CIMMYT. Las 20 líneas restantes fueron derivadas de una población constituida a partir de la cruza entre las F₁ seleccionados con individuos del material mejorado (retrocruzas) para formar (25:75) de germoplasma criollo y mejorado, respectivamente (Vidrio, 2001).

El material genético utilizado como probador para medir el comportamiento agronómico de las líneas fue una cruza simple enana con adaptación al área de el Bajío, posee buenos atributos agronómicos y es progenitora de un híbrido comercial, el AN-452. Uno de sus principales atributos es combinar bien con material tropical.

Ambientes de evaluación

Las 42 cruzas de líneas por probador y tres testigos (AN447, 703x6105 y AN388) fueron evaluadas en tres localidades: Celaya, Guanajuato, La Piedad, Michoacán y General Cepeda, Coahuila. Las dos primeras localidades son representativas del Bajío Mexicano y la última, representa al trópico seco. En ellas se realizan diversas evaluaciones de maíz, con el propósito de aportar nuevos y mejores materiales híbridos para los productores (Juárez, 2000).

Cuadro 3.1. Situación geográfica y características climáticas de las tres localidades de evaluación.

	Celaya, Gto.	La Piedad, Mich.	General C., Coah.
Latitud (N)	20° 32'	20° 20'	25° 22'
Longitud (W)	100° 49'	102° 01'	101° 28'
Altitud (msnm)	1754	1700	1470
Clima	Templado	Templado	
Temperatura media anual (°C)	20.6	19.9	20.46
Precipitación media anual (mm)	597.3	935	399

Descripción de la parcela experimental

Las entradas (cruzas y testigos) fueron evaluadas bajo un diseño de bloques incompletos con un arreglo alfa látice (0,1), con dos repeticiones por localidad, siendo la

unidad experimental de un surco de cinco metros con 21 plantas por parcela, con una distancia entre surcos de 0.75 m. Cada repetición se dividió en cinco bloques, cada uno conformado por nueve tratamientos.

La siembra para la evaluación de las líneas se realizó de acuerdo a las recomendaciones y necesidades de cada localidad. Esta actividad se desarrolló en forma manual y en seco utilizándose hilos, alambres, estacas y depositándose dos semillas por golpe, para posteriormente llevar a cabo el aclareo a una planta.

Fertilización.

La fórmula de fertilización utilizada se distribuyó en dos partes: la primera se aplicó al realizarse la siembra (90-90-00) y la segunda aplicación (90-00-00) al momento de llevar a cabo el primer cultivo. Los fertilizantes utilizados fueron la urea y el superfosfato triple como fuentes de nitrógeno y fósforo, respectivamente. La aplicación de los fertilizantes fue de acuerdo a las recomendaciones y necesidades de cada localidad.

Riegos

El primer riego se aplicó inmediatamente después de la siembra y posteriormente, el número y la lámina de riegos varió en función de las condiciones climáticas (precipitación pluvial, temperatura) y el tipo de suelo. Sin embargo, en su caso se aplicó agua rodada a sus requerimientos.

Control de Malezas

Se realizó al momento de la siembra con la aplicación del herbicida primagram (pre-emergente) con una dosis de aplicación de cuatro l ha⁻¹.

Cosecha

Se realizó en forma manual. Cabe señalar que existieron diferencias en el contenido de humedad de los materiales, esto debido a que los híbridos variaron en cuanto a ciclo vegetativo.

Toma de Datos.

Para el desarrollo del presente trabajo se cuantificaron las siguientes variables:

Días a floración masculina (DFM). Son los días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela experimental se encontraban en anthesis.

Días a floración femenina (DFF). Son los días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela experimental se encontraban con estigmas receptivos.

Altura de planta (AP). Es la longitud que existe entre la base del tallo y el primer nudo de la inserción de la hoja bandera. Su obtención se hizo tomando como medida una planta representativa de cada parcela experimental y su valor se expresó en centímetros.

Altura de mazorca (AM). Se determinó tomando una planta representativa elegida al azar, midiéndola desde la base del tallo hasta la inserción de la mazorca principal expresada en centímetros.

Acame de tallo (AT). Por ciento de plantas en la parcela que presentan el tallo quebrado debajo de la mazorca, con relación al número total de plantas por parcela.

Acame de raíz (AR). Este dato se reportó en porcentaje basándose en el número total de plantas existentes en cada parcela experimental. Aquí se incluyeron aquellas plantas que mostraron una inclinación mayor de 30 grados respecto a la vertical de las mismas.

Mala cobertura (MC). Este dato incluye todas aquellas mazorcas cuyo totomoxtle o (brácteas) no las logra cubrir totalmente, dejando al descubierto la punta de éstas. Se expresa en porcentaje con relación al número total de plantas en la parcela experimental. Este dato se tomó antes de realizar la cosecha.

