

Estimación de Parámetros Genéticos y Aptitud Combinatoria
General y Específica de una Población de Maíz Superenano
para el Trópico Seco Mexicano

Fernando Borrego Escalante

T e s i s

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Grado de:

Maestro en Ciencias
en la Especialidad de Fitomejoramiento



Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"

Programa de Graduados

Buenavista, Saltillo, Coah.

Octubre de 1986

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría, y aprobada como requisito parcial para optar el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD DE
FITOMEJORAMIENTO

COMITE PARTICULAR

Asesor Principal


Ing. M.C. José Guadalupe Rodríguez V.

Asesor

Dr. Hans Raj Chaudhary

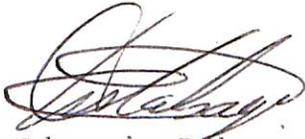


Asesor

Ing. M.C. Enrique Navarro Guerrero



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


M.C. Luis Eduardo Rabago Virgen
Director Académico

Buenavista, Saltillo, Coah; Octubre de 1986

A G R A D E C I M I E N T O S

- Al Ing. M.C. José Guadalupe Rodríguez V.
por la Asesoría brindada para la realización del
presente estudio.
- Al Dr. Hans Raj Chaudhary, y al Ing. M.C. Enrique -
Navarro Guerrero, por su colaboración en la revi
sión de este documento.
- Al Personal del Instituto Mexicano del Maíz, de la
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO", -
quienes con su valiosa y desinteresada ayuda, hi
cieron posible la planeación, organización, eje
cución, y evaluación del presente estudio.
- A mis Maestros, por la paciencia y dedicación en la
transmisión de sus conocimientos, en especial al
Dr. Hernán Cortés Mendoza, Ing. Regino Morones Reza,
Dr. José Espinoza Velázquez, Dr. Leopoldo Mendoza
Onofre, Dr. Joaquin Ortíz Cereceres.
- A las Sritas. Martha Alicia Banda Malacara y Leticia
López Cabrera, por su excelente trabajo de mecano-
grafía.

D E D I C A T O R I A

A mi esposa:

María Margarita Murillo de Borrego

A mis hijos:

David Fernando, Daniel Alberto, y
Emanuel Alejandro

R E S U M E N

Se realizó la evaluación de 31 líneas de maíz en la región de Trópico Seco Mexicano, con los siguientes objetivos:

- a) Selección preliminar de plantas con características morfológicas deseables.
- b) Determinar parámetros genéticos de heredabilidad y coeficientes de variación genética, así como la aptitud combinatoria general y específica en el carácter de rendimiento.
- c) Determinar el mejor probador (alto o enano) para la selección de líneas endocriadas, y
- d) Formación de una población ideotipo para el trópico seco con variabilidad genética, é iniciar mejoramiento poblacional a partir de ella.

Las líneas se derivaron de una población trópico seco formada por 6 colecciones de maíces adaptadas a la región enanizadas y con alto contenido de proteínas en el grano. El probador enano fue la cruza simple (SSE-76-1-5-6-1 x - SSE-53-1-2-1), y el probador de porte alto, fue la cruza simple $AN_1 \times AN_2$.

Los experimentos se establecieron en Miguel Alemán, - Tamps., Torreón, Coah., y Celaya, Gto., considerando densidad de 57,000 ptas/Ha en los mestizos de porte alto, y de 89,000 ptas/Ha en los mestizos de porte enano.

Los resultados indican que las familias de mestizos - enanos tuvieron mejores características agronómicas que - los mestizos altos, en las 3 localidades de estudio. La mejor localidad en la evaluación de mestizos fue Celaya, - Gto., siguiéndole Miguel Alemán y Torreón. El mejor probador per-se es el probador enano.

Los componentes de varianza estimados, varían entre los experimentos en estudio, considerando los análisis de varianza individuales y combinados. En general, los análisis de varianza que presentaron mayor coeficiente de variación y mayor varianza del error, presentaron varianza de líneas, líneas per probador, y líneas por localidad desviadas en relación a las encontradas en los análisis de varianza con bajos coeficientes de variación, y varianza del error.

Los resultados están de acuerdo con lo reportado por otros autores en lo que se refiere a la teoría genético-estadística para probadores y las características morfológicas y fisiológicas de los ideotipos utilizados por el programa de su mejoramiento del Instituto Mexicano del Maíz, de la UAAAN.

I N D I C E

	Página
Indice de Cuadros.....	vi
Resumen.....	iii
I Introducción.....	1
II Revisión de Literatura.....	4
III Materiales y Métodos.....	23
IV Resultados y Discusión.....	45
V Conclusiones.....	82
VI Literatura Citada.....	84
VII Apéndice.....	90

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Líneas comunes a los 2 probadores en las 3 localidades de evaluación.	29
2	Diseño del modelo del análisis de covarianza para un bloque al azar.	32
3	Modelo del Análisis de Varianza para Regresión.	33
4	Análisis de varianza individual	38
5	Análisis de varianza combinado, considerando localidades independientes.	38
6	Análisis de varianza combinado, considerando probadores independientes.	39
7	Análisis de varianza combinado total.	40
8	ANVA para regresión en la localidad de Miguel Alemán, Tamps. considerando eficiencia de la covarianza, para ajuste de rendimiento por fallas.	46
9	ANVA para regresión en la localidad de Celaya, Gto., considerando eficiencia de la covarianza, para ajuste de rendimiento por fallas.	47
10	ANVA para regresión en la localidad de Torreón, Coah., considerando eficiencia de la covarianza, para el ajuste de rendimiento por fallas.	48
11	Resumen de medias y medidas de dispersión para la localidad de Miguel Alemán, Tamps., considerando los 2 probadores utilizados.	49
12	Resumen de medias y medidas de dispersión para la localidad de Celaya, Gto., considerando los 2 probadores utilizados.	50
13	Resumen de medias y medidas de dispersión para la localidad de Torreón, Coah., considerando los 2 probadores utilizados.	51
14	Cuadrados medios y Coeficiente de Variación (C.V.) para 7 características agronómicas, evaluados en 3 localidades y 2 probadores, bajo un diseño bloques al azar y 2 4repeticiones en cada experimento.	56

15	Cuadrados Medios y Coeficiente de variación (C.V.) para 7 características agronómicas - según análisis combinado para cada localidad considerando 2 probadores en cada localidad.	57
16	Cuadrados Medios y Coeficiente de variación (C.V.) para 7 características agronómicas, - según análisis combinado para cada probador- considerando 3 localidades en cada probador.	58
17	Cuadrados Medios y Coeficiente de variación (C.V.) para 7 características agronómicas, - según análisis combinado considerando 3 localidades y 2 probadores (los 6 experimentos - en conjunto).	59
18	Prueba de D.M.S para la significancia en líneas, Loc. Miguel Alemán, Tamps. (media de 2 probadores) características: Rendimiento.	61
19	Prueba de D.M.S para significancia en líneas en el ANVA para probador 1 (enano). Media - de 3 localidades. Características: Rendimiento.	62
20	Prueba de D.M.S. para la significancia en - probadores, Loc. Celaya, Gto. (media de 31- líneas). Características: Rendimiento.	63
21	Prueba de D.M.S. para la significancia en 10 localidades, P ₁ (enano), media de 31 líneas. Característica: Rendimiento.	64
22	Prueba de D.M.S para la significancia en Loc. en el análisis combinado, media de 2 probadores y 31 líneas. Característica: Rendimiento.	65
23	Prueba de D.M.S. para la significancia localid ad x probador en el análisis combinado. Media de 31 líneas. Característica: Rendimiento.	66
24	Prueba de D.M.S. para la significancia en línea en el análisis combinado. Media de 2 probadores y 3 localidades. Característica: Rendimiento.	67
25	Prueba de D.M.S. para la significancia en línea x probadores análisis combinado. Media - de 3 localidades. Característica: Rendimiento.	68
26	Componentes de Varianza y Parámetros Genéticos de 7 características Agronómicas, en 6 Experimentos.	71

- 27 Componentes de Varianza Genética de 7 características calculados para 3 localidades considerando 2 probadores en cada localidad. 74
- 28 Componentes de varianza y parámetros genéticos de 7 características, calculados para 2 probadores, considerando 3 localidades en cada probador. 75
- 29 Componentes de varianza y parámetros genéticos de 7 características, considerando 3 localidades y 2 probadores (los 6 experimentos en conjunto). 76
- 30 Efecto de la aptitud combinatoria general (g_i) para rendimiento de 31 líneas de maíz, considerando localidades independientes y combinado. El número de paréntesis indica el orden en cada columna. 84
- 31 Efecto de la aptitud combinatoria específica (S_{ij}), para rendimiento de 31 líneas de maíz cruzadas con 2 probadores, en 3 localidades y combinado. El número en paréntesis indica el orden en cada columna. 85
- 32 Concentración de medias de rendimiento y otras características agronómicas de las 10 mejores seleccionadas, cruzadas con los probadores enano y alto. (Media de 3 localidades). 86
- 33 Medias de producción y otras características agronómicas de 31 cruzas de prueba, utilizando el probador enano, evaluados en 89 216 ptas/Ha en 2 repeticiones en Miguel Alemán, Tamps. 87
- 34 Medias de producción y otras características agronómicas de 31 cruzas de prueba, utilizando el probador enano, evaluadas a 89 216 ptas/Ha en 2 repeticiones, en Celaya, Gto. 88
- 35 Medias de producción y otras características agronómicas de 31 cruzas de prueba, utilizando el probador enano, evaluadas a 89 216 ptas/Ha en 2 repeticiones, en Torreón, Coah. 89
- 36 Medias de producción y otras características agronómicas de 31 cruzas de prueba, utilizando el probador alto, evaluadas a 56 818 ptas/Ha en 2 repeticiones, en Miguel Alemán, Tamps. 90
- 37 Medias de producción y otras características agronómicas de 31 cruzas de prueba, utilizando el probador alto, evaluadas a 56 818 ptas/Ha en 2 repeticiones, en Celaya, Gto. 91

- 38 Medias de producción y otras características agronómicas de 31 cruzas de prueba, utilizando el rpoñador alto, evaluadas a 56 818 ptas/Ha en 2 repeticiones, - en Torreón, Coah. 92

I INTRODUCCION

En México, el maíz, junto con el frijol, son los productos básicos de la alimentación de sus habitantes. En el país, durante 1980, se sembraron cerca de 7 millones de hectáreas de maíz de la cual cerca del 86% fué de temporal, y el resto de riego (D.G.E.A., S.A.R.H., 1980), por lo que gran parte de la producción se ve afectada por las variaciones climáticas que escapan al control del agricultor.

Debido a que puede utilizarse en forma directa para consumo humano (tortilla, harina) y consumo animal (forraje seco, fresco y ensilaje) o como materia prima para industrialización, el maíz es integrante fundamental de la dieta alimenticia de la población, por lo que se cultiva en mayor o menor escala en todo el país, ocupando la mitad de la tierra laborable, aún cuando en la mayoría de los casos, los agricultores obtienen bajos rendimientos. En realidad, es un cultivo representativo de la agricultura de subsistencia, ya que una gran proporción de la cosecha es consumida por el mismo agricultor, cuyas condiciones de vida, por lo general, son sumamente precarias.

Nuestro país, en los últimos años, ha precisado de grandes importaciones de éste cultivo, pues debido a diversos factores (climáticos, abandono de parcelas, explosión demográfica, falta de asistencia técnica y crédito oportunos, etc.). Ha aumentado muy poco la producción de grano por unidad de superficie y por unidad de tiempo, en función del costo, y se han incorporado relativamente pocas tierras al cultivo (Centro de Investigaciones Agrarias, 1980).

Dentro de las áreas maiceras más importantes de nuestro país, destaca la de Trópico Seco, que comprende aquellas regiones de 0-100 m.s.n.m., que presenta temperaturas elevadas y variables, con humedad relativa media, propiciando una alta inciden-

cia de plagas y enfermedades, así como escasez de semillas mejoradas nacionales, lo que permite a las compañías particulares de semillas dominar casi en su totalidad el mercado. (Olivares 1976). Además, con las metodologías tradicionales de mejoramiento se presentan limitaciones en el uso óptimo del potencial genético de los materiales, ya sea por fallas en la evaluación, o por limitada variabilidad genética de los mismos, lo que origina que el rendimiento alcance techos muy difíciles de sobrepasar.

Recientemente (Donald, 1968), se ha propuesto una alternativa de mejoramiento, que involucra la consideración minuciosa de las principales características morfológicas y fisiológicas de la planta, en su contribución relativa al rendimiento económico del cultivo. Esta metodología de mejoramiento por ideotipos, permite modificar la arquitectura de la planta, e incorporarle características fisiogenéticas (mayor tasa de fotosíntesis neta, mejor tasa relativa de crecimiento, mayor período de llenado de grano, etc.), que hacen posible que se explote de una manera más adecuada e intensiva, el ambiente específico de crecimiento. De ésta manera, es posible alcanzar mayores rendimientos, en igualdad de insumos, que las plantas derivadas de metodologías tradicionales de mejoramiento.

El contar con poblaciones ideotipo a partir de los cuales se pueda realizar mejoramiento genético para la obtención de híbridos y/o variedades sintéticas, hace necesario primeramente incorporar las características deseables a las poblaciones de interés y después, derivar y seleccionar líneas que presenten buenas posibilidades de utilización posterior. De acuerdo con ésto, los objetivos del presente trabajo son:

a) Selección preliminar de plantas con características morfológicas deseables.

b) Determinar la aptitud combinatoria general y específica de las mejores líneas ideotipo, adaptables al trópico seco mexicano.

c) Determinar el mejor probador (alto ó enano) para la selección de líneas superenanas.

d) Formación de una población ideotipo para el trópico seco, con variabilidad genética, e iniciar mejoramiento poblacional a partir de ella.

II REVISION DE LITERATURA

El objetivo principal de los métodos de mejoramiento de maíz para producción de híbridos o variedades sintéticas, es la evaluación correcta de las líneas derivadas de la población base, con el fin de detectar aquellas que den un comportamiento superior en combinaciones híbridas.

El comportamiento de las líneas per-se no da una medida adecuada de su valor en combinaciones híbridas, por lo que es necesario desarrollar un método adecuado y simple, que permita evaluar nuevas líneas. En general, existen los siguientes métodos de evaluación de líneas:

a) Selección visual, que consiste en obtener líneas endogámicas altamente homocigóticas de acuerdo con el criterio puramente visual del fitomejorador. Obtenidas las líneas, se procede a su evaluación, tomando como medida de aptitud combinatoria general de cada línea, el comportamiento promedio de sus cruzas con otras líneas (Sprague y Tatum, 1942).

b) Prueba de líneas per-se para seleccionar líneas por aptitud combinatoria general, consiste en probar a las líneas como tales, sin necesidad de formar mestizos.

c) Prueba de mestizos. Hayes (1926) propuso un sistema con el que se pudiera eliminar una gran cantidad de líneas que muy probablemente no produciría buenas combinaciones híbridas. Davis (1927) sugirió evaluar la aptitud combinatoria general de una línea por medio de su mestizo, es decir, en base al comportamiento de la cruce de la línea por una variedad llamada probador. No obstante que el método de la prueba de mestizos es el más empleado para evaluar aptitud combinatoria general de líneas, el tipo de probador más eficiente despertó mucha contro-

versia en la literatura, respaldada toda con evidencias experimentales (Luna, 1971).

2.1. Generalidades de Probadores

La elección de un probador depende del uso que se va a dar a las líneas. Un probador deseable debe detectar diferencias inherentes en la aptitud combinatoria de las líneas, y el uso de 2 ó más probadores en evaluar un grupo de líneas permite comparaciones en a) su capacidad para clasificar las líneas simillarmente, y b) su varianza línea por probador (Keller, 1949).

Matzinger (1953), menciona que un probador deseable puede ser definido como aquel que combine la mayor simplicidad en su uso con la máxima información sobre el comportamiento a ser esperado de las líneas a probarse, cuando se usan en otras combinaciones o crecen en otros ambientes. Menciona que ningún probador individual puede llenar completamente éstos requisitos.

Rawlings y Thompson (1962) señalan que, además de otras características, existen 2 que son de importancia fundamental para elegir un buen probador: a) el probador debe clasificar correctamente en un sentido relativo los tratamientos bajo selección. b) el probador debe de discriminar eficientemente a través de los materiales bajo prueba; o sea, el mejor probador de una serie de probadores sería aquel que pudiera clasificar correctamente los tratamientos con la mínima cantidad de prueba; el mejor probador en éste sentido, daría clasificación más precisa de los tratamientos para una cantidad dada de prueba ó permitiría la evaluación de más tratamientos para un nivel dado de precisión.

El mejor probador puede ser definido como aquel que maximice el rendimiento medio esperado de la variedad sintética producida por el apareamiento aleatorio de los genotipos seleccionados (Allison y Curnow, 1966). Al examinar teóricamente un lo

cus, se demuestra que el mejor probador debe ser homocigoto recesivo. Sin embargo, en la práctica, la frecuencia génica y la cantidad y dirección de la dominancia pueden ser desconocidos. Sin dominancia, el rendimiento medio de la variedad sintética es independiente del probador. Con dominancia parcial, cualquier probador debe dar algún incremento en el rendimiento medio. Con sobredominancia la elección de un homocigoto erróneo como probador podría causar una reducción en la media de rendimiento, pero si la variedad parental es utilizada como probador, es de esperarse que el rendimiento de menos no descienda. Por lo tanto, la variedad parental puede ser una elección más segura que otras variedades con frecuencias génicas contrastantes.

La elección de un probador para una población heterogénea es condicional, a menudo, del comportamiento promedio de los mestizos; o sea, que se elige el probador con el mayor comportamiento promedio en la cruce. Sin embargo, éste enfoque está fuera de lugar, a menos que individuos seleccionados sean usados inmediatamente en combinaciones híbridas con el probador, pues la heterosis significativa no se garantiza suficientemente con diversidad genética, debida a ligamiento, epistasis, y aún alelos múltiples (Cress, 1966).

En general, es concordante el criterio de que un probador deseable debería incluir simplicidad en su uso, proveer información que clasifique correctamente el mérito relativo de las líneas, y maximice la ganancia genética (Hallauer, 1975). Menciona asimismo, que la evidencia actual muestra que los efectos aditivos con dominancia parcial a completa, son más importantes en las poblaciones de maíz, y que estudios recientes también muestran que las líneas seleccionadas por el uso de una línea como probador, también tienen alta aptitud combinatoria general en cruces con otras líneas élite.

En resumen la elección de un probador se ha determinado por la etapa de desarrollo del programa de mejoramiento, tipos de

material bajo prueba, líneas emparentadas o no emparentadas, así como poblaciones parentales para utilizarse como probadores, dependiendo de los objetivos del estudio particular, disponibilidad de probadores, y tipo de híbridos para los cuales las líneas bajo prueba deben ser usados (Hallawer y López, 1979).

2.2. Probadores de amplia base genética r.s. Probadores de estrecha base genética.

La selección para aptitud combinatoria general se hace sobre la suposición de que los genes favorables de dominancia son los principales causantes de la heterosis. Por otro lado, la selección para aptitud combinatoria específica se basa en la suposición de que la sobredominancia y la epistasis son los principales responsables para la heterosis; la principal distinción entre la selección para aptitud combinatoria general ó específica, descansa en el probador utilizado. Si el interés es el de la aptitud combinatoria general, el probador o probadores normalmente deben de ser heterocigotos lo que hace un probador de amplia base genética. Si la aptitud combinatoria específica es de mayor interés, el probador más eficiente debe ser una línea endocriada, la cual debe estar en equilibrio; el uso de una línea simple como probador por mucho tiempo, no puede ser altamente eficiente en seleccionar para aptitud combinatoria general. (Sprague y Miller, 1950).

Grogan y Zuber (1957) utilizaron 4 cruzas simples y sus 2 cruzas dobles como probadores. Los resultados de este trabajo indican que hay mucha variación entre y dentro de probadores, tanto de craza simple como de craza doble, en medir a.c.g. y a.c.e. Algo de la variación parece ser asociada con diferentes poblaciones segregantes. Aunque hubo alguna tendencia de ciertos probadores simples y dobles para dar mejores estimaciones de a.c.g. o a.c.e., la tendencia no puede ser la misma cuando se

evalúe otro grupo de líneas. Algunas cruza simples fueron igualmente efectivas que las cruza dobles para medir la aptitud combinatoria general. Lonquist y Rumbaugh (1958) en general encontraron resultados que reafirman lo de otros investigadores, en el sentido de primer seleccionar para aptitud combinatoria general, seguido de pruebas para aptitud combinatoria específica. En su estudio, utilizaron 2 probadores, la variedad sintética Krug, y la cruza simple $Wf_9 \times M_{14}$. El mejoramiento poblacional fué mayor cuando la selección se basó en el probador de amplia base genética. Con el probador de cruza simple las líneas seleccionadas para aptitud combinatoria específica no demostraron superioridad a las líneas seleccionadas para aptitud combinatoria general.

