

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**IDENTIFICACIÓN DE LÍNEAS SUPERIORES DE MAÍZ
USANDO DIFERENTE PROBADOR**

POR

JOANNI GERMAN CHIQUETE OCHOA

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. JOANNI GERMAN CHIQUETE OCHOA ELABORADA BAJO
LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR:

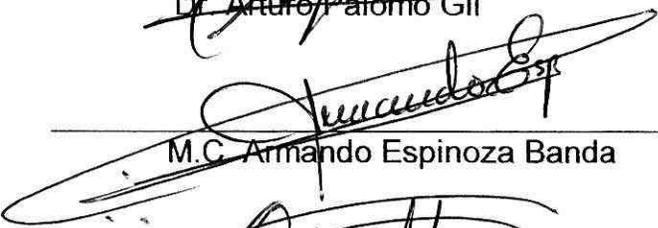
Asesor principal:


Dr. Emiliano Gutierrez del Río

Asesor:


Dr. Arturo Palomo Gil

Asesor:

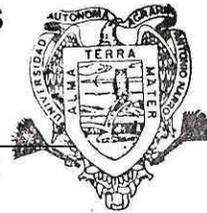

M.C. Armando Espinoza Banda

Asesor:


M.C. Oralia Antuna Grijalva

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS


Ing. Rolando Loza Rodriguez



COORDINACION DE LA DIVISION
DE CARRERAS AGRONOMICAS
TAAAN UL

Torreón, Coah.

Diciembre de 2002

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

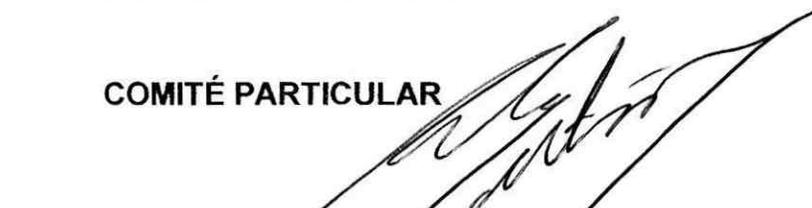
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. JOANNI GERMAN CHIQUETE OCHOA QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

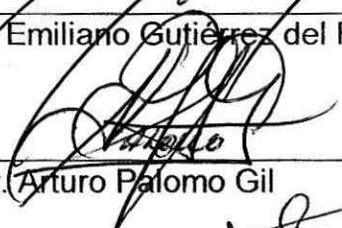
COMITÉ PARTICULAR

Presidente:



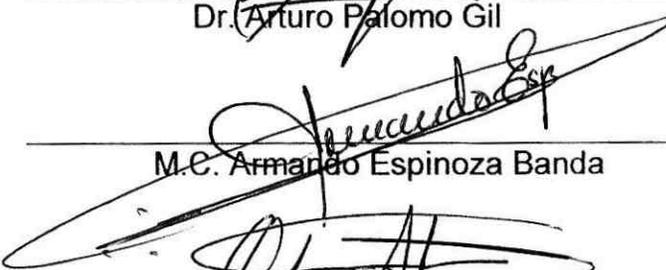
Dr. Emiliano Gutiérrez del Río

Vocal:



Dr. Arturo Palomo Gil

Vocal:



M.C. Armando Espinoza Banda

Vocal suplente:

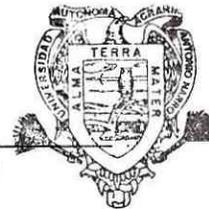


M.C. Oralia Antuna Grijalva

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Ing. Rolando Loza Rodríguez



**COORDINACION DE LA DIVISION
DE CARRERAS AGRONOMICAS
UAAAN UL**

Torreón, Coah.

Diciembre de 2002

AGRADECIMIENTOS

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

A mis abuelos con respeto y cariño:

Natividad Ochