

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
" ANTONIO NARRO "
DIVISION DE AGRONOMIA**



**SELECCIÓN DE LINEAS S2 DE MAÍZ (*Zea mays* L.) PARA
CONDICIONES DE SEQUIA, EN CRUZA CON
CUATRO PROBADORES**

Por:

OMAR COYOTE OMAÑA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo del 2000

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

SELECCIÓN DE LINEAS S2 DE MAÍZ (*Zea mays* L.) PARA
CONDICIONES DE SEQUIA, EN CRUZA CON
CUATRO PROBADORES

POR:

OMAR COYOTE OMAÑA

TESIS

QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO

FITOTECNISTA

A P R O B A D A

Ing. Gustavo A. Burciaga V.

M.C. Ma. Cristina Vega S.

M.C. José Luis Guerrero O.

M.C. José Gpe. Rodríguez V.

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

Ing. M.C. Reynaldo Alonso Velasco

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.

MAYO DEL 2000

DEDICATORIAS

A Dios por permitirme llegar hasta este momento importante de mi vida.

A mis padres con respeto y cariño:

José Transito Coyote Velona

Alicia Omaña Pérez

Quienes con sus consejos y esfuerzo supieron guiarme por el camino correcto y formar en mí un hombre de bien.

A mi hermana y sobrino:

Edith

Luis David

Por brindarme su cariño, amistad y apoyo ya que siempre me motivo para seguir adelante y lograr mis metas, a mi sobrino que llego a dar la alegría y la gracia que solamente un niño refleja.

A mis tíos y tías:

Que nunca dejaron de insistir en terminar satisfactoriamente mi carrera profesional.

A mis primos:

Elios

Eduardo

Miguel Angel

José Luis

Gaudencio

Darky

Con los que he pasado momentos muy alegres en mi vida.

A mis amigos: Hilario, Felipe, Víctor, Edgar, Octavio, Aureo, Luis Fernando, Eduardo, Delsar, Veliz, Gerardo, Jorge Luis.

A mi Alma Mater

Por brindarme la oportunidad de formarme como profesionista.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Por proporcionarme los conocimientos necesarios para mi formación profesional.

Al Ing. Gustavo A. Burciaga Vera, por darme la oportunidad de realizar esta investigación y por la confianza que me dio para terminarla.

A la Ing. M.C. Ma. Cristina Vega Sánchez, por su desinteresada ayuda en la revisión y sugerencias para el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. M.C. José Luis Guerrero Ortíz, por su colaboración y apoyo brindado durante mi carrera profesional, dentro y fuera de la Universidad.

Al Ing. M.C. José Guadalupe Rodríguez Valdez, por su amistad y colaboración para terminar felizmente este trabajo.

Al Ing. M.C. José Juan Rivas, por su valiosa y desinteresada ayuda en la parte estadística de la investigación.

Al Ing. Angel Coyote Velona, por sus consejos y apoyo brindado durante mi carrera profesional.

Lic. Sandra López Betancourt, por su desinteresada ayuda y apoyo en el escrito.

Al Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil”, por permitirme realizar esta investigación, y a todo el personal que ahí trabaja, por su amistad y colaboración para llevar a feliz termino este trabajo.

INDICE

Dedicatorias	i
Agradecimientos	ii
Indice de cuadros	iv
Resumen	v
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
Calidad nutricional del maíz	4
Conceptos sobre líneas	6
Evaluación de líneas	8
- Mestizos	9
- Dialélico	10
Probadores	11
Cruzas de prueba	15
Aptitud combinatoria general	18
	23
MATERIALES Y METODOS	
Descripción del área de estudio	25
Análisis estadístico	29
Análisis de varianza	29
	35
RESULTADOS Y DISCUSION	
CONCLUSIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	52
APENDICE	57

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pagina
1. Relación del material genético utilizado en las evaluaciones tanto de riego como de temporal.	24
2. Características de las unidades experimentales.	26
3. Formato del análisis de varianza en base al diseño bloque al azar.	32
4. Cuadrados medios y su significancia para las características evaluadas en los ambientes de riego y temporal.	39
5. Rendimiento y valores de aptitud combinatoria general de las líneas a través de probadores en el ambiente de riego.	42
6. Rendimiento y valores de aptitud combinatoria general de las líneas a través de probadores en el ambiente de temporal.	44
7. Relación de líneas seleccionadas en base a su ACG y características agronómicas con los diferentes probadores en el ambiente de riego.	46
8. Relación de líneas seleccionadas en base a su ACG y características agronómicas con los diferentes probadores en el ambiente de temporal.	48
9. Medias agronómicas agrupadas de los probadores en base a sus cruzas para el ambiente de riego y temporal.	49

APENDICE

RESUMEN

La presente investigación se llevo a cabo en 1996 en los ejidos de San Lorenzo y el Alto ambos del municipio de Parras de la Fuente Coahuila, bajo el ambiente de riego y temporal respectivamente. Para la evaluación se utilizó el diseño estadístico bloques al azar con partición de efectos, fueron evaluadas 8 características además de rendimiento para los dos ambientes, el material genético utilizado fueron 232 líneas S_2 derivadas de la población (ALSE) de las cuales 150 se realizaron dos ciclos de recombinación; dicho material fue evaluado en cruza de prueba con cuatro probadores, tres de cruza simple y una variedad sintética, con adaptación para resistencia a sequía; 36 líneas en cruza con el probador 1 ($AN_1 \times AN_2$), 76 con el probador 2 ($AN_2 \times AN_{20}$), 30 con el probador 3 ($B_3 \times B_5$) y 90 con el probador 4 VAN – 210, en comparación con nueve testigos experimentales y cuatro comerciales.

Para saber más sobre los materiales se particionó las principales fuentes de variación del análisis de varianza, después se estimó la ACG para el carácter rendimiento, con el fin de conocer los efectos de los genes aditivos, finalizando con la selección de líneas, demostrando con esto, que durante el proceso de formación y evaluación, ha habido una acumulación de genes para caracteres de resistencia a sequía. Se logró seleccionar 16 líneas en total, en base a su ACG y características agronómicas, la utilización del sistema riego – temporal para evaluar y seleccionar líneas tolerantes a sequía fue efectivo, puesto que permitió conocer el comportamiento de los genotipos involucrados en el presente trabajo.

INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos que tiene mayor importancia en México, ya que este cereal es uno de los granos que constituyen la dieta básica del pueblo mexicano.

Sin embargo, la proteína del maíz es de un valor nutritivo pobre, debido a su contenido deficiente de dos aminoácidos importantes: lisina y triptofano, este desbalance ocasiona problemas de mal nutrición en las familias consumidoras de maíz y de bajos recursos en el mundo. Aunque se pueden utilizar varios medios para eliminar esta escasez de proteína, los expertos aseguran que la solución más práctica y económica es la de desarrollar variedades e híbridos de maíz que presenten mayor contenido de proteína y niveles altos de aminoácidos esenciales. A través de los años se han venido realizando trabajos de investigación en el maíz, para la obtención de genotipos que proporcionen cantidades más adecuadas de proteína nutricionalmente balanceada.

El mejoramiento genético del maíz, en México, ha tenido un gran impulso durante los últimos años; sin embargo, esta actividad ha sido enfocada básicamente a zonas donde se cuenta con buenas condiciones de humedad, habiéndose olvidado un poco de las áreas de temporal. Estas regiones carecen de variedades mejoradas con características de tolerancia o evasión a las sequías o heladas, así como de un buen potencial genético que les permita una producción bajo ambientes críticos.

Es por esto, que investigadores del Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil” de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, en su afán de solucionar estos problemas, han dado importancia a la mejora del cultivo del maíz en forma integral, de acuerdo a las necesidades y características tanto agronómicas como ambientales de cada área de explotación, en donde una parte importante se encuentra considerada dentro del área de influencia de esta Universidad, con el propósito de formar materiales genéticamente superiores a los

existentes en la zona, se inició un programa tendiente a la formación de materiales precoces con ciertos mecanismos de tolerancia a condiciones de sequía, de alta calidad nutritiva y un buen potencial de rendimiento.

Con relación a lo antes mencionado se elaboró una hipótesis general:

La evaluación de líneas por medio de probadores permitirá detectar genotipos sobresalientes al ser evaluados bajo el sistema riego-sequía para continuar con el programa de hibridación.

De acuerdo a la hipótesis planteada se elaboró un objetivo general:

Seleccionar líneas en cruzas de prueba para ser utilizadas en la formación de híbridos y/o variedades altamente productivos bajo condiciones de temporal.

Objetivos particulares:

1. Evaluar una serie de líneas para conocer su grado de adaptación en siembras bajo temporal deficiente y riego.
2. Conocer la aptitud combinatoria general (ACG) de las líneas bajo riego y temporal, mediante el uso de cruzas simples y una variedad como probadores, con adaptación a condiciones de sequía y seleccionar a las líneas de comportamiento superior para continuar con el programa de hibridación.

REVISION DE LITERATURA

Calidad nutricional del maíz

Chavez (1972) afirma que el maíz es rico en carbohidratos y desbalanceado en sus proteínas, vitaminas y minerales, la principal deficiencia en cuanto a sus proteínas es la falta de lisina y triptofano, dos aminoácidos esenciales, el último de los cuales no puede ser sintetizado por el organismo humano, en cuanto a vitaminas es bastante carente en niacina y, en lo que a minerales se refiere es también relativamente pobre, pero al prepararse con cal, en forma de tortilla, se le adiciona una cantidad significativa de ellos, especialmente de calcio.

Cuca (1972) menciona que el 70% del consumo de la proteína de la dieta de la población humana se cubre con fuentes proteicas de origen vegetal (el 50% por cereales), aunque la calidad de la proteína del maíz se ve afectada grandemente. Esto significa que el consumo de proteína de alto valor biológico es bastante limitado, recientemente ha sido posible alterar la calidad de la proteína del maíz al aumentar el contenido de los aminoácidos esenciales (lisina y triptofano) de este grano, al que se ha denominado maíz opaco-2.

En el año 1935 fueron identificados los genes opaco-2 y harinoso-2 como modificadores fenotípicos del endospermo: el gen opaco fue localizado en el cromosoma 7 y el harinoso en el cromosoma 4, estos fueron considerados como curiosidades y marcadores genéticos, pero se desconocía su efecto en el balance de aminoácidos(Villegas,1972).

Mertz *et al.* (1964) reportaron un maíz que contiene el gen opaco-2 que al ser comparado con el maíz normal, presenta 69 por ciento más de lisina. Además añaden que el gen opaco-2 produce cambios en la síntesis de proteína, incrementando el contenido de aminoácidos básicos en la formación ácido soluble, lo cual va acompañado con una reducción de zeina.

Nelson *et al.* (1965) reportan que el gen harinoso-2 es el segundo mutante que presenta una alta concentración de lisina, aproximadamente igual que el mutante opaco-2 y una concentración alta de metionina, además inhibe la síntesis de zeína y mejora consecutivamente la calidad de la proteína.

Estos dos genes son heredados de diferente manera, el opaco-2 como simple carácter recesivo, en tanto el harinoso-2 es parcialmente dominante. Estos mutantes modifican el balance de aminoácidos en la proteína y mejoran el valor nutritivo del maíz al aumentar el nivel de lisina y triptofano, aproximadamente a 4 y 1 por ciento respectivamente, lo cual podría resolver el problema de la deficiencia de la proteína del maíz. A los maíces con estos dos genes mutantes se les conoce como maíces de alta lisina, aunque sus cambios químicos no son exactamente iguales (Villegas, 1972).

Ryadchikov (1977) menciona que la mayor calidad proteínica del maíz opaco-2, en comparación con la del maíz normal, se atribuye a cambios significativos en las proporciones de las fracciones de proteína. Estos cambios son acompañados por un incremento en las proporciones de algunos aminoácidos esenciales: los niveles de lisina aumentan de un 50 a 70 por ciento, y los niveles de triptofano de un 40 a 50 por ciento, por encima de los niveles del maíz normal.

Los efectos genéticos están controlados principalmente por dos tipos de genes: los cuantitativos y los cualitativos, los genes cuantitativos actúan en forma acumulativa; cada uno contribuye parcialmente a la determinación de alguna característica, como el rendimiento de grano o su contenido de proteína; los cualitativos actúan en forma más categórica, es decir la presencia o ausencia de cierta combinación específica de un par de ellos, determina la manifestación de la característica que controlan. A esta clasificación pertenecen los genes mutantes opaco-2 y harinoso-2, que tienen la habilidad de mejorar notablemente la calidad de la proteína del endospermo en el grano de maíz (Poey, 1972).

Conceptos sobre líneas

Brauer (1987) cita que la formación de líneas homocigóticas tiene como objetivo final encontrar combinaciones altamente eficientes para producir híbridos o variedades comerciales aceptables, también que la prueba final para decidir que líneas se van a usar, es la aptitud combinatoria medida a través de la productividad de los híbridos que resulten.

Chavez (1993) mencionan que la formación de líneas puras es básica para el éxito de la hibridación, por lo que durante la formación de ellos se debe realizar una selección entre líneas y dentro de ellas con fin de eliminar aquellas que presenten características no deseables.

Robles (1986) comenta que la formación de líneas debe seguir hasta homogeneizar los caracteres agronómicos y opina que es necesario realizar mayor número de autofecundaciones en cada ciclo agrícola, lo cual aumenta considerablemente los recursos físicos y económicos porque así como se pueden aumentar las posibilidades de mejores progenitores en las líneas puras, también se corre la probabilidad de llevar progenies indeseables.

Reyes (1985) menciona que una línea pura es una población de plantas con una estructura genotípica homocigota y homogénea la fijación de los caracteres deseables se logra mediante la autofecundación sucesiva de una generación a otra.

Marquez (1988) señala que una línea endogámica es el conjunto de individuos (población) resultante de una generación dada, obtenida al cabo de la autofecundación de una sola planta.

Stanfield (1987) define a una línea pura como un grupo de individuos con información genética similar (descendencia), la autofecundación o el apareamiento entre individuos estrechamente emparentados durante muchas generaciones (endogamia), por lo general produce una población homocigota en casi todos los loci.

Allard (1980) describe a una línea como una raza homocigótica en todos los loci, que se obtiene por constantes autofecundaciones en el mejoramiento genético de las plantas.

Espinoza (1983) define el concepto de endogamia como resultado del cruzamiento entre individuos emparentados que provoca una comparación con sus progenitores, un fenómeno de expresión en vigor, rendimiento y otras características desfavorables.

Jugenheimer (1981) indica que el objeto principal de la endocria es obtener líneas puras con una aptitud combinatoria superior, realizando esas cruzas para producir híbridos deseables y la semilla pueda formarse año tras año sin cambio genético, mediante el uso de las mismas líneas paternas.

Poehlman (1987) señala que la hibridación deliberada o accidental entre variedades, ha dado origen a muchos de los materiales comerciales de polinización libre, donde se ha encontrado un incremento en el rendimiento de la progenie híbrida.

Una línea pura es la población compuesta por la descendencia de uno o varios individuos de igual constitución genética, cuando todos los individuos tienen exactamente la misma composición genética que sus progenitores y son, por consiguiente, genéticamente idénticos entre sí (De la Loma, 1979).

Evaluación de líneas

A partir de la utilización de híbridos comerciales, en todos los programas de mejoramiento se ha desarrollado un sin número de líneas tendientes a formar nuevos híbridos o variedades superiores, pero de la gran cantidad de éstas solo unas cuantas han resultado útiles para tal efecto, para seleccionar a todas aquellas que fueron las mejores como progenitoras se realiza su evaluación.

Carlone y Russel (1989) señalan que una alternativa al uso de líneas para la producción de maíz híbrido, será el uso de líneas parcialmente endogámicas, seleccionadas en pruebas de generaciones tempranas, por su habilidad combinatoria y mantenidos por cruzamientos dentro de las líneas (cruzamientos entre hermanos).

Brauer (1987) expresa que la evaluación de las líneas se funda principalmente en sus cualidades como progenitoras de híbridos, el valor de una línea se basa en su capacidad para producir híbridos superiores cuando se combina con otras líneas puras.

Luna y Molina (1973) mencionan, que existen tres métodos de evaluación de líneas: clásico, prueba de mestizos y prueba de líneas *per se*.

Por el, método clásico se obtienen líneas altamente homocigóticas que se evalúan tomando como medida de aptitud combinatoria general de cada línea el comportamiento promedio de sus cruzas con otras líneas.

La prueba de mestizos se basa en la evaluación indirecta de la aptitud combinatoria general de líneas mediante la prueba de cruzas: línea x variedad.

La prueba de líneas *per se* consiste en probar a las líneas como tales, sin necesidad de formar mestizos, con ello se prueba directamente su dotación genética aditiva.

Mestizos

Las líneas autofecundadas, no pueden emplearse para siembras comerciales por su escaso vigor y productividad, pero se emplean en la producción de semilla comercial cruzándolas en diversas formas, ejemplo una línea autofecundada con una variedad de polinización libre (un buen criollo) se obtiene un mestizo simple (Díaz, 1964).

Williams (1965) menciona la existencia de un método ligeramente diferente y más controlado que la prueba en la progenie, consiste en permitir que los individuos de diversas líneas consanguíneas sean polinizadas por una variedad, técnica conocida por cruzamiento de línea por variedad (top - cross). La progenie de un top cross proporciona información acerca de la habilidad combinatoria general.

Chavez (1993) define al mestizo como una cruce entre líneas autofecundadas y un progenitor común como polinizador (variedad, híbrido simple o línea) se utiliza para determinar la habilidad combinatoria general y/o específica de las líneas, para detectar los genotipos fijados más sobresalientes (productividad, características agronómicas deseables etc.)

Robles (1986) señala que el método de formación de líneas puras con la aplicación de la prueba temprana en líneas S_1 o S_2 , presenta la oportunidad para detectar pronto aquellas líneas que expresan buena aptitud combinatoria general (ACG) y eliminar el resto. Además, dice al respecto que existe una alta correlación positiva entre las líneas que expresan buena ACG en la prueba temprana de líneas S_1 o S_2 , en relación con las mismas en generaciones autofecundadas hasta S_5 o más; por lo tanto opina que es mejor la evaluación de la ACG, pasando por la

prueba temprana, porque al continuar con S_3 , S_4 , S_5 o más, solamente se dedicará trabajo a aquellas líneas que al homogeneizar sus caracteres, tendrán mayor probabilidad de seguir conservando una buena ACG.

Dialélico

Reyes (1985) menciona que el término cruza dialélicas se usa para indicar las cruza que son posibles con "P" progenitores (entre razas, variedades o líneas).

Cuando cada selección se cruza en una dirección o recíprocamente con cada una de la otra selección, la operación se conoce como cruzamiento dialélico completo y el número de combinaciones en una dirección de n selecciones es $n(n-1)/2$ (Williams, 1965).

Un dialélico son todos los cruzamientos posibles entre un grupo de líneas, variedades, razas, etc, son utilizados en Fitomejoramiento para determinar la habilidad combinatoria específica entre líneas, es decir para determinar la capacidad productiva entre el cruzamiento de dos líneas lo que es un híbrido; además teóricamente este método es el mejor para evaluar líneas; sin embargo, esto es muchas veces imposible, ya que si de una población se derivan 1000 líneas, el número de cruzamientos serían mas de 500,000 cruza simples, lo que es totalmente improcedente formarlas y evaluarlas. Por lo tanto este método es eficaz cuando se trabaja con pocas líneas de 20 a 30 (Chavez , 1993).

Probadores

Para entender la función del probador se deberá partir del principio de que se está usando para cuantificar la ACG de las líneas, es decir, está siendo usado para ser cruzado, no para ser seleccionado, quienes sufrirán la acción de la

selección serán las líneas y por lo tanto, es menester que entre los mestizos de éstas, exista tal variación genética que sea posible una diferenciación clara entre ellas (discriminación) para poder separar las superiores del resto. Lo que da diversidad a los mestizos son las líneas de las cuales provienen, por lo tanto, la variación entre las líneas debe ser perturbada lo mínimo posible por el efecto del probador; su aportación debe ser lo más constante para todas las líneas.

Estará claro que esto se logrará cuando más homocigotico sea su genotipo, pues habrá menos posibilidades que por muestreo inadecuado, cada línea reciba gametos diferentes del probador al cruzarse con éste para la obtención de mestizos (Marquez, 1988).

Allard (1980) menciona que el mejor probador es el que proporcione más información sobre el probable comportamiento cuando las líneas ensayadas se utilicen en otras combinaciones o se cultiven en otros medios. También menciona que el probador de amplia base genética será el adecuado si se desea conseguir un nivel alto del valor agronómico general antes de intentar la valoración de combinaciones híbridas.

Reyes y Molina (1982) sugieren que se debe utilizar un probador de bajo rendimiento durante la selección de líneas de alta aptitud combinatoria general.

Brauer (1987) señala que el probador debe tener una diversidad genética amplia para que, al cruzarse con las líneas se obtenga una muestra de las muchas combinaciones diferentes posibles y pueda de esa manera, ser una medida apropiada de la aptitud combinatoria general.

López (1986) menciona que una línea no emparentada y de buen rendimiento, al usarse como probador fue tan efectivo, como el probador emparentado y de bajo rendimiento, por lo tanto, una línea no emparentada de buen comportamiento sería útil en la formación de híbridos, además de detectar

líneas con buena aptitud combinatoria siendo la mejor opción para utilizarse como probador.

Latournerie (1990) señala que para la evaluación de líneas es recomendable que se utilice más de un probador, ya que esto permite la comparación de dos puntos que son:

1. Su habilidad para medir el rango de líneas simples.
2. Su variánza dentro de líneas por probador y así se obtiene información con mayor precisión.

Hallauer (1975) al experimentar sobre la eficiencia de varios tipos de probadores, indica que los más idóneos pueden ser las cruzas simples y líneas, ya que permiten la obtención de híbridos y sintéticos de aprovechamiento inmediato sin llegar pronto a la aptitud combinatoria específica.

Jugenheimer (1981) menciona que el tipo de probador que se debe utilizar para la evaluación de líneas puras, depende si la información deseada es sobre la aptitud combinatoria general o sobre la específica, ya que debe ser aquel que tenga capacidad para determinar cuales líneas se combinarán bien con muchas otras líneas.

Matzinger (1973) indica que un probador deseable puede definirse como aquel que combine la mayor simplicidad en su uso, con la máxima información sobre el comportamiento esperado de las líneas a probarse, cuando se usan en otras combinaciones o crecen en otros ambientes. Además señala que ningún probador individual puede cumplir estos requisitos.

Allison y Currnow (1966) mediante un experimento, señalan que un solo locus mostró que el homocigote recesivo es el mejor probador para incrementar al máximo el rendimiento medio esperado de una variedad sintética.

Rawlings y Tompson (1962) señalan que, además de otras características, existen dos 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 discriminar eficientemente a través de los materiales bajo prueba; o sea, el mejor probador en este sentido, daría clasificación más precisa de los tratamientos para una cantidad de prueba.

Abel y Pollak (1991) mencionan que los probadores para evaluar germoplasma deben tener varias características en común como son:

Un probador efectivo debe ser un buen productor de polen, tiene que poseer buenas características agronómicas y que pueda dar resultados consistentes en diferentes ambientes. Además señalan que la selección de un probador al ser usado en la evaluación de líneas, aparte de sus atributos agronómicos, debe ser seleccionado por su habilidad para detectar alelos favorables para producción de grano.

Zambezi (1986) señala que existen dos razones para preferir líneas endocriadas (estrecha base genética) a poblaciones heterogéneas (amplia base genética) a utilizar como probadores:

1. Que los errores en las muestras son más probables con probadores heterogéneos.
2. El uso de líneas endocriadas (cruzas simples) como probador, pueden permitir una rápida utilización de nuevas líneas en híbridos comerciales, especialmente si el probador está listo para uso comercial.

Paz y Molina (1973) mencionan que el probador que pueda discriminar entre líneas por su ACG, deberá fundamentarse en las características que dicho probador deba reunir y son las siguiente:

1. Debe ser una variedad de polinización libre, cuyo comportamiento entre un grupo de variedades probadoras, manifieste una expresión mínima del carácter por seleccionar.

2. En relación con otros probadores debe reportar máxima variabilidad de sus mestizos.
3. Debe discriminar claramente y clasificar correctamente las líneas de alta y baja ACG.
4. Debe interaccionar poco o nada con líneas de alta ACG, permitiendo así una máxima expresión de los efectos aditivos de las líneas.

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

Cruzas de prueba

Hallauer y Miranda (1981) concluyeron que el uso de cruzas de prueba tiene los siguientes objetivos:

1. Evaluación de la habilidad combinatoria de líneas endogámicas en un programa de mejoramiento híbrido.
2. Evaluación de los valores de genotipos (plantas) para mejoramiento de la población.

Falconer (1984) menciona que individuos de la línea a probar se cruzan con individuos de la población base y el valor medio de la progenie mide la ACG de la línea, porque gametos de la población base son equivalentes genéticamente a los de un grupo aleatorio de líneas endogámicas. Este método se usa para comparar

la ACG de diferentes líneas y de esta forma sirve para hacer la elección de las líneas que producirán la mejor cruce.

Inoue y Okabe (1983) al hacer estudios con 13 líneas S_2 y S_3 de la variedad sintética BS5 y las cruces de prueba de estas líneas con BS5 y AG32 x AG39 concluyeron que en generaciones tempranas de endogamia, la selección basada en rendimiento de grano de las líneas *per se* mejoraron no solo en la productividad de las líneas, sino también en su habilidad combinatoria.

Brauer (1987) comparando las distintas generaciones de autofecundación en que se han hecho pruebas de mestizos, encontró que la variabilidad en la aptitud combinatoria es máxima cuando se hacen las pruebas con plantas S_0 , es decir, plantas que no han sido autofecundadas ni una sola vez dentro de una variedad de polinización abierta o dentro de un híbrido.

Tzul (1989) en su trabajo con líneas S_2 en cruces de prueba, utilizando dos probadores (cruces simples) derivadas de la SSE para seleccionar las mejores, obtuvo mucha variabilidad en sus resultados para aptitud combinatoria en rendimiento, comportamiento agronómico y concluye que la evaluación de las líneas S_2 a través de los probadores de cruces simples consideradas como de estrecha base genética es efectiva, ya que le permitió seleccionar 25 líneas con alta capacidad combinatoria y buenas características agronómicas.

Galarza *et al.* (1973) realizaron un trabajo con 92 líneas S_1 derivadas de cuatro poblaciones diferentes para evaluar su ACG por medio de los métodos de prueba de líneas *per se*, prueba de mestizos y determinar cual es el más efectivo. Los resultados indicaron que en las condiciones de estudio el método *per se* resultó ser más eficiente, rápido y económico para evaluar ACG de líneas S_1 que la prueba temprana de mestizos. Además consideran que es muy bueno evaluar las líneas lo más temprano posible para seleccionar las buenas y descartar las malas; debido a lo largo de los programas de mejoramiento.

Bilgen (1988) menciona que la variabilidad genética y las posibilidades de usarla como en la selección temprana de líneas, puede determinar el potencial de aptitud combinatoria de las líneas endocreadas.

Durán (1989) evaluó el comportamiento de 69 líneas S₃ de maíz derivadas de la población Sintético Trópico Seco en cruzas de prueba con dos tipos de probadores no emparentados (línea y craza simple) y encontró que las líneas con el probador craza simple fueron superiores, en sus progenies en características agronómicas en comparación con el otro probador.

Jugenheimer (1981) cita a Richey (1950) el cual concluye que: a) Las cruzas de prueba son un buen criterio del valor combinatorio en cualquier etapa del programa, en lo que respecta a ese tiempo. Sin embargo, no son buenos indicadores del valor combinatorio venidero sino hasta que la fijación ha sido razonablemente alcanzada; b) El desempeño de la autofecundación en base a una progenie no es un buen criterio del valor combinatorio final sino hasta que la selección haya eliminado los recesivos de efectos individuales mayores y de frecuencias menores.

Russell (1969) evaluó 19 líneas S₃ sobre la base de prueba de rendimiento en plantas con densidad alta y baja; para determinar la importancia de la densidad de plantas. Fueron utilizados dos probadores: la craza doble-doble (CDD) usada en la selección de líneas y una craza simple (CS). En sus resultados concluyó que con el probador CDD, las líneas S₃ como grupo demostraron una ganancia significativa de rendimiento comparado con una craza de prueba de la variedad sintética original, lo cual con el probador CS no obtuvo dichas ganancias sobre la variedad original.