Russell (1961) al seleccionar líneas tolerantes al acame utilizó 5 probadores: línea B_{14} , tolerante a la pudrición del tallo; línea O_S420 , susceptibles; cruza simple $Wf_9 \times B_{14}$, tolerante; cruza simple C.I. 187-2 $\times O_S420$ y una doble cruza doble, emparentada con los otros 4 probadores. En éste caso, el resultado que se obtuvo fué mejor para la línea O_S420 , y el peor probador fué la línea B_{14} . Esto se explica, ya que el criterio de selección no fué el rendimiento, sino la tolerancia a la pudrición del tallo y al acame. La misma línea B_{14} se utilizó como probador en un estudio para determinar el tipo de acción génica responsable de la heterosis en maíz (Penny et-al, 1962) siguiendo la metodología sugerida por Sprague y Miller (1950) con algunas modificaciones. La selección para alta aptitud combinatoria fué efectiva, y considerando todos los datos, se concluye que el tipo de acción génica es de dominancia parcial a completa, o a grandes efectos aditivos.

En Florida, se condujeron experimentos paralelos de selección recurrente, utilizando, por un lado, un probador de base genética estrecha (línea estable) y por otro, un probador de amplia base genética (heterógeno y heterocigoto). Se evaluaron para comportamiento promedio y para aptitud combinatoria con el

probador endogámico, compuestos desarrollados al recombinar líneas seleccionadas en cada uno de los primeros 3 ciclos de selección. Se incrementó significativamente el comportamiento promedio (medido por el promedio de rendimiento en grano con 11 probadores) en los ciclos avanzados del método de probador endogámico. Asimismo, la aptitud combinatoria con éste método se incrementó significativamente (alrededor del 6.5% por ciclo) y los componentes de varianza para líneas (progenies de mestizos) fueron altamente significativos en cada ciclo del método de probador endocriado. En contraste, la varianza de líneas disminuyó a niveles insignificantes para el 3er ciclo en el método de probador de amplia base genética. Los resultados de éstos experimentos indican que la selección recurrente para aptitud combinatoria con un probador endogámico es un método más efectivo que el de selección recurrente utilizando un probador de base genética amplia. Inclusive fué efectivo en reducir interacciones híbrido por ambiente (Horner et-al, 1963).

Aunque no con los mismos probadores, resultados diferentes se encontraron por Russell (1969) quien estudió 19 líneas S_3 seleccionadas a través de 3 sucesivas generaciones S_0 , S_1 y S_2 sobre la base del comportamiento de mestizos, se evaluaron en densidad baja o alta para su evaluación posterior para determinar la importancia de la densidad de siembra en el desarrollo de líneas. Se usaron 2 probadores en el estudio final: una cruzada usada en la selección de las líneas y una cruzada simple. Los mestizos crecieron en densidades baja, media y alta en 5 ambientes. Con el probador de cruzada doble las líneas S_3 como un grupo mostraron una ganancia significativa en rendimiento cuando se comparó con un mestizo de la variedad sintética original. Con el probador de cruzada simple no hubo ganancia en el rendimiento de la selección como un grupo, comparada con la variedad original. La mayor importancia relativa de la acción genética no aditiva comparada con la acción genética aditiva parece que es la única explicación para los resultados obtenidos.

En Hungría (Czeteneki y Gyulavari, 1970) mencionan que probadores de cruza simple han ganado popularidad mundial, teniendo la ventaja especial de que puede utilizarse de inmediato una cruza doble o triple, resultante de un mestizo superior o una línea de excelente aptitud combinatoria. En este estudio se utilizaron tres probadores de cruza simple, para estudiar las diferencias en los valores de los probadores y cuanta correlación hay entre la aptitud combinatoria de ciertas líneas obtenidas con diferentes probadores. De acuerdo con los datos presentados, la diferencia de los valores de los tres probadores es excedida por los valores de la aptitud combinatoria específica de varias líneas para ciertos probadores. Esto indica que, basado en los resultados de sólo un probador, aún las líneas evaluadas en mestizos de menor rendimiento no pueden ser descartadas con suficiente seguridad.

La selección recurrente para aptitud combinatoria específica fué propuesta por Hull (1945) como un método práctico y eficiente de mejorar rendimiento y otras características agronómicas; puntualizó que, teóricamente, una línea homocigota podría ser el mejor probador, si la sobredominancia fuera un factor importante. Sin embargo, Horner et-al (1972) señalan que donde los híbridos dobles se usan comercialmente, un probador de cruza simple puede ser utilizado de manera que la semilla resultante del mestizo, pueda ser rápidamente incorporada a la producción comercial. Lonquist (1961) obtuvo un 4.2% de incremento en rendimiento, por ciclo, a partir de 2 ciclos de selección en "Krug" con el probador de cruza simple $Wf_9 \times M_{14}$. Russell et-al (1973) reportaron ganancias de 4.4% por ciclo en "Alph" y 1.8% por ciclo en $Wf_9 \times B_7$ durante 5 ciclos, utilizando como probador la línea B_{14} . Sprague et-al (1959) obtuvieron ganancias promedio de 4.1 y 13.6% por ciclo en "Lancaster" y Kolkmeier respectivamente, con un ciclo de selección con $Wf_9 \times Hy$ como probador, y un ciclo con la línea Hy como probador.

Horner et-al (1973) encontró resultados que respaldan a los anteriores autores, en donde, al usar probadores endocriados, tanto la aptitud combinatoria general y la aptitud combinatoria específica fueron mejoradas, lo que indica que la selección ha sido efectiva, principalmente, para efectos aditivos. En éste caso, encontró que el probador endocriado f_6 fué casi tan efectivo como el probador de amplia base genética ó selección de progenies S_2 , para mejorar frecuencias de genes que poseen efectos aditivos. A idénticas conclusiones se llega en otro estudio en que se evaluaron 7 ciclos de selección para aptitud combinatoria específica, utilizando 2 probadores, la cruce simple $f_{44} \times f_6$ y con el sintético " fs_3w ", no emparentado. Los resultados, al comparar los 2 probadores, no muestran diferencias, lo que indica que los probadores de estrecha base genética son efectivos para mejorar, tanto la aptitud combinatoria general, como la aptitud combinatoria específica (Horner, et-al, 1976) y que es posible cambiar tales probadores en un programa de selección recurrente, con poca pérdida en el mejoramiento acumulado. Al evaluar los resultados de 5 ciclos de selección en 2 variedades de polinización libre, "Kolkmeier" y "Lancaster", Walejko y Russell (1977) utilizaron como probadores, desde líneas endocriadas, hasta cruces poblacionales. De acuerdo con sus resultados, afirman que la selección recurrente ha sido exitosa en incrementar la frecuencia de genes favorables en las cruces, y que la sobredominancia es relativamente sin importancia en el cambio de potencial de rendimiento de las 2 variedades. Entonces, la selección recurrente que utiliza un probador endocriado, es un método eficiente de mejoramiento poblacional.

La selección recíproca recurrente fué propuesta por Comstock, Robinson y Harvey (1949). Debido a que la población A es usada como probador para evaluar las líneas de B, y la población B es el probador para las líneas de A, el método puede hacer uso de la acción génica aditiva, dominante, sobredominante y epistática. Darrah et-al (1972) y Horner et-al (1973) repor-

taron que la varianza genética entre mestizos fué cerca del doble, al utilizar líneas homocigóticas como probadores, en comparación con probadores de amplia base genética. Russell y Ebe-
rhart (1975) al citar éstos resultados, puntualizan que es correcta la afirmación y que la ganancia genética en la selección recíproca recurrente puede ser mayor sin líneas homocigotas extraídas de las poblaciones bajo selección fueran utilizadas como probadores, en lugar del método tradicional. Proponen espe-
cíficamente, que una línea extraída de una generación previa de la población B, sea usada en lugar de la población B, como el probador de los individuos de la población A, y viceversa, es decir, que una línea de la población A sea usada en lugar de la población A, como el probador para los individuos de la población B. Sin embargo, Comstock (1979) demuestra que las poblaciones de la selección recíproca recurrente en su utilización tradicional son ligeramente superiores como probadores la una de la otra, que la utilización de líneas extraídas de las poblaciones bajo selección. Esto lo demuestra, utilizando los criterios de que en la selección recíproca recurrente, el cambio en el valor promedio de los genotipos en la cruce poblacional es función de los cambios en la frecuencia de alelos en las 2 poblaciones bajo selección; asimismo, el cambio no es función de los detalles de los procesos de selección por los cuales aquellos procesos son promovidos. Entonces, el criterio apropiado a emplearse en comparaciones de variaciones en la selección recíproca recurrente, es la esperanza de cambio en la frecuencia de un alelo, por unidad de tiempo.

2.3. Probadores de Alto Rendimiento vs. Probadores de bajo Rendimiento.

Hull (1946) indicó que en ausencia de sobredominancia, y con dominancia parcial a completa de los alelos más favorables en rendimiento, los mejores probadores serían aquellos que tuvieran bajas frecuencias génicas de los alelos favorables, es decir, que fuese recesivo en casi todos sus loci. Rawlings y

Thompson, (1962) coinciden con Hull, considerando que si la dominancia es de mayor importancia, bajas frecuencias génicas en los probadores, aún cuando las diferencias puedan ser relativamente pequeñas, se verán reflejadas en grandes componentes de varianza genética entre progenies de cruce de prueba.

Excepciones a esto puede ocurrir si la sobredominancia es de considerable importancia en relación a la dominancia parcial y completa, y si las frecuencias génicas en los probadores son relativamente altas.

Entonces con varios loci con sobredominancia, un probador con altas frecuencias genicas podría conducir hacia mas varianza genética entre progenies de cruce de prueba que un probador con frecuencias genicas algo mas bajas. Las evidencias de los datos, sin embargo, no suponen que la sobredominancia sea relativamente mas importante que la dominancia parcial o completa.

Multiple epistasis y, de hecho, cualquier tipo de epistasis puede confundir completamente los resultados esperados con dominancia sola. Allison y Curnow (1966) mencionan que la dominancia parcial a completa parece ser más importante que la sobredominancia. De ser así, la selección repetida para bajo rendimiento dentro de la variedad parental podría, si la población permanece viable, eventualmente en derivar un buen probador. Si no, se sigue que cualquier variedad con bajo rendimiento puede ser un buen probador, con la excepción de que sea debida a altas frecuencias de alelos recesivos en loci importantes en la variedad bajo selección.

Lonnquist y Lindsey (1970), al evaluar líneas con probadores de alto y bajo rendimiento, encontraron que la relación de varianza de líneas sobre la varianza general para las líneas Reid, fué mayor para los estudios del probador de alto rendimiento y

lo contrario resultó para las líneas derivadas de Krug y K II (A). Los resultados sugieren que conforme continúe el mejoramiento poblacional, un bajo probador desarrollado de la población original puede venir a ser más efectivo en la evaluación de genotipos. Posteriormente y más importante, en cada juego de las líneas de alto rendimiento seleccionados en mestizos con el probador de bajo rendimiento, promediaron mayor rendimiento cuando se cruzaron con las líneas élite, que aquellas que se seleccionaron para alto rendimiento en mestizos con un probador de alto rendimiento. Estas diferencias fueron significativamente altas para los juegos de Krug y K II (A). La superioridad promedio fue aproximadamente del 5%. Enfatiza que la expresión del rendimiento es una función de la frecuencia génica, efectos genicos y nivel de dominancia. La ventaja del probador de bajo rendimiento, no obstante ésto, está relacionada con la frecuencia génica. Esto podría ser cierto, especialmente en una situación donde se utilizan probadores emparentados a los materiales que están siendo evaluados.

Obviamente el probador parental contribuye un medio a la constitución genética del mestizo. De aquí que lo mejor para el probador, en una cruce, refleja al potencial del probador, mas que el potencial de la línea. De esto uno puede concluir que la selección entre líneas sí puede ser superado por una elección apropiada del probador. El efecto del probador puede ser minimizado tanto como sea posible a menos que la elección posible sea utilizada para combinaciones específicas de cruces.

El probador de bajo rendimiento podría ser ventajoso en algunas de las instancias reportadas aquí. Por ejemplo esto podría ser actualmente preferido como el potencial promedio de rendimiento, conforme el material probado se incrementa, por ejemplo Krug contra K II (A).

Paz (1970) en Chapingo, México, utilizó tres variedades de polinización libre no seleccionadas y de cada variedad su respectivo sintético de selección masal para rendimiento alto, como probadores de la aptitud combinatoria general de ocho líneas autofecundadas. El estudio fue enfocado a conocer si variedades de menor rendimiento (no seleccionadas) son mejores probadores que variedades de mayor rendimiento (seleccionadas). Las variedades no seleccionadas con respecto a las seleccionadas reportaron: a) Una mayor varianza entre mestizos y un mayor rango de variación de la aptitud combinatoria general de las líneas. b) Una clasificación más confiable de la aptitud combinatoria general de las líneas. c) No interacción línea x probador en las líneas de alta aptitud combinatoria general. De aquí, preliminarmente, se concluyó que variedades de bajo rendimiento respecto a variedades de alto rendimiento son probadores más eficientes de la aptitud combinatoria general de líneas autofecundadas.

Todavía considerando este tema, pero ahora utilizando poblaciones mejoradas y no mejoradas como probadores Crosbie y Mock (1981) estudiaron cambios en características fisiológicas asociadas con mejoramiento para rendimiento; los resultados sugieren que un período amplio de llenado de grano y senescencia más tardía son más importantes que una tasa incrementada de llenado de grano en relación con el aumento de rendimiento de grano en dos poblaciones. Mestizos de la población mejorada Lancaster produjeron más materia seca y trasladaron materia seca hacia el grano en desarrollo a una tasa más rápida y por un mayor período de tiempo que aquellos mestizos de poblaciones no mejoradas. Cruzas de ciclos mejorados de BSSS(R) y BSCB1(R) mostraron en general, períodos más rápidos de llenado de grano, y senescencia más tardía, que las mostradas por cruzas de los respectivos ciclos no mejorados. Las cruzas de los ciclos mejorados produjeron, generalmente más materia seca y trasladaron un mayor porcentaje de materia seca al grano.

2.4. Tamaño de muestra del probador

El desarrollo del método de mestizos para la evaluación de líneas endocriadas de maíz para habilidad combinatoria general esta basado bajo las suposiciones de que todas las líneas son cruzadas con una muestra comparable de gametos de la población probadora. Si, sin embargo, las líneas difieren en alguna considerable extensión en tiempo de floración, de tal manera que polen proveniente de diferentes porciones del rango de floración del probador es efectivo en fertilizar las diferentes líneas, un sesgo puede ser introducido en diferentes comparaciones hechas de los resultados del comportamiento. La magnitud del sesgo dependerá del rango de floración del grupo de líneas a ser probadas, así como en el potencial genético de los gametos, derivado de diferentes porciones en el rango de floración en el probador. Dos posibles métodos pueden ser usados para superar el sesgo resultante del muestreo diferencial del probador parental en la evaluación de líneas. El mejorador podrá estratificar las líneas a ser probadas, de manera de que comparaciones sean hechas entre líneas de madurez comparable. En áreas donde las diferencias en madurez sean importantes, esto lógicamente sería hecho en cualquier caso. Un segundo paso es sembrar el probador parental en 2 o 3 fechas en intervalos semanales y entonces sembrar las líneas a ser probadas, después de que la primera siembra del probador parental macho ha emergido. Los mestizos resultantes podrían reflejar más exactamente el verdadero rango fenotípico de las líneas a ser probadas, libre de confusiones introducidas por los efectos de madurez diferente en el probador. Salazar y Lonquist (1963) en Nebraska, escogieron como probadores 3 poblaciones de maíz altamente heterogéneas, y material a probar, 4 líneas endocriadas de madurez diferente. Los probadores se utilizaron durante su floración, desde el inicio hasta el término de ésta. Los resultados muestran un incremento al utilizar polen de la porción tardía de la floración del probador.

Un probador de amplia base genética tiene un tamaño casi in finito de población potencial, con un amplio rango de expresión de la mayoría de las características más importantes. Los mes tizos de muestras variables de plantas, pueden incluir varianza no solo de las líneas a evaluarse, sino también del tamaño de muestra del probador. Las diferencias que aparecen en los mes tizos de un probador de amplia base genética, pueden deberse a las diferencias genéticas entre las muestras del probador, y no a las diferencias genéticas entre las líneas So ó líneas endo-criadas a probarse. Genter y Alexander, (1965) presentan datos de mestizos, de 6 y 8 plantas de muestra de una población de amplia base genética, hacia probadores de cruza simple. Las cruzas simples producen gametos variables, pero la segregación de gametos para las cruzas simples, podrían no tener un efecto neto sobre la medida de la variabilidad de la población mues treada, que podría mejor ser obtenida, quizá, de sus mes tizos. Los datos presentan la necesidad de un muestreo más grande del pro bador, que el que se puede hacer cuando se prueban plantas So con un probador de amplia base genética.

En Chapingo, México (Luna, 1971) se evaluó la aptitud com binatoria general de 25 líneas de maíz derivadas del sintético V de selección masal del compuesto Méx. Gpo. 10, utilizando los métodos de mestizos convencionales, y mestizos de 4,6 y 8 plan tas. Se utilizó como probador la vac iedad original. Los resul tados son concluyentes en que se requieren 8 plantas para repre sentar al probador, para la evaluación de líneas.

2.5. Probadores Ideotipo

La importancia de la densidad de siembra en el com portamiento relativo de los híbridos, se ha demostrado en numerosos es tudios. Russell y Teich (1967) compararon el com portamiento hí brido de grupos de líneas seleccionadas por 4 métodos de me jora miento, 2 grupos incluyeron líneas seleccionadas sobre la base del com portamiento como mestizos en 3 generaciones sucesivas f_2

a f_4 , el grupo I a baja densidad y el grupo II a alta densidad. Cuando éstos 2 grupos se compararon para el comportamiento híbrido a varias densidades, el rendimiento medio para el grupo II fué mejor que para el grupo I, pero la diferencia no fué significativa. Russell (1969) probó 19 líneas S_3 (Seleccionadas en S_0 , S_1 y S_2 sobre la base de mestizos en 2 densidades), con 2 probadores. Los mestizos se evaluaron a densidad baja, media y alta en 5 ambientes. En general, aquellas líneas que provenían de las selecciones de alta densidad, al ser evaluadas a alta densidad, dieron los mejores resultados, resaltando la importancia de la evaluación correcta de los materiales atendiendo sus características morfológicas, en función de una utilización mas intensiva.

Russell (1969) menciona que el maíz alto generalmente es indeseable por los agricultores debido que es susceptible al acame y difícil de cosechar; las dificultades de cosecha descansan primordialmente en el gran volumen de material vegetativo para cosecharse mecánicamente y las plantas tiradas por el viento acrecientan las dificultades de cosechar. La cosecha manual también es dificultoso puesto que representa un mayor esfuerzo, ya que el maíz alto usualmente tiene también una mazorca alta, pues la altura de planta y altura de mazorca están altamente correlacionadas. En muchos casos la elección del probador es o-rientado mas para rendimiento que para altura de mazorca u otras características, debido a la gran importancia y mayor redituabilidad del rendimiento. Ya que el desarrollo de híbridos de bajas mazorcas es un objetivo importante, parece que los factores relativos a la elección de probadores para la evaluación de altura de mazorca merecen especial estudio. Un probador deseado para la evaluación temprana podría ser uno que pueda identificar líneas que tienen una prepotencia inherente a bajas mazorcas o baja altura de mazorca; éste podría ser importante para conocer, por ejemplo, sin un tipo particular de probador podría ofrecer una ventaja decisiva para la selección de altura de mazorca.

Los mejoradores de maíz han discutido a menudo el mérito relativo de un probador de alto comportamiento contra un probador de bajo comportamiento para evaluar líneas, la discusión se ha referido usualmente acerca de los efectos de enmascaramiento de los genes dominantes o parcialmente dominantes del probador, en relación a la dominancia del carácter que se está considerando en la selección. En la evaluación de líneas para altura de mazorca, la comparación podría involucrar un probador de baja altura de mazorca contra un probador de alta altura de mazorca; con cualquier probador las líneas podrían tener o demostrar su prepotencia a baja altura de mazorca para ser seleccionadas y lo que podría parecer que los probadores de diferente altura de mazorca podrían diferir en su habilidad para evaluar líneas de una manera adecuada.

Thompson y Rawlings (1960) tratando de clarificar lo anterior, utilizaron 6 líneas enanas braquíticas y 26 normales; se cruzaron con 4 probadores de cruce simple de diferentes alturas de mazorca, por ejemplo, un enano, un normal bajo, un intermedio y un alto. Los mestizos, los probadores "per-se", todas las cruces posibles entre probadores y las líneas "per se" crecieron en 7 ambientes. Los datos de altura de mazorca y de rendimiento se obtuvieron; las cruces de prueba involucrando las 26 líneas normales se usaron para un análisis detallado. El componente de varianza entre líneas, el cual puede ser estimado de las familias de mestizos para altura de mazorca fueron 9.63, 7.94, 11.24, 10.44 para probadores 1,2,3 y 4 respectivamente y estos componentes para rendimiento fueron 21.25, 53.81, 37.98, 53.02 para probadores 1,2,3 y 4 respectivamente. Los 2 probadores de menor rendimiento tuvieron los mayores componentes. Lo que se puede concluir de los 4 probadores es que fueron casi igualmente efectivos para medir tanto la altura de mazorca o el rendimiento aunque se vió una ligera ventaja para los probadores de menor rendimiento para la evaluación de rendimiento.

En Saltillo, México se está desarrollando un programa extensivo de mejoramiento de maíz, que involucra casi todas las metodologías conocidas, con el propósito de tener materiales mejorados específicos para las diferentes zonas ecológicas del país. De los materiales en estudio, sobresalen en su atención los maíces braquíticos, pues su prueba continua desde 1973 evidencía alto potencial de rendimiento, al explotarse a altas densidades de siembra. Para el Trópico Seco Mexicano, se han hecho diferentes estudios para la obtención de líneas con alta aptitud combinatoria general y específica. González (1981) utilizó 3 probadores (2 líneas y 1 cruza simple) con el propósito de obtener híbridos ideotipo sobresalientes aprovechando la alta heterosis que ocurre al cruzar materiales de diferentes zonas ecológicas. No encontró diferencias significativas entre probadores, lo que determina que probadores altos ó enanos discriminan por igual a las líneas. Guerrero (1981) utilizó 3 probadores, 2 altos y 1 enano, en la determinación de ACG y ACE de líneas mexicanas enanas, cruzadas con germoplasma chino. Se encontraron diferencias significativas en líneas y líneas por probadores, y entre probadores no hubo significancia estadística. Sin embargo, al realizar las pruebas de ACG y ACE, se encontró que el mejor probador per-se es el enano, al tener mayor rango en la clasificación de las líneas.

De la literatura revisada, resalta la inconsistencia en todos los criterios utilizados para la elección del probador más adecuado. Se hicieron necesarios estudios extensivos y meticulosos para poder zanjar las diferencias en los diferentes criterios. Por su importancia, se describe con mayor amplitud el de Hallawer y López (1979):

Los objetivos del estudio fueron: comparar 5 probadores en la variabilidad de mestizos de líneas a 2 niveles de endocría, determinar la efectividad de diferentes probadores para clasificar las líneas similarmente, y correlacionar el comportamiento de los mestizos, con el comportamiento de las líneas "per-se".

50 líneas S_1 y 50 líneas S_8 se cruzaron, cada una, con 5 probadores: La población original, BSSS; BS_{13} (S) C_1 , derivada de la población BSSS después de 7 ciclos de selección recurrente con I a 13 como probador de cruce doble y 1 ciclo de selección recurrente con S_2 ; BSSS-222 líneas S_8 derivada de BSSS, e identificada por Obilana y Hallawer (1974) como una de las líneas "per-se" de más pobre comportamiento; B_{73} , línea élite derivada de BS_{13} (HT) C_5 después de 5 ciclos de selección recurrente; y Mo 17, línea no emparentada desarrollada por pedigree, de 187-2 x C103. Cada línea se cruzó con los 5 probadores produciéndose 250 mestizos de S_1 , y 250 mestizos de S_8 .

Las medias de los mestizos S_1 y S_8 fueron similares, indicando que la selección fué mínima en la derivación de las líneas S_8 , a partir de las líneas S_1 . Los mestizos de S_1 y S_8 , indicaron que los efectos genéticos aditivos fueron predominantes en la expresión con los 5 probadores. También se debió principalmente a efectos aditivos, la variación entre líneas, sus interacciones con los probadores, y diferencias entre mestizos. Por lo que respecta a los probadores emparentados, la variación entre mestizos con probadores de base genética estrecha, fué mayor que la variación entre mestizos con probadores de base genética amplia; la variación entre mestizos S_8 fué mayor que entre mestizos S_1 , pero la variación entre mestizos para los 2 probadores de líneas élite, fué similar para líneas S_1 y S_8 .

Correlaciones genéticas entre mestizos de S_1 y de S_8 , y con los 5 grupos de mestizos, no fueron grandes, en general. Aunque la correlación genética entre mestizos de S_1 y S_8 vino a ser menor que la deseable para propósitos de predicción, la tendencia para todos los probadores, excepto B_{73} , fué en favor de una prueba temprana para identificar aquellas progenies S_1 que rindieron arriba del promedio en mestizos al nivel S_8 . No hubo relación entre los rendimientos de líneas y mestizos.

Los resultados están de acuerdo con la teoría genética respecto al mérito relativo de probadores para discriminar entre líneas no seleccionadas. Los probadores que se considera tienen una baja frecuencia de alelos favorables tuvieron mayor variabilidad entre líneas a ambos niveles de endocría. Las diferencias fueron muy evidentes para los 2 probadores de base genética estrecha; la variabilidad en mestizos de B₇₃ (línea élite) fue menor que en los mestizos de BSSS-222 (línea de pobre comportamiento). Variabilidad en mestizos de Mo 17 (línea no emparentada) fué muy diferente, debido a los efectos confundidos del origen genético diferente. Mestizos de Mo. 17 tuvieron los mayores rendimientos, para ambos niveles de endocría, y la variabilidad entre éstos mestizos fué similar a la de los mestizos del probador de bajo rendimiento.

Los resultados de éste trabajo muestran que el probador de líneas élite no emparentado fué tan efectivo como el probador de pobre rendimiento emparentado, lo que indica que aquel probador puede ser una buena elección: podría identificar líneas que no fueron evaluados previamente, y con buena aptitud combinatoria, con líneas contrastantes en el patrón heterótico observado en cruza simples. La línea no emparentada viene a ser igualmente efectiva en los 2 niveles de endocría estudiados, S₁ y S₈.

III MATERIALES Y METODOS

3.1. Naturaleza del material genético

3.1.1. Naturaleza del ideotipo

En 1974, se inició por la entonces Sección Maíz de la U.A. A."A.N"., (Hoy Instituto Mexicano del Maíz de la U.A.A."A.N"), un programa de mejoramiento para el Trópico Seco Mexicano, basado en la metodología de mejoramiento por ideotipos, considerando factores fisiológicos, ambientales y sociales, en la elección de la planta ideal (Olivares, 1976):

Características del ideotipo:

Razones de su elección:

- 1.- Plantas de entrenudos, cortos abajo de la mazorca, largos arriba de la mazorca.
- 2.- Pocas hojas, erectas, angostas y cortas.
- 3.- Espiga chica
- 4.- Amplio y profundo sistema radical
- 5.- Alto valor nutritivo en el grano
- 6.- Precocidad
- 7.- Tolerante a plagas y enfermedades

Favorecer la mejor penetración de luz a hojas inferiores. Reducir el tamaño de la planta y reducir el acame.

Permitir menor competencia por luz, agua y nutrientes, al aumentar la densidad de plantas por hectárea.

Menor sombreo, y menor pérdida de energía al sintetizar menos granos de polen.

Reducir acame y aumentar absorción de humedad y nutrientes.

Aumentar calidad nutritiva de la dieta.

Utilizar mejor la estación de crecimiento, realizar más cultivos por año en el mismo terreno.

Reducir pérdidas económicas por aplicación excesiva de agroquímicos.

- | | |
|---|---|
| 8.- Doblado de la mazorca en la madurez. | Evitar pudriciones y daños de pájaros. |
| 9.- Tolerancia a elevadas temperaturas y humedad relativa intermedia. | No alterar la velocidad de los procesos fisiológicos normales. |
| 10.- Amplia área de adaptación | Amortiguar los cambios de localidades, y no disminuir el rendimiento. |
| 11.- Buena calidad nixtamalera | Permitir una adecuada utilización en tortillas. |

3.1.2.- Naturaleza de los materiales para la formación de la población Ideotipo T.S.

1.- Colecciones de maíces de trópico seco perfectamente adaptables a ésta región:

- a).- Breve de padilla
- b).- Sesenteño
- c).- Selección Tampico
- d).- Selección Blanca T.S.
- e).- TRI x Pue. gpo 1 br₂ br₂ - 4170
- f).- Compuesto Tlaltizapán

2.- Fuente de enanismo, hoja erecta, espiga chica, etc:
Comp. 301 S.S.E., compuesto de líneas seleccionadas de la región del Bajío.

3.- Fuente de alto contenido de proteína en el grano:
Variedad (Ver. 181 x Ant. Gpo. 2) 0₂ 0₂ Mod., proporcionado por el CIMMYT.

4.- Probadores de las líneas obtenidas

- a).- cruza simple (SSE-76-1-5-6-1 x SSE-53-1-2-1) porte enano.

b).- cruza simple ($AN_1 \times AN_2$) porte alto

3.2. Metodología para la obtención de líneas (Olivares, 1976)

En 1974 A, en Río Bravo, Tamps., se hicieron los cruzamientos de las fuentes de enanismo y opaco modificado en forma individual con cada una de las colecciones tropicales seleccionadas ejemplo:

Compuesto Tlaltizapán x Com. 301-SSE y

Compuesto Tlaltizapán x [Ver 181 x Ant Gpo 2) 0.M.]

En 1974 B, en Tepalcingo, Morelos, se cruzaron las 2 F_1 obtenidas de cada colección en forma individual, con la finalidad de juntar las 2 características (enanismo y alto contenido de proteína) en una misma población; Ejemplo:

{ [Comp. Tlaltiz. x Com. 301 S.S.E.] x [Comp. Tlalt. x (Ver. 181 x Ant. Gpo 2) 0.M.] }

En 1975 A, las 6 cruzas obtenidas en Tepalcingo 1974 B, fueron sembradas en los campos experimentales de la UAA"AN", para obtener la f_2 de cada una de ellas. En la cosecha se seleccionaron visualmente solo granos con aspecto de opaco modificado, haciéndose selección para color de grano (blanco y amarillo)

En 1975 B, en Tepalcingo, Morelos se sembraron los granos opaco modificado de las 12 f_2 cosechadas en la UAA"AN", (1975A), con el fin de obtener la f_3 de cada una, por medio de cruzas fraternales entre plantas enanas segregantes.

En 1977 A, en la UAA"AN", se sembraron las 12 f_3 obtenidas, de donde se derivaron 894 líneas con características agronómicas deseables.

3.3 Metodología para la obtención y evaluación de mestizos

En 1978 A, en Río Bravo, Tamps. se sembraron las 894 líneas así como las 2 probadores. Las líneas que tuviesen las características morfológicas y tolerancia a plagas y enfermedades deseables, se autofecundaron y se cruzaron con los 2 probadores contrastantes, formándose así los mestizos para su evaluación.

En 1978 B, en Tepalcingo, Morelos, se incrementaron las líneas seleccionadas.

En 1979 A, se evaluaron los mestizos en 3 localidades: Miguel Alemán, Tamps., Celaya, Guanajuato, y Torreón, Coah. La evaluación se realizó bajo 2 densidades de siembra, considerando a los probadores utilizados.

Cuando se utilizó ($AN_1 \times AN_2$) como probador, las características de la parcela fueron las siguientes:

No. de surcos por parcela	1
Longitud del surco	4.62 m
Distancia entre surcos	0.80 m
Matas por surco	22
Plantas por mata	Siembra 2, aclarar 1
Distancia entre plantas	22 cm
Area de parcela experimental	3.969 m ²
Area de parcela útil	3.872 m ²
Densidad de plantas/ha.	56,818

Las características de la parcela cuando se utilizó el probador enano fueron:

No. de surcos por parcela	1
Longitud del surco	2.94 m
Distancia entre surcos	0.80
Matas por surco	22

Plantas/mata	Siembra 2, aclarar 1
Distancia entre plantas	14 cm
Area de parcela experimental	2.464 m ²
Area de parcela útil	2.352 m ²
Densidad de plantas/ha.	89,286

Todas las labores culturales se realizaron conforme se recomienda para cada localidad, para el maíz de riego.

Durante el desarrollo del cultivo, fueron tomados los siguientes datos:

a).- Días a floración. Este dato se tomó, tanto de flor masculina como femenina, cuando el 50% de las plantas de cada parcela soltaban polen las espigas (♂) y se presentaban los estigmas receptivos (♀).

b).- Altura de mazorca. Se consideró la altura promedio en metros de 10 plantas tomadas al azar, desde la base del tallo, hasta la base de la mazorca principal.

c).- Acame de tallo. Se tomaron como plantas acamadas aquellas que tuvieron quebrado su tallo abajo de la mazorca principal; estos datos se tomaron en por ciento y posteriormente transformados por Arc. Sen. para cada parcela.

d).- Acame de raíz. Se contó el número de plantas con una inclinación de más de 30 grados con respecto a la vertical de cada parcela y se determinó su proporción respecto al número total de plantas expresado en por ciento y posteriormente transformados por Arc. Sen.

e).- Mazorcas podridas. Se contaron las mazorcas podridas con respecto al número de mazorcas cosechadas y se tomo en por ciento, estos datos posteriormente fueron transformados por Arc. Sen.

f).- Uniformidad de mazorca. Se evaluó considerando la escala (1-5) en donde:

- 1 = Excelente uniformidad
- 2 = Buena uniformidad
- 3 = Regular uniformidad
- 4 = Variable
- 5 = Muy variable

g).- Cobertura. Se contaron las plantas y se estimó en porcentaje, para luego transformarse por Arc. Sen. Dato muy importante, considerando que menor cobertura condiciona mayor ataque de plagas y enfermedades en la mazorca.

h).- Número de plantas. Este dato sirvió para determinar cuales parcelas presentaban fallas.

i).- Las mazorcas cosechadas de cada parcela (un surco) se pesaron en el campo utilizando una báscula de reloj.

De cada parcela se tomó una muestra de 250 gr. representativa de todas las mazorcas cosechadas en cada tratamiento y se llevaron a un aparato determinador de humedad (Steinlite) y utilizando las tablas apropiadas, se obtuvo el porcentaje de humedad de las mismas. Posteriormente se obtuvo el porcentaje de materia seca, por el peso de campo se obtuvo el peso seco, lo que permitted comparar a los tratamientos bajo las mismas condiciones.

Considerando las líneas comunes a los 2 probadores en las 3 localidades para los análisis estadísticos, se tomaron en cuenta sólo 31 líneas (Cuadro No. 1).

3.4. Análisis Estadísticos

3.4.1 Análisis de Covarianza

Cuadro No. 1 Líneas comunes a los 2 probadores en las 3 localidades de evaluación.

Línea No.	Genealogía	
A - 1	$\left\{ \left[\text{Com. Tlaltiz. x Comp. 301 SSE} \right] \times \left[\text{Comp. Tlaltiz. x (Ver. 181 x Ant. Gpo. 2) 0.M.} \right] \right\} f_3$	
A - 9		
A - 13		
A - 14		
A - 16		
A - 17		
A - 18		
A - 25		
A - 28		
A - 32		
A - 34	$\left\{ \left[\left(\text{TR}_1 \text{ x Pue Gpo 1. br}_2 \text{ br}_2 \text{-4170} \right) \times \text{Comp 301 SSE} \right] \times \left[\left(\text{TR}_1 \text{ x Pue Gpo}_1 \text{ br}_2 \text{ br}_2 \text{-4170} \right) \times \text{(Ver. 181 x Ant. Gpo: 2) 0.M.} \right] \right\} f_3$	
A - 35		
A - 40		
B - 55		
C - 63		$\left\{ \left[\text{Sel. Bca. T.S. x Comp. 301 SSE} \right] \times \left[\text{Sel. Bca. T.S. x (Ver. 181 x Ant. Gpo.2) 0.M.} \right] \right\} f_3$
C - 66		
C - 67		
C - 81		
C - 85		

Línea No. Genealogía

- C - 86
- C - 87
- C - 89
- C - 91
- C - 92
- C - 93
- C - 94
- C - 96
- C - 97

*
*
*
*
*
*
*
*
*

E - 98
E - 102
E - 103

{ [B. Pad. x Comp. 301 SSE] x [B. Pad x (Ver. 181 x Ant. Gpo. 2) 0.M.] } f₃

*
*

Debido a que en éste estudio se presentó un número considerable de fallas, se realizó un análisis de covarianza para peso seco para cada experimento, determinando el coeficiente de regresión para ajustar el rendimiento de mazorca en Ton/ha. al 15.5% de humedad de acuerdo al número de plantas cosechadas.

Modelo para el análisis de covarianza:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \gamma_j + b (X_{ij} - \bar{X}_{..}) + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Rendimiento observado

μ = Efecto de la media general

T_i = Efecto de la i -ésima línea

γ_j = Efecto de la j -ésima repetición

b = Coeficiente de regresión de Y en X

X_{ij} = Número de plantas (covariable) de la i -ésima línea en la j -ésima repetición.

\bar{X} = Media general del número de plantas en el experimento

e_{ij} = Efecto del error experimental

Una vez realizado el análisis de covarianza se procedió a determinar el coeficiente de regresión (b), el cual se utiliza para el ajuste del rendimiento, mediante la fórmula.

$$b = \frac{\sum XY_e}{\sum X^2_e}$$

Donde:

$\sum XY_e$ = Suma de productos xy del error

$\sum X^2_e$ = Suma de cuadrados x del error

Fuente de Varianza	g.l.	SCx	SCxy	SCy
Total	$(k-1)$	$\sum x_{ij}^2 - Fc$	$\sum x_{ij} y_{ij} - Fc$	$\sum y_{ij}^2 - Fc$
Bloques	$(r-1)$	$\sum x_{.j}^2 / k - Fc$	$\sum x_{.j} y_{.j} / - Fc$	$\sum y_{.j}^2 / k - Fc$
Líneas	$(k-1)$	$\sum x_{i.}^2 / r - Fc$	$\sum x_{i.} y_{i.} / r - Fc$	$\sum y_{i.}^2 / r - Fc$
Error	$(k-1)(r-1)$	Sc total-SC líneas + SCB)	$\sum x_{xy} \text{total} - (\sum x_{xy} \text{líneas} + \sum y_{xy} \text{líneas} + SCB)$	SCTot- (SClíneas+SCB)
Líneas + Error	$r(k-1)$	SC T + E	$\sum x_{xy} T + E$	SC λ + E

$k =$ líneas $r =$ repeticiones

VALORES AJUSTADOS

Fuente de Varianza	g.l.	SCy	C.M.	Fc.
Total				
Bloques				
Líneas				
Error	$(k-1)(n-1)-1$	$\sum y^2 E - (\sum x_{xy} E)^2 / SC XE$	$\frac{\sum y^2 E - (\sum x_{xy} E)^2 / SC XE}{B}$	$\frac{SCT / k - 1}{B}$
Línea + Error	$r(k-1)-1$	$\sum y^2 E - (\sum x_{xy} E)^2 / SC XE$	$(-1)(r-1)-1$	
Líneas ajustadas	$k-1$	$\sum y^2 E - (\sum x_{xy} E)^2 / SC XE$	$\sum y^2 E - (\sum x_{xy} E)^2 / SC XE$	$SCTA / k - 1 = A$ SCTA / 1

El valor de \underline{b} es el rendimiento por planta en kilogramos al 0.0% de humedad.

Después de que se determinó el coeficiente de regresión (b) se le hizo un análisis de varianza para detectar la justificación del ajuste de los pesos secos por medio de este factor.

CUADRO No. 3 Modelo del Análisis de Varianza para Regresión

F.V.	g.l.	s.c.	c.m.	Fc
Regresión	1	$b\sum XYE$	$b\sum XYE/1 = A$	A/B
Residual	$(l-1)(r-1)-1$	$\sum Y^2E - b\sum XYE$	$\sum Y^2E - b\sum XYE / ((l-1)(r-1)-1) = B$	
Total	$(l-1)(r-1)$	$\sum Y^2E$		

Habiéndose determinado significancia para el coeficiente de regresión (b) al nivel de .05 y .01 se procedió a ajustar el peso seco por regresión como sigue:

$$\hat{Y}_{ij} = \bar{Y}_i - b (\bar{X}_i - \bar{X}_{..})$$

Donde:

\hat{Y}_i = Peso seco ajustado por regresión

Y_i = Media de peso seco de la i -ésima línea

b = Coeficiente de regresión

\bar{X}_i = Media de plantas para la i -ésima línea

$X_{..}$ = Media general de número de plantas.

Posteriormente se determinó la eficiencia de la covarianza versus un análisis de varianza normal mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Ef. Cov.} = \frac{\text{CMYE}}{\text{CMaj E} \left[\frac{1 + \text{CM (X) líneas}}{\sum X^2 E} \right]} \times 100$$

Donde:

Ef. Cov. = Eficiencia de covarianza

CMYE = Cuadrado medio del error de la variable dependiente de (Y)

CMaj E = Cuadrado medio ajustado del error

CM9X) Líneas = Cuadrado medio de las líneas de X.

$\sum X^2 E$ = Suma de cuadrados del error de X.

Una vez que se determinó el peso por regresión y la eficiencia de la covarianza se procedió a multiplicarlo (el peso por regresión) por el factor de conversión a Ton/ha. en mazorca al 15.5% de humedad, el cual se obtuvo de la siguiente manera.

$$\text{F.C.} = \frac{10,000 \text{ m}^2}{\text{Area de parcela útil} \times .845}$$

.845 = Es una constante para obtener rendimiento en Kgs/ha. al 15.5% de humedad

Para obtener el rendimiento en Ton/ha. se dividió el factor de conversión entre 1,000 Kg.

Para calcular el rendimiento en Ton/ha. en mazorca al 15.5% de humedad se multiplicó el peso seco corregido (Y) por el factor de conversión. Posteriormente se hicieron análisis individuales.

3.4.2. Análisis de varianza

3.4.2.1. Análisis individual para cada experimento, se realizó un análisis de varianza individual, bajo un diseño de bloques al azar, con 2 repeticiones. El modelo fué el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \gamma_j + E_{ij}, \text{ donde}$$

Y_{ij} = Es el efecto de la i -ésima línea en la j -ésima repetición.

μ = Efecto de la media general

T_i = Efecto de la i -ésima línea

γ_j = Efecto de la j -ésima repetición

E_{ij} = Efecto del error experimental

3.4.2.2. Análisis combinados

Se realizaron análisis combinados considerando :

- a).- Las localidades independientes
- b).- Los probadores independientes
- c).- Localidades y probadores conjuntamente

El modelo estadístico para el análisis en cada localidad fué el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \gamma_{k(i)} + L_j + TL_{(ij)} + E(i)_{jk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Rendimiento observado

μ = Efecto de la media general

T_i = Efecto del i -ésimo probador

$\gamma_{k(i)}$ = Efecto de la k -ésima repetición anidada en el i -ésimo probador (error (a))

L_j = Efecto de la j -ésima línea

$TL (ij)$ = Efecto de la interacción de la j -ésima línea y el i -ésimo probador.

$E (i) jk$ = Efecto del error (error b)

El modelo estadístico para el análisis en cada probador fué el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \gamma_k(i) + L_j + t_l(ij) + E(i)jk$$

Donde:

Y_{ijk} = Rendimiento observado

μ = Efecto de la media general

T_i = Efecto de la i -ésima localidad

$\gamma_k(i)$ = Efecto de la k -ésima repetición anidada en la i -ésima localidad (Error (a))

L_j = Efecto de la j -ésima línea

$TL(ij)$ = Efecto de la interacción de la j -ésima línea y el i -ésimo probador

$E(i)jk$ = Efecto del error (Error b)

El modelo estadístico para el análisis combinado total, fué:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + P_j + TP(ij) + R(l)ij + \gamma_k + T\gamma(ik) + P\gamma(jk) + TP\gamma(ijk) + E_{ijkl}$$

Donde:

K_{ijkl} = Rendimiento observado

μ = Efecto de la media general

T_i = Efecto de la i -ésima localidad

P_j = Efecto del j -ésimo probador

$TP(ij)$ = Efecto de la interacción de la i -ésima localidad y el j -ésimo probador

$R(l)ij$ = Efecto de la l -ésima repetición, anidada en localidades y probadores (error (a)).

K = Efecto de la k-ésima línea

t (iK) = Efecto de la interacción de la k-ésima línea en la i-ésima localidad.

P (jk) = Efecto de la interacción de la k-ésima línea en el j-ésimo probador.

tp (ijk) = Efecto de la interacción de la k-ésima línea en la i-ésima localidad y el k-ésimo probador.

ijkl = Efecto del error (error b)

La forma en que se realizaron los análisis de varianza individuales y combinados, así como las especificaciones de las esperanzas de los cuadrados medios, se muestran en los cuadros 4, 5, 6, y 7.

Cuadro No. 4 Análisis de varianza individual

f.V.	g.l.	C.M. (Modelo aleatorio)	E.C.M.
Repeticiones	r-1		
Líneas	1-1	$M_2 \sigma^2_e + r \sigma^2_l$	
Error Experimental	$\left. \begin{matrix} (r-1) \\ (1-1) \end{matrix} \right\}$	$M_1 \sigma^2_e$	

Cuadro No. 5 Análisis de varianza combinado, considerando localidades independientes.

f.V.	g.l.	C.M. (Modelo aleatorio)	E.C.M.
Probadores	p-1		
Rep/Prob.	(r-1) p		
Líneas	1-1	$M_3 \sigma^3_e + r \sigma^2_{l1} \times p + r p \sigma^2_{l1}$	
Líneas x Prob.	(1-1)(p-1)	$M_2 \sigma^2_e + r \sigma^2_{l1} \times p$	
Rep x líneas Prob.	(r-1)(1-1)p	$M_1 \sigma^2_e$	

Cuadro No. 6 Análisis de varianza combinado, considerando probadores independientes

f.V.	g.l.	C.M.	Modelo aleatorio	E.C.M.
Localidades	L-1			
Rep/Loc	(r-1) L			
Líneas	1-1	M_3	$\sigma^2_e + r \sigma^2_{1 \times L} + r L \sigma^2_1$	
Líneas x Loc	(1-1) (L-1)	M_2	$\sigma^2_e + r \sigma^2_1 \times L$	
Rep x Lín/Loc	(r-1) (1-1) L	M_1	σ^2_e	

Cuadro No. 7 Análisis de Varianza combinado total

Localidad	L-1		
Probadores	P-1		
Loc x Prob	(L-1) (P-1)		
Rep/Loc x Prob	(r-1) LP		
Líneas	ℓ-1	M_5	$\sigma^2_{e+r} \int \ell x L x P^2 + r L \sigma^2_{\ell x P} + r p \int \ell x L + r p \sigma^2_{\ell}$
Lin x Loc	(ℓ-1) (L-1)	M_4	$\sigma^2_{e+r} \int \ell x L x P + r p \int \ell x L$
Lin x Prob	(ℓ-1) (P-1)	M_3	$\sigma^2_{e+r} \int \ell x L x p + r L \int \ell x p$
Lin x Loc x Prob	(ℓ-1) (L-1) (P-1) M_2		$\sigma^2_{e+r} \int \ell x L x p$
Rep. x Lin/Loc x Prob	(r-1) (ℓ-1) LP M_1		σ^2_e

3.5. Análisis Genéticos

3.5.1. Análisis de la Aptitud Combinatoria General (ACG) y Aptitud Combinatoria Específica (ACE).

Se usó el siguiente modelo estadístico:

$$X_{ij} = u + \hat{g}_i + \hat{p}_j + \hat{S}_{ij}$$

Donde:

$i, j = 1, 2, \dots, p$, progenitores.

X_{ij} = Valor fenotípico de la ij -ésima cruza

u = Media general

\hat{g}_i = Efecto de la Aptitud Combinatoria General (ACG) de la i -ésimo línea

\hat{S}_{ij} = Efecto de la aptitud Combinatoria Específica (ACE) con el j -ésimo progenitor.

De acuerdo a lo anterior tenemos que:

$$\hat{S}_{ij} = X_{ij} - u - \hat{g}_i - \hat{p}_j$$

DISEÑO BASICO PARA APTITUD COMBINATORIA GENERAL Y ESPECIFICA

Línea	Probador			Prepotencia	\hat{g}_i
	1	2	3		
1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	$\bar{X}_{1\cdot}$	$\bar{X}_{1\cdot} - u$
2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	$\bar{X}_{2\cdot}$	$\bar{X}_{2\cdot} - u$
3	X_{31}	X_{32}	X_{33}	$\bar{X}_{3\cdot}$	$\bar{X}_{3\cdot} - u$
.
.
.
31	$X_{21,1}$	$X_{21,2}$	$X_{21,3}$	$\bar{X}_{21\cdot}$	$\bar{X}_{21\cdot} - u$

$$\hat{p}_j = \bar{X}_{\cdot j} - u$$

La A C G y A C E se estimó tomando cada localidad independientemente, y combinando las 3 localidades.

3.5.2. Obtención de los componentes de varianza y parámetros genéticos.

De cada análisis de varianza, se estimaron los componentes de varianza del error, genotípica y fenotípica, para cada característica en estudio.

a).- Del análisis de varianza individual:

La σ^2_e se estimó directamente del cuadrado medio del error

La σ^2_g se estimó de la siguiente manera:

$$\text{La } \sigma^2_g = \frac{M_2 - M_1}{r}$$

La σ^2_P fué estimada de la siguiente forma:

$$\sigma^2_P = \frac{\sigma^2_e}{r} + \sigma^2_L$$

b).- Del análisis de varianza combinado, considerando localidades independientes.

La σ^2_e se estimó directamente del cuadrado medio del error

La varianza genotípica (σ^2_G), la varianza de líneas x probador ($\sigma^2_{l \times p}$) y la varianza fenotípica (σ^2_P) se estimaron de la siguiente forma:

$$\sigma^2_G = \frac{M_3 - M_2}{rp}$$

$$\sigma^2_{l \times p} = \frac{M_2 - M_1}{r}$$

$$\sigma^2_P = \frac{\sigma^2_e}{rp} + \frac{\sigma^2_{l \times p}}{p} + \sigma^2_G$$

c).- Del análisis de varianza combinado, considerando probadores independientes.

La σ^2_e se estimó directamente del cuadrado medio del error

La varianza genotípica (σ^2_G), la varianza de líneas x localidad (σ^2_{1xL}) y la varianza fenotípica (σ^2_p) se estimaron de la siguiente forma:

$$\sigma^2_G = \frac{M_3 - M_2}{rL}$$

$$\sigma^2_{1x1} = \frac{M_2 - M_1}{r}$$

$$\sigma^2_p = \frac{\sigma^2_e}{rL} + \frac{\sigma^2_{1xL}}{L} + \sigma^2_G$$

c).- Del análisis de varianza combinado total.

La σ^2_e se estimó directamente del cuadrado medio del error

La varianza genotípica (σ^2_G), la varianza de líneas x localidad x probador (σ^2_{1xLxp}) la varianza de líneas por probador (σ^2_{1xp}), la varianza de líneas por localidad (σ^2_{1xL}) y la varianza fenotípica, se estimaron de la siguiente forma:

$$\sigma^2_G = \frac{M_5 - M_4 - M_3 + M_2}{rLp}$$

$$\sigma^2_{1xLxp} = \frac{M_2 - M_1}{r}$$

$$\sigma^2_{1^2xp} = M_3 - M_2$$

$$\sigma^2_p = \frac{\sigma^2_e}{rLp} + \frac{\sigma^2_{1^2xLxp}}{Lp} + \frac{\sigma^2_{1^2xp}}{p} + \frac{\sigma^2_{1^2xL}}{L} + \sigma^2_G$$

d).- Parámetros genéticos

El coeficiente de variación genética (C.V.G.) se calculó de la siguiente forma:

$$\text{C.V.G.} = \frac{\sqrt{\sigma^2_G}}{\bar{X}} \times 100$$

Donde: σ^2_G = Varianza genotípica

\bar{X} = La media general del experimento

La heredabilidad en sentido amplio fué calculado de la siguiente forma:

$$h^2 = \frac{\sigma^2_G}{\sigma^2_P}$$

Donde: σ^2_G = Varianza genotípica

σ^2_P = Varianza fenotípica

IV RESULTADOS y DISCUSION

En los cuadros 8 al 10 del apéndice, se encuentran los análisis de regresión para la corrección por fallas en las 3 localidades, considerando los 2 probadores en c/localidad, así como el coeficiente de regresión, y la eficiencia relativa de la covarianza. En los 6 experimentos, se encontró mas eficiente la covarianza, siendo mayor el valor en la localidad de Torreón Coah. y menor en la localidad de Celaya, Gto.

4.1. Comportamiento General de las familias de Mestizos en las 3 localidades.

En los cuadros 11 al 13, se observan las medidas que resumen las características agronómicas de los mestizos, expresados en los cuadros 33 al 38. Tales medidas se tomaron para las características de altura de mazorca, acame de raíz, acame de tallo, mazorcas podridas, mala cobertura, días a floración y rendimiento, expresadas por localidad y por probador.

En cuanto a altura de mazorca, la localidad de Celaya, Gto presentó la media mas alta por experimento con 116.71 cms. (probador alto). La media más baja considerando el mismo probador, fué de 59.38 cms. en la localidad de Miguel Alemán, Tamps. lo cual significa una diferencia de 57.43 cms. Por lo que respecta al probador enano, la media más alta se presentó en la localidad de Torreón, Coah., con 54.225, y la media más baja de 29.56 cms. se presentó en la localidad de Miguel Alemán, Tamps., habiendo una diferencia entre localidades, de 24.66 cms.

Por lo que respecta al acame de raíz, considerando el probador alto, la localidad que presentó mayor incidencia fué la de Torreón, Coah. con 0.101, y la que presentó menor incidencia, fué la de Celaya, Gto. con 0.0142. Al considerar el pro

Cuadro No. 8 ANVA para regresión en la localidad de Miguel Alemán, Tamps.
considerando eficiencia de la covarianza, para ajuste de
rendimiento por fallas.

Probador alto	Eficiencia de la Covarianza						
	F.V.	g.l.	S.C.	C.M.	fc	b	
Probador enano	Regresión	1	0.774	0.774	25.56	0.1993	
	Residual	29	0.878	0.030			$1.652/30$
	Total	30	1.652				$\frac{\quad}{\quad} \times 100 = 92\% \text{ más eficiente}$
	Regresión	1	0.329	0.329	10.517	0.0943	$1.236/30$
	Residual	29	0.907	0.031			$\frac{\quad}{\quad} \times 100 = 74\% \text{ más eficiente}$
	Total	30	1.236				$\frac{\quad}{\quad} = 36.96$

Cuadro No. 9 ANVA para regresión en la localidad de Celaya, Gto, considerando eficiencia de la covarianza, para ajuste de rendimiento por fallas.

Probador alto	f.V.	g.l.	S.C.	C.M.	fc	b	Eficiencia de la covarianza	
Probador enano	Regresión	1	0.058	0.58	0.167	0.0134	10.131/30	$\frac{10.131}{30} \times 100$
	Residual	29	10.073	0.347			0.388 (1 + $\frac{183.839}{320.419}$)	
	Total	30	10.131				= 85.4% más eficiente	
	Regresión	1	6.898	6.898	67.264	0.1307	9.872/30	
	Residual	29	2.974	0.103				$\frac{9.872}{30} \times 100 = 16\%$ más eficiente
	Total	30	9.872				.303 (1 + $\frac{308.097}{30}$)	$\frac{403.839}{30}$

Cuadro 10 ANVA para regresión en la localidad de Torreón, Coah. considerando eficiencia de la covarianza, para ajuste de rendimiento por fallas.

Probador alto	f.V.	g.l.	S.C.	C.M.	fc	b	Eficiencia de la covarianza
	Regresión	1	5.927	5.927	19.645	$\frac{146.676}{30} \times 100$	
Residual	29	8.749	0.302		$0.269 (1 + \frac{244.839}{230.968})$		
Total	30	14.676				176% más eficiente la covarianza	
Probador enano	Regresión	1	6.004	6.004	27.058		
	Residual	29	6.435	0.222		$\frac{12.439}{30} \times 100$	
	Total	30	12.439			$0.211 (1 + \frac{237.774}{238.355})$	190% más eficiente la covarianza.

Cuadro No. 11 Resumen de medias y medidas de dispersión para la localidad de Miguel Alemán, Tamps., considerándolas los 2 probadores utilizados.

Probador Utilizado	Medida	C a r a c t e r í s t i c a s						
		Rendimiento (Ton/Ha)	Altura (cm)	Acame Raíz	Tallo	%Maz Pod	%Mal Cob	Días a Flor
Enano	Media	7.295	29.56	0.021	0.060	0.343	0.220	66.58
	Rango	5.278	26.00	0.15	0.35	0.62	0.85	4.00
	Varianza	1.734	26.73	0.0045	0.0159	0.062	0.066	1.231
	Desviación							
	std	1.317	5.17	0.067	0.126	0.249	0.257	1.109
Alto	Media	8.337	59.387	0.067	0.076	0.111	0.174	65.129
	Rango	3.958	31.00	0.414	0.358	0.253	0.785	6.00
	Varianza	1.128	46.49	0.011	0.012	0-008	0.021	1.469
	Desviación							
	std	1.062	6.81	0.109	0.112	0.089	0.148	1.212

Cuadro No. 12 Resúmen de medias y medidas de dispersión para la localidad de Celaya, Gto., considerando los 2 probadores utilizados.

Probador utilizado	Medida	Rendimiento Ton/Ha.	Altura (cm)	Acame (Transf) Raíz	Tallos	% Maz. Pod (Transf)	% Mal. Cob (Transf)	Días a Flor
Enano	Media	11.430	39.77	0	0	0.119	0.316	78.54
	Rango	5.091	40.00	0	0	0.317	0.392	4.00
	Varianza	1.884	32.51	0	0	0.0076	0.292	1.064
Alto	Desvia- ción std	1.372	5.702	0	0	0.087	0.171	1.031
	Media	9.014	116.71	0.0142	0.021	0.101	0.224	75.58
	Rango	6.414	47.00	0.0701	0.085	0.218	0.386	5.50
Desvia- ción std	Varianza	2.149	49.93	0.0003	0.0009	0.006	0.0152	1.346
	Desvia- ción std	1.466	7.066	0.019	0.030	0.083	0.125	1.160

Probador Utilizado	Medida	Características						
		Rendimiento Ton./Ha.	Altura (cm)	Acame (Transf) Raíz	Tallo	% Maz. Pod (Transf)	% Mal Cob (Transf)	Días a Flor
Enano	Media	7.317	54.225	0.072	0.020	0.225	0.298	73.53
	Rango	5.36	41.00	0.342	0.136	0.379	0.9484	5.5
	Varianza	1.716	67.27	0.0122	0.003	0.0169	0.075	4.94
	Desviación std	1.310	8.202	0.110	0.060	0.130	0.275	2.22
Alto	Media	7.958	111.16	0.101	0.149	0.114	0.285	70.435
	Rango	4.312	53.00	0.458	0.447	0.311	0.785	5.00
	Varianza	1.457	156.68	0.0257	0.0185	0.0122	0.043	3.95
	Desviación std	1.207	12.517	0.160	0.136	0.111	0.208	1.988

bador enano, la mayor incidencia se presenta en la localidad de Torreón, Coah., con 0.072, y la menor, también en la localidad de Celaya, Gto., con 0%.

Al analizar el acame de tallo, se presenta una tendencia muy similar, tanto para el probador alto como para el enano, pues la menor incidencia se presenta en la localidad de Celaya, Gto., y la mayor incidencia, en la localidad de Torreón, Coah. Los resultados está de acuerdo con lo esperado, pues las líneas enanas, al tener los entrenudos más cortos, presentan mucha menor posibilidad de acame de raíz y de tallo, concordando con lo encontrado por Russell y Teich (1967), Thompson y Rawlings (1960), González (1981) y Guerrero (1981).

Al comparar los porcentajes de mazorcas podridas, con los de altura de mazorca, se puede observar en general que son caracteres mutuamente asociados, es decir, que al aumentar la altura de mazorca, el porcentaje de mazorcas podridas disminuyó, en mayor ó menor medida. Así, la localidad de Celaya, Gto. para el probador alto, presentó la altura de mazorca más alta, y el menor porcentaje de mazorcas podridas. Para el probador enano, la menor altura se presentó en Miguel Alemán, Tamps., presentando también el mayor porcentaje de mazorcas podridas. Clara excepción a lo anteriormente afirmado, se presenta en la localidad de Celaya, Gto., donde, con una altura de mazorca muy inferior, comparando el probador enano con el alto, no hay prácticamente ninguna diferencia en el porcentaje de mazorcas podridas. Así mismo, es menor el porcentaje de mazorcas podridas que en la localidad de Torreón, Coah., donde se presenta la mayor altura de mazorca, considerando el probador enano.

La mala cobertura, en general, presentó la tendencia de ser mayor en los mestizos enanos que en los altos, localidad por localidad. Fué mayor en la localidad de Celaya, Gto., con 0.316 y menor en la localidad de Miguel Alemán, Tamps. con 0.220. Por lo que respecta a los mestizos altos, el mayor va

lor fué en la localidad de Torreón, Coah., con 0.285, y el menor valor, se presentó en Miguel Alemán, Tamps. con 0.174.

La característica de días a flor es muy importante en la selección de genotipos adaptados a localidades específicas, pues permite tener ahorros substanciales en insumos agrícolas, al tener plantas más precoces que escapen más pronto a los efectos adversos del medio ambiente (bióticos y abióticos), así como utilización más intensiva del terreno. Sin embargo, no es posible encontrar resultados espectaculares en el análisis de experimentos como los aquí reportados, pues no se comparan ciclos de selección, y no es el objetivo fundamental de éste trabajo. Sin embargo, las diferencias encontradas, de 12 días para el probador enano (78.54 días en Celaya, Gto., y 66.58 días en Miguel Alemán, Tamps) y 10 días para el probador alto (75.58 días en Celaya, Gto. y 65.129 días, en Miguel Alemán, Tamps.) permiten considerar ésta característica, junto con otras de importancia fisiogenética, como fundamental en la búsqueda de genotipos más eficientes en la translocación de fotosintatos al grano, con respecto al tiempo.

El rendimiento es un carácter complejo, que representa la integración de los procesos fisiológicos intrínsecos de la planta y el ambiente específico de crecimiento. Cualquier cosa que afecte el ambiente durante toda la estación de crecimiento, se verá reflejada, en mayor ó menor medida, en la expresión de los genes que gobiernan la fisiología vegetal. Sin embargo, la capacidad de amortiguar los cambios ambientales también es una característica genética, deseable en la adaptación. Es importante considerar, pues, la adaptación local, y la adaptación general. La localidad que presenta la mayor media de rendimiento, considerando el probador enano, fué Celaya, Gto., con 11.430 Ton/Ha. de mazorca al 15.5% de humedad. Esto representa 4.145 Ton/Ha. más que en Miguel Alemán, con 7.295 Ton/Ha. La diferencia no es tan evidente al considerar el probador alto, pues en Celaya se presentan 9.014 Ton/Ha.

y en Torreón, Coah., se presentan 7.958 Ton/Ha, ó sea 1.056 Ton/Ha de diferencia.

Atendiendo las características agronómicas analizadas y discutidas, los resultados obtenidos están, en términos generales, concordantes con lo esperado, pues las familias, (tanto con el probador enano como el alto) tuvieron una mejor expresión genética en la localidad de Celaya, Gto., y muy similar la respuesta en Miguel Alemán, Tamps. y Torreón, Coah. Si se considera el origen de las líneas y de los probadores, es, en términos generales, lo que se esperaba. Sin embargo, si se considera que ambos grupos de familias (enanas y altas) poseen el gene $O_2 O_2$, que confiere mayor calidad proteínica en el grano, pero que condiciona mayor susceptibilidad a ciertos factores adversos (menor rendimiento de grano y peso específico de endospermo, mayor porcentaje de humedad en el grano, mayor susceptibilidad al daño de insectos, mayor susceptibilidad a pudrición del endospermo, menor germinación, longitud de plántula y tasa de crecimiento; Zorrilla, 1982) se considera que el rendimiento de las líneas evaluadas fué, en general, sobresaliente.

Algo similar es lo que reporta Gómez (1979) sobre la controversia que ha desatado el gene de enanismo $br_2 br_2$ (braquítico), pues mientras algunos investigadores consideran éste gene como básico para una mayor producción por unidad de superficie, otros consideran que las plantas braquíticas son más susceptibles a enfermedades, tanto del follaje como de la mazorca. En éste estudio, si bien se encontró algo más de susceptibilidad a Downy mildew en las familias enanas en la localidad de Miguel Alemán, Tamps., casi no se encuentran diferencias en los 2 tipos de probadores utilizados.

Para poder determinar desde un punto de vista estadístico las diferencias encontradas en los análisis de varianza, en los cuadros 14 al 17, se muestran los cuadrados medios de los experimentos individuales y combinados, para 7 características

agronómicas.

En el cuadro No. 14, están los cuadrados medios y coeficiente de variación, para las 3 localidades y 2 probadores en cada localidad. Para la localidad de Miguel Alemán, probador enano, el carácter altura de mazorca fué estadísticamente diferentes al nivel del 0.01% de probabilidad; para el probador alto, las características de rendimiento, altura de mazorca, % de mala cobertura y días a flor fueron diferentes, con una probabilidad de 1% de no ser cierta ésta afirmación. Para la localidad de Celaya, Gto., probador enano, sólo el carácter rendimiento y días a flor mostraron diferencias estadísticas, al nivel del 1% y 5% respectivamente; el probador alto mostró diferencias al nivel de 0.01, sólo en la característica de altura de mazorca y días a flor. En la localidad de Torreón, Coah., probador enano, todos los caracteres no mostraron diferencias estadísticas, a excepción de altura de mazorca, con una diferencia al 0.01 de probabilidad; el probador alto, sólo mostró diferencias, al 0.05, en la característica de mala cobertura.

Es de resaltarse el hecho de que la característica de rendimiento, sólo presenta diferencias significativas en el probador enano, en la localidad de Celaya, Gto. presentándose en el cuadro 34, la prueba de DMS, resultando B-55 y C-85 las mejores líneas en ése experimento. En los otros 5 experimentos para rendimiento, las diferencias encontradas no fueron de importancia estadística. Es de notarse también que, en general y también para rendimiento, los coeficientes de variación encontrados son bajos, lo que indica que las unidades experimentales del mismo tratamiento, no mostraron mucha heterogeneidad. Los coeficientes de variación de los caracteres que se transformaron por Arc Sen son muy elevados, lo que indica que tal transformación no es la más adecuada.

Por lo que respecta al análisis combinado para cada localidad, en la localidad de Miguel Alemán, Tamps; se encontró

Cuadro No. 14 Cuadrados Medios y Coeficiente de Variación (C.V.) para 7 características agronómicas, evaluados en 3 localidades y 2 probadores, bajo un diseño bloques al azar y 2 repeticiones en cada experimento.

Localidad	Probador	Fuente de Variación	C A R A C T E R Í S T I C A S						Días a Flor
			Rendimiento	Alt.	Raíz	Tallo	%Maz pod (Transf)	%Maz Cob (Transf)	
Miguel Alemán	Enano	Rep.	30928453.2**	8.55	0.0001	0.0137	0.590**	0.084	0.064
		Líneas	2268416.2	73.36**	0.004	0.017	0.05	0.102	2.27
		Error C.V.	18.81	17.48	320.15	206.99	72.68	116.67	1.66
	Alto	Rep.	4433812.9	54.26	0.028	0.00013	0.0015	0.00049	10.903*
		Líneas	2257895997.52	97.52**	0.919	0.016	0.011	0.066**	3.732**
		Error C.V.	13.47	11.48	162.1	146.8	79.45	85.06	1.86
Celaya	Enano	Rep.	287456.5	28.45	0.00	0.00	0.0146	0.193*	0.065
		Líneas	4517464.9**	216.5	0.00	0.00	0.0008	0.024	2.112*
		Error C.V.	12.011	14.33	0.00	0.00	72.41	54.11	1.31
	Alto	Rep.	981290.3	58.06	0.0002	0.00036	0.0027	0.008	1.61
		Líneas	4297495.8	228.9**	0.001	0.001	0.006	0.028	3.83**
		Error C.V.	21.66	6.05	135.3	139.3	81.58	55.05	1.53
Torreón	Enano	Rep.	114982.3	148.6	0.005	0.016*	0.020	0.003	1.306
		Líneas	3429279.2	235.5**	0.017	0.003	0.017	0.117	6.12
		Error C.V.	22.84	15.12	153.4	299.27	57.86	92.04	3.0226
	Alto	Rep.	11335162.9	28.4	0.020	0.0022	0.061*	0.046	0.0161
		Líneas	4628870.3	275.91	0.032	0.026	0.012	0.090*	2.425
		Error C.V.	27.67	11.26	158.5	91.14	97.42	72.70	2.82

Cuadro No. 15 Cuadrados Medios y Coeficiente de Variación (C.V.) para 7 características agronómicas, según análisis combinado para cada localidad, considerando 2 probadores en cada localidad.

Localidad	Fuente de Variación	C A R A C T E R I S T I C A S						
		Rendimiento	Altura	Acame (Transf) Raíz	Tallo	%Maz Pod (Transf)	%Mal Cob (Transf)	Días a Flor
Miguel Alemán	Probadores	33228678.2	27570.97**	0.066	0.007	1.66	0.067	65.32
	Líneas	3559285.6**	103.65**	0.011	0.012	0.029	0.068	3.196
	Lin x Prob	2067026.56	67.23**	0.012	0.012	0.032	0.099**	2.806**
	Error C.V.	16.040	13.60	206.43	175.85	82.65	106.59	1.760
Celaya	Probadores	181475807.3*	183491.12**	0.0062*	0.014*	0.010	0.26	273.03**
	Líneas	43394998.5	262.57**	0.0004*	0.0005	0.0067	0.029	3.86**
	Lin x Prob	4475462.3	182.81**	0.0004**	0.0005	0.0076	0.022	2.082*
	Error C.V.	16.510	8.20	194.30	195.19	76.78	55.13	1.42
Según	Probadores	20778851.6	100491.1**	0.025	0.518*	0.385	0.005	297.29**
	Líneas	4595021.3	315.21**	0.030	0.016	0.013	0.133**	4.266
	Lin x Prob	3463128.3	196.2*	0.018	0.012	0.016	0.072	4.390
	Error C.V.	25.66	12.79	158.39	12.34	71.54	83.36	2.92

Cuadro No. 16 Cuadrados Medios y Coeficiente de variación (C.V.) para 7 características agronómicas, según análisis combinado para cada probador, considerando 3 localidades en cada probador.

Probador	Fuente de Variación	C A R A C T E R I S T I C A S						
		Rendimiento	Altura	AcámS (Transf) Raíz	Tallo	%Maz Pod (Transf)	%Mal Cob (Transf)	Días Flor
Enano	Localidades	351714518.3**	9519.75**	0.086**	0.060	0.778	0.160	2239.3
	Líneas	6947299.4**	348.94**	0.006	0.007	0.35	0.076	4.2
	Lin x Loc	2183930.5	88.22**	0.007	0.007	0.02	0.057*	3.1
	Error							
	C.V.	17.03	15.76	249.06	944.26	74.36	85.88	2.11
Alto	Localidades	13167698.3	61971.38**	0.119	0.254**	0.003	0.193*	1693.3*
	Líneas	4656976.5	336.21**	0.003	0.016	0.010	0.089**	4.33
	Lin x Loc	3263647.3	133.06**	0.017	0.013	0.010	0.047**	2.83
	Error							
	C.V.	21.64	9.59	186.91	126.36	87.03	72.06	2.13

50
 nto y
 muestra
 proba
 el ren
 el de
 adro
 coefi-
 nán,
 pre-
 mayor
 t.
 su expre
 ra el
 ades,
 ca,
 lidad;
 laya,
 ente
 las 3
 para
 y al
 mejor
 respec
 to, no
 ni
 ades.
 idades
 ean
 s coe
 inado,
 ra
 is

Cuadro No. 17 Cuadrados Medios y Coeficiente de Variación (C.V.) para 7 características agronómicas, según análisis combinado considerando 3 localidades y 2 probadores (los 6 experimentos en conjunto).

Fuente de Variación	Rendimiento	Altura	C A R A C T E R I S T I C A S		%Maz Pod (Transf)	%Mal Cob (Transf)	Días a Flor
			Acame (Transf)	Tallo			
Localidades	248792703.5**	54158.326**	0.19673035**	0.18761142**	0.426	0.314**	3906.720
Probadores	3304310.7	276887.637**	0.08245152**	0.28832736**	1.351*	0.238	583.753
Loc. x Prob	116089513.2**	17332.798**	0.00795580	0.12625305**	0.355	0.049	25.946
líneas	6003732.8**	437.781**	0.01330760	0.00892400	0.025	0.090**	
in x Loc	3245036.3	121.831**	0.01420291*	0.01012863	0.012	0.070**	3.538
in x Prob	5600534.1**	247.370**	0.01180876	0.01392084*	0.19	0.074*	4.475
in x Loc x Prob	2202541.5	99.448**	0.00972810	0.001007322	0.018	0.060*	2.402
error							
V.	19.42	11.61	207.89	169.47	81.56	81.0	2.13

diferencia, entre líneas en los caracteres de rendimiento y altura de mazorca, al nivel de 0.01; en el Cuadro 18, se muestra la prueba de DMS, en que resulta mejor, como media de 2 probadores, la línea A-17. En la localidad de Celaya, Gto. el rendimiento sólo muestra diferencias significativas al nivel de 0.05, en la fuente de variación de probadores; en el Cuadro 20, se muestra que el mejor probador es el enano. Los coeficientes de variación para las localidades de Miguel Alemán, Tamps. y Celaya, Gto. son bajos, y el mayor (25.66%) se presenta nuevamente en la localidad de Torreón, indicando mayor heterogeneidad dentro del experimento, en ésta localidad.

El análisis combinado por probador (considerando en su expresión las 3 localidades) se muestra en el Cuadro 16. Para el probador enano, se encuentran diferencias entre localidades, para las características de rendimiento, altura de mazorca, acame de raíz y días a flor; al nivel de 0.01 de probabilidad; el Cuadro 21 muestra que la mejor localidad es la de Celaya, Gto. y las otras 2 localidades son iguales estadísticamente hablando. Entre las 31 líneas evaluadas (como media de las 3 localidades) se encuentran diferencias al nivel de 0.01 para las características de rendimiento y altura de mazorca, y al nivel de 0.05, para la característica de días a flor; la mejor línea, la A-17, se muestra en el Cuadro 19. Por lo que respecta al probador alto, y en la característica de rendimiento, no se encontraron ninguna diferencia, ni entre localidades, ni entre líneas, ni entre la interacción líneas por localidades.

Como tampoco se encontró significancia línea x localidades para el probador enano, queda evidente que las líneas, sean enanas ó altas, no interactúan con el medio ambiente. Los coeficientes de variación encontrados en éste análisis combinado, son normales, para la característica de rendimiento.

En el Cuadro 17, se muestran los cuadrados medios para las 7 características en estudio, considerando el análisis

Cuadro No. 18 Prueba de D.M.S. para la significancia en líneas,
 Loc. Miguel Alemán, Tamps. (media de 2 probadores)
 característica: Rendimiento.

Genealogía	\bar{X} de Rendimiento	Nivel de Significancia
A-17	9.326	a
C-93	9.140	a b
C-87	9.014	a b c
C-89	8.918	a b c
C-92	8.836	a b c d
C-63	8.678	a b c d e
C-96	8.522	a b c d e f
C-66	8.456	a b c d e f
A-34	8.427	a b c d e f g
A-28	8.420	a b c d e f g
C-86	8.401	a b c d e f g
E-103	8.342	a b c d e f g
C-91	8.226	a b c d e f g
B-55	8.194	a b c d e f g
C-94	8.119	a b c d e f g
C-85	8.116	a b c d e f g
A-1	8.097	a b c d e f g h
C-97	8.055	a b c d e f g h
A-18	7.667	a b c d e f g h i
C-67	7.54	a b c d e f g h i
A-32	7.417	a b c d e f g h i
A-35	7.179	b c d e f g h i
E-98	7.077	c d e f g h i
C-81	6.859	d e f g h i
A-14	6.799	d e f g h i
A-25	6.793	e f g h i
A-40	6.750	e f g h i
E-102	6.551	f g h i
A-13	6.388	g h i
A-16	6.062	g h i
A-9-2	5.927	i

Cuadro No. 19 Prueba de D.M.S. para la significancia en líneas en el ANVA para probador 1 (enano). Media de 3 localidades. Característica: Rendimiento.

Geneología	\bar{X} de Rendimiento	Nivel de significancia.
A-17	10.110	a
C-66	9.883	a b
A-28	9.742	a b
C-85	9.729	a b c
C-93	9.688	a b c
A-40	9.661	a b c
E-103	9.643	a b c
A-32	9.603	a b c
C-92	9.380	a b c
C-81	9.346	a b c
C-63	9.332	a b c d
C-94	9.256	a b c d
C-89	9.223	a b c d
C-86	9.174	a b c d e
A-14	9.085	a b c d e f
B-55	9.034	a b c d e f
A-35	9.008	a b c d e f
C-91	8.983	a b c d e f
C-87	8.983	a b c d e f
A-18	8.705	a b c d e f g
A-25	8.246	a b c d e f g h
E-102	8.206	a b c d e f g
A-1	8.039	b c d e f g
C-96	8.018	b c d e f g
C-97	7.87	c d e f g h
E-98	7.396	d e f g h i
C-67	7.242	e f g h i
A-34	7.158	f g h i
A-9-2	6.992	g h i
A-16	6.512	h i
A-13	5.991	i

Cuadro No. 20 Prueba de D.M.S. para la significancia en probadores, Loc. Celaya, Gto. (media de 31 líneas) característica: Rendimiento.

Probador	\bar{X} de Rendimiento	Nivel de significancia.
1 (enano)	11.437	a
2 (alto)	9.014	b

D.M.S. = 1.547

Cuadro No. 21 Prueba de D.M.S. para la significancia en localidades, P_1 (enano), media de 31 líneas. Característica: Rendimiento

Localidad	\bar{X} de Rendimiento	Nivel de Significancia
Loc ₂ (Celaya, Gto)	11.437	a
Loc ₃ (Torreón, Coah.)	7.317	b
Loc ₁ (Miguel Alemán, Tamps)	7.295	b

D.M.S. = 2.522

Cuadro 22 Prueba de D.M.S. para la significancia en Loc en el análisis combinado, media de 2 probadores y 31 líneas. Característica: Rendimiento.

Localidad	\bar{X} de Rendimiento	Nivel de Significancia
(2) Celaya, Gto	10.226	a
(1) Miguel Alemán, Tamps.	7.816	b
(3) Torreón, Coah.	7.638	b

D.M.S. = 1.096

Cuadro No. 23 Prueba de D.M.S. para la significancia localidad x probador en el análisis combinado. Media de 31 líneas. Característica: Rendimiento.

Experimento	\bar{X} de Rendimiento	Nivel de Significancia
Probador enano, Celaya, Gto.	11.437	a
Probador alto, Celaya, Gto.	9.014	b
Probador alto, Miguel Alemán.	8.337	b c
Probador alto, Torreón Coah.	7.958	b c
Probador enano, Torreón	7.317	c
Probador enano, Miguel Alemán	7.295	c

D.M.S.: 1.550

combinado total. Por lo que respecta a rendimiento, se encuentran diferencias altamente significativas (al nivel de 0.01) para las fuentes de variación de localidades, localidad x probadores, líneas y líneas x probadores. Como promedio de las 31 líneas y 2 probadores, la localidad que muestra el mayor rendimiento, es la de Celaya, Gto., con 10.226 Ton/Ha. Las localidades de Miguel Alemán, Tamps. y Torreón, Coah. fueron iguales y ambas en 2° lugar. En el Cuadro 23, se tabulan las medias y nivel de significancia para la prueba de DMS de la interacción localidad x probador; ésto significa que, como promedio de las 31 líneas, los probadores tienen un comportamiento diferente en las localidades bajo estudio: el mejor es el probador enano, en Celaya, Gto. con 11.437 Ton/Ha.; en el siguiente nivel de significancia, está el probador alto, en las 3 localidades estando en los últimos lugares, el probador enano, en Torreón, Coah. y Miguel Alemán, Tamps; sin embargo, hay que resaltar que los últimos 4 valores también están en el 3er. nivel de significancia, lo que indica que no hay mucha diferencia entre ellos. Como promedio de 2 probadores y 3 localidades la línea que presenta mayor rendimiento es la C-94, con 10.001 Ton/Ha. (Cuadro 24). La interacción línea x probador; significa que al haber significancia, se encuentran líneas que (en promedio de las 3 localidades) presentan diferencias en respuestas, dependiendo del probador de que se trate. En el Cuadro 25, se muestra que la mejor línea, es la C-94 (alto), siguiéndole la A-17 (enano) y la C-60 (enano); de las 11 líneas siguientes, sólo 2 son del probador alto, lo que indica que, en promedio, el probador enano fué más efectivo para que las líneas expresaran su potencial genético.

Al no encontrarse significancia estadística en las interacciones línea x localidad y línea x localidad x probador, se demuestra que las condiciones generales ambientales asociadas con la latitud y altitud (fotoperíodo, variación en las temperaturas máxima y mínima diaria, etc.) así como condiciones propias para cada localidad, como lluvias, fertilidad del suelo,

Cuadro No. 24 Prueba de D.M.S para la significancia en línea en el análisis combinado. Media de 2 probs. y 3 localidades. Característica: Rendimiento

Geneología	\bar{X} de Rendimiento	Nivel de Significancia
C-94	10.001	a
C-91	9.392	a b
A-28	9.307	a b
C-89	9.233	a b
A-17	9.230	a b c
C-92	9.175	a b c
C-63	9.114	a b c d
A-35	9.048	a b c d e
E-103	9.042	a b c d e
A-40	9.039	a b c d e
C-87	9.037	a b c d e
A-18	8.908	a b c d e
C-66	8.905	a b c d e
C-86	8.864	a b c d e f
C-86	8.858	a b c d e f g
C-93	8.699	a b c d e f g
A-32	8.518	a b c d e f g
B-55	8.405	b c d e f g
C-96	8.333	b c d e f g
C-97	8.268	b c d e f g
E-102	8.205	b c d e f g
A-25	8.189	b c d e f g
C-81	8.187	b c d e f g
A-14	8.089	b c d e f g
A-13	7.909	b c d e f g
A-34	7.866	b c d e f g
A-1	7.774	c d e f g
E-98	7.637	d e f g
C-67	7.566	e f g
A-16	7.376	f g
A-9-2	7.182	g

Cuadro No. 25 Prueba de D.M.S. para la significancia en línea x probadores análisis combinado. Media de 3 localidades. Característica: Rendimiento.

Genealogía y Probador	\bar{X} de Rendimiento	Nacional de Significancia
C- 94 (alto)	10.746	a
A- 17 (enano)	10.110	a b
C- 66 (enano)	9.883	a b c
A- 13 (alto)	9.827	a b c d
C- 91 (alto)	9.801	a b c d
A- 28 (enano)	9.742	a b c d
C- 85 (enano)	9.729	a b c d
C- 93 (enano)	9.688	a b c d
A- 40 (enano)	9.661	a b c d e
E-103 (enano)	9.643	a b c d e
A- 32 (enano)	9.603	a b c d e
C- 92 (enano)	9.380	a b c d e f
C- 81 (enano)	9.346	a b c d e f
C- 63 (enano)	9.332	a b c d e f
C- 94 (alto)	9.256	a b c d e f g
C- 89 (alto)	9.242	a b c d e f g
C- 89 (alto)	9.223	a b c d e f g h
C- 86 (enano)	9.174	a b c d e f g h i
A- 18 (alto)	9.111	a b c d e f g h i
C- 87 (alto)	9.091	a b c d e f g h i
A- 35 (alto)	9.088	a b c d e f g h i
A- 14 (enano)	9.085	a b c d e f g h i
B- 55 (enano)	9.034	a b c d e f g h i j
A- 35 (enano)	9.008	a b c d e f g h i j
C- 91 (enano)	8.983	a b c d e f g h i j
C- 87 (enano)	8.983	a b c d e f g h i j
C- 92 (alto)	8.969	a b c d e f g h i j
C- 63 (alto)	8.896	a b c d e f g h i j

Continuación Cuadro 25

A- 28 (alto)	8.871	a b c d e f g h i j
A- 18 (enano)	8.705	a b c d e f g h i j
C- 97 (alto)	8.665	a b c d e f g h i j k
C- 96 (alto)	8.647	a b c d e f g h i j k
A- 34 (alto)	8.573	b c d e f g h i j k
C- 86 (alto)	8.541	b c d e f g h i j k
E-103 (alto)	8.441	b c d e f g h i j k
A- 40 (alto)	8.417	b c d e f g h i j k
A- 17 (alto)	8.349	b c d e f g h i j k
A- 25 (enano)	8.246	b c d e f g h i j k
A- 16 (alto)	8.240	b c d e f g h i j k
E-102 (enano)	8.206	b c d e f g h i j k
E-102 (alto)	8.204	b c d e f g h i j k
A- 25 (alto)	8.131	b c d e f g h i j k l
A- 1 (enano)	8.039	b c d e f g h i j k l
C- 96 (enano)	8.018	b c d e f g h i j k l
C- 85 (alto)	7.999	b c d e f g h i j k l
C- 66 (alto)	7.926	c d e f g h i j k l
C- 67 (alto)	7.889	c d e f g h i j k l
E- 98 (alto)	7.877	c d e f g h i j k l
C- 97 (enano)	7.870	c d e f g h i j k l
B- 55 (alto)	7.775	c d e f g h i j k l
C- 93 (alto)	7.710	d e f g h i j k l
A- 1 (alto)	7.509	e f g h i j k l
A- 34 (alto)	8.573	b c d e f g h i j k
C- 86 (alto)	8.541	b c d e f g h i j k
E-103 (alto)	8.441	b c d e f g h i j k
A- 40 (alto)	8.417	b c d e f g h i j k
A- 17 (alto)	8.349	b c d e f g h i j k
A- 25 (enano)	8.246	b c d e f g h i j k
A- 16 (alto)	8.240	b c d e f g h i j k
E-102 (enano)	8.206	b c d e f g h i j k
E-102 (alto)	8.204	b c d e f g h i j k

Continuación Cuadro 25

A-25 (alto)	8.131	b c d e f g h i j k l
A- 1 (enano)	8.039	b c d e f g h i j k l
C-96 (enano)	8.018	b c d e f g h i j k l
C-85 (alto)	7.999	b c d e f g h i j k l
C-66 (alto)	7.926	c d e f g h i j k l
C-67 (alto)	7.889	c d e f g h i j k l
E-98 (alto)	7.877	c d e f g h i j k l
C-97 (enano)	7.870	c d e f g h i j k l
B-55 (alto)	7.775	c d e f g h i j k l
C-93 (alto)	7.710	d e f g h i j k l
A- 1 (alto)	7.509	e f g h i j k l
A- 9 (alto)	7.441	f g h i j k l
A-32 (alto)	7.443	f g h i j k l
E-98 (enano)	7.396	f g h i j k l
C-67 (enano)	7.242	f g h i j k l
A-34 (enano)	7.158	g h i j k l
A-14 (alto)	7.093	h i j k l
C-81 (alto)	7.028	i j k l
A- 9 (enano)	6.922	j k l
A-16 (enano)	6.512	k l
A-13 (enano)	5.991	l

D.M.S. = 2.158

humedad atmosférica, plaga, enfermedades, etc., aunque diferentes de localidad a localidad, no influyen en las líneas para que existan diferencias drásticas en su expresión, detectables en un análisis combinado.

4.2. Parámetros Genéticos

En el Cuadro 26, se presentan los componentes de varianza genética ($\sqrt{2G}$), del error experimental ($\sqrt{2e}$), y fenotípica ($\sqrt{2p}$), de siete características agronómicas, medidas en cada uno de 6 experimentos. Las estimaciones de varianza genética para rendimiento en Torreón, Coah. (alto), acame de raíz en Miguel Alemán, Tamps. (enano), acame de tallo en Torreón, Coah. (enano), % de mazorcas podridas en Miguel Alemán (enano), Celaya (alto) y Torreón, Coah. (alto), así como días a flor en Torreón (alto), fueron negativas. Como por definición no pueden existir varianzas negativas, se consideraron como ceros las estimaciones de los coeficientes de variación genética y las heredabilidades. Para rendimiento, es de notarse que el experimento que presenta la varianza genética negativa, también presenta una varianza del error muy grande, lo que, indudablemente, contribuyó a la estimación errónea de la varianza genética. Esto mismo se ve reforzado al observar que la eficiencia de la covarianza (Cuadro 10) y el coeficiente de variación (Cuadro 14), para éste experimento, presentó los mayores valores, en comparación con los otros 5 experimentos. Esta heterogeneidad entre unidades experimentales, indudablemente influyó en ésta estimación de varianza genética negativa. La mayor varianza genética se presentó en Celaya, Gto. (enano), y la menor se presentó también en Celaya, Gto. (alto). Asimismo, en ésta localidad se presentó también la mayor varianza fenotípica, tanto para el probador enano como el alto, y casi similares en su valor.

Cuadro No. 26 Componentes de Varianza y Parámetros Genéticos de Siete Características Agronómicas, en 6 Experimentos.

Característica	Miguel Alemán		Celaya, Gto.		Torreón, Coah		
	Enano	Alto	Enano	Alto	Enano	Alto	
Rendimiento	σ^2_G	741708.17	498438.17	1316335.91	243854.40	319828.49	-216414.37
	σ^2_E	1884999.89	1261019.56	1884793.11	3809786.98	2789622.25	5061699.56
	σ^2_P	1684208.11	1128947.95	2258732.465	2148747.89	1714639.615	4845285.19
	CVG	11805.168	8468.29	20037.77	5478.324	7729.0394	0
	h^2	0.44038	0.44150	0.5827	0.1135	0.1865	0
Altura Maz	σ^2_G	23.31	25.51	91.98	89.28	84.124	59.61
	σ^2_E	26.73	46.49	32.51	49.93	67.27	156.58
	σ^2_P	36.67	48.75	108.23	114.24	117.75	134.90
	CVG	16.33	8.50	24.1152	8.0959	16.9145	6.9456
	h^2	0.6353	0.5232	0.8499	0.7815	0.7150	0.4419
Acame Raíz	σ^2_G	-0.00028	0.0035	0	0.00032	0.0023	0.0031
	σ^2_E	0.00457	0.0119	0	0.00036	0.0122	0.0257
	σ^2_P	0.002005	0.00945	0	0.0005	0.0084	0.01595
	CVG	39.791	52.631	0	26.082	0	40.8239
Acame Tallo	σ^2_G	0.00057	0.0016	0	0.000030	-0.00031	0.0037
	σ^2_E	0.0159	0.0127	0	0.00092	0.0036	0.0185
	σ^2_P	0.00852	0.00785	0	0.00049	0.00149	0.01295
	CVG	0.0669	0.2038	0	0.06122	0	0.2857
% Maz Pod	σ^2_G	-0.00620	0.00154	0.00024	-0.0042	0.0000091	-0.000297
	σ^2_E	0.0624	0.0079	0.0075	0.00684	0.0169	0.0122
	σ^2_P	0.025	0.00549	0.00399	-0.00078	0.008459	0.005803
	CVG	0	35.3539	15.184	0	1.5407	0

Localidades

72 Caracter

% Mal Cob	Miguel Alemán		Celaya, Gto		Torreón, Coah	
	Enano	Alto	Enano	Alto	Enano	Alto
$\sqrt{h^2}$ G	0.0178	0.022	0.0093	0.00641	0.02078	0.0234
$\sqrt{h^2}$ E	0.066	0.0219	0.029	0.0151	0.0754	0.9430
$\sqrt{h^2}$ P	0.0508	0.03295	0.0238	0.01396	0.05848	0.0449
CVG	60.6439	85.2436	39.5179	35.7422	48.3734	53.6739
h^2	0.3503	0.6676	0.3908	0.4592	0.3553	0.5212
Días a Flor						
$\sqrt{h^2}$ G	0.519	1.131	0.5237	1.245	0.5956	-0.7622
$\sqrt{h^2}$ E	1.2311	1.469	1.064	1.346	4.939	3.949
$\sqrt{h^2}$ P	1.134	2.044	1.055	1.918	3.651	1.2123
CVG	1.082	1.6328	0.9214	0	1.0496	0
h^2	0.4576	0.5533	0.1631	0	1.1631	0

Al considerar los 2 probadores en promedio para cada localidad en la característica de rendimiento (Cuadro 27) nuevamente en la localidad de Torreón, Coah. se encuentra la estimación de la varianza de la interacción línea por probador, con valor negativo. Es de explicarse tal situación, considerando el alto valor que presenta el coeficiente de variación (Cuadro 15) y que la varianza del error presenta el mayor valor de los 3 experimentos. La mayor varianza genética, así como la mayor varianza fenotípica, se presentan en la localidad de Celaya, Gto. En las características agronómicas transformadas por Arc-Sen se encuentran también varianzas negativas, lo que se explica por la alta heterogeneidad de las unidades experimentales en cada experimento, evidenciada por los muy altos coeficientes de variación. Presumiblemente la distribución de éstas medidas no siga una tendencia normal, ni aún con ésta transformación, lo que hace cuestionable cualquier inferencia acerca de éstas características agronómicas, consideradas en cualquier análisis de varianza, ya sea individual ó combinado.

En el Cuadro 28, se presentan los parámetros genéticos considerando el análisis combinado para probadores (considerando 3 localidades por probador). La varianza de la interacción línea x localidad en el probador alto, resulta negativa; nuevamente se presenta asociada con una varianza del error y un coeficiente de variación más alto. Para el probador enano, resultan los mayores valores en la varianza genética entre líneas, la varianza de la interacción líneas x localidades, y la varianza fenotípica. Sin embargo, la varianza del error es más baja que para el probador alto, lo que indica que, en éste probador las líneas en las 3 localidades tuvieron una respuesta más uniforme que para el probador alto.

El análisis combinado total (Cuadro 29) presenta muy baja estimación de la varianza fenotípica, al compararse con la varianza del error. Así mismo, presenta una varianza línea x localidad, de casi la mitad que la varianza línea x probador.

Cuadro No. 27 Componentes de Varianza Genética de 7 características calculados para 3 localidades considerando 2 probadores en cada localidad.

Localidad	Componente de Varianza	Rendimiento	Altura	Característica Acame (Transf)			%Maz Pod (Transf)	%Mal Cob (Transf)	Días a Flor
				Raíz	Tallo				
Miguel Alemán	σ^2_1	248709.84	6.072	-0.00017	-0.0015	-0.0005	-0.0517	0.065	
	σ^2_{1xp}	247008.414	15.307	0.00187	0.0034	-0.0016	0.0275	0.7277	
	σ^2_E	1573009.731	36.612	0.00825	0.0143	0.0352	0.0441	1.351	
	σ^2_P	755466.47	22.87	0.002827	0.01907	0.0075	0.02692	0.7666	
	CVG	6.380	5.5406	0	0	0	0	0.3871	
	z_h	0.3292	0.2655	0	0	0	0	0.08478	
Celaya, Gto.	σ^2_1	9729884.058	13.294	0.000	0.000	-0.3335	0.0011	0.2973	
	σ^2_{1xp}	814086.101	70.794	0.0021	0.000018	0.000225	0.00024	0.4384	
	σ^2_E	2847290.053	41.225	0.000185	0.000461	0.0072	0.00220	1.205	
	σ^2_P	1084749.62	58.99	0.001096	0.000124	-0.3030	0.00177	0.8177	
	CVG	9.649	2.3301	0	0	0	12.2838	0.7076	
	z_h	0.8969	0.2254	0	0	0	0.6214	0.3636	
Torreón, Coah.	σ^2_1	188648.84	19.83	0.00198	0.000666	-0.00035	0.01	-0.373	
	σ^2_{1xp}	-231265.86	42.124	0.00943	0.00045	0.00064	0.00672	-0.273	
	σ^2_E	3925660.91	111.98	0.01899	0.01109	0.01462	0.0592	4.4446	
	σ^2_P	1054431.138	68.88	0.01144	0.003663	0.003625	0.02816	0.6016	
	CVG	5.664	2.6926	51.4418	30.5408	0	34.3053	0	
	z_h	0.1789	0.2879	0.1731	0.1818	0	0.3551	0	

Cuadro No. 28 Componentes de varianza y parametros genéticos de siete características, calculados para 2 probadores, considerando 3 localidades en cada probador.

Probador	Componente de Varianza	Característica						
		Rendimiento	Altura	Acme Raíz	Tallo	% Maz Pod	%Mal Cob	Días a Flor
Enano	σ_1^2	793,894.82	43.54	-0.00016	0.000	0.0025	-0.001166	0.1916
	$\sigma_1^2 \times L$	1,090,694.62	23.022	0.0005	-0.029	-0.0045	0.013	0.3555
	σ_E^2	2,186,471.75	42.176	0.006	0.065	0.029	0.057	2.41
	σ_P^2	1,521,871.65	58.15	0.0010066	0.001166	0.005833	0.0126673	0.711766
	C.V.G.	10.301	16.007	0	0	21.8341	0	0.6005
	h^2	0.5217	0.7472	0	0	0.4286	0	0.2692
	σ_1^2	232,220.035	33.85	-0.0023	0.0005	0.000	0.007	0.251
	$\sigma_1^2 \times L$	-56,927.38	24.35	-0.002	0.001	0.005	0.01	0.2895
	σ_E^2	3,377,502.04	84.36	0.013	0.011	0.009	0.027	2.250
	σ_P^2	776,161.24	56,026	0.005333	0.002666	0.001666	0.01483	0.7225
C.V.G.	5.675	6.0763	0	27.2691	0	36.8573	0.7118	
h^2	0.2992	0.6042	0	0.1875	0	0.4720	0.3474	

Alto

Cuadro No. 29 Componentes de Varianza y parámetros genéticos de 7 características, considerando 3 localidades y 2 probadores (los 6 experimentos en conjunto).

Componente de Varianza	Rendimiento	Altura	Característica				
			Acame (Transf) Raíz	Tallo	% Maz Pod (Transf)	% Mal Cob (Transf)	Días a Flor
$\sigma^2_{1^2xpxl}$	-289722.697	18.08	0.00029	0.00072	-0.0005	0.009	0.034
σ^2_{1xp}	566332.096	24.65	0.00035	0.00064	0.000166	0.00233	0.3455
σ^2_{1xl}	260623.691	5.59	0.0011	0.0076	-0.0015	0.0025	2.9475
σ^2_1	53274.668	14.00	-0.00025	-0.0004	0.001	0.0005	-0.1240
σ^2_{1i}	2781986.89	63.27	0.0091	0.0086	0.019	0.042	2.334
σ^2_p	500311.07	36.47	0.0011	0.0043	0.0030	0.00749	1.029
CVG	0	5.4647	0	0	18.7117	8.8382	0
h	0	0.3839	0	0	0.50	0.0668	0

Si consideramos que la varianza de líneas y de líneas x lo calidad x probador son cero, éste análisis sólo refleja lo encontrado en los análisis de varianza previamente discutidos; es decir, aquellos experimentos que presentaron mayor coeficiente de variación y mayor varianza del error (Torreón, Coah., probadores enano y alto) tuvieron una contribución considerable en éstos resultados.

Ibarra (1983) también encontró valores negativos en algunas de las varianzas calculadas, sin explicarse esos resultados. Lo hasta aquí considerado, debe de ser reforzado por el conocimiento de que el tamaño de muestra del probador (Salazar y Lonquist, 1963, Genter y Alexander, 1965 y Luna, 1971) influye considerablemente en los resultados obtenidos. Aún cuando los coeficientes de variación son adecuados, a excepción de los ya señalados, es necesario enfatizar que con un número mayor de plantas muestreadas por unidad experimental, y un mayor número de repeticiones en cada localidad de estudio, contribuirán a una menor estimación del error experimental. Sin embargo, en los procesos normales de mejoramiento, no se produce suficiente semilla para establecer más de 2 repeticiones por localidad. Como para calcular mejor la interacción genotipo-ambiente es preferible establecer más localidades de evaluación, es mejor aumentar el tamaño de la muestra por unidad experimental.

4.3. Coeficientes de Variación Genética (C.V.G.) y Heredabilidad en Sentido Amplio (h^2)

Los mestizos del probador enano, son consistentes en exhibir mayor coeficiente de variación genética, en comparación con los mestizos del probador alto, en cada localidad en que se realizó el presente experimento (Cuadro 26). Se presenta mayor valor en el probador enano en Miguel Alemán (con un valor muy similar en Celaya) y el menor valor se presenta en Torreón. La diferencia es más notoria al considerar el comportado.

miento de los mestizos altos en las 3 localidades, siendo mayor en Miguel Alemán, intermedio en Celaya, y bajo en Torreón (el valor es cero, debido a la varianza genética negativa encontrada en éste experimento). Al considerar el promedio de las 3 localidades en cada probador (Cuadro 28) el probador enano presenta un valor de C.V.G. de casi el doble que el probador alto (10.301 y 5.675, respectivamente), lo que indica que las líneas, al utilizar como probador la craza simple enana tuvieron una mayor capacidad para expresar su potencial genético. Esta variabilidad, aunada a que en los 6 experimentos los mestizos enanos casi siempre expresaron mayor rango y mayor rendimiento, permite seleccionar al probador enano como el mejor probador para la evaluación de líneas braquíticas, aún cuando en el análisis de varianza combinado (Cuadro 17) no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Si consideramos el criterio de que el gene br_2 br_2 condiciona un menor rendimiento, el probador enano puede considerarse como de bajo rendimiento, por lo tanto, lo aquí discutido está de acuerdo con lo reportado por Hull (1946), Rawlings y Thompson (1962), Allison y Curnow (1966), Lonquist y Lindsey (1970) Paz (1970) y Thompson y Rawlings (1960). Se considera que el probador enano tiene bajas frecuencias génicas de alelos favorables, lo que , con dominancia de parcial a completa, y ausencia de sobredominancia, permite una mejor jerarquización de las líneas. Es decir, los efectos genéticos aditivos son los predominantes en la expresión de los mestizos del probador enano, concordando con lo afirmado por Hallaver y López (1979).

En el Cuadro 27, se muestra que, en promedio de los 2 probadores, la localidad de Celaya, Gto. presenta mayor C.V.G.

(9.649), seguido de Miguel Alemán, Tamps. (6.380) y Torreón, Coah. (5.664). Estos resultados concuerdan con lo esperado, pues al utilizar, en la formación de las líneas y probadores materiales adaptados al Bajío y al Estado de Tamaulipas, era de esperarse menor variación en la localidad intermedia de Torreón, Coah., pues las líneas iban a encontrar las condiciones ambientales propicias para que fuesen clasificadas jerárquicamente de manera adecuada.

Las estimaciones de la heredabilidad, aún cuando calculadas en sentido amplio, nos dan una idea de la fracción de genes que es transmisible de generación en generación. En general, sigue una tendencia muy similar a la discutida para el C.V.G., lo que es de gran utilidad para fines predictivos. Por probadores, la mayor heredabilidad (0.5217) la presenta el probador enano, mientras que el probador alto presenta menor valor (0.2992). Por localidad se presentan en orden, las localidades de Celaya, Miguel Alemán y Torreón (0.8969, 0.3292 y 0.1789, respectivamente). Para el análisis combinado, tanto el C.V.G. y h^2 son iguales a cero, pues las varianzas negativas así lo condicionaron. Es de recalcar el hecho de que los experimentos de la localidad de Torreón, Coah. al presentar los mayores coeficientes de variación, contribuyeron en mayor medida a tener un mayor valor del cuadrado medio del error y, por ende, una mayor varianza del error.

4.4. Aptitud Combinatoria General (A C G) y Aptitud Combinatoria Específica (A C E)

En el cuadro 30, se aprecian los valores de la A C G, considerando localidades independientes, y combinado de las 3 localidades. Por considerar de mayor relevancia para fines de selección el comportamiento promedio general, sólo se tomará en cuenta los resultados de \hat{g}_i para el análisis combinado. El rango de las \hat{g}_i estimadas va de -1.377 a 1.442, con un in-

tervalo de 2.819; al dividir dicho rango en tres grupos, el grupo superior está comprendido entre 1.442 y 0.503 valores que corresponden a las siguientes líneas: C-94, C-91, A-28, C-89, A-17, C-92 y C-63, el grupo intermedio está comprendido entre 0.502 y -0.435, abarcando los valores de las siguientes líneas: A-35, E-103, A-40 C-87, A-18, C-66, C-85, C-86, C-93, A-32, B-55, C-96, C-97, E-102, A-25 y C-81, finalmente, el grupo inferior abarca un rango de -0.436 a -1.377, conteniendo los valores que mostraron las líneas A-14, A-13, A-34, A-1, E-98, C-67, A-16 y A-9.

Considerando que los efectos de A C G son una función de los efectos génicos aditivos, y de acuerdo a la clasificación de las líneas, el primer grupo de clasificación contiene 7 líneas que pueden utilizarse con bastantes posibilidades de éxito en un programa de selección recurrente. Es de notarse también el hecho de que la clasificación de las líneas por su \hat{g}_i es idéntica a la presentada, en el Cuadro 24 (prueba de DMS para la significancia en líneas, como promedio de 2 probadores y 3 localidades); sin embargo, en éste cuadro se seleccionarían 17 líneas, atendiendo a su nivel de significancia para rendimiento, y no a los efectos génicos aditivos.

Por lo que respecta a los valores de Aptitud Combinatoria Específica (A C E) de las 31 cruzas de prueba comunes en los 6 experimentos (Cuadro 31), no se observa una tendencia definida, pues los 2 probadores son completamente contrastantes en la clasificación de las líneas, al considerar las 3 localidades en conjunto. El probador alto, clasifica en primer 3º y 5º lugar, a las líneas que presentan 1a. y 2a. mayor \hat{g}_i ; el probador enano, las mismas líneas las clasifica en 29º y 27º lugar respectivamente. Las demás líneas de alto valor de \hat{g}_i , están ubicadas en los valores intermedios de los 2 probadores; entonces, en algunos casos, los valores más altos de A C E correspondieron a cruzas cuyas líneas presentaron una buena A C G como tales, en otros casos, se muestra que algunas

cruzas con buena A C E , la línea como tal mostró bajo valor de A C G ; otro caso, es el de cruzas, que mostraron baja A C E y la línea como tal, mostró alta A C G ; puede decirse que la heterosis mostrada por el probador alto, es completamente contraria a la heterosis mostrada por el probador enano. Atendiendo al origen de las líneas y a los 2 probadores, los resultados aquí expuestos parecen estar en contradicción con lo esperado.

En base a su media de producción, características agronómicas y alta A C G , se seleccionaron 7 líneas (Cuadro 32); 6 de ellas, conciden con los mas altos valores de A.C.G. estimada (Cuadro 30).

De las líneas seleccionadas, 4 pertenecen a la población derivada de las cruzas de la Selección Blanca T.S. y 3 pertenecen a la población derivada de la crusa de Comp. Tlaltizapan. En general, estas 2 poblaciones representan un buen potencial de variabilidad genética, pues las 31 líneas que constituyen el presente estudio, fueron derivadas de 894 líneas que provenían también de otras poblaciones. De las 31 líneas, 14 se derivaron de la población Selección Blanca T.S., y 13 se derivaron de la población Comp. Tlaltizapan.

V Conclusiones

Las familias de mestizos enanos tuvieron mejores características agronómicas que los mestizos altos, en las 3 localidades de estudio.

La mejor localidad en la evaluación de mestizos, lo fué Celaya, Gto. siguiendole en orden Miguel Alemán, Tamps. y Torreón, Coah.

El mejor probador per-se es el probador enano.

Los análisis de varianza individuales muestran pocas diferencias significativas, tanto al 0.05 como al 0.01 considerando las 7 características agronómicas medidas. Los coeficientes de variación de los 6 experimentos individuales están comprendidos dentro de lo normal, a excepción de los 2 experimentos de Torreón, Coah., que presentan una C.V. un poco alto; éste C.V. alto influye marcadamente en los análisis combinados en que participa.

Los análisis de varianza combinados, presentan pocas interacciones significativas, indicando que, en promedio, las cruas presentan una tendencia similar entre localidades. Lo anterior manifiesta que las condiciones ambientales específicas, no influyeron significativamente en la expresión del rendimiento de las líneas.

Los componentes de varianza estimados, varían entre los experimentos en estudio, considerando los análisis de varianza individuales y combinados. En general, los análisis de varianza que presentaron mayor coeficiente de variación y mayor varianza del error, presentaron varianzas de líneas, líneas x probador y líneas x localidad, desviadas en relación a las encontradas en los análisis de varianza con bajos coeficientes de variación y varianza del error.

El coeficiente de variación genética y la heredabilidad mostraron una tendencia similar, siendo mayores en la localidad de Celaya, Gto. siguiéndole Miguel Alemán, Tamps. y Torreón Coah. Por probadores los valores en el probador enano son casi el doble que el probador alto.

La Aptitud Combinatoria General (A C G) permitió seleccionar líneas cuyo comportamiento a través de localidades y probadores, es sobresaliente. La A C G para cada localidad, no siguió una tendencia definida.

En la determinación de la Aptitud Combinatoria Específica (A C E), los 2 probadores utilizados son contrastantes en la clasificación de las líneas.

De las 7 líneas seleccionadas, 6 coinciden con los más altos valores de A C G y 1 presenta alto valor de A C G con el probador alto, y bajo valor de A.C.E. con el probador enano.

La Selección Blanca T.S. y el Compuesto Tlaltizapan constituyen excelentes poblaciones para la derivación de líneas con características agronómicas sobresalientes.

Los resultados de éste estudio, están de acuerdo con lo reportado por otros autores en lo que se refiere a la teoría genético-estadística para probadores y las características morfológicas y fisiológicas de los ideotipos utilizados por el programa de mejoramiento del Instituto Mexicano del Maíz de la U.A.A. "A.N".

BIBLIOGRAFIA

- Allison, J.C.S. y R.N. Curnow. 1966. On the choice of Tester Parent for the Breeding of Synthetic Varieties of Maize (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 541-544.
- Burton, J.W.; L.H. Penny, Arnel R. Hallaver y S.A. Eberhart 1971. Evaluation of Synthetic Populations Developed from a Maize *Crop Sci.* 11:361-365.
- Comstock, R.E., H.F. Robinson, and P.H. Harvey. 1949. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. *Agron. J.* 41: 360-367.
- Comstock, R.E. 1979. Inbred lines vs the Populations as Tester in Reciprocal Recurrent Selection. *Crop Sci.* 19: 881-886.
- Cress, C.E. 1966. Heterosis of the Hybrid related to gene Frequency Differences Between Two Populations. *Genetics* 53: 269-274.
- Crosbie, T.M. y J.J. Mock. 1981. Changes in Physiological Traits Associated With Grain Yield Improvement in Three Maize Breeding Programs. *Crop Sci.* 21: 255-258.
- Cseteneki, A. y Gymlavari. 1970. Data on the Evaluation of Tester. En: Some Methodological Achievements of the Hungarian Hybrid Maize Breeding. Ed. I. Kovacs, 109-114.
- Eberhart, S.A.; Seme Debela y A.R. Hallaver. 1973. Reciprocal Recurrent Selection in the BSSS and BSCB1 Maize Populations and Half-Sib Selection in BSSS. *Crop Sci.* 13: 451-456.

Geneter, C.F. y M.W. Alexander. 1965. Testcross variability of Samples From a Broad Base Population of maize (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 5: 355-358.

Genter, C.F. M.W. Alexander. 1966. Development and selection of Productive S₁ Inbred Lines of Corn (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 6: 429-431.

Gómez, J.R. 1980. Resultados del Programa Nacional de Mejoramiento de Maíz de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", (1971-1977). Tesis profesional, UAA"AN", Saltillo, México.

González Ceniceros Fernando. 1981. Evaluación de mestizos de líneas de maíz con germoplasma de Estados Unidos y de México con 3 probadores del Trópico Seco Mexicano. Tesis Profesional UAA"AN", Saltillo, México.

Grogau, C.O. y M.S. Zuber. 1957. A comparative study of top.

Guerrero Ortíz José Luis. 1981. Determinación de la aptitud combinatoria general y específica de líneas enanas de maíz con 75% de germoplasma chino mediante el uso de 3 probadores de diferente origen. Tesis profesional, UAA"AN". Saltillo, México.

Hallawer, A.R. 1975. Relation of gene action and type of tester in maize breeding procedures. 30 th annual corn and sorghum research conference: 150-165.

Hallawer, Arnel R. y Eleuterio López Pérez. 1979. Comparisons among testers for evaluating lines of Corn. 34 th annual corn and sorghum research conference: 56-75.

Horner, E.S.; W.H. Chapman, M.C. Lutrick y H.W. Lundy. 1969. Comparison of selection based on yield of topcross progenies and of S₂ Progenies in Maiza (Zea mays L.) Crop Sci. 9: 539-543.

Horner, E.S., W.H. Chapman, H.W. Lundy and M.C. Lutrick. 1972. Commercial utilization of the products of recurrent selection for specific combining ability in maize. Crop Sci. 12: 602-604.

Horner, E.S.; H.W. Lundy, M.C. Lutrick, y W.H. Chapman. 1973. Comparison of three methods of recurrent selection in maize Crop-Sci. 13: 485-489.

Horner, E.S.; H.W. Lundy, M.C. Lutrick, y R.W. Wallace. 1963. Relative effectiveness of recurrent selection for specific and for general combining ability in corn. Crop Sci. 3: 63-66.

Horner, E.S.; M.C. Lutrick, W.H. Chapman, y F.G. Martin 1976. Effect of Recurrent Selection for combining ability with a Single-Cross tester in Maize. Crop. Sci. 16: 5-8.

Hull, Fred H. 1945. Recurrent selection for specific combining ability in corn. Agron. J. 37: 134-145.

Hull, F.H. 1946. Overdominance and corn breeding where hybrid seed is not feasible. J. Am Soc. Agron. 38: 1100-1103.

Ibarra, J.L. 1983. Selección familiar de hermanos completos en el compuesto interracial precoz de altura de maíz. Tesis de Maestría en Ciencias. UAA"AN", Saltillo, México.

Keller, Kenneth R. 1949. A comparison Involving the Number of, and relationship between, tester in evaluating inbred lines of maize. Agron. jour. 41: 323-331.

Lonquist, John H. 1950. The effect of selection for combining ability Within segregating lines of corn. Agron. jour. 42: 503-508.

Lonquist, John H. 1950. Recurrent selection as a Means of modifying combining ability in corn. Agron. Jour. 43: 311-315.

Lonquist, J.H. 1961. Progress from recurrent selection procedures for the improvement of corn populations. Nebr. Agric Exp. Stn. Res. Bull. 197.

Lonquist, J.H. y M.F. Lindsex. 1970. Tester performance level for the evaluation of lines for Hybrid performance. Crop. sci. 10:602-604.

Lonquist, J.H. y M.D. Rumbaugh. 1958. Relative Importance of test sequence for general and specific combining ability in corn breeding. agron. jour 50: 541-544.

Luna Flores M.; José Molina Galán y Hermilo Angeles Arrieta 1971. Comparacion de Métodos para evaluar aptitud combinatoria general de líneas de maíz (Zea Mays L.). En relación al tamaño de muestra del probador. Rama de genética, Colegio de Postgraduado de Chapingo, Méx. Agrociencia 1971: 29-41.

Matzinger, Dale F. 1953. Comparison of three types of tester for the evaluation of inbred lines of corn. Agron. Jour. 45: 493-495.

Moll, R.H. y C.W. Stuber. 1971. Comparisons of response to alternative selection procedures initiated with two populations of maize (Zea mays L.) Crop. Sci 11:706-711.

Paz, J.R.; J.M. Galán y L.B. Alanís. 1970. Variedades. De bajo rendimiento contra variedades de alto rendimiento como probadores. Para medir la aptitud combinatoria general de líneas auto fecundadas de maíz. Rama de genética, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 43-55.

Penny, L.H. 1981. Vertical-Pull Resistance of maize inbreds and their testcrosses. Crop Sci. 21: 237-240.

Penny. L. H.; W.A. Russell, y G.F. Sprague. 1962. Types of gene action in yield heterosis in maize. Crop Sci. 2: 341-344.

Rawlings, J.O. y D. L. Thompson. 1962. Performance level as criterion for the choice of maize testers- Crop Sci. 2:217-220.

Russell, W.A. 1961. Comparison of five types of testers in evaluating the relation-ship of stalk rot resistance in corn inbred lines and stalk strength of the lines in hybrid combinations. Crop Sci. 1: 393-397.

Russell, W.A. 1969. Hybrid performance of maize inbred lines selected by testcross performance in low and high plant densities. Crop Sci. 9: 185-188.

Russell, W.A. y S.A. Eberhart. 1975. Hybrid performance of selected maize lines from reciprocal recurrent and testcross selection progymms. Crop Sci. 15: 1-4.

Russell, W.A., S.A. Eberhart, y Urbano A. Vega O. 1973. Recurrent selection for specific combining ability for yield in two maize populations. Crop. Sci. 13: 257-261.

Salazar, Angel B. y John H. Lonngist. 1963. Tester Sampling bias in the topcrossing of inbred lines of corn. Crop. Sci. 3: 317-318.

Sprague, G.F. y Philip A. Miller. 1950. A suggestion for Evaluating current concepts of the genetic Mechanism of heterosis in corn. Agron. jour. 42: 161-162.

Thompson. D.L. 1982. Graly yield of two synthetics of corn after seven cycles of selection for lodging resistance Crop. Sci. 22: 1207-1210.

Thompson. D.L. J.O. Rawilings. 1960. Evaluation of four testers of different ear heights of corn. Agron: Jour 52: 617: 620.

Walejko, R.N. y W.A. Russell. 1977. Evaluation of recurrent selection for specific combining ability in two open pollinated maize cultivars. Crop Sci. 17: 647-651.

Zorrilla, Hugo L. y P.L. Crane. 1982. Evaluation of three cycles of full-sib family selection for yield in the colus 02 variety of maize. Crop. Sci. 22: 10-12.

A P E N D I C E

Cuadro No. 30 Efecto de la aptitud combinatoria general (Gi) para rendimiento de 31 líneas de maíz, considerando localidades independientes y combinado. El número en paréntesis indica el orden en cada columna.

Línea	Miguel Alemán	Celaya	Torreón	Combinado
94	0.303 (16)	2.728 (1)	1.292 (3)	1.442 (1)
91	0.411 (13)	1.962 (2)	0.124 (15)	0.853 (2)
28	0.604 (10)	0.223 (15)	1.413 (2)	0.748 (3)
89	1.103 (4)	0.408 (11)	0.507 (10)	0.674 (4)
17	1.510 (1)	-0.114 (19)	0.613 (8)	0.671 (5)
92	1.02 (5)	-0.134 (20)	0.957 (6)	0.616 (6)
63	0.863 (6)	0.598 (7)	0.302 (11)	0.555 (7)
35	-0.637 (22)	0.966 (4)	1.136 (4)	0.489 (8)
E-103	0.527 (12)	0.237 (14)	0.683 (7)	0.483 (9)
40	-1.066 (27)	0.582 (8)	1.922 (1)	0.480 (10)
87	1.194 (3)	0.479 (10)	-0.246 (21)	0.478 (11)
18	-0.149 (19)	0.163 (16)	1.03 (5)	0.349 (12)
66	0.64 (8)	1.242 (3)	-0.847 (24)	0.346 (13)
C-85	0.3 (15)	0.504 (9)	0.109 (16)	0.305 (14)
C-86	0.585 (11)	0.104 (17)	0.204 (14)	0.299 (15)
C-93	1.324 (2)	0.04 (18)	-0.946 (25)	0.140 (16)
A-32	-0.399 (21)	0.654 (6)	-0.381 (23)	-0.041 (17)
B-55	0.378 (14)	0.886 (5)	-1.731 (31)	-0.154 (18)
C-96	0.707 (7)	-1.697 (30)	0.308 (12)	-0.226 (19)
E-97	0.239 (18)	-0.817 (25)	-0.299 (22)	-0.291 (20)
E-102	-1.264 (28)	-0.33 (22)	0.53 (9)	-0.354 (21)
A-25	-1.023 (26)	0.405 (12)	-0.226 (20)	-0.370 (22)
C-81	-0.956 (24)	-0.38 (13)	0.219 (13)	-0.372 (23)
C-14	-1.017 (25)	-0.329 (21)	-0.065 (18)	-0.470 (24)
A-13	-1.427 (29)	-0.349 (23)	-0.175 (19)	-0.650 (25)
A-34	0.611 (9)	-1.413 (29)	-1.281 (28)	-0.693 (26)
A-1	0.281 (17)	-1.461 (28)	-1.177 (27)	-0.785 (27)
E-98	-0.281 (17)	-0.856 (26)	-1.175 (26)	-0.922 (28)
C-67	-0.275 (20)	-1.244 (27)	-1.464 (30)	-0.993 (29)
A-16	-1.754 (30)	-0.472 (24)	-1.425 (29)	-1.183 (30)
A-9	-1.888 (31)	-2.32 (31)	0.074 (17)	-1.377 (31)

Cuadro No. 31 Efecto de la aptitud combinatoria específica (Sij) para rendimiento de 31 líneas de maíz cruzadas con 2 probadores, en 3 localidades y combinado. El número en paréntesis indica el orden en cada columna.