Mazorcas podridas (MP). La relación de mazorcas enfermas con el total de mazorcas cosechadas por unidad experimental expresado en por ciento.

Plantas cosechadas (PTC). Es el total de plantas cosechadas dentro de cada parcela experimental útil.

Peso de campo (PC). Se determinó basándose en el peso que tuvo el maíz en mazorca al momento de la cosecha. El valor se expresó en kilogramos (kg).

Porcentaje de humedad del grano (PH). Este valor fue estimado al momento de la cosecha, se tomó una muestra de grano de cada parcela experimental a la cual se le determinó la humedad usando un determinador de humedad portátil marca Dickey Jhon.

Rendimiento de mazorca (REND). Este valor se expresa en toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$) al 15% de humedad y se determinó multiplicando el peso seco de las mazorcas de cada parcela experimental por el factor de conversión. Se obtuvo de la siguiente forma: Del total de mazorcas cosechadas por parcela útil (peso de campo), se tomó aleatoriamente una muestra representativa de semilla para determinarle el contenido de humedad al momento de la cosecha, para calcular el contenido de materia seca (%) por diferencia con el 100 por ciento. El peso seco se obtuvo multiplicando el por ciento de materia seca por el peso de campo. El rendimiento en mazorca al 15 % de

humedad se estimó multiplicando el peso seco por el factor de conversión (FC) en $t\ ha^{-1}$, usando la siguiente fórmula:

$$FC = \frac{10,000}{APU \times 0.85 \times 1000}$$

Donde:

FC = Factor de conversión para expresar el rendimiento en toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$); APU = Área de parcela útil, es el producto de la distancia entre surco por la distancia entre plantas por el número de plantas por parcela experimental expresada en m^2 ; 0.85 = Constante para obtener el rendimiento al 15% de humedad; 1000 = Coeficiente para obtener el rendimiento en ($t\ ha^{-1}$); $10,000$ = Superficie de una hectárea en m^2 .

Una vez obtenido el rendimiento en $t\ ha^{-1}$, se procedió a realizar los análisis estadísticos correspondientes. Antes de realizar los análisis individuales, se computó un análisis de covarianza, debido a que en algunas parcelas al momento de la cosecha no contaban con el número óptimo de plantas establecidas. De acuerdo a los resultados del análisis de covarianza, cuyo efecto fue significativo, se procedió a usar el número de plantas como covariable para corregir el rendimiento de grano mediante la siguiente fórmula:

$$\hat{y}_{ij} = y_i - b_i(x_i - \bar{x}_i)$$

Donde: \hat{y}_{ij} = Rendimiento corregido por covarianza, y_i = rendimiento observado, b_i = coeficiente de regresión; x_i = número de plantas cosechadas y \bar{x}_i = promedio de plantas cosechadas.

Análisis estadístico.

Se realizaron análisis de varianza individual y combinado. El modelo lineal empleado para el diseño fue el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + r_i + b_{j(i)} + t_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde: y_{ij} = Valor observado en un tratamiento, μ = media general, r_i = efecto de la i-ésima repetición, $b_{j(i)}$ = efecto del j-ésimo bloque dentro de la i-ésima repetición, t_k = efecto de material genético (líneas por probador y testigos) y ε_{ijk} = error experimental.

Análisis de varianza combinado.

Este análisis se realizó para evitar ser repetitivo en la discusión de los análisis de varianzas individuales, de esta manera se sometió a las líneas al efecto cambiante del ambiente con la finalidad de que dichos fenotipos muestren su potencial genético a

través de ambientes de evaluación. El modelo lineal comparativo al diseño de bloques incompletos, se utilizó el programa PROC GLM de SAS (SAS, 1996).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados y la interpretación para probar las hipótesis planteadas y argumentar los objetivos del presente estudio.

Los cuadrados medios de los análisis individuales para los caracteres evaluados, en cada una de las localidades (Celaya, Gto., La Piedad, Mich. y General Cepeda, Coah.), se presentan en los Cuadros A₁, A₂ y A₃ del Apéndice. En el Cuadro 4.1 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza combinado del experimento evaluado a través de tres ambientes, de cinco caracteres agronómicos (FM, FF, AP, AM y REND). Así mismo, se llevó a cabo la selección de las mejores líneas basándose en su proporción de germoplasma.

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$) entre localidades para todas las variables agronómicas, lo que indica una gran diferencia entre ambientes debida principalmente a las condiciones climáticas, edáficas y al manejo de los experimentos en cada localidad. Lo anterior muestra lo importante que es evaluar en el mayor número de ambientes, ya que de esta manera se tiene una mejor estimación de los parámetros genéticos, restando los efectos ambientales.

Las repeticiones dentro de localidades presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) para las variables FM, FF, AP y REND, excepto en AM, debido principalmente al comportamiento de sus medias, es decir, se expresaron diferencias considerables entre repeticiones.

La partición de los efectos de la repetición en bloques mostró diferencia estadística ($P < 0.01$) sólo para AP y REND. La combinación de efectos de repetición y bloques dentro de repeticiones permitió determinar diferencias, justificando el uso de bloques incompletos para una estimación más precisa de los efectos del conjunto de genotipos (Sahagún, 2000).

Las entradas (cruzas triples y testigos) mostraron diferencias significativas ($P < 0.01$) en todas las variables agronómicas, lo que indica la variabilidad genética de los híbridos triples, por efecto de las líneas provenientes de las dos poblaciones en estudio y los testigos que participaron. Con esto se tiene la oportunidad de seleccionar las nuevas líneas con mejores atributos agronómicos que constituirán las nuevas combinaciones y así, continuar con la estrategia de cruzas triples.

La descomposición de la suma de cuadrados de las entradas indica que las líneas procedentes de las dos poblaciones tienen un comportamiento diferente para AP, AM y REND. Es decir, en éste primer análisis sólo se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) en el rendimiento de mazorca entre las líneas provenientes de la población con 50 % de germoplasma criollo y mejorado.

Por su parte, los testigos muestran diferencias significativas ($P < 0.01$) en las variables AP, AM y REND, no así en FM y FF, indicando un comportamiento diferencial de los mismos.

Con respecto a la interacción entradas por localidad, resultó significativa ($P < 0.01$) en REND. Así mismo, los dos grupos de líneas mostraron un comportamiento diferente en respuesta a las condiciones ambientales, lo que permite obtener aquellas combinaciones con adaptación específica a una localidad

Al analizar los coeficientes de variación obtenidos muestran la confiabilidad de los experimentos para todas las variables agronómicas, puesto que se encuentran dentro de los límites de aceptación agronómica (2.92 a 12.86 para FF y REND, respectivamente).

Cuadro 4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para cinco caracteres agronómicos en la evaluación de líneas, 2002.

F.V.	G.L.	FM (días)	FF (días)	AP (cm)	AM (cm)	REND (t ha⁻¹)
Localidades (Loc)	2	3855.27 **	3991.92 **	200691.77 **	50373.28 **	1934.25 **
Repeticiones (Rep)/Loc	3	50.96 *	35.02 *	2192.31 *	1131.54	42.02 *
Bloques /Rep/Loc	24	7.96	7.05	405.35 **	275.50	8.33 **
Entradas (Ent)	44	14.43 **	16.23 **	893.99 **	709.70 **	6.30 **
L5050	21	16.52 **	18.24 **	286.55	544.07 **	5.28 *
L2575	19	12.44 **	14.90 **	376.19 *	323.03	3.91
Testigos (Te)	2	0.64	2.36	8774.25 **	5467.11 **	41.09 **
Ent * Loc	88	3.74	3.72	207.51	259.17	5.15 **
L5050*Loc	42	3.66	3.74	171.63	214.14	5.24 **
L2575*Loc	38	4.00	4.02	181.56	227.98	4.49 *
Te * Loc	4	1.81	1.72	497.34 *	892.36 **	14.25 **
Error	99	5.66	5.84	117.63	210.49	2.63
C.V.		2.95	2.92	5.62	11.16	12.86

* y ** = Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente; C.V. (%) = Coeficiente de variación. G.L. = Grados de libertad; FM = Floración masculina; FF = Floración femenina; AP = Altura de planta; AM = Altura de mazorca y REND = Rendimiento.

El Cuadro 4.2 muestra la expresión fenotípica promedio de las entradas (cruza y testigos) en cada una de las localidades de evaluación. Las localidades de Celaya, Gto. y la Piedad Mich. mostraron un comportamiento promedio similar en AP, AM, y REND. Un efecto diferente en el comportamiento se presentó en FM y FF, señalando a las localidades de Celaya y General Cepeda estadísticamente similares, según la comparación múltiple de medias (Tukey $\alpha = 0.05$).

Cuadro 4.2 Medias de cinco caracteres agronómicos por cada localidad de evaluación de líneas. 2002.

Localidades	FM (días)	FF (días)	AP (cm)	AM (cm)	REND (t ha⁻¹)
Celaya, Gto.	75.47 b†	77.66 b	269.56 a	143.61 a	16.802 a
La Piedad, Mich.	89.15 a	91.57 a	261.83 a	146.10 a	13.435 a
G. Cepeda, Coah.	77.33 b	79.39 b	180.42 b	101.49 b	7.607 b
Promedio	80.39	82.62	236.73	130.03	12.609
Tukey	4.53	3.75	29.69	21.33	4.111

† Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$). FM = Floración masculina; FF = Floración femenina; AP = Altura de planta; AM = Altura de mazorca y REND = Rendimiento de mazorca.

Cuadro 4.3. Medias de rendimiento de mazorca de las cruzas y testigos evaluadas en tres localidades. 2002.

ENT	DESC	Tipo de Material	Media (t ha ⁻¹)	Celaya (t ha ⁻¹)	C1 †	G. Cepeda (t ha ⁻¹)	C2	La Piedad (t ha ⁻¹)	C3
19	202-109	L2575	14.784 *	19.902 *	3	8.400	15	16.049 *	4
21	201-6-2	L5050	14.487 *	15.793	35	9.663	6	18.003 *	2
45	AN447	TE	14.428 *	21.576 *	2	6.085	40	15.624	6
6	202-89	L2575	14.332 *	18.285	7	10.582 *	1	13.926	15
7	202-113	L2575	14.012	17.240	16	8.986	10	15.809 *	5
25	201-16-4	L5050	13.789	18.848	5	9.768	4	12.750	27
12	202-12	L2575	13.727	17.216	17	7.530	23	19.144 *	1
43	703x6105	TE	13.701	19.461 *	4	7.278	28	14.364	14
4	202-67	L2575	13.599	16.473	22	8.072	17	16.253 *	3
10	202-8	L2575	13.419	18.143	8	7.258	29	14.857	11
40	201-32-2	L5050	13.416	17.998	10	7.291	27	14.960	10
20	202-115	L2575	13.292	17.133	18	8.975	11	13.767	19
39	201-32-1	L5050	13.271	15.916	31	8.325	16	15.574	7
24	201-16-2	L5050	13.245	17.902	11	7.986	18	13.847	17
8	202-114	L2575	13.157	16.428	23	9.936	2	13.108	24
13	202-18	L2575	13.098	16.001	29	7.783	20	15.512	8
11	202-10	L2575	13.038	16.337	25	7.453	24	15.325	9
17	202-90	L2575	13.022	18.131	9	8.531	14	11.786	37
1	202-14	L2575	12.961	17.057	19	7.323	26	14.501	13
9	202-6	L2575	12.850	16.382	24	8.782	12	13.925	16
42	201-18-2	L5050	12.750	15.879	33	7.056	31	12.185	34
27	201-18-5	L5050	12.746	15.832	34	9.921	3	12.483	29
2	202-29	L2575	12.638	15.904	32	9.673	5	12.338	31
33	201-24-1	L5050	12.591	15.414	38	7.787	19	14.572	12
18	202-98	L2575	12.517	15.067	40	9.407	8	13.078	26
28	201-19-2	L5050	12.333	17.246	15	6.237	39	13.517	20
22	201-11-2	L5050	12.328	22.009 *	1	4.043	44	10.931	42
30	201-21-3	L5050	12.303	14.868	42	8.994	9	13.793	18
15	202-54	L2575	12.112	16.962	20	6.803	32	12.572	28
37	201-29-2	L5050	12.008	16.039	28	6.492	38	13.493	21
14	202-36	L2575	11.989	17.535	13	6.539	37	11.891	36
26	201-18-3	L5050	11.917	16.322	26	9.449	7	9.980	44
36	201-29-1	L5050	11.873	15.760	36	8.534	13	10.774	43
23	201-12-2	L5050	11.831	14.759	43	7.640	21	13.093	25
41	201-32-3	L5050	11.786	16.665	21	7.429	25	11.262	40
5	202-88	L2575	11.783	17.697	12	4.177	43	13.475	22
31	201-21-4	L5050	11.648	15.487	37	7.243	30	12.214	32
35	201-28-5	L5050	11.480	14.907	41	7.611	22	12.364	30
32	201-23-1	L5050	11.425	16.254	27	4.656	42	13.365	23
3	202-33	L2575	11.345	18.766	6	3.800	45	11.470	39
16	202-79	L2575	11.312	15.928	30	5.822	41	12.187	33
38	201-31-2	L5050	11.277	17.347	14	6.649	35	9.835	45
34	201-28-2	L5050	11.268	15.221	39	6.675	34	11.909	35
29	201-21-2	L5050	10.844	14.217	44	6.609	36	11.705	38
44	AN388	TE	9.933	11.812	45	6.781	33	11.207	41
	Promedio		12.609	16.802		7.607		13.435	
	Error estándar (e.e)		0.832	1.212		1.484		1.178	

ENT = Entradas, DESC = Descripción, † Orden de clasificación en cada localidad; L25:75 y L50:50, indicadores de las líneas con la proporción de germoplasma criollo y mejorado; respectivamente; *, Valor mayor que: $(\mu + 2ee)$.

El rendimiento promedio de mazorca de las cruzas y testigos en cada una de las localidades de evaluación se presentan en el Cuadro 4.3. Con el propósito de identificar a las líneas sobresalientes, se usó como criterio de selección al valor obtenido de las medias más dos veces el error estándar ($\mu + 2ee$).

El comportamiento de las líneas por probador a través de localidades indica que dos líneas (entrada 19 y 21) obtuvieron valores superiores al mejor testigo (AN-447), siendo la entrada 19, de las mejores cruzas en Celaya, Gto. y la Piedad, Mich. con 19.902 y 16.049 t ha⁻¹, respectivamente. Se observa el comportamiento diferencial de las líneas en cada localidad, indicado por el orden de clasificación del rendimiento de mazorca (C_i), como resultado de la interacción de los genotipos por localidad (Cuadro 4.1).

Usando como parámetro al comportamiento promedio de las entradas (cruzas y testigos), es posible clasificar de manera general a los dos grupos de cruzas. Aun cuando existen líneas con rendimientos superiores derivadas de las dos poblaciones, el 59 % de las cruzas con rendimiento superior al promedio, correspondió a las líneas derivadas de la población con 25:75 de germoplasma criollo y mejorado, respectivamente. En tanto que el 65 % de las cruzas (50:50) obtuvieron valores por debajo del promedio general. La anterior puede ser el resultado de la contribución del germoplasma mejorado en el desarrollo de líneas, considerando además, la acción complementaria de efectos

heteróticos con el probador. Sin embargo, un 32 % de las cruzas con (50:50) de germoplasma criollo y mejorado se encuentran con valores superiores a la media general, lo que señala un potencial de rendimiento importante.

La localidad de General Cepeda, Coah. mostró los rendimientos más bajos (Cuadro 4.2) donde no se encontró diferencia estadística entre las entradas (Cruzas y testigos), únicamente la entrada 6 resultó ser superior en rendimiento con un promedio de 10.582 t ha⁻¹. Este efecto se debe a que las condiciones edáficas y climáticas son muy diferentes a las demás localidades. De las cruzas evaluadas (línea x probador), fueron seleccionadas las mejores 10 con base a su rendimiento en mazorca a través de localidades, especificando que los primeros cuatro híbridos fueron seleccionados a través del valor obtenido de la media más dos veces el error estándar ($\mu + 2ee$).

Cuadro 4.4 Medias de rendimiento de mazorca y características agronómicas de las mejores 10 cruzas en Celaya, Gto. 2002.

ENT	DESC	Tipo de Material	FM (días)	AP (días)	AR (%)	REND (t ha ⁻¹)
22	201-11-2	L5050	80 *	288 *	18.86	22.009 *
45	AN447	TE	74	255	0.00 *	21.576 *
19	202-109	L2575	77	283	7.50	19.902 *
43	703x6105	TE	74	270	12.50	19.461 *
25	201-16-4	L5050	76	280	2.63	18.848
3	202-33	L2575	74	263	53.53 *	18.766
6	202-89	L2575	79 *	280	40.48 *	18.285
10	202-8	L2575	74	268	10.53	18.143
17	202-90	L2575	76	270	7.50	18.131
40	201-32-2	L5050	75	283	21.67	17.998
Medias			75.5	269.56	17.69	16.803
Error estándar			1.1	8.84	8.30	1.212

ENT = Entrada, DESC = Descripción de la genealogía de híbridos, FM = Floración masculina, AP = Altura de planta, AR = Acame de raíz, REND = Rendimiento, *, Valor superior a la media + 2ee.

En los primeros cuatro híbridos se observa que las entradas 22 y 19 obtuvieron valores superiores a los dos mejores testigos (AN-447 y 703 x 6105) específicamente en rendimiento con un promedio de 22.009 y 19.902 t ha⁻¹; sin embargo, la entrada 22 presenta floración masculina y altura de planta estadísticamente arriba de la media general, mostrando también un por ciento de acame aceptable, por lo tanto se puede seguir trabajando con sus progenitores.

Los testigos experimentales mostraron mejores atributos agronómicos debido a que tienen un gran potencial de adaptación para la región del Bajío Mexicano.

Cuadro 4.5 Medias de rendimiento de mazorca y características agronómicas de las mejores 10 cruzas en la Piedad, Michoacán. 2002.

ENT	DESC	Tipo de Material	FM (días)	AP (cm)	AR (%)	REND (t ha ⁻¹)
12	202-12	L2575	93 *	275	9.52	19.144 *
21	201-6-2	L5050	88	255	22.97	18.003 *
4	202-67	L2575	90	270	3.13	16.253 *
19	202-109	L2575	91	280	30.95	16.049 *
7	202-113	L2575	91	275	33.21	15.809 *
45	AN447	TE	87	258	11.07	15.624
39	201-32-1	L5050	93 *	243	15.29	15.574
13	202-18	L2575	91	285	17.89	15.512
11	202-10	L2575	91	245	29.38	15.325
40	201-32-2	L5050	88	260	19.44	14.960
Medias			89.15	261.83	18.82	13.435
Error estándar			1.35	11.79	15.27	1.178

ENT = Entrada, DESC = Descripción de la genealogía de híbridos, FM = Floración masculina, AP = Altura de planta, AR = Acame de raíz, REND = Rendimiento. *, = Valor superior a la media + 2 ee .

Los mejores híbridos que se obtuvieron en la Piedad, Mich., fueron por lo general los híbridos provenientes de las líneas con proporción de germoplasma (25:75) criollo y mejorado, respectivamente (Cuadro 4.5).

Los mejores rendimientos se obtuvieron de las entradas 12 y 4 con promedio de 19.144 y 16.253 t ha⁻¹, teniendo un acame de raíz aceptable debajo de la media general, mientras que sus variables floración masculina y altura de planta se encuentran arriba de la media, por lo tanto, es recomendable seguir trabajando con los progenitores para mejorar dichas variables indeseables. Las entradas 21 y 19 superaron al mejor testigo (AN-447) específicamente en rendimiento.

Cuadro 4.6. Medias de rendimiento de mazorca y características agronómicas de las mejores 10 cruzas a través de localidades. 2002.

ENT	DESC	Tipo de Material	FM (días)	AP (cm)	AR (%)	REND (t ha ⁻¹)
19	202-109	L2575	82	253 *	13 *	14.784 *
21	201-6-2	L5050	79	235	14	14.487 *
45	AN447	TE	79	235	6 *	14.428 *
6	202-89	L2575	82	256 *	21	14.332 *
7	202-113	L2575	82	248	24	14.012
25	201-16-4	L5050	80	244	2	13.789
12	202-12	L2575	81	246	12	13.727
43	703x6105	TE	79	216 *	27	13.701
4	202-67	L2575	82	241	13	13.599
10	202-8	L2575	79	245	12	13.419
	Medias		80.39	236.73	13.06	12.609
	Error estándar		1.10	6.70	6.83	0.832

ENT = Entrada, DESC = Descripción de la genealogía de híbridos, FM = Floración masculina, AP = Altura de planta, AR = Acame de raíz, REND = Rendimiento, *, = Valor superior a la media + 2 σ .

Con respecto a los mejores rendimientos, el híbrido (202-109) de la entrada 19, derivada de la población con proporción de germoplasma (25:75) criollo y mejorado, respectivamente, fue el mejor en rendimiento con 14.784 t ha⁻¹, superando en valor relativo al mejor testigo (AN-447); el híbrido antes mencionado tiene un porcentaje de

acame aceptable por debajo de la media, de igual manera mantuvo un comportamiento similar en las localidades de Celaya Gto. y la Piedad Mich. con un rendimiento de 19.902 y 16.049 t ha⁻¹, respectivamente.

El híbrido de la entrada 21 derivada de la proporción de germoplasma (50:50) criollo y mejorado, supero al mejor testigo en rendimiento con 14.487 t ha⁻¹ y en las variables floración masculina y altura de planta se comportaron de la misma manera en contraste con el testigo, excepto que en acame de raíz fue superado por el testigo, aclarando que este material se sugiere seguirlo trabajando con sus progenitores para mejorar la variable acame de raíz.

Los materiales que se encuentran por debajo de la media, presentan muy buenos rendimientos con un por ciento de acame aceptable, en donde el único problema que presentan es en la variable altura de planta y con una diferencia en días de floración arriba de la media general, esto se le atribuye a los genes indeseables en las diferentes proporciones de germoplasma.

La mayoría de los híbridos que mostraron rendimientos favorables provienen de las líneas con dosis de germoplasma (25:75) criollo y mejorado, respectivamente.

V. CONCLUSIONES

En base a los objetivos e hipótesis planteadas en la presente investigación se concluye lo siguiente:

Las líneas derivadas de la población (50:50) mostraron mayor variación genética comparada con las de la población (25:75) de germoplasma criollo y mejorado.

El 59 % de las cruzas de prueba con mayores rendimientos fueron constituidos en su mayoría con líneas derivadas de la combinación (25:75) criollo y mejorado, respectivamente.

Se identificaron híbridos experimentales con buena capacidad de adaptación para la localidad de Celaya Gto., y la Piedad Mich.,: Ent. 19 **(202-109)** L25: 75 y Ent. 21 **(201-6-2)** L50: 50. Siendo la entrada 19 la que mostró un comportamiento superior. En tanto que la entrada 21 se adaptó específicamente en La Piedad, Michoacán.

VI. RESUMEN

Con la finalidad de determinar el potencial de rendimiento de grano en 42 líneas experimentales (S_1 , S_2) de maíz (*Zea mays* L.), en el presente estudio se evaluaron y compararon 42 cruza triples (cruzas de prueba) y tres testigos adaptados al Bajío mexicano. Los primeros 22 híbridos fueron obtenidos por la cruza del probador con las líneas derivadas de la población con proporción de germoplasma 50:50 criollo y mejorado, en tanto que los 20 híbridos restantes, fueron constituidos usando las líneas con 25:75 de germoplasma criollo y mejorado, respectivamente. La evaluación se llevó a cabo en tres localidades: Celaya Gto., La Piedad Mich., y General Cepeda, Coah., bajo un diseño de bloques incompletos con arreglo alfa látice (0,1), con dos repeticiones por localidad. Los materiales fueron divididos en cinco bloques, con nueve tratamientos. La unidad experimental fue de un surco de cinco metros con 21 plantas. Se registraron datos de rendimiento de mazorca ($t\ ha^{-1}$) al 15 % de humedad, días a floración masculina y femenina, acame de raíz (%), altura de planta y mazorca (cm). Se realizó un análisis individual para cada localidad y un análisis combinado a través de localidades con base en el diseño experimental. Se encontraron diferencias estadísticas en el rendimiento de mazorca ($P < 0.01$) entre las líneas derivadas de la población 50:50, en tanto que las líneas de la población 25:75, su comportamiento fue muy similar. Sin embargo, los dos grupos de líneas mostraron una interacción con los ambientes de evaluación, lo que

permitió identificar los más sobresalientes de manera específica. Se identificaron dos cruza triples (entradas 19 y 21) cuyos rendimientos a través de localidades fueron superiores al mejor testigo (AN-447); de estas, la entrada 19 mostró un comportamiento sobresaliente en Celaya Gto. y La Piedad, Mich. En general, el 59 % de las cruza con líneas derivadas de la población 25:75 de germoplasma criollo y mejorado obtuvieron valores superiores a la media poblacional, indicando la contribución del germoplasma mejorado en el desarrollo de líneas; no obstante, el 32 % de las cruza con líneas de población 50:50 obtuvieron valores superiores a la media poblacional.

VII. LITERATURA CITADA

- Abel B. C. and L. M. Pollak, 1991. Rank comparison of unadapted maize populations by testers and *per se* evaluation. *Crop Sci.* 31: 650–656.
- Allard, R.W.1980. Principios de la mejora genética de las plantas. Cuarta edición, Ediciones OMEGA, S.A. Barcelona España. 498 p.
- Durán A. H. 1989. Comportamiento de 69 líneas S₃ de Maíz (*Zea mays* L.) derivadas del Sintético Trópico Seco en un estudio de aptitud combinatoria con dos tipos de probadores. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila, México. 89 p.
- Falconer, D. S. 1984. Introducción a la genética cuantitativa. Traduc. del inglés por Fidel Márquez Sánchez. Editorial LIMUSA, CECOSA. México. 430 p.
- Galarza S. M., H. Angeles A. y J. Molina G. 1973. Estudio comparativo entre la prueba de líneas *per se* y la prueba de mestizos para evaluar aptitud combinatoria general de líneas S₁ de maíz (*Zea mays* L.). *Agrociencia* 11: 12 –139.
- Hallauer, A. R. 1987. Maize. *In: Principales of cultivars development. Vol. 2 Crop Species.* Walter, R. Ferh (ed). Iowa State University. MC Millan Publishing Company. New York. pp: 249-294.
- INEGI. 2002. El Sector Alimentación en México 2002. Impreso en México. 0188-8374. 303 p.
- 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.

- Jugenheimer, R. W. 1981. Maíz. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. R. Piña G. (Tradr.) Editorial Limusa. México, D.F. 481 p.
- Juárez L., P. 2000. Comparación de tres diseños experimentales y efectos de ajuste de rendimiento de híbridos experimentales de maíz (*Zea mays* L.) adaptados al Bajío mexicano. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México. 65 p.
- Márquez S., F. 1988. Genotecnia Vegetal. Métodos, Teoría y Resultados. Tomo II. 1ª ed. AGT. Editor, S.A. México, D.F. 665 p.
- Paz, J. R. y G. J. Molina 1973. Variedades de bajo rendimiento contra variedades de alto rendimiento como probadores para medir la aptitud combinatoria general de líneas autofecundadas de maíz. *Agrociencia* II: 43–55.
- Robles S., R. 1983. Producción de granos y forrajes. Cuarta edición. Editorial, Limusa, México. 608 p.
- Sahagún C., J. 2000. Evaluación genotípica con el modelo de ambientes cuando hay anidamientos de años en localidades. *Agrociencia* 34: 583-594.
- Sprague, G. F. 1946. Early testing of inbred lines of corn. *J. Am. Soc. Agron.* 38: 108-117.
- SAS. 1996. SAS/STAT User's guide: 6.1th ed. Vol. 2. SAS Institute. Cary, N.C. 956 p.
- Taba, S. 1995. Current activities of CIMMYT Maize Germplasm Bank. *In* The CIMMYT Maize Germplasm Bank: Genetic Resource Preservation, Regeneration, Maintenance and Use. Taba S. (ed). Maize Program Special Report. CIMMYT México. pp: 9-20.
- Vidrio H., R. 2001. Estimación de componentes genéticos en dos poblaciones de maíz con diferente dosis de germoplasma. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México. 59 p.

VIII. APÉNDICE

Cuadro A1. Cuadrados medios del análisis de varianza en la localidad de Celaya, Gto. 2002

F.V	GL	FM (días)	FF (días)	AP (cm)	AM (cm)	MC (%)	AR (%)	AT (%)	REND (t ha⁻¹)
Repeticiones/(Rep)	1	33.61	26.67	490.0	513.61	91.07	13921.54 **	0.01	51.97 *
Bloques/ Rep.	8	2.14	1.1	289.4	663.79	129.41 *	757.20 **	9.85	3.99
Entradas	44	7.31 **	7.08 **	560.6 **	531.44 **	157.99 **	133.15	4.82	5.95 **
Error	36	1.99	2.11	128.3	195.51	54.34	112.95	8.65	2.40
C.V.		1.87	1.87	4.2	9.73	41.58	60.08	197.5	9.23

*, ** = Significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente; C.V. (%) = Coeficiente de Variación; G.L. = Grados de libertad, FM = Floración masculina, FF = Floración femenina, AP = Altura de planta, AM = Altura de mazorca, MC = Mala cobertura, AR = Acame de raíz, AT = Acame de tallo, y REND = Rendimiento.

Cuadro A2. Cuadrados medios del análisis de varianza en la localidad de La Piedad, Mich., 2002.

F.V	GL	FM (días)	FF (días)	AP (cm)	AM (cm)	MC (%)	AR (%)	AT (%)	REND (t ha⁻¹)
Repeticiones /(Rep)	1	2.23	4.18	5981.35 **	2610.77	31.20	241.95	13.98	59.16
Bloques/Rep.	8	20.96 **	17.14 **	425.77 *	344.58	136.31	508.13	10.81	15.49 **
Entradas.	44	6.62 **	8.69 **	364.02 *	263.27	66.86	205.52	17.07	6.27 **
Error.	28	2.44	3.50	186.04	256.05	66.98	312.37	11.39	1.85
C.V.		1.75	2.04	5.20	10.952	173.88	93.89	104.07	10.14

*, ** = Significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente; C.V. (%) = Coeficiente de variación; G.L. = Grados de libertad, FM = Floración masculina, FF = Floración femenina, AP = Altura de planta, AM = Altura de mazorca, MC = Mala cobertura, AR = Acame de raíz, AT = Acame de tallo y REND = Rendimiento.

Cuadro A3. Cuadrados medios del análisis de varianza en la localidad de General Cepeda Coahuila. 2002.

FV	GL	FM (días)	FF (días)	AP (cm)	AM (cm)	MC (%)	AR (%)	AT (%)	REND (t ha⁻¹)
Repeticiones (Rep)	1	117.04	74.19	105.56	270.22	0.37	16.70	90.74	14.92
Bloques /Rep	8	0.77	2.81	500.77 *	218.10	159.78	36.82	18.61	5.49
Entradas.	44	8.48	8.72	420.86 *	445.12 **	402.55	44.20	30.02	4.64
Error.	35	12.00	11.55	221.63	189.44	275.60	40.71	34.16	3.470
C.V.		4.48	4.27	8.25	13.56	119.46	207.16	173.75	24.49

*, ** = Significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente; C.V. (%) = Coeficiente de variación; G.L. = Grados de libertad, FM = Floración masculina, FF = Floración femenina, AP = Altura de planta, AM = Altura de mazorca, MC = Mala cobertura, AR = Acame de raíz, AT = Acame de tallo y REND = Rendimiento.