Robles (1986) señala que la prueba de aptitud combinatoria general es un medio de hacer selección preliminar de un alto número de líneas, ya que determinan en cierta forma el comportamiento promedio de las líneas S_1 puesto que en esta etapa de autofecundación todavía existe un alto porcentaje de heterogeneidad genética dentro de cada una de ellas, se cruzan las líneas con un probador para obtener sus mestizos, probar en ensayos de rendimiento y continuar con el proceso endogámico solo en aquellas líneas S_1 cuyos mestizos hayan resultado tener los más altos rendimientos.

Gutierrez *et al* (1986) en su evaluación de poblaciones de maíz, evaluaron la potencialidad relativa de mejor germoplasma mexicano en cruzas de prueba con dos poblaciones de la franja cerealera de Estados Unidos U.S; utilizaron 24 poblaciones mexicanas cruzadas con dos probadores de la franja cerealera BS13(s)C3 y el compuesto Lancaster, para evaluar humedad de grano a la cosecha, altura de la mazorca y días a floración fueron mayores en cruzas comparadas con las pruebas *per se*. Concluyeron que la cruzada BS13(s)C3 tuvo rendimiento significativamente mayor a la cruzada de prueba del compuesto Lancaster. Indicando, que esas selecciones élite, pueden obtenerse para el uso en programas de mejoramiento en México.

Aptitud Combinatoria General

La aptitud combinatoria, se refiere, en las combinaciones híbridas, al comportamiento promedio de una línea al cruzarla con otras, o bien al comportamiento de una o varias líneas al cruzarlas con una variedad de amplia base genética.

Chavez (1995) la define como el efecto promedio que una línea causa a sus cruzas, medido como desviación de la media general, es decir, lo que una línea hereda a sus progenies en promedio de muchas cruzas.

Poehlman (1987) A la aptitud combinatoria general (ACG) la define como al comportamiento medio de una determinada línea en una serie de combinaciones híbridas.

Treviño (1977) cita que la aptitud combinatoria general (ACG), es lo que una línea hereda a sus descendientes en promedio de muchas cruzas y la aptitud combinatoria específica (ACE) es el resultado de el efecto de dos líneas en particular y es medida como la desviación de la suma de la media general más la aptitud combinatoria de los progenitores siendo una característica de cruzas más no de líneas.

Lonquist (1950) señaló la importancia que la habilidad combinatoria de líneas podría ser alterada por la selección, mediante la ayuda de pruebas de rendimiento de los mestizos en subsiguientes generaciones de autofecundación siguiendo su evaluación en S_1 . Con esto es posible determinar más precisamente la estabilidad de la habilidad combinatoria después de generaciones S_1 como avances de endogamia.

Davis (1927) citado por Allard (1980) propuso la utilización de los mestizos línea pura por variedad, ya que es un medio satisfactorio para probar la aptitud combinatoria general de las líneas puras, especialmente cuando los ensayos se realizan en varios años y en varias localidades.

Juhenheimer (1981) describe la aptitud combinatoria general como el desempeño promedio de una línea pura en algunas combinaciones híbridas, esta proporciona información sobre qué líneas puras deben producir los mejores híbridos cuando se cruzan con muchas otras líneas.

Horner *et al.* (1973) comparando tres métodos de selección recurrente: 1) Método del probador endogámico, 2) Método del probador paternal y 3) Método de progenie S_2 . Después de tres ciclos de selección informaron que el método del

probador endogámico pudo ser significativamente más efectivo que los otros dos métodos, para mejorar la aptitud combinatoria general y específica.

La aptitud combinatoria general (ACG), es el comportamiento promedio de una línea en formación de híbridos, las líneas que son seleccionadas por su buena ACG se utilizan para realizar cruzas simples entre ellas, de preferencia en todas sus combinaciones posibles Robles (1986).

De León y Reyes (1991) mencionan la importancia que tiene la estimación de la aptitud combinatoria (AC) en cruzas simples como progenitores de híbridos dobles, indican también, que en resultados preliminares existe una diversidad entre las cruzas simples por AC lo cual permite seleccionar las mejores cruzas simples que presenten las mejores características agronómicas con las cuales puedan formarse híbridos dobles, con alta probabilidad de que sean superiores a los ya comunes en el mercado.

Luna y Molina (1973) señalan que en estudios hechos para evaluar la aptitud combinatoria general (ACG) de 25 líneas de maíz, utilizando el método de líneas *per se*, para determinar la ACG para los siguientes caracteres: rendimiento, días a floración, posición de mazorca y tamaño de muestra del probador, determinaron lo siguiente:

1. Se requieren de 6 a 8 plantas para obtener una muestra representativa del probador, para evaluar la ACG.
2. El método de evaluación de líneas *per se*, resultó ineficiente para evaluar líneas para ACG en los caracteres antes mencionados.

Alí (1986) menciona que diez líneas S_6 derivadas en forma natural de 250 líneas S_0 , fueron cruzadas con un probador de polinización libre. Los resultados mostraron una buena aptitud combinatoria general en altura de planta, altura de mazorca y rendimiento de grano por planta.

Quemé (1991) señala que a nivel general se puede decir que los avances en el mejoramiento con las líneas endogámicas se pueden deber a la eliminación de genotipos indeseables mediante la selección de líneas y a las cruzas simples superiores con endogamia parcial, hasta cierto punto han fijado en buena medida alelos favorables y que mediante el avance generacional y la selección se disminuyen los alelos deletereos, los cuales deterioran los caracteres que el mejorador considere deseables.

Brauer (1987) menciona que la formación de líneas homocigóticas tiene como objetivo final encontrar combinaciones altamente eficientes para producir variedades híbridas comerciales, la prueba final para decidir que líneas han de usarse comercialmente, es también la aptitud combinatoria medida a través de la mayor productividad de los híbridos resultantes.

Huang (1983) afirma, que el valor de la aptitud combinatoria general y específica de las líneas endocriadas se ve reducido al cruzarse con individuos parentales en cruzas dialélicas.

Falconer (1984) define la aptitud combinatoria general (ACG) como el valor medio de F_1 's de sus cruzas con otras líneas. La actuación de una craza en particular puede derivarse de la ACG, la cual es medida como una desviación de la media general mas las habilidades combinatorias de los progenitores, lo que viene siendo una característica de craza de la ACE y no de sus progenitores.

Marquez (1988) indica que cuando se determina la ACG y la ACE de líneas puras, lo que se determina son los gametos producidos por las líneas homocigóticas, mientras que cuando las líneas no son puras, entonces lo que se determina en la ACG y ACE es un promedio, porque cada progenitor puede considerarse como una mezcla de líneas homocigóticas o sea que cada progenitor produce diferentes gametos en sus locis respectivos.

Claire *et al.* (1993) evaluaron la aptitud combinatoria general (ACG) de líneas S_1 derivadas del cuarto ciclo de selección familiar de progenies autofecundadas (SFPA) y concluyeron que las líneas autofecundadas derivadas en ciclos avanzados de (SFPA), tienen mayor ACG y menor varianza de aptitud combinatoria específica de cruzas que aquellas derivadas de ciclos iniciales, además determinaron que las líneas S_3 tienen mayor ACG y ACE que sus líneas progenitoras S_1 .

MATERIALES Y METODOS

Descripción del material genético utilizado en la presente investigación.

El material genético proviene de una población formada con germoplasma de maíces tolerantes a sequía con adaptación a los Estados del Centro y Norte de nuestro país y genotipos de calidad nutritiva que después de varias generaciones de entrecruzamiento entre ellos y haciendo selección para resistencia a sequía y calidad nutritiva del grano, dio origen al ideotipo que constituyó la población Alta Lisina Sequía (ALSE). De ella se inició por un lado la deriva de líneas y por otro se realizaron dos ciclos de recombinación y posteriormente la derivación de líneas.

Posteriormente se inició un proceso de mejoramiento cíclico que consistió en la deriva de líneas y evaluación de éstas en laboratorio para seleccionar por el método microbiológico MCG-99 (Vega, 1984), aquellas que reportaran calidad nutritiva en el endospermo del grano individual, es decir el mayor contenido de lisina.

De esta forma se obtuvo una serie de líneas a nivel S_2 que fueron evaluadas en campo, las de mayor calidad agronómica fueron seleccionadas y

agrupadas; para posteriormente seguir el proceso de endogamia, una vez que se hallan probado por su aptitud combinatoria al ser evaluadas en cruas de prueba.

En cuadro 1, se presenta la relación del material genético evaluado durante 1996.

Cuadro 1. Relación del material genético utilizado en las evaluaciones tanto de riego como de temporal

LINEAS	PROBADORES		TESTIGOS	
	Riego *	Temporal *		**
(ALSE)-S ₂	(3)	(3)	(P ₁) AN ₁ x AN ₂	7
(ALSE)F ₂ -S ₂	(15)	(15)		
(ALSE)-S ₂	(13)	(13)	(P ₂) AN ₂ x AN ₂₀	12
(ALSE)F ₂ -S ₂	(25)	(25)		
(ALSE)-S ₂	(7)	(0)	(P ₃) B ₃ x B ₅	10
(ALSE)F ₂ -S ₂	(23)	(0)		
(ALSE)-S ₂	(24)	(19)	(P ₄) VAN-210	10
(ALSE)F ₂ -S ₂	(28)	(19)		

* Número de líneas involucradas de riego y temporal, respectivamente.

** Testigos involucrados

tc = Testigo comercial

te = Testigo experimental

T₁= (AN₁ x AN₂) x (B₃ x B₅) te

T₂= (AN₂ x AN₂₀) x (VAN-210) te

T₃= (AN₂ x AN₂₀) x (B₃ x B₅) te

T₄= POLICRUZAS LAB. te

T₅= (S. Lag. Lab) F₃ te

T₆= (NEPOAL x HSO-8) F₄ te

T₇= VAN-210 tc

T₈= (MULTILINEAS) F₄ te

T₉= [(AL-63) F₂-S₂] F₃ te

T₁₀= AN 444 tc

T₁₁= AN 445 tc

T₁₂= PEPITILLA tc

T₁₃= VAN-210 x (ALSE) F₂-14-5 te

Descripción del área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en dos entidades las cuales fueron el ejido de San Lorenzo y el Alto, en la primera la siembra se estableció bajo condiciones de riego y en la segunda bajo temporal ambos corresponden al municipio de Parras de la Fuente, Coah. Méx.

Parras de la Fuente se encuentra localizado en la parte central al sur del Estado de Coah. a los 102° 11' 10'' longitud Oeste y a los 25° 26' 27'' latitud Norte, se encuentra a una altura de 1520 m.s.n.m.

Con una temperatura media anual de 16°C y una precipitación media anual de 400 mm, con clima templado seco y cálido seco, el tipo de suelo es de origen calcáreo, poco profundos y arcillosas en las laderas.

La agricultura de riego se lleva a cabo sobre suelos de más de 50 cm de profundidad y fertilidad de mediana a alta, de textura media en terrenos que no presentan pendientes mayores a 6%, el agua la obtienen de pozos y se riega por gravedad, con labranza mecanizada o mediante tracción animal han obtenido rendimientos de hasta 1000 kg/ha de maíz ya que lo utilizan sólo para autoconsumo; la agricultura de temporal se establece bajo climas semi-seco y suelos de 35 a 50 cm de profundidad con textura media y finos¹.

En el Cuadro 2, se muestran las características de las unidades experimentales.

Características agronómicas evaluadas durante el ciclo del cultivo.

¹ Municipios de Coahuila, 1988. Enciclopedia de los municipios de México. Sría. De Gobernación y Gobierno del Estado de Coahuila. México D.F.

Cuadro 2. Características de las unidades experimentales.

Características	E N T I D A D E S	
	San Lorenzo Riego	El Alto Temporal
Diseño experimental	Bloques al azar	Bloque al azar
	con partición de efectos	
Fecha de siembra	21/May/96	30/May/96
Tratamientos	138	94
No. de repeticiones	2	2
No. de surcos por parcela	1	1
Longitud de surco (m)	4.62	4.62
Distancia entre surcos (m)	0.80	0.80
Matas por surco	21	21
Distancia entre matas (m)	0.22	0.22
Plantas por mata	1	1
Plantas por parcela útil	20	20
Area de parcela experimental	3.69	3.69
Fertilización	160-80-00	
Inicial	80-80-00	
Complementaria	80-00-00	
Densidad de siembra (miles de plantas ha ⁻¹)	56818	56818

En la evaluación de campo, se llevó a cabo la medición y cuantificación de las características agronómicas de los materiales de cada entidad; los cuales se describen a continuación.

Altura de planta. Se toma la distancia de la base de la planta a la hoja bandera tomando el promedio de diez plantas, esto se expresa en centímetros.

Altura de mazorca. Se toman diez plantas al azar y se mide cada una de las plantas de la base de esta hasta la inserción de la mazorca principal también se expresa en centímetros.

Acame de raíz. Este dato se toma cuando la planta presenta una inclinación con un ángulo mayor o igual a 30° con respecto a la vertical y se expresa en por ciento en relación al total de plantas por parcela.

Acame de tallo. Es el número de plantas de cada parcela, las cuales presentaban tallos quebrados en cualquier punto por debajo de la mazorca principal y se expresa en porcentaje en base al total de plantas.

Mala cobertura. Este dato se toma antes de la cosecha contando las mazorcas de cada parcela que presentaron la punta de la mazorca descubierta, se hace la transformación a por ciento en relación al total de plantas cosechadas por parcela.

Mazorcas podridas. Se toma como mazorca podrida aquella que presentó más del diez por ciento de pudrición, se expresa en por ciento en relación al total de mazorcas cosechadas.

Fusarium en mazorca. Después de cosechar las mazorcas, se procedió a contar aquellas que presentaban el hongo *Fusarium sp.* de los granos en un diez por ciento o más. El dato fue convertido a porcentaje, en base al número total de mazorcas cosechadas por parcela.

Prolifidad. Es el número de mazorcas por cien plantas y se obtiene en base al número total de mazorcas dividido entre el total de plantas cosechadas multiplicado por cien, de acuerdo con la siguiente fórmula :

$$\text{Prolifidad} = \frac{\text{No. de mazorcas cosechadas}}{\text{No. de plantas cosechadas}} \times 100$$

Rendimiento de mazorca (ton ha^{-1} a 15.5% de humedad). Para obtener el rendimiento primeramente se obtuvo el peso de campo de las mazorcas de cada parcela en kilogramos, a continuación se tomó una muestra representativa de granos de todas las mazorcas de la parcela (aproximadamente 250g), enseguida se obtuvo la humedad mediante un aparato determinador de humedad.

Posteriormente se obtuvo el peso seco, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{PS} = \left(1 - \frac{\text{H}}{100}\right) \text{PC}$$

Donde:

PS= Peso Seco

H= Contenido de Humedad

PC= Peso de campo

A continuación el peso seco ajustado fue multiplicado por el factor de conversión para obtener toneladas por hectárea de mazorca al 15.5 % de humedad, dicho factor de conversión es obtenido por la siguiente fórmula:

$$F.C. = \frac{10,000 \text{ m}^2}{APU \times 0.845 \times 1000}$$

Donde:

F.C.= Factor de conversión a ton/ha de mazorca al 15 por ciento de humedad.

A.P.U.= Area de parcela útil derivada de la distancia entre surcos por el número perfecto de plantas por la distancia entre plantas.

10,000= Constante para obtener el rendimiento por hectárea.

0.845= Constante para obtener el 15.5 % de humedad.

1000= Constante para obtener el rendimiento en toneladas.

Análisis estadísticos

Para continuar con la elaboración de los análisis estadísticos, se procedió primeramente a transformar los datos obtenidos en porcentaje mediante la siguiente formula:

$$Y = \text{Arc sen } \sqrt{x / 100 + 0.005}$$

Donde:

Y= Dato transformado

X= Dato en porcentaje

100= Constante

0.005= Constante

Análisis de variánza individual

Se elaboró un análisis de varianza individual, para cada una de las características evaluadas, en dicha localidad; mediante el modelo lineal estadístico de un diseño bloques al azar con dos repeticiones respectivamente, donde se hizo una partición en las fuentes de variación de efectos principales para el experimento. El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Rendimiento observado del i-ésimo tratamiento en j-ésima repetición.

μ = Efecto de la media general

α_i = Efecto del i-ésimo genotipo

β_j = Efecto de la j-ésima repetición

ε_{ij} = Efecto del error experimental

$i = 1,2,\dots,t$ (genotipos)

$j = 1,2, \dots, r$ (repeticiones)

El formato para dicho análisis de varianza se reporta en el Cuadro 3.

Para poder precisar la eficiencia en la conducción del experimento se calculo el coeficiente de variación (C.V.) para el análisis de varianza de cada una de las características evaluadas mediante la formula siguiente:

Donde:
$$C.V.= \sqrt{\frac{CMEE}{\bar{X}}} \times$$

C.V. = Coeficiente de variación

CMEE = Cuadrado medio del error experimental

X = Media general de tratamientos

100 = Constante para convertir a por ciento

En cada una de las características agronómicas evaluadas se realizó la prueba de comparación de medias por medio de la media de diferencias mínimas significativas (DMS) para la formación de los grupos estadísticos mediante la siguiente fórmula:

$$DMS = t_{\alpha 0.05 \text{ g.l. E.E.}} \sqrt{\frac{2 \text{ C.M.E.E.}}{r}}$$

Donde:

DMS = Diferencia mínima significativa

$t_{\alpha 0.05 \text{ g.l. E.E.}}$ = Constante de tablas

C.M.E.E. = Cuadrado medio del error experimental

r. = Repeticiones

La aptitud combinatoria general (ACG) para rendimiento de las líneas, se estimó en base al promedio de las cruzas realizadas entre cada línea con los probadores y la media general de las cruzas, mediante la siguiente fórmula:

$$ACG = X_i - \bar{X}$$

Donde:

ACG : Aptitud combinatoria general

X_i : Media de cada línea con los probadores respectivos

\bar{X} : Media general del grupo de líneas

CUADRO 3. Formato del análisis de varianza en base al diseño bloques al azar.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C
GENOTIPÒS	(G-1)	$\sum_{i=1}^{t=258} \frac{y_{i.}^2}{r} - \frac{y_{..}^2}{tr}$	<u>SCGen</u>	<u>CM</u>
			G.L	CMEE
RIEGO	(R-1)	$\sum_{i=1}^{t=151} \frac{y_{i.}^2}{r} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{t=151} y_{i.}\right)^2}{(151)r}$	<u>SCRiego</u>	<u>CM</u>
			G.L	CMEE
C.P	(CP-1)	$\sum_{i=1}^{t=138} \frac{y_{i.}^2}{r} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{t=138} y_{i.}\right)^2}{(138)r}$	<u>SCCP</u>	<u>CM</u>
			G.L	CMEE
L/P ₁	(L-1) (P ₁)	$\sum_{i=1}^{t=18} \frac{y_{i.}^2}{r} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{t=18} y_{i.}\right)^2}{(18)r}$	<u>SCL/P₁</u>	<u>CM</u>
			G.L	CMEE
L/P ₂	(L-1) (P ₂)	$\sum_{i=19}^{t=56} \frac{y_{i.}^2}{r} - \frac{\left(\sum_{i=19}^{t=56} y_{i.}\right)^2}{(38)r}$	<u>SCL/P₂</u>	<u>CM</u>
			G.L	CMEE
L/P ₃	(L-1) (P ₃)	$\sum_{i=57}^{t=86} \frac{y_{i.}^2}{r} - \frac{\left(\sum_{i=57}^{t=86} y_{i.}\right)^2}{(30)r}$	<u>SCL/P₃</u>	<u>CM</u>
			G.L	CMEE
L/P ₄	(L-1) (P ₄)	$\sum_{i=87}^{t=138} \frac{y_{i.}^2}{r} - \frac{\left(\sum_{i=87}^{t=138} y_{i.}\right)^2}{(52)r}$	<u>SCL/P₄</u>	<u>CM</u>
			G.L	CMEE

continua

Cuadro 3....

Prob	(P-1)	$\sum_{i=1}^{t=18} \frac{y_i.^2}{(18)r} + \sum_{i=19}^{t=56} \frac{y_i.^2}{(38)r} + \sum_{i=57}^{t=86} \frac{y_i.^2}{(30)r} + \sum_{i=87}^{t=138} \frac{y_i.^2}{(52)r} - \frac{\left(\sum_{i=131}^{t=138} y_i.\right)^2}{(138)r}$	$\frac{SCPr ob}{G.L}$	$\frac{CM}{CMEE}$
Test	(t-1)	$\sum_{i=139}^{t=151} \frac{y_i.^2}{r} - \frac{\left(\sum_{i=139}^{t=151} y_i.\right)^2}{(13)r}$	$\frac{SCtest}{G.L}$	$\frac{CM}{CMEE}$
C vs t	1	$\frac{\left(\sum_{i=1}^{t=138} y_i.\right)^2}{(138)r} + \frac{\left(\sum_{i=139}^{t=151} y_i.\right)^2}{(13)r} + \frac{\left(\sum_{i=1}^{t=131} y_i.\right)^2}{(151)r}$	$\frac{SCCvst}{G.L}$	$\frac{CM}{CMEE}$
Temporal	(T-1)	$\sum_{i=152}^{t=258} \frac{y_i.^2}{r} - \frac{\left(\sum_{i=152}^{t=258} y_i.\right)^2}{(107)r}$	$\frac{SCT}{G.L}$	$\frac{CM}{CMEE}$
C.P	(CP-1)	$\sum_{i=139}^{t=232} \frac{y_i.^2}{r} - \frac{\left(\sum_{i=139}^{t=232} y_i.\right)^2}{(94)r}$	$\frac{SCCP}{G.L}$	$\frac{CM}{CMEE}$
L/P ₁	(L-1) (P ₁)	$\sum_{i=139}^{t=156} \frac{y_i.^2}{r} - \frac{\left(\sum_{i=139}^{t=156} y_i.\right)^2}{(18)r}$	$\frac{SCL/P_1}{G.L}$	$\frac{CM}{CMEE}$
L/P ₂	(L-1) (P ₂)	$\sum_{i=157}^{t=194} \frac{y_i.^2}{r} - \frac{\left(\sum_{i=157}^{t=194} y_i.\right)^2}{(38)r}$	$\frac{SCL/P_2}{G.L}$	$\frac{CM}{CMEE}$

Continua Cuadro 3

L/P ₃	(L-1)(P ₁)	$\sum_{i=195}^{t=232} \frac{y_i.^2}{r} - \frac{\left(\sum_{i=195}^{t=232} y_i.\right)^2}{(38)r}$	$\frac{SC L/P_3}{G.L}$	$\frac{CM}{CMEE}$
Prob	(P-1)	$\sum_{i=139}^{t=156} \frac{y_i.^2}{(18)r} + \sum_{i=157}^{t=194} \frac{y_i.^2}{(38)r} + \sum_{i=195}^{t=232} \frac{y_i.^2}{(38)r} - \frac{\left(\sum_{i=139}^{t=232} y_i.\right)^2}{(94)r}$	$\frac{SC Prob}{G.L}$	$\frac{CM}{CMEE}$
Test	(t-1)	$\sum_{i=233}^{t=246} \frac{y_i.^2}{r} - \frac{\left(\sum_{i=233}^{t=246} y_i.\right)^2}{(13)r}$	$\frac{SC Test}{G.L}$	$\frac{CM}{CMEE}$
C vs tes	1	$\frac{\left(\sum_{i=139}^{t=232} y_i.\right)^2}{(94)r} + \frac{\left(\sum_{i=233}^{t=246} y_i.\right)^2}{(13)r} + \frac{\left(\sum_{i=152}^{t=258} y_i.\right)^2}{(107)r}$	$\frac{SC Cvstes}{G.L}$	$\frac{CM}{CMEE}$
Riego vs Temp	1	$\frac{\left(\sum_{i=1}^{t=151} y_i.\right)^2}{(151)r} + \frac{\left(\sum_{i=152}^{t=258} y_i.\right)^2}{(107)r} - \frac{y_{..}^2}{tr}$	$\frac{SC RvsT}{G.L}$	$\frac{CM}{CMEE}$
E.EXP.	(t-1) (r-1)	SC TOTAL - (SC Rep + SC Trat)	$\frac{SC E.E.}{G.L}$	$\frac{CM}{CMEE}$

RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el presente trabajo realizado en la localidad de Parras de la Fuente, Coahuila durante el ciclo primavera-verano-96.

En el Cuadro 4 se muestran los cuadrados medios y su significancia de todas las variables evaluadas en los ejidos de San Lorenzo y el Alto, parcelas establecidas bajo condiciones de riego y temporal respectivamente donde la fuente de variación bloques muestra alta significancia solamente para la característica rendimiento.

La fuente de variación tratamientos mostró diferencia altamente significativas para todas las características agronómicas evaluadas, esto debido a la diferente información genética de los materiales bajo prueba, lo que permitirá realizar una selección confiable de líneas.

Debido a las diferencias encontradas en la fuente de variación tratamientos, ésta se particionó en riego, temporal y el contraste entre estos (riego vs temporal) para conocer más a fondo a que se debe estas diferencias en los materiales en evaluación; riego presentó diferencias estadísticas altamente significativas para todas sus características evaluadas al igual que la fuente tratamientos, para temporal hubo también diferencias para la mayoría de sus características a excepción de acame de raíz y tallo; en el contraste de riego contra temporal se observan diferentes niveles de significancia para las siguientes características: para mazorcas podridas se encontró diferencia significativa; en cuanto a alturas de planta y mazorca, acames de raíz y tallo además de mala cobertura estas presentaron diferencias de alta significancia.

Al observar la partición que se realizó a tratamientos se deduce que la variación encontrada se debe principalmente a que los ambientes en donde se evaluó son contrastantes el uno del otro, ya que se puede considerar favorable al

que se estableció bajo riego y lo contrario al que estuvo sujeto a condiciones de temporal, por lo cual se expresan dichas diferencias.

Así mismo, la fuente de variación riego se desglosó en cruzas, testigos y su contraste (cruzas vs testigos) con el fin de obtener una información más detallada sobre los materiales evaluados, así se tiene que cruza presentó alta significancia para todas sus características, en testigos fue lo contrario ya que no hubo significancia en ninguna de las características, el contraste de cruza contra testigos manifestó diferencias significativas para altura de planta y mazorca además de mazorcas podridas.

Debido a que la fuente cruza presentó alta significancia se procedió a particionar las líneas dentro de cada probador y sus probadores.

La fuente L/P1 mostró estadísticamente alta significancia para la mayoría de sus características excepto para acame de raíz, tallo y mazorcas por cien plantas; en L/P2 se observa diferencia altamente significativa para todas sus características a excepción de altura de planta, mala cobertura, mazorcas podridas y mazorcas por cien plantas que solo presentan significancia; en L/p3 se encontró para acame de raíz y mala cobertura alta significancia, en cuanto a altura de mazorca presentó diferencias significativas; en L/P4 mostró alta significancia para acames y mala cobertura, para las características mazorcas podridas y Fusarium en mazorca solo presenta significancia; para la fuente probadores se observan diferencias altamente significativas para la mayoría de sus caracteres excepto para acame de raíz, fusarium en mazorca y mazorcas por cien plantas que no tuvieron significancia.

Por lo tanto, de igual manera se desglosó la fuente de variación temporal en cruza, testigos y su contraste (cruza vs testigos), para conocer el comportamiento del material evaluado en este tipo de ambiente carente de algunas condiciones que favorecen su buen desarrollo. La fuente cruza mostró

diferencias significativas para la mayoría de sus caracteres a excepción de acame de raíz y tallo, y en menor grado para la característica mala cobertura que mostró solamente significancia, para la fuente testigos se observa que los caracteres mala cobertura y fusarium en mazorca presentan estadísticamente alta significancia y solo para acame de raíz tiene diferencias significativas; en el contraste cruza contra testigos se encontró diferencias altamente significativas para las características altura de mazorcas y fusarium en mazorca, lo cual para altura de planta resultó con significancia.

Así mismo, la fuente de variación cruza se particionó en líneas dentro de cada probador y sus probadores, en este caso solo se describen tres probadores para el ambiente de temporal, ya que con el probador (B3 x B5) no se tomaron datos debido a que el número de tratamientos por parcela no fue representativo para su evaluación.

De tal manera que L/P1 en sus caracteres mazorcas podridas y fusarium en mazorcas presentan diferencias estadísticas de alta significancia, para mala cobertura, y en rendimiento solo se observan diferencias significativas; en L/P2 hay una diferencia altamente significativa para las características: altura de planta, mala cobertura y mazorca por cien plantas, en la fuente L/P3 se observan diferencias altamente significativas en la mayoría de sus características, para rendimiento que solo presenta significancia, en este caso el P3 actúa de mejor manera para la evaluación con este grupo de líneas que manifiesta gran variación para la mayoría de sus características.

En cuanto a la fuente probadores presenta diferencias altamente significativas para acame de tallo, mala cobertura y fusarium en mazorca, para los caracteres altura de planta acame de raíz y mazorcas por cien plantas solo mostró diferencias significativas.

Cuadro 4. Cuadrados medios y su significancia para las características evaluadas en los ambientes de riego y temporal.

F.V.	g.l.	AP	AM	RAIZ	TALLO	MC	MP	FM	Mx100	RTO ¹
BLOQUES	1	1087.2	399.45	55.16	149.76	1.28	5.48	17.49	199.69	35.94**
TRATA	257	602.05**	441.15**	137.72**	87.35**	162.29**	99.98**	43.15**	373.42**	7.55**
RIEGO	150	516.70**	409.28**	145.44**	87.15**	160.70**	120.72**	29.81**	293.02**	8.10**
CR. PR.	137	543.05**	421.56**	153.23**	90.89**	169.64**	126.49**	32.07**	300.41**	8.30**
L/P1	17	703.60**	518.60**	112.22	39.92	150.16**	132.80**	50.84**	281.78	10.29**
L/P2	37	487.76*	410.48**	179.14**	95.52**	112.55*	83.61*	36.55**	332.80*	9.26**
L/P3	29	350.02	350.84*	151.41**	78.62	243.53**	57.49	15.84	289.24	4.76
L/P4	51	370.15	273.02	145.07**	89.83**	136.01**	80.92*	32.34*	265.61	4.46
PROB	3	5120.62**	3217.09**	222.62	459.08**	841.49**	2061.29**	22.89	706.15	84.89**
TES	12	140.26	205.46	65.88	59.15	71.79	46.49	5.15	225.04	6.54
CR vs TES	1	1424.33*	1172.62*	32.68	89.41	3.7	220.66*	15.24	95.96	0
TEMPO	106	488.73**	390.48**	107.88	60.88	165.88**	69.02*	60.48**	482.47**	6.76**
CR. PR	93	503.56**	394.68**	99.15	67.32	164.70**	74.70*	53.51**	496.53**	6.71**
L/P1	17	138.05	288.19	79.75	16.05	143.36*	121.72**	75.60**	383.56	8.89*
L/P2	37	551.11**	252.57	50.56	49.17	130.66**	68.22	29.75	621.89**	5.57
L/P3	37	594.95**	599.25**	144.41**	97.70**	126.07**	55.09	62.67**	403.33	6.67*
PROB	2	1039.91*	144.84	325.84*	276.76**	1690.35**	157.63	135.89**	861.90*	10.22
TES	12	273.53	256.21	165.68*	14.77	187.30**	29.27	103.06**	412.71	7.61
CR vs TES	1	1691.97*	1610.76**	225.69	15.53	18.92	22.47	197.86**	11.79	0.29
RIE vs TEM	1	25416.4**	10593.4**	2143.7**	2923.96**	19.69	267.14*	207.62**	873.82	8.55
E.EXP	257	307.10	220.80	88.04	53.96	73.150	54.64	21.59	287.10	4.653
C.V. %		10.497	16.116	72.958	66.375	43.801	30.201	66.752	18.199	33.105
DMS para rendimiento										

*, ** Nivel de significancia a la probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente.

¹ De mazorca en ton/ha al 15.5% de humedad.

En el Cuadro 1A se presenta la concentración de medias de las características agronómicas del material evaluado en los dos ambientes, las cuales se presentan en forma descendente en base a su rendimiento que estos van de (11.589 a .0795) ton ha⁻¹.

Considerando una media general de 6.516 ton ha⁻¹, la cual se encuentra en el segundo grupo estadístico, que fue superada por 130 tratamientos, de los cuales 63 pertenecen al ambiente de riego; 54 corresponden al de temporal, además fue superada por 13 testigos 7 de riego, de estos 5 son experimentales y 2 comerciales; 6 pertenecen a temporal 4 son experimentales y 2 comerciales.

La comparación de medias realizadas con la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) es de 4.271 que clasificó tres grupos estadísticos, en el primer grupo se obtuvo un rango de rendimiento de 11.589 a 7.321 ton ha⁻¹ agrupando 92 tratamientos correspondiendo 83 a cruzas de prueba, 46 pertenecen a riego 12 cruzas con el probador uno, 19 con el probador dos, 7 con el probador tres, 8 con el probador cuatro y tres son testigos uno comercial y dos experimentales; 37 son del ambiente de temporal de éstos 6 integran el probador uno, 22 con el probador dos, 9 con el probador tres y seis testigos cuatro híbridos experimentales y dos comerciales, en este caso los testigos se adaptaron mas al ambiente de temporal, debido al rendimiento que presentan los clasifica en el primer grupo estadístico; para el segundo grupo estadístico clasificaron 139 cruzas de prueba donde sus rendimientos oscilan de 7.306 a 3.361 ton ha⁻¹ de los cuales 86 pertenecen al ambiente de riego, 6 cruzas con el probador uno, 19 con el probador dos, para el probador tres resultaron 21, para el probador cuatro con 40, que fue el mayor número de cruzas de prueba para los dos ambientes en este grupo estadístico con diez testigos, ocho son híbridos experimentales y dos comerciales, también en este grupo se localiza el mayor número de testigos para los dos ambientes; para el caso de temporal resultaron 53 cruzas de prueba 11 con el probador uno, 19 con el probador dos, para el probador tres resultaron 23 cruzas de prueba y seis testigos,

de los cuales cinco son híbridos experimentales y uno comercial; el tercer grupo lo integran solamente 10 cruzas de prueba, fluctuando sus rendimientos de 3.016 a 0.795 ton ha⁻¹, el probador dos tan solo tuvo una al igual que el probador tres, con el probador cuatro solamente 4 cruzas de prueba, en el caso de temporal con el probador uno encontramos una y tres con el probador tres, además para este grupo estadístico únicamente tenemos un solo testigo para los dos ambientes y es experimental ya que este es el grupo mas pequeño.

Para seleccionar las líneas más sobresalientes, se agruparon de acuerdo a los probadores participantes par obtener los valores de aptitud combinatoria general, estimándose ésta como la desviación de la media general de las cruzas respectivas, observándose en el Cuadro 5.

De las líneas que se evaluaron mediante el uso de cuatro probadores, solo participaron 14 con una media general de 6.938 ton ha⁻¹, 8 líneas resultaron con ACG positiva con valores de (0.01923 a 1.3271) y el resto presentaron ACG negativa (-0.19743 a -1.7208), las líneas que más sobresalieron fueron tres reportando valores mayores a 0.5, siendo éstas las seleccionadas.

Con los probadores uno y dos, únicamente participaron 2, resultando una línea con ACG positiva (0.0514).

De las líneas que fueron evaluadas con los probadores dos y tres, se evaluaron 12 con una media general de 6.552 ton ha⁻¹, de las cuales 7 líneas resultaron positivas (0.00361 a 2.31835) y las demás presentaron valores negativos, las líneas que sobresalieron fueron cuatro con valores mayores a 0.5.

Y finalmente de las líneas que fueron cruzadas con los probadores dos y cuatro, solamente se obtuvieron 8 líneas con una media general de

CUADRO 5. Rendimiento y valores de aptitud combinatoria general de las líneas a través de probadores en el ambiente de riego.

P ₁ ,P ₂ ,P ₃ ,P ₄			P ₁ ,P ₂			P ₂ ,P ₃			P ₂ ,P ₄		
Geneología	1	ACG	Geneología	1	ACG	Geneología	1	ACG	Geneología	1	ACG
(ALSE)-13-4	8.26487	1.32718	(ALSE)F2-15-1	6.19904	0.05144	(ALSE)F2-28-4	8.87035	2.31835	((ALSE)F2-5-4	6.82134	1.29414
(ALSE)F2-69-1	8.14051	1.20282	(ALSE)F2-15-2	6.09616	-0.05144	(ALSE)F2-8-1	8.44311	1.89111	(ALSE)-38-2	6.64309	1.11589
(ALSE)F2-61-2	7.94916	1.01147				(ALSE)F2-39-1	7.30995	0.75795	(ALSE)-38-4	6.34852	0.82132
(ALSE)F2-68-3	7.24991	0.31222				(ALSE)F2-48-5	7.1595	0.6075	(ALSE)-38-3	6.27400	0.7468
(ALSE)F2-75-4	7.11282	0.17513				(ALSE)-14-2	7.00172	0.44972	(ALSE)F2-47-3	5.59456	0.06736
(ALSE)F2-8-2	7.112	0.17431				(ALSE)F2-30-2	6.92018	0.36818	(ALSE)-13-1	5.14036	-0.38684
(ALSE)F2-61-4	6.98198	0.04429				(ALSE)-13-3	6.55561	0.00361	(ALSE)F2-61-3	4.21144	-1.31576
(ALSE)F2-24-3	6.95692	0.01923				(ALSE)F2-79-3	6.24545	-0.30655	(ALSE)-35-2	3.18435	-2.34285
(ALSE)F2-9-1	6.74026	-0.19743				(ALSE)-35-1	5.79392	-0.75808			
(ALSE)F2-23-2	6.56784	-0.36985				(ALSE)F2-29-3	4.90794	-1.64406			
(ALSE)F2-12-4	6.54062	-0.39707				(ALSE)F2-19-1	4.74024	-1.81176			
(ALSE)F2-54-3	6.42338	-0.51431				(ALSE)-4-2	4.67608	-1.87592			
(ALSE)F2-28-1	5.87061	-1.06708									
(ALSE)-22-4	5.21688	-1.72081									
Media General	6.93769			6.14760			6.55200			5.52720	

¹ Promedio de las líneas con los probadores respectivos.

rendimiento de $5.527 \text{ ton ha}^{-1}$, 5 de ellas resultaron con ACG positiva (0.06736 a 1.29414), sobresaliendo cuatro líneas con valores mayores a 0.5, lo cual es muy importante para poder seleccionar líneas en pruebas tempranas con la utilización de más de un probador, para que con esto exista una mejor discriminación en los materiales que se estén evaluando para obtener mayor información y una mejor precisión.

De igual manera se siguió el mismo procedimiento para el ambiente de temporal; lo cual para poder seleccionar las mejores líneas por medio de la aptitud combinatoria general, se agruparon de acuerdo a los probadores observados en el Cuadro 6.

Considerándose el comportamiento de las líneas a través de los tres probadores, se consideraron un total de 11 líneas con una media general de rendimiento de $7.032 \text{ ton ha}^{-1}$, de las cuales 5 resultaron con ACG positiva (0.21815 a 1.69404) y el resto con ACG negativa sobresaliendo tres líneas reportando valores superiores a 0.5.

También se incluyeron líneas que participaron con dos probadores; fueron un total de 5 líneas en cruza con los probadores uno y dos con una media general de $6.840 \text{ ton ha}^{-1}$, tres de ellas presentaron ACG positiva (0.00026 a 1.02528); y el resto con ACG negativas sobresaliendo solamente una línea que reporta valores superiores a 0.5; con la cruza de los probadores uno y tres únicamente a una línea se le estimó su ACG y finalmente las líneas que participaron con los probadores dos y tres, que fueron un total de 15 con una media general de $6.828 \text{ ton ha}^{-1}$, de las cuales ocho líneas resultaron con ACG positiva (0.09772 a 2.62968) y el resto presentaron negativas, sobresaliendo cuatro líneas con valores mayores a 0.5.

CUADRO 6. Rendimiento y valores de ACG de las líneas a través de probadores en el ambiente de temporal.

Geneología	P ₁ ,P ₂ ,P ₃		Geneología	P ₁ ,P ₂		Geneología	P ₂ ,P ₃	
	1	ACG		1	ACG		1	ACG
(ALSE)F2-69-1	8.72637	1.69404	(ALSE)F2-15-1	7.16962	1.02528	(ALSE)-14-2	9.4573	2.62968
(ALSE)-22-4	8.17702	1.14469	(ALSE)F2-15-2	6.44696	0.30262	(ALSE)-38-3	8.42134	1.59372
(ALSE)F2-24-3	8.09941	1.06708	(ALSE)F2-61-4	6.14460	0.00026	(ALSE)-35-2	7.93443	1.10681
(ALSE)-13-4	7.45011	0.41778	(ALSE)F2-28-1	6.00635	-0.13799	(ALSE)F2-48-5	7.56604	0.73842
(ALSE)F2-62-2	7.25048	0.21815	(ALSE)F2-8-2	4.95421	-1.19013	(ALSE)-38-2	7.16671	0.33909
(ALSE)F2-23-2	6.93343	-0.0989				(ALSE)F2-5-4	7.05115	0.22353
(ALSE)F2-12-4	6.93047	-0.10186				(ALSE)F2-19-1	6.95785	0.13023
(ALSE)F2-68-3	6.14407	-0.88826				(ALSE)F2-8-1	6.92534	0.09772
(ALSE)F2-54-3	6.08584	-0.94649				(ALSE)F2-29-3	6.72124	-0.10638
(ALSE)F2-75-4	5.97801	-1.05432				(ALSE)F2-61-3	6.55097	-0.27665
(ALSE)F2-9-1	5.58045	-1.45188				(ALSE)F2-79-3	6.44803	-0.37959
						(ALSE)-4-2	6.06156	-0.76606
						(ALSE)F2-30-2	5.92304	-0.90458
						(ALSE)-13-1	4.89818	-1.92944
						(ALSE)-35-1	4.33124	-2.49638
Media General	7.03233			6.14434			6.82762	

¹ Promedio de las líneas con los probadores respectivos.

En el Cuadro 7 se muestra la selección de las mejores líneas en base a su aptitud combinatoria general con sus respectivos probadores.

Una vez que se analizaron los datos, se seleccionaron tres líneas con los cuatro probadores en el ambiente de riego las cuales tuvieron un rendimiento medio de $8.118 \text{ ton ha}^{-1}$ con bajos porcentajes de acame para las dos variables, fusarium en mazorca, y una buena prolificidad, siendo la línea élite (ALSE)-13-4 con el P_1, P_2, P_3 y P_4 respectivamente, seguido por la línea (ALSE) F_2 -69-1 que tuvo un rendimiento de $8.141 \text{ ton ha}^{-1}$ y por último la línea (ALSE) F_2 -61-2 con un rendimiento de $7.949 \text{ ton ha}^{-1}$. Como se puede observar solamente la línea (ALSE)-13-4 fue la de mayor valor de ACG ya que se clasificó en los primeros lugares con las cuatro cruzas.

Con los probadores 2 y 3 únicamente se seleccionaron dos líneas para el ambiente antes mencionado, las cuales fueron (ALSE) F_2 -28-4 que tuvo un buen comportamiento en la mayoría de las variables excepto para mala cobertura y mazorcas podridas, la línea (ALSE) F_2 -8-1 también tuvo un comportamiento similar a la anterior en algunas características, excepto para mala cobertura y mazorcas podridas; pero cabe mencionar que estas dos líneas son superiores en cuanto a rendimiento y ACG, a las demás líneas seleccionadas ya que tuvieron una media de rendimiento de $8.656 \text{ ton ha}^{-1}$.

En cruzas con el probador 2 y 4 en este mismo ambiente se seleccionaron tres líneas únicamente ocupando una media de rendimiento de $6.605 \text{ ton ha}^{-1}$ que fue la mas baja en comparación con los otras dos, además presenta ligeramente elevado acame de raíz y tallo, mala cobertura, mazorca podrida, pero con buena prolificidad de mazorca y bajo daño de fusarium en mazorca.

Cuadro. 7. Relación de líneas seleccionadas en base a su ACG y características agronómicas con los diferentes probadores en el ambiente de riego.

GENEOLOGIA	ALT. (CM.) PLTA MAZ	ACAME RAÍZ	(%) TALLO	COB. (%)	MAZ POD (%)	FUS MAZ (%)	M X 100 PLAT	RTO. maz ton ha ⁻¹	ACG.	
Con los cuatro Probadores										
(ALSE)-13-4	161	89	2	1	2	3	1	99	8.264	1.32718
(ALSE)F ₂ -69-1	172	97	1	2	4	3	1	102	8.141	1.20282
(ALSE)F ₂ -61-2	162	87	1	0	2	2	0	108	7.949	1.01147
Media de líneas sel.	165	91	1	1	3	3	1	103	8.118	
Con los probadores 2 y 3										
(ALSE)F ₂ -28-4	172	99	1	0	2	2	0	110	8.869	2.31835
(ALSE)F ₂ -8-1	168	93	2	2	3	4	0	91	8.443	1.89111
Media de líneas sel.	170	96	2	1	3	3	0	101	8.656	
Con los Probadores 2 y 4										
(ALSE)F ₂ -5-4	149	72	1	1	2	2	0	112	6.823	1.29414
(ALSE)-38-2	170	89	3	2	1	2	0	105	6.643	1.11589
(ALSE)-38-4	141	68	2	2	2	3	0	98	6.349	0.82132
Media de líneas Sel.	153	76	2	2	2	2	0	105	6.605	
Media general	167	92	5	3	11	17	1	93	6.516	

$$P_1 = AN_1 \times AN_2$$

$$P_2 = AN_2 \times AN_{20}$$

$$P_3 = B_3 \times B_5$$

$$P_4 = VAN-210$$

Así mismo para el ambiente de temporal (Cuadro 8), se seleccionaron tres líneas que obtuvieron rendimientos de 8.726 a 8.099 ton ha⁻¹ las cuales presentan una media de 8.334 ton ha⁻¹ teniendo buenas alturas, acames y fusarium en mazorca aunque un poco elevadas para las variables mala cobertura y mazorcas podridas, la línea élite es (ALSE)F₂-69-1 quien fue la que combino mejor con los tres probadores utilizados.

Con los probadores dos y tres para este mismo ambiente se seleccionaron cuatro líneas con una media de rendimiento de 8.345 ton ha⁻¹ siendo mejor para la mayoría de sus características excepto por mala cobertura y mazorcas podridas que están ligeramente elevadas y en este caso la línea que mayor grado de combinación tuvo fue (ALSE)-14-2 con buenas características agronómicas para la mayoría de sus variables excepto por mazorcas podridas, además tiene un rendimiento de 9.457 ton ha⁻¹ quien fue la mejor línea para los dos ambientes.

Y por último tenemos solamente una línea seleccionada con el probador uno y dos, que es (ALSE)F₂-15-1 quien presento buenas alturas de planta y mazorca, acames de raíz y tallo, mala cobertura fusarium en mazorca , muy buena prolificidad y un poco elevada mazorcas podridas, además su rendimiento es de 7.170 ton ha⁻¹, esta línea presenta buenas características agronómicas aunque su rendimiento sea menor a las demás líneas.

En el Cuadro 9 se presenta la concentración de la respuesta de las líneas con los probadores considerados en la evaluación, tanto para riego como para sequía. Se observa que en el ambiente de riego las líneas con el probador AN₁ x AN₂ presentaron el mayor rendimiento seguidas por AN₂ x AN₂₀; en sequía se presento el caso contrario. Con el probador VAN-210 que es una variedad comercial específica para sequía se observó mejor respuesta en el ambiente sin riego.

Cuadro 8. Relación de líneas seleccionadas en base a su ACG y características agronómicas con los diferentes probadores en el ambiente de temporal.

GENEOLOGIA	ALT. (cm) PLTA	MAZ	ACAME (%) RAIZ	TALLO (%)	COB. (%)	MAZ POD (%)	FUS MAZ (%)	M x 100 PLTS.	RTO. maz ton ha ⁻¹	ACG
Con los tres probadores										
(ALSE)F2-69-1	176	93	0	1	6	4	2	100	8.726	1.69404
(ALSE)-22-4	184	95	1	1	2	3	0	95	8.177	1.14469
(ALSE)F2-24-3	186	98	1	0	1	2	0	95	8.099	1.06708
Media de líneas Sel.	182	95	1	1	3	3	1	97	8.334	
Con los probadores 2 y 3										
(ALSE)-14-2	170	90	1	1	1	4	1	98	9.457	2.62968
(ALSE)-38-3	186	99	0	1	4	3	1	92	8.421	1.59372
(ALSE)-35-2	187	115	3	0	1	3	0	98	7.934	1.10681
(ALSE)F2-48-5	179	105	1	1	2	3	1	85	7.566	0.73842
Media de líneas Sel.	181	102	1	1	2	3	1	93	8.345	
Con los probadores 1 y 2										
(ALSE)F2-15-1	183	113	1	0	1	3	0	127	7.170	1.02528
Media general	167	92	5	3	11	17	1	93	6.516	
P ₁ = AN ₁ x AN ₂			P ₂ = AN ₂ x AN ₂₀			P ₃ = VAN-210				

Cuadro 9. Medias agronómicas agrupadas de los probadores en base a sus cruzas para el ambiente de riego.

GENEOLOGIA	No. de Cruzas	ALTURA (cm) PLTA	MAZ	ACAMES (%) RAÍZ	TALLO	MAL COB (%)	MAZ POD (%)	FUS MAZ (%)	MAZ x 100 PLANTAS	RTO. TON/HA
P1= AN1 x AN2	18	175	97	12	8	18	16	7	101	8.455
P2= AN2 x AN20	38	158	84	13	12	15	19	7	92	6.884
P3= B3 x B5	30	166	95	14	14	24	29	6	94	6.097
P4= VAN-210	52	153	83	17	15	20	27	7	93	5.533
Media Cruzas		160	88	15	13	19	24	6	94	6.409
Media Test.		168	95	14	13	20	27	6	96	6.388
Media General		167	92	13	11	20	24	7	93	6.516

Medias agronómicas agrupadas de los probadores en base a sus cruzas para el ambiente de temporal.

GENEOLOGIA	No. De Cruzas	ALTURA (cm) PLTA	MAZ	ACAMES (%) RAÍZ	TALLO	MAL COB (%)	MAZ POD (%)	FUS MAZ (%)	MAZ x 100 PLANTAS	RTO. TON/HA
P1=AN1 x AN2	18	179	98	12	5	20	27	7	87	6.315
P2= AN2 x AN20	38	171	95	8	8	15	24	6	95	7.055
P3= VAN-210	38	176	97	11	10	24	26	9	90	6.422
Media Cruzas		174	97	10	8	20	25	7	91	6.658
Media Test.		183	105	13	8	21	26	10	92	6.756
Media General		167	92	13	11	20	24	7	93	6.516

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye lo siguiente:

La evaluación de las líneas utilizadas en esta investigación, obtenidas mediante el proceso de mejoramiento cíclico laboratorio campo en cruza con cuatro probadores, permitió detectar genotipos prometedores al ser evaluados bajo el sistema riego – sequía, con esto se acepta la hipótesis planteada en este trabajo.

Las líneas en cruza de prueba evaluadas en los dos ambientes contrastantes (riego – temporal) mostraron existencia de variabilidad genética reflejada en la respuesta agronómica de sus progenies, favoreciendo la selección de la fracción superior de aquellas que mostraron mejores características agronómicas y rendimiento en los dos ambientes.

El estudio permitió detectar la posibilidad de seleccionar líneas para un mejor rendimiento bajo condiciones de temporal, demostrando con esto que durante el proceso de formación y evaluación de las líneas ha habido una acumulación de genes para caracteres de adaptación a condiciones de sequía; aun cuando no se pudo juntar calidad agronómica, buena ACG en todos los materiales, se logró la selección de 16 líneas con buena ACG y características agronómicas aceptables.

La evaluación de los materiales que se recombinaron dos ciclos y después la derivación de líneas si permitió seleccionar a líneas con buen rendimiento, lo cual es recomendable hacer dicha recombinación.

El detectar y seleccionar híbridos experimentales con características agronómicas deseables y buena calidad proteínica del grano así como su buen rendimiento y adaptabilidad a condiciones de riego y temporal, contribuye en gran medida a solucionar la problemática en áreas de escasa precipitación.

Cuadro 1A. Concentración de medias evaluadas en los ambientes de riego temporal.

GENEOLOGIA	ALT. (cm)	ACAME (%)	MAL.	MAZ	FUS	RTO		
	PLTA	MAZ	RAIZ	TALLO	COB %	POD %	MAZ %	Ton/Ha

(AN2xAN20)x(ALSE)-14-2	T ¹	165	100	4	0	3	8	4	11.58925
(AN2xAN20)x(ALSE)F ₂ -28-4	R ²	178	100	2	0	6	3	0	11.33098
(AN1xAN2)x(ALSE)F ₂ -69-1	R	199	117	2	5	24	9	2	11.21122
(AN1xAN2)x(ALSE)-4-3	R	206	110	19	0	24	2	0	11.14554
(AN1xAN2)x(ALSE)F ₂ -75-4	R	193	115	0	0	2	5	7	11.12437
(AN1xAN2)x(ALSE)-13-4	R	179	96	5	0	5	17	0	10.74518
(AN1xAN2)x(ALSE)F ₂ -54-3	R	183	105	5	0	4	4	2	9.99641
(AN1xAN2)x(ALSE)F ₂ -23-2	R	189	109	2	2	6	8	0	9.99369
(AN2xAN20)x(ALSE)-38-3	T	190	113	0	2	13	8	0	9.97320
(AN1xAN2)x(ALSE)F ₂ -24-3	T	187	103	3	0	9	11	0	9.92581
(AN2xAN20)x(ALSE)F ₂ -8-2	R	183	113	5	2	7	9	2	9.90052
VAN - 210 x(ALSE)-22-4	T	190	100	0	19	10	14	5	9.86193
(AN1xAN2)x(ALSE)F ₂ -12-4	R	168	93	3	9	6	0	0	9.83872
	TT10	180	105	2	0	5	12	0	9.78336
(AN1xAN2)x(ALSE)F ₂ -69-1	T	184	93	2	2	44	29	18	9.74594
(AN2xAN20)x(ALSE)F ₂ -61-2	R	175	104	0	0	2	5	0	9.69319
(AN2xAN20)x(ALSE)-13-4	R	157	82	0	0	3	8	0	9.64084
(AN2xAN20)x(ALSE)F ₂ -39-1	T	185	104	0	0	5	10	0	9.54058
(AN1xAN2)x(ALSE)F ₂ -9-1	R	175	95	8	6	10	6	8	9.51584
(AN1xAN2)x(ALSE)F ₂ -61-2	R	177	97	16	5	18	7	2	9.47462
VAN -210 x (ALSE)-8-4	T	183	120	21	0	40	10	0	9.24556
VAN -210 X (ALSE)F ₂ -31-2	T	180	100	0	10	15	10	5	9.22155
(AN2xAN20)x(ALSE)F ₂ -39-1	R	173	90	0	5	0	0	0	9.18184
(AN2xAN20)x(ALSE)F ₂ -12-4	T	179	113	0	0	6	12	0	8.99541
(AN2xAN20)x(ALSE)-10-2	R	184	109	0	0	8	8	3	8.99253
	TR10	165	98	15	3	14	14	0	8.98204
(AN1xAN2)x(ALSE)F ₂ -61-2	T	177	100	3	0	15	10	0	8.97948
VAN -210 x (ALSE)-38-2	T	175	108	5	0	4	9	4	8.86165
	TT6	180	100	5	5	6	14	0	8.83925
(AN2xAN20)x(ALSE)F ₂ -68-3	R	168	95	12	0	9	0	4	8.79929
(AN2xAN20)x(ALSE)F ₂ -54-3	T	177	98	2	6	16	14	0	8.76543
(B3 x B5)x(ALSE)F ₂ -8-1	R	180	107	13	5	17	26	2	8.74082
(AN2xAN20)x(ALSE)F ₂ -23-2	R	166	79	2	0	5	10	0	8.72037
	TR1	168	95	13	8	6	10	0	8.68125
VAN -210 x (ALSE)-38-4	R	152	76	2	8	9	13	2	8.64060
(B3 x B5)x(ALSE)F ₂ -61-4	R	160	88	0	6	13	16	5	8.62071
(AN1xAN2)x(ALSE)-13-4	T	174	88	0	6	3	13	3	8.59669
(AN2xAN20)x(ALSE)F ₂ -61-4	R	155	73	3	6	3	15	3	8.58276
(AN2xAN20)x(ALSE)F ₂ -48-5	R	165	100	13	3	8	11	3	8.54338
VAN -210 x (ALSE)F ₂ -69-1	R	162	88	16	5	9	14	8	8.53505
(AN2xAN20)x(ALSE)F ₂ -15-1	T	180	105	0	0	0	3	3	8.51888
VAN -210 x (ALSE)F ₂ -48-5	R	158	93	0	0	14	17	0	8.47966
(AN1xAN2)x(ALSE)F ₂ -8-2	R	190	114	3	5	13	18	0	8.46525

	TR4	195	105	6	0	5	8	0	8.38941
(AN2xAN20)x(ALSE)-36-1	R	179	108	2	5	8	9	2	8.38260
VAN -210 x (ALSE)F2-69-1	T	163	90	0	9	20	25	5	8.27346
(AN2xAN20)x(ALSE)-35-2	T	170	95	9	0	4	18	0	8.20265
	TT2	179	90	5	0	5	8	0	8.18099
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-48-5	T	170	98	5	0	6	19	0	8.17944
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-69-1	T	180	95	0	0	31	16	0	8.15975
VAN -210 x (ALSE)F2-19-1	T	190	110	0	0	15	20	0	8.14570
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-8-1	R	157	80	2	12	14	14	0	8.14542
(B3 x B5)x(ALSE)-13-3	R	162	85	34	8	0	16	0	8.11176
(AN2xAN20)x(ALSE)-22-4	R	158	76	3	15	16	16	0	8.10295
	TT3	184	103	8	2	14	24	7	8.08383
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-28-1	T	188	115	0	0	12	20	0	8.06573
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-24-3	R	186	110	7	6	4	12	0	8.05477
(AN2xAN20)x(ALSE)-22-4	T	185	100	3	0	11	10	0	8.03675
VAN -210 x (ALSE)F2-61-2	R	155	78	6	0	8	8	0	8.01954
(AN2xAN20)x(ALSE)-14-2	R	142	74	14	2	7	13	12	8.01554
	TT4	195	120	3	0	20	28	3	7.95549
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-5-4	R	147	74	0	9	13	14	0	7.90355
(B3 x B5)x(ALSE)F2-24-3	R	187	113	2	2	16	24	0	7.87758
(B3 x B5)x(ALSE)F2-31-2	R	158	85	5	3	12	6	0	7.86489
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-61-4	T	162	96	12	17	10	10	3	7.86489
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-68-3	R	157	104	3	0	34	7	0	7.79013
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-79-3	T	168	90	7	0	2	12	0	7.77428
(AN2xAN20)x(ALSE)-13-4	T	165	88	0	13	0	29	2	7.76859
	TT11	184	103	2	2	2	15	0	7.74925
VAN -210 x (ALSE)-24-1	T	180	100	29	18	12	6	0	7.74226
VAN -210 x (ALSE)-35-2	T	203	135	22	0	9	9	0	7.66621
VAN -210 x (ALSE)F2-29-3	T	198	110	0	2	30	26	6	7.62311
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-8-1	T	185	95	5	2	0	17	0	7.62198
(AN1xAN2)x(ALSE)-4-3	T	198	108	11	0	10	16	0	7.60345
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-61-3	T	151	83	0	0	6	24	6	7.60025
VAN -210 x (ALSE)-24-2	R	165	91	5	0	6	14	0	7.56655
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-75-4	R	167	88	3	0	7	13	3	7.55078
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-68-3	T	180	90	0	0	26	13	0	7.54702
VAN -210 x (ALSE)-8-1	R	148	75	0	2	21	23	2	7.52008
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-30-2	R	145	76	0	13	3	10	0	7.51748
(B3 x B5)x(ALSE)F2-28-1	R	160	98	2	0	29	25	0	7.50579
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-24-3	T	193	108	6	6	0	12	0	7.50111
VAN -210 x (ALSE)-14-2	R	160	86	3	6	3	7	2	7.46745
VAN -210 x (ALSE)F2-79-3	R	173	88	8	6	37	19	6	7.44688
(B3 x B5)x(ALSE)F2-12-4	R	150	83	0	10	3	12	0	7.41878
(AN2xAN20)x(ALSE)-10-2	T	183	90	0	6	0	13	0	7.40654

(AN2xAN20)x(ALSE)F2-15-2	T	188	110	2	0	11	37	6	7.38744
VAN -210 x (ALSE)-11-5	T	179	100	4	8	16	21	7	7.38468
(AN2xAN20)x(ALSE)-35-1	R	165	93	3	3	8	16	0	7.37348
VAN -210 x (ALSE)-8-2	T	182	94	0	4	14	14	0	7.32929
VAN -210 x (ALSE)-14-2	T	175	80	10	10	5	30	5	7.32537
(AN2xAN20)x(ALSE)-38-2	R	184	95	13	7	10	3	0	7.32164
	TR3	150	80	0	3	7	23	4	7.30621
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-5-4	T	153	78	0	5	6	12	0	7.30439
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-23-2	T	184	90	0	8	0	16	5	7.24288
	TR5	170	90	0	0	6	6	6	7.23987
(B3 x B5)x (ALSE)-13-4	R	168	95	5	5	22	20	0	7.19393
VAN -210 x (ALSE)F2-31-2	R	163	80	0	17	7	11	5	7.11004
(AN2xAN20)x(ALSE)-38-3	R	176	82	12	6	0	3	2	7.07802
VAN -210 x (ALSE)-13-3	R	177	94	5	3	10	15	0	7.07554
(AN2xAN20)x(ALSE)-36-1	T	188	115	0	0	8	19	0	7.02110
	TR11	170	90	5	5	7	15	0	7.00010
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-75-4	T	188	105	17	2	0	10	0	6.99161
VAN -210 x (ALSE)-24-1	R	153	95	6	8	13	16	0	6.99141
VAN -210 x (ALSE)F2-68-3	T	185	113	20	7	13	24	3	6.97231
(B3 x B5)x(ALSE)F2-79-3	R	190	103	10	5	35	29	0	6.97159
VAN -210 x (ALSE)F2-48-5	T	188	113	7	5	20	20	12	6.95266
VAN -210 x (ALSE)-4-6	R	181	89	11	5	23	16	0	6.91648
VAN -210 x (ALSE)-4-2	T	170	93	10	0	19	17	0	6.89119
VAN -210 x (ALSE)F2-24-3	T	180	83	0	0	6	19	0	6.87133
VAN -210 x (ALSE)-38-3	T	183	86	0	5	26	27	6	6.86949
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-15-2	R	178	97	27	0	12	28	0	6.86129
(B3 x B5)x (ALSE)F2-68-3	R	177	103	3	7	65	23	0	6.86069
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-69-1	R	163	88	6	20	24	4	7	6.81122
VAN -210 x (ALSE)F2-23-2	T	210	130	0	0	6	6	0	6.80377
VAN -210 x (ALSE)F2-5-4	T	183	95	8	3	14	17	3	6.79793
(B3 x B5)x(ALSE)F2-75-4	R	178	120	19	6	8	13	0	6.79645
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-23-2	T	173	95	8	4	0	14	0	6.75366
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-15-1	R	172	96	9	3	10	17	0	6.75206
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-61-2	T	159	93	0	0	8	13	5	6.74918
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-24-3	R	157	91	16	2	10	17	7	6.72765
(B3 x B5)x(ALSE)F2-15-1	R	184	115	6	9	10	18	0	6.71108
VAN -210 x (ALSE)F2-16-4	R	175	109	13	16	35	33	0	6.69147
VAN -210 x (ALSE)F2-54-3	T	190	110	5	0	7	14	0	6.66081
(AN1xAN2)x(ALSE)-22-4	T	176	86	7	0	10	28	0	6.63239
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-30-2	T	189	110	9	4	13	13	0	6.62390
	TR2	173	90	12	18	8	13	5	6.57725
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-31-2	R	149	72	3	0	6	0	3	6.56051
VAN -210 x (ALSE)F2-39-1	R	154	80	44	0	6	19	0	6.53753
VAN -210 x (ALSE)F2-28-3	T	200	120	7	7	25	17	0	6.51656

	TT1	200	110	12	0	6	17	0	6.45233
VAN -210 x (ALSE)F2-9-1	T	172	99	10	8	21	15	9	6.44612
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-61-4	R	155	73	0	5	0	0	0	6.43123
(B3 x B5)x(ALSE)F2-28-4	R	166	98	7	0	13	25	0	6.40673
	TT8	180	98	10	0	13	25	0	6.39666
VAN -210 x (ALSE)-13-1	R	145	73	3	2	6	15	2	6.38608
VAN -210 x (ALSE)-8-4	R	130	71	9	7	9	13	0	6.35470
(B3 x B5)x(ALSE)F2-54-3	R	161	87	27	11	39	24	0	6.33513
	TT12	208	138	7	0	8	26	0	6.32548
(B3 x B5)x(ALSE)F2-30-2	R	172	99	3	0	30	25	3	6.32288
VAN -210 x (ALSE)F2-8-1	T	175	100	0	0	33	33	6	6.22871
(AN2xAN20)x(ALSE)-13-3	T	179	88	0	2	6	14	0	6.16115
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-28-1	R	154	80	14	0	14	14	0	6.13317
(B3 X B5)x(ALSE)F2-9-1	R	177	93	29	11	10	13	0	6.12164
	TR6	194	110	0	0	17	26	6	6.09360
(AN2xAN20)x(ALSE)-35-1	T	159	83	10	15	16	24	0	6.08910
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-19-1	R	175	100	7	9	5	18	0	6.03251
VAN -210 x (ALSE)F2-61-2	T	175	80	6	13	25	17	0	6.02282
(B3 x B5)x(ALSE)F2-69-1	R	164	97	0	15	32	30	0	6.00457
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-54-3	R	170	94	25	6	6	19	0	6.00065
VAN -210 x (ALSE)F2-12-4	T	180	121	4	6	23	24	8	5.99156
(B3 x B5)x(ALSE)-14-2	R	166	85	7	4	0	25	0	5.98792
VAN -210 X (ALSE)-13-4	T	165	88	0	0	0	19	0	5.98480
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-9-1	R	149	72	20	16	3	17	7	5.97439
VAN -210 x (ALSE)-38-2	R	157	83	18	16	5	21	3	5.96455
	TR7	163	85	2	23	11	11	4	5.93916
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-8-2	T	185	108	0	12	10	20	13	5.85764
VAN -210 x (ALSE)F2-75-4	T	179	108	5	3	13	27	4	5.84724
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-15-1	T	187	120	12	0	12	28	0	5.82038
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-29-3	T	148	80	0	0	17	28	0	5.81938
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-12-4	T	173	88	0	0	8	8	0	5.80445
VAN -210 x (ALSE)F2-7-5	R	158	94	14	3	8	16	0	5.78156
VAN -210 x (ALSE)-8-1	T	145	85	0	0	33	20	7	5.77627
(B3 x B5)x(ALSE)F2-48-5	R	164	105	0	0	27	27	0	5.77563
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-19-1	T	148	90	3	6	5	11	3	5.77003
VAN -210 x (ALSE)-13-1	T	181	105	0	0	25	25	0	5.75938
(B3 x B5)x(ALSE)-22-4	R	154	80	6	6	16	22	0	5.75558
VAN -210 x (ALSE)F2-5-4	R	151	71	9	6	10	7	0	5.74233
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-15-1	R	150	84	5	16	0	27	2	5.64604
(B3 x B5)x(ALSE)F2-15-2	R	197	127	12	8	18	21	0	5.63235
VAN -210 X (ALSE)F2-28-1	R	179	99	11	5	38	23	3	5.61025
VAN -210 X (ALSE)F2-47-3	R	154	100	17	14	21	23	0	5.60657
VAN -210 x (ALSE)F2-19-1	R	156	87	8	20	6	8	0	5.58432

VAN -210 x (ALSE)F2-8-2	R	161	90	28	3	25	28	7	5.58416
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-47-3	R	152	91	6	6	13	18	0	5.58256
VAN -210 x (ALSE)-35-2	R	150	90	9	7	11	8	0	5.57335
VAN -210 x (ALSE)F2-68-3	R	151	95	22	6	17	37	3	5.54958
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-79-3	R	165	79	56	4	25	10	0	5.51932
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-15-2	T	183	108	5	0	11	37	0	5.50651
VAN -210 x (ALSE)F2-61-3	T	170	90	0	0	33	33	8	5.50171
VAN -210 x (ALSE)-13-4	R	141	85	25	10	13	19	16	5.47689
(AN2xAN20)x(ALSE)-38-2	T	190	110	0	3	25	19	0	5.47177
VAN -210 x (ALSE)38-3	R	149	71	3	13	47	17	0	5.47009
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-9-1	T	175	83	11	0	16	16	0	5.45456
	TT5	190	85	11	13	25	16	0	5.44150
(B3 x B5)x(ALSE)F2-39-1	R	152	85	16	12	9	25	0	5.43807
	TR8	165	103	30	3	6	40	0	5.36323
VAN -210 x (ALSE)F2-29-3	R	185	108	18	0	15	8	0	5.36037
VAN -210 x (ALSE)F2-9-1	R	154	87	8	5	20	20	0	5.34922
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-15-2	R	160	82	28	3	19	9	0	5.33105
VAN -210 x (ALSE)-24-2	T	168	89	3	9	21	22	13	5.28002
VAN -210 x (ALSE)F2-12-4	R	134	85	0	7	11	26	0	5.24748
(AN2xAN20)x(ALSE)-4-2	T	168	105	9	0	4	21	0	5.23195
VAN -210 x (ALSE)F2-30-2	T	165	110	12	6	20	27	0	5.22218
	TT9	185	108	8	5	10	25	0	5.19683
VAN -210 x (ALSE)-36-2	T	170	85	0	0	17	17	0	5.16791
VAN -210 x (ALSE)F2-24-3	R	165	96	18	17	12	26	0	5.16775
VAN -210 x (ALSE)F2-79-3	T	183	95	0	0	17	17	0	5.12180
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-75-4	T	189	105	15	4	4	18	0	5.09522
(AN2xAN20)x(ALSE)-38-4	T	134	90	0	2	18	28	0	5.06829
VAN -210 x (ALSE)F2-28-4	R	164	81	2	6	10	23	0	5.04047
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-29-3	R	161	91	6	4	26	19	0	5.03275
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-28-4	T	169	89	6	0	12	24	0	5.01870
(AN2xAN20)x(ALSE)-13-3	R	142	61	11	6	0	14	0	4.99949
VAN -210 x (ALSE)-4-2	R	151	86	24	6	3	18	0	4.97435
VAN -210 x (ALSE)-11-5	R	148	74	5	9	6	11	3	4.91816
	TT7	160	80	6	7	15	10	0	4.90700
VAN -210 x (ALSE)F2-8-1	R	151	82	23	3	3	27	0	4.85508
(AN2xAN20)x(ALSE)-4-2	R	144	77	0	0	4	21	0	4.84443
VAN -210 x (ALSE)-8-2	R	156	90	7	8	6	24	0	4.84419
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-9-1	T	153	78	0	0	15	23	3	4.84071
(B3 x B5)x(ALSE)F2-29-3	R	152	91	19	0	18	24	2	4.78316
VAN -210 x (ALSE)F2-61-3	R	136	66	3	11	9	24	0	4.64103
(B3 x B5)x(ALSE)F2-61-2	R	141	69	3	7	37	31	3	4.60933
VAN -210 x (ALSE)-9-3	R	169	94	3	6	9	29	0	4.57439
VAN -210 x (ALSE)-35-1	R	143	65	9	12	15	28	3	4.53825

VAN -210 x (ALSE)-11-1	R	136	75	7	9	0	14	8	4.51472
(B3 x B5)x(ALSE)-4-2	R	168	105	10	5	6	27	0	4.50775
(B3 x B5)x(ALSE)F2-8-2	R	160	80	6	6	31	48	3	4.49811
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-31-2	T	166	98	10	0	24	35	0	4.45944
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-61-4	T	170	83	0	0	17	6	3	4.42434
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-47-3	T	165	94	0	0	17	22	0	4.42262
VAN -210 x (ALSE)-8-3	R	156	83	3	5	15	22	0	4.41426
VAN -210 x (ALSE)F2-14-2	R	170	96	24	3	26	23	3	4.36294
VAN -210 x (ALSE)-12-1	R	128	57	9	27	19	22	0	4.35782
VAN -210 x (ALSE)F2-61-4	R	137	73	0	6	21	21	0	4.29326
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-28-1	R	174	93	0	0	11	15	0	4.23327
(B3 x B5)x(ALSE)-35-1	R	154	92	0	27	14	29	8	4.21438
(AN2xAN20)x(ALSE)-38-4	TR9 R	175 130	100 60	15 19	8 22	3 5	31 26	0 0	4.06124 4.05652
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-8-2	T	181	100	6	0	16	47	4	4.05080
(AN2xAN20)x(ALSE)13-1	T	141	76	0	0	0	29	0	4.03699
(AN1xAN2)x(ALSE)-22-4	R	175	80	5	8	11	26	0	3.99280
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-28-1	TR12 T	180 135	86 78	0 0	8 8	16 3	15 22	0 3	3.98875 3.94689
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-68-3	T	180	113	0	0	23	27	17	3.91291
(AN2xAN20)x(ALSE)-13-1	R	138	63	26	17	9	9	0	3.89466
VAN -210 X (ALSE)F2-23-2	R	154	70	21	0	6	23	0	3.84091
VAN -210 x (ALSE)F2-30-2	R	143	91	2	20	74	39	0	3.83591
VAN -210 x (ALSE)-36-2	R	138	68	6	11	6	17	3	3.80005
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-61-3	R	123	50	0	8	25	13	0	3.78187
(B3 x B5)x(ALSE)F2-23-2	R	170	92	3	3	14	38	0	3.71644
(AN2xAN20)x(ALSE)F2-12-4	R	142	78	0	5	4	19	10	3.65756
VAN -210 X (ALSE)-12-1	T	160	68	9	0	9	18	0	3.45808
(B3 x B5)x(ALSE)F2-19-1	R	167	92	12	7	3	22	0	3.44799
	TR13	172	98	11	12	24	25	0	3.42046
VAN -210 X (ALSE)F2-54-3		141	68	12	20	12	47	0	3.36138
VAN -210 x (ALSE)-22-4	R	170	68	12	19	12	25	3	3.01621
VAN -210 x (ALSE)-7-4	R	128	67	25	19	19	33	3	3.00941
VAN -210 x (ALSE)F2-75-4	R	152	89	0	14	18	39	0	2.97971
(AN1xAN2)x(ALSE)F2-54-3	T	169	80	8	0	17	33	0	2.83130
VAN -210 x (ALSE)F2-28-3	R	153	90	26	3	12	37	0	2.76406
(B3 x B5)x(ALSE)-3-3	R	146	73	0	19	11	17	0	2.67021
VAN -210 x (ALSE)-35-1	T	137	70	11	0	14	29	0	2.57339
	TT13	195	110	43	0	50	25	25	2.51615
VAN -210 x (ALSE)-4-6	T	132	65	0	0	9	18	0	1.91875
VAN -210 x (ALSE)-9-3	T	135	60	0	15	44	22	0	1.73160
(AN2xAN20)x(ALSE)-35-2	R	133	65	0	0	0	0	0	0.79536

DMS para rendimiento

BIBLIOGRAFIA

- Abel, B.C. and Pollak, L.M. 1991. Rank comparison of unadapted maize populations by testers and per se evaluation. *Crop sci* 31:650-656.
- Allard, R.W. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. Cuarta edición, Ediciones OMEGA, S.A. Barcelona España. pp 498.
- Alí, H.C. 1986. Testing the general combining ability (GCA) for several inbred lines of corn.(*Zea mays* L.) top cross. *Maize Abstract*, Vol. 2 : 6 : 290.
- Allison, J.C and Currnow, R.N. 1966. On the choice of tester parent for the breeding of synthetic varieties of maize (*Zea mays* L.) *Crop sci* 6 : 541-544.
- Bilgen, G. 1988. Studies on the genetic variability of inbred maize lines. *Plant Breeding Abstract*. 30 : 3 : 268.
- Brauer. H.O. 1987. Fitogenética aplicada. Sexta reimpresión (de la primera edición) Editorial LIMUSA S.A. México. pp 87-379.
- Carlone, H.L and Russel, G.W. 1989. Heterosis and combining Ability among subtropical and temperate intermediate-maturity maize germoplasm. *Crop sci.* 29 : 68-73.
- Cuca, G.M. 1972. Estudios nutricionales con maíz opaco-2 y harinoso-2 en animales monogástricos. Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. Colegio de Postgraduados, ENA,Chapingo, México pp 59-67.
- Chávez, A.J.L. 1993. Mejoramiento de plantas I. Primera edición, Editorial Trillas, UAAAN. Buenavista Saltillo, Coah. México, pp 112.
- Chávez, A.J.L. 1995. Mejoramiento de plantas 2 (Métodos específicos de plantas alogamas) Primera edición, Editorial Trillas, UAAAN. Buenavista Saltillo, Coah. México, pp 143.
- Chávez, V.A. 1972. El maíz en la nutrición en México. Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. Colegio de Postgraduados, ENA. Chapingo, México. pp 9-11.
- Claure, I.V.T; Molina, G.J; Vasal, S.K; Martínez, G.A. 1993. Aumento del potencial de rendimiento mediante selección e hibridación en maíz (*Zea mays* L) Aptitud combinatoria de líneas autofecundadas. *Agrociencia.* 4 : 2 : 53-63.

- De León, C.H y Reyes,V.M.H. 1991. Estimación de habilidad combinatoria de cruzas simples de maíz. II Congreso Nacional de Genética. UAAAN. Saltillo, Coah. México. pp 36-43
- De la Loma, J.L. 1979. Genética general y aplicada. Primera edición, Editorial UTHA, S.A. México, pp 379-381.
- Díaz, P.A. 1964. El maíz, cultivo, fertilización y cosecha. Segunda edición, "EL SEMILLERO", S.A. México, D.F. pp 66-84.
- Durán, A.H. 1989. Comportamiento de 69 líneas S₃ de maíz (*Zea mays* L.) Derivadas del sintético trópico seco en un estudio de aptitud combinatoria con dos probadores. Tesis. Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. Mex.
- Espinoza, A. 1983. Metodología de investigación en maíz. S.A.R.H. e I.N.I.A.
- Falconer, D.S. 1984. Introducción a la genética cuantitativa. Trad. del inglés por Fidel Márquez Sánchez. Editorial LIMUSA, Mex. pp 1130.
- Galarza, S.M; Hermilo, H; Angeles, A; José, M.G. 1973. Estudio comparativo entre la prueba de líneas per-se y la prueba de mestizos para calcular la aptitud combinatoria general de líneas S1 de maíz (*Zea mays* L.). *Agrociencia* 11 : 127-129.
- Gutiérrez, G.M.; Cortez, M; Wathika, N.E. 1986. Testcross Evaluation of Mexican Maize Populations. *Crop sci* 26 : 99-104.
- Hallauer, A.R. 1975. Relation of Gene Action and Type of Tester in Maize Breeding Procedures. *Corn and Sorghum Conf.* 30 :150-165.
- Hallauer, A.R. and Miranda, J.B. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State University Press/Ames, Iowa. pp 267-268.
- Horner, E.S; Lundy, H.W; Lutrick, M.C. 1973. Comparison of three Methods of Recurrent Selection in Maize. *Crop sci* 13 : 485-489.
- Huang, S.Z. 1983. Effect of Parental Relationships on Combining Ability in Maize Inbred Lines. *Plant Breeding Abstract.* 55 : 1 : 169.
- Inoue, Y, and Okabe, T. 1983. Studies on a Method of Breeding Inbred Lines of Maize (*Zea mays* L.) the Effect of Visual Selection on Combining Ability in early Inbred Generations. *Plant Breeding Abstract.* 53 : 1 : 25.

- Jugenheimer, R.W. 1981. Maíz variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Primera edición, Editorial LIMUSA. México D.F. pp 213-219.
- Latournerie, L.M. 1990. Comportamiento de 35 líneas S₂ de maíz (Zea mays L.) derivadas del sintético ideotipo trópico seco en un estudio de aptitud combinatoria con tres probadores. Tesis Licenciatura UAAAN Buenavista, Saltillo, Coah. Mex.
- Lonquist, J.H. 1950. Effect of Selection for Combining Ability within Segregating Lines of Corn. Agron. Jour. 42 : 503-508.
- López, P.E. 1986. Comparación entre diferentes probadores para evaluar líneas de maíz. Folleto de divulgación. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mex. 7 : 1-21.
- Luna, F.M y Molina, G.J. 1973. Comparación de métodos para evaluar aptitud combinatoria general de líneas de maíz (Zea mays L.) con relación al tamaño de muestra del probador. Agrociencia 11 : 29-41.
- Marquez, S.F. 1988. Genotecnia Vegetal. Tomo II , AGT Editor. S.A. México. pp 343.
- Matzinger, D.F. 1973. Comparison of Three Types of Tester for the Evaluation of Inbred Lines of Corn. Agron. Jour. 45 : 493-495.
- Mertz, T.E; Bates, L.S; Nelson, E.O. 1974. Mutant Gene that Changes Protein Composition and Increases Lysine Content of Maize Endosperm. Science 145 : 279-280.
- Municipios de Coahuila. 1988. Colección: Enciclopedia de los Municipios de México. Sría. De Gobernación y Gobierno del Estado de Coahuila. México D.F.
- Nelson, E.O; Mertz, T.E and Bates, L.S. 1965. Second Mutant Gene Affecting the amino acid Pattern of Maize Endosperm Proteins. Science 150 : 149-170.
- Paz, J.R y Molina, G.J. 1973. Variedades de bajo rendimiento contra variedades de alto rendimiento como probadores para medir la aptitud combinatoria general de líneas autofecundadas de maíz. Agrociencia 11 : 43-55.
- Pohelman, J.M. 1987. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Décima reimpresión Editorial LIMUSA, México D.F. pp 49-285.
- Poey, D.F.R. 1972. Mejoramiento genético de la calidad nutritiva del maíz. Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. Colegio de Postgraduados, ENA, Chapingo México. pp 69-83.

- Quemé, J.L. 1991. Aptitud combinatoria de líneas de maíz (*Zea mays* L.) en diferente grado de endogamia, derivados de cuatro familias de hermanos completos progenitores de un híbrido doble. Memoria Maíz XXXVII, Reunión Anual, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Pp 51-71.
- Rawlings, J.O. and Thompson, D.C. 1962. Performance level as for the choice of maize testers. *Crop sci.* 2 : 3 : 220.
- Reyes, C.P. 1985. Fitogenética Básica y Aplicada. AGT. Editor, S.A. Primera edición. México D.F.
- Reyes, M.C.A. y Molina, G.J. 1982. Probadores de alto y bajo rendimiento para aptitud combinatoria general de líneas autofecundadas de maíz. *Agrociencia* 47 :117-130.
- Robles, S.R. 1986. Genética elemental y Fitomejoramiento práctico. Editorial LIMUSA. S.A. de C.V. Primera edición México D.F.
- Russell, W.A. 1969. Hybrid performance of maize inbred lines selected by test cross performance in low and high plant densities. *Crop sci.* 9 : 185-188.
- Ryadchikov, V.G. 1977. Calidad proteínica y valor nutritivo del maíz de alto contenido de lisina. Maíz de alta calidad proteínica. Simposio internacional CIMMYT – PURDUE. Primera edición, Editorial LIMUSA. México D.F. pp 517-524.
- Stanfield, D.W. 1987. Genética, teoría y problemas. Segunda edición, serie de compendios Schaum, McGRAW – HILL de México. pp 224.
- Treviño, O.R.A. 1977. Determinación de aptitud combinatoria de 18 líneas y sus cruzas en maíz para el trópico seco de México. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Mex.
- Tzul, L.C. 1989. Evaluación de cruzas de prueba de líneas S₂ De maíz (*Zea mays* L.) para el trópico seco mexicano. Tesis, Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. Mex.
- Vega, S.M.C. 1984. Modificaciones al método microbiológico del Instituto Mexicano del Maíz, para determinar lisina en grano de maíz (*Zea mays* L.) Tesis Maestría U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. Mex.
- Villegas, M.E. 1972. Maíces de alta calidad nutricional. Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. Colegio de Postgraduados, ENA. Chapingo. México. pp 13-19.

Williams, W. 1965. Principios de genética y mejora de las plantas. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España. pp 370-379.

Zambezi, B.T. 1986. Inbred lines as testers for general combining ability in maize. Crop sci. 26 : 908-910.