Líneas	Miguel Alemán		Celaya		Torreón		Combinado	
	Enano	Alto	Enano	Alto	Enano	Alto	Enano	Alto
A - 81	1.547 (2)	-1.547 (31)	1.044 (7)	-1.107 (25)	0.518 (8)	-0.517 (24)	1.036 (1)	-1.036 (31)
A - 32	1.347 (2)	-1.346 (30)	-0.210 (16)	0.148 (16)	1.751 (1)	-1.750 (31)	0.962 (2)	-0.962 (30)
A - 14	0.867 (5)	-0.813 (27)	2.00 (1)	-2.063 (31)	-0.247 (20)	0.247 (12)	0.873 (3)	-0.873 (29)
A - 93	0.930 (4)	-0.929 (28)	1.467 (3)	-1.529 (29)	0.203 (15)	-0.202 (17)	0.866 (4)	-0.866 (28)
A - 66	0.974 (3)	-0.974 (29)	0.288 (13)	-0.350 (19)	1.305 (3)	-1.305 (29)	0.855 (5)	-0.855 (27)
A - 17	0.413 (9)	-0.412 (23)	1.417 (4)	-1.479 (28)	0.444 (11)	-0.443 (21)	0.757 (6)	-0.758 (25)
A - 85	0.115 (12)	-0.114 (20)	1.666 (2)	-1.729 (30)	0.445 (10)	-0.445 (22)	0.742 (7)	-0.742 (24)
A - 55	-0.192 (20)	0.193 (12)	1.329 (5)	-1.391 (27)	0.384 (12)	-0.383 (20)	0.506 (8)	-0.499 (9)
A - 40	-0.476 (24)	0.477 (8)	1.010 (8)	-1.073 (24)	0.965 (4)	0.965 (28)	0.499 (9)	-0.499 (23)
A - 103	0.606 (8)	-0.606 (24)	0.347 (12)	-0.409 (20)	0.482 (9)	-0.481 (23)	0.478 (10)	-0.478 (21)
A - 28	0.778 (6)	-0.777 (26)	-0.176 (15)	-0.114 (17)	0.338 (13)	-0.338 (19)	0.312 (11)	-0.303 (21)
A - 86	0.020 (15)	0.021 (17)	0.821 (9)	-0.884 (23)	0.219 (19)	-0.220 (13)	0.193 (12)	-0.194 (20)
A - 1	-0.668 (26)	0.669 (6)	0.439 (11)	-0.501 (21)	0.656 (5)	-0.656 (27)	0.142 (13)	-0.142 (18)
A - 63	0.175 (11)	-0.175 (21)	-0.525 (21)	0.704 (11)	0.537 (7)	-0.536 (25)	0.015 (14)	-0.015 (11)
A - 92	0.002 (14)	-0.001 (18)	0.557 (10)	-0.619 (22)	-0.310 (21)	0.311 (11)	0.082 (15)	-0.083 (11)
A - 25	-0.539 (25)	-0.540 (7)	-1.325 (28)	0.722 (4)	1.398 (30)	-1.398 (30)	-0.066 (16)	0.065 (14)
A - 102	-0.124 (18)	0.124 (14)	-0.857 (26)	0.794 (6)	0.615 (6)	-0.614 (26)	-0.122 (17)	0.122 (11)
A - 89	-0.175 (19)	0.175 (13)	-0.439 (18)	0.376 (14)	0.218 (14)	-0.217 (18)	-0.133 (18)	0.132 (11)
A - 35	-0.124 (17)	0.125 (15)	-0.234 (17)	0.171 (15)	-0.129 (18)	0.130 (14)	-0.163 (19)	0.163 (11)
A - 87	0.100 (13)	-0.090 (19)	-0.845 (25)	0.783 (7)	0.158 (16)	-0.220 (16)	-0.177 (20)	0.177 (11)
A - 18	-0.918 (28)	0.919 (4)	1.072 (6)	-1.134 (26)	-1.130 (29)	1.13 (3)	-0.326 (21)	0.326 (11)
A - 98	-0.022 (16)	0.23 (16)	-0.472 (19)	0.409 (13)	-0.596 (23)	0.597 (9)	-0.364 (22)	0.363 (11)
A - 9	0.192 (10)	-0.192 (22)	-0.601 (22)	0.538 (10)	-0.739 (26)	0.739 (6)	-0.383 (23)	0.382 (11)
A - 96	-0.387 (23)	0.387 (9)	0.266 (14)	-0.329 (18)	-1.191 (30)	1.192 (2)	-0.438 (24)	0.437 (11)
A - 67	-0.206 (21)	0.206 (11)	-0.501 (20)	0.439 (12)	-0.631 (24)	0.632 (8)	-0.447 (25)	0.446 (11)
A - 97	0.626 (7)	-0.625 (25)	-1.438 (30)	1.376 (2)	-0.748 (27)	0.749 (5)	-0.521 (26)	0.520 (11)
A - 91	-0.280 (22)	0.280 (10)	-0.675 (23)	0.612 (9)	-0.641 (25)	0.641 (7)	-0.532 (27)	0.533 (11)
A - 34	-0.709 (27)	0.710 (5)	-0.736 (24)	0.674 (8)	-1.044 (28)	1.045 (4)	-0.831 (28)	0.830 (11)
A - 94	-1.151 (29)	1.152 (3)	-1.357 (29)	1.294 (3)	-0.095 (17)	0.096 (15)	-0.868 (29)	0.868 (11)
A - 16	-1.271 (30)	1.272 (2)	-1.138 (27)	1.075 (5)	-0.551 (22)	0.551 (10)	-0.987 (30)	0.987 (11)
A - 13	-1.393 (31)	1.393 (1)	-2.432 (31)	2.369 (1)	-2.298 (31)	2.298 (1)	-2.041 (31)	2.041 (11)

Cuadro No. 32 Concentración de medias de rendimiento y otras características agronómicas de las 10 mejores líneas seleccionadas, cruzadas con los probadores enano y alto. (Media de 3 localidades).

Genealogía	Días a Flor	Altura de Mazorca	Probador Enano		Pod	% Maz	%Mal	Cob	Mazorca Ton/Ha.
			Raíz	Tallos					
C-94	73	.33	4	2	15	2			9.255
C-91	72	.36	0	6	11	6			8.982
A-28	71	.39	0	0	26	25			9.742
C-89	73	.43	6	0	26	3			9.223
A-17	72	.56	10	2	22	5			10.110
C-92	72	.38	0	8	20	3			9.380
A-13	73	.27	0	3	45	11			5.991
<u>Probador Alto</u>									
C-94	70	.99	2	7	4	1			10.746
C-91	72	.89	4	7	7	20			9.801
A-28	70	1.04	8	4	8	6			8.870
C-89	71	0.94	7	2	5	8			9.241
A-17	70	1.04	9	15	89	5			8.348
C-92	70	1.04	0	8	8	1			8.969
A-13	69	.86	10	4	13	10			9.827

Cuadro No. 33 Medias de producción y otras características agronómicas de 31 cruzas de prueba, utilizando el probador enano, evaluados en 89 216 ptas/Ha en 2 repeticiones en Miguel Alemán Tamps.

ugar	Genealogía	Días a Flor	Altura de Mazorca	%Acame Raíz	Tallo	%Mazorca Podrida	Uniformidad 1-5	%Mala Cobertura	Rendimiento Ton/Ha.
1	C-93	68	.37	10	10	10	1	0	9.547
2	A-17	65	.43	15	5	43	3	5	9.217
3	C-66	67	.33	0	0	30	2	55	8.908
4	A-28	65	.26	0	0	45	3	65	8.676
5	C-87	69	.27	0	0	32	2	15	8.588
6	E-103	66	.32	0	0	20	2	25	8.427
7	C-63	66	.37	0	5	20	3	35	8.332
8	C-92	66	.27	0	25	25	2	0	8.316
9	A-32	65	.25	0	5	65	4	50	8.242
0	C-89	67	.31	10	0	35	2	0	8.222
1	C-97	67	.25	0	0	20	2	15	8.159
2	C-81	66	.24	0	0	1	2	20	7.885
3	C-86	65	.28	0	0	18	2	5	7.850
4	C-85	68	.25	0	35	41	3	20	7.709
5	C-96	65	.36	0	0	20	2	0	7.614
6	B-55	68	.36	0	0	25	2	20	7.480
7	C-91	66	.24	0	10	20	3	10	7.425
8	A-34	66	.28	5	0	30	4	0	7.196
9	A-14	66	.27	10	0	30	3	15	7.144
0	A-1	65	.35	0	5	45	2	35	6.907
1	C-67	67	.21	0	0	30	4	5	6.813
2	A-35	67	.37	0	15	25	3	75	6.533
3	E-98	66	.28	0	0	60	4	0	6.533
4	C-94	67	.25	0	5	25	2	15	6.446
5	A-18	66	.35	5	20	56	4	0	6.227
6	E-102	65	.24	10	0	42	3	25	5.906
7	A-40	65	.36	0	0	42	3	50	5.752
8	A-25	67	.29	0	15	40	3	5	5.732
9	A-9	66	.32	0	0	30	3	5	5.598
0	A-13	68	.20	0	0	80	3	20	4.474
1	A-16	68	.17	0	0	60	5	80	4.269

Cuadro No. 34 Medias de producción y otras características agronómicas de 31 cruzas de prueba, utilizando el probador enano, eva luadas a 89 216 ptas/Ha. en 2 repeticiones, en Celaya, Gto.

ugar	Genealogía	Días a Flor	Altura de Mazorca	Raíz	%Acame	Tallo	%Mazorca Podrida	Uniformidad 1-5	%Mala Cobertura	Rendimiento Ton/Ha	Nivel de Significancia (DMS.05%)
1	B-55	79	.50	0	0	0	19	0	4	13.651	a
2	C-85	78	.50	0	0	0	0	0	5	13.606	a
3	A-14	77	.35	0	0	0	8	0	.5	13.107	a b
4	A-40	77	.53	0	0	0	11	0	5	13.028	a b c
5	C-66	77	.51	0	0	0	18	0	7	12.966	a b c d
6	C-93	78	.53	0	0	0	5	0	4	12.943	a b c d
7	C-94	78	.30	0	0	0	9	0	4	12.807	a b c d
8	A-17	79	.49	0	0	0	10	0	5	12.739	a b c d
9	C-91	78	.31	0	0	0	4	0	3	12.723	a b c d
0	A-18	79	.56	0	0	0	14	0	6	12.671	a b c d
1	C-86	79	.47	0	0	0	8	0	3	12.361	a b c d e
2	A-35	78	.55	0	0	0	8	0	4	12.168	a b c d e
3	C-81	80	.42	0	0	0	2	0	4	12.100	a b c d e
4	E-103	78	.41	0	0	0	18	0	4	12.020	a b c d e
5	A-32	79	.52	0	0	0	11	0	6	11.880	a b c d e
6	C-92	79	.32	0	0	0	9	0	5	11.859	a b c d e
7	C-63	79	.41	0	0	0	9	0	5	11.509	a b c d e
8	A-28	76	.47	0	0	0	11	0	5	11.483	a b c d e
9	C-89	79	.37	0	0	0	10	0	5	11.405	a b c d e
0	C-87	78	.32	0	0	0	9	0	6	11.07	a b c d e
1	A-25	78	.40	0	0	0	3	0	3	10.516	a b c d e
2	A-1	76	.39	0	0	0	12	0	7	10.414	a b c d e
3	E-102	77	.30	0	0	0	16	0	4	10.249	a b c d e
4	E-98	79	.38	0	0	0	13	0	8	10.108	a b c d e
5	C-96	77	.40	0	0	0	5	0	3	10.005	a b c d e
6	A-16	79	.30	0	0	0	31	0	6	9.826	a b c d e
7	C-67	78	.27	0	0	0	20	0	2	9.691	a b c d e
8	A-34	80	.29	0	0	0	19	0	5	9.287	a b c d e
9	C-97	79	.25	0	0	0	15	0	4	9.181	a b c d e
0	A-13	79	.27	0	0	0	16	0	7	8.655	a b c d e
1	A-9	78	.16	0	0	0	17	0	2	8.515	a b c d e

Cuadro No. 35 Medias de producción y otras características agronómicas de 31 cruza de prueba, utilizando el probador enano, evaluadas a 89 216 ptas/Ha. en 2 repeticiones, en Torreón, Coah.

Regular	Genealogía	Días a Flor	Altura de Mazorca	%Acame Raíz	Tallos	%Mazorca Podrida	Uniformidad 1-5	%Mala Cobertura	Rendimiento Ton/Ha.
1	A-40	71	.63	9	0	10	2	3	10.204
2	A-28	73	.44	0	0	22	1	4	9.068
3	A-32	71	.64	17	0	33	1	2	8.687
4	C-94	75	.44	7	0	10	2	3	8.514
5	A-25	73	.55	0	5	7	1	2	8.489
6	E-103	72	.57	0	0	22	1	4	8.482
7	E-102	74	.55	0	0	23	1	3	8.462
8	A-17	75	.76	14	0	11	3	3	8.374
9	A-35	75	.61	12	6	26	1	5	8.374
0	C-63	72	.50	0	0	21	2	3	8.324
1	C-81	75	.50	13	0	16	3	3	8.156
2	C-89	74	.62	7	0	33	2	4	8.054
3	C-92	72	.54	0	0	25	3	4	8.042
4	C-85	74	.72	27	13	21	1	5	7.964
5	C-66	75	.59	0	0	21	2	4	7.871
6	C-86	75	.49	13	0	19	1	4	7.775
7	C-87	72	.75	0	0	16	2	3	7.302
8	A-18	72	.56	19	0	29	1	4	7.292
7	A-14	71	.58	0	0	4	2	3	7.217
6	C-91	71	.54	0	0	10	1	3	7.005
5	A-1	73	.53	8	0	23	1	4	6.800
4	A-9	71	.35	33	0	23	1	3	6.796
3	C-93	74	.62	0	12	17	3	5	6.652
2	C-96	75	.67	14	0	10	1	3	6.574
1	C-97	71	.45	0	0	31	2	2	6.434
0	B-55	70	.48	0	6	18	3	3	6.270
9	E-98	75	.49	12	0	27	3	4	5.970
8	A-16	73	.45	0	0	40	3	5	5.546
7	C-67	71	.36	15	0	30	4	5	5.441
6	A-34	77	.41	0	7	29	2	4	5.222
5	A-13	73	.35	0	10	40	1	1	4.992
4							3	5	4.844

Cuadro No. 36 Medias de producción y otras características agronómicas de 31 cruzas de prueba, utilizando el probador alto, evaluadas a 56 818 ptas/Ha, en 2 repeticiones, en Miguel Alemán, Tamps.

Lugar	Genealogía	Días a Flor	Altura de Mazorca	%Acame Raíz	Tallo	%Mazorca Podrida.	Uniformidad 1-5	%Mala Cobertura	Rendimiento Ton/Ha.
1	C-94	64	.59	0	.5	5	1	0	9.792
2	A-34	64	.37	25	0	16	1	0	9.658
3	C-89	33	.25	0	0	5	1	20	9.615
4	C-87	63	.69	15	0	5	2	10	9.441
5	A-17	64	.64	0	0	0	2	10	9.431
6	C-96	63	.68	10	10	16	2	70	9.431
7	C-92	65	.71	0	5	5	1	0	9.356
8	A-1	63	.65	0	5	5	2	30	9.287
9	A-18	66	.53	10	10	0	1	5	9.107
10	C-91	65	.57	0	10	10	1	55	9.028
11	C-63	65	.56	5	5	10	2	35	9.025
12	C-86	32	.61	0	.5	20	2	20	8.943
13	B-55	67	.30	10	0	20	3	25	8.908
14	C-93	66	.67	5	0	10	2	0	8.732
15	C-85	65	.58	0	5	10	3	35	8.523
16	A-13	64	.53	5	0	25	1	25	8.303
17	C-67	64	.58	0	5	15	3	10	8.268
18	E-103	65	.64	0	15	10	2	0	8.258
19	A-28	65	.63	20	0	5	1	15	8.164
20	C-66	64	.59	0	20	0	2	20	8.003
21	C-97	69	.59	5	5	8	2	0	7.951
22	A-16	63	.58	5	.25	0	2	5	7.855
23	A-25	64	.63	40	0	0	2	35	7.854
24	A-35	64	0.54	0	0	25	3	25	7.825
25	A-40	65	.57	10	0	14	3	10	7.748
26	E-98	64	.50	0	5	15	2	10	7.748
27	E-102	64	.21	0	0	10	1	0	7.621
28	A-32	65	.45	0	20	20	3	20	7.197
29	A-14	65	.54	15	15	25	3	5	6.592
30	A-9	65	.38	5	5	4	3	0	6.454
31	C-81	68	.57	20	35	15	3	20	6.257
							3		5.834

Medias de producción y otras características agronómicas de 31 cruza de prueba, utilizando el probador alto, eva luadas a 56 818 ptas/Ha, en 2 repeticiones, en Celaya, Gto.

Gar	Genealogía	Días a Flor	Altura de Mazorca	% Raíz	Acame Tallo	% Mazorca Podrida	Uniformidad 1-5	% Mala Cobertura	Rendimien Ton/Ha.
1	C-94	75	1.18	2	2	2	0	0	13.100
2	C-91	75	1.13	2	0	0	0	0	11.652
3	A-13	74	1.04	0	0	3	0	0	11.098
4	C-87	76	1.16	5	2	9	0	0	10.340
5	A-35	75	1.18	0	0	15	0	0	10.215
6	A-25	74	1.19	2	0	9	0	0	10.205
7	C-63	75	1.22	3	5	7	0	0	10.138
8	C-66	74	1.15	0	3	2	0	0	9.970
9	A-32	75	1.13	3	0	10	0	0	9.880
0	C-89	79	1.38	0	5	7	0	0	9.862
1	A-16	74	1.19	0	5	5	0	0	9.681
2	C-97	79	1.35	5	2	14	0	0	9.637
3	E-102	74	1.11	0	0	8	0	0	9.542
4	A-28	75	1.23	4	4	10	0	0	9.415
5	E-103	74	1.16	2	2	9	0	0	8.906
6	E-98	75	.98	0	0	13	0	0	8.631
7	A-40	74	1.20	0	0	9	0	0	8.587
8	B-55	79	.52	0	0	5	0	0	8.573
9	A-34	75	1.17	0	2	9	0	0	8.339
0	C-92	75	1.23	0	3	18	0	0	8.325
1	C-86	77	1.27	0	0	9	0	0	8.298
2	C-67	75	1.20	2	0	14	0	0	8.273
3	A-18	77	1.32	3	2	16	0	0	8.107
4	C-85	75	1.17	0	2	14	0	0	7.853
5	C-81	75	1.09	0	2	7	0	0	7.591
6	C-93	75	1.23	0	6	13	0	0	7.589
7	A-17	75	1.27	0	5	16	0	0	7.485
8	A-9	74	.95	0	0	23	0	0	7.296
9	A-1	76	.91	2	2	10	0	0	7.116
0	C-96	74	1.10	3	0	16	0	0	7.052
1	C-96	76	1.16	0	8	6	0	0	6.686

Cuadro No. 38 Medias de producción y otras características agronómicas de 31 cruza de prueba, utilizando el probador alto, cva luadas a 56 818 ptas/Ha. en 2 repeticiones en Torreón, Coah.

ugar	Genealogía	Días a Flor	Altura de Mazorca	Raíz	%Acame	Tallo	%Mazorca Podrida	Uniformidad 1-5	%Mala Cobertura	Rendimiento Ton/Ha.
1	A-18	69	1.25	16	7	17	3	2	10.118	
2	A-13	69	1.01	25	12	12	2	4	10.081	
3	C-96	71	1.07	0	2	5	1	3	9.458	
4	C-92	70	1.19	3	18	4	2	3	9.346	
5	C-92	70	1.19	0	15	0	1	1	9.226	
6	A-35	67	1.09	0	19	23	2	4	0.224	
7	A-28	69	1.26	0	7	8	2	4	9.033	
8	A-40	70	1.26	0	9	13	2	4	8.915	
9	A-9	72	1.11	0	25	7	1	3	8.771	
10	C-91	76	0.98	11	10	12	1	4	8.723	
11	C-97	69	1.29	4	8	13	2	4	8.408	
12	C-86	70	1.06	0	10	11	2	3	8.382	
13	C-89	71	1.19	20	0	4	1	4	8.248	
14	E-103	71	1.04	13	4	0	2	2	8.160	
15	A-14	72	1.23	7	12	10	2	4	8.140	
16	A-17	71	1.20	28	29	12	3	4	8.128	
17	E-102	70	.99	0	4	1	3	4	7.874	
18	A-34	71	0.98	25	18	10	2	3	7.722	
19	C-81	70	1.23	39	44	6	3	4	7.660	
20	C-85	69	1.17	43	43	25	3	4	7.622	
21	C-63	69	1.08	0	7	13	3	4	7.524	
22	C-87	71	1.50	21	23	18	2	4	7.492	
23	E-98	70	1.06	0	33	11	2	4	7.380	
24	A-16	70	.99	3	10	4	2	4	7.184	
25	C-67	70	1.07	6	16	16	2	4	7.126	
26	C-93	65	1.22	0	6	8	2	8	6.810	
27	A-24	72	1.09	0	15	4	1	4	6.334	
28	A-1	71	1.04	8	10	30	3	5	6.125	
29	B-55	69	.73	12	4	0	2	2	5.844	
30	A-32	72	1.17	10	13	21	2	3	5.827	
31	C-66	70	1.10	0	9	19	2	4	5.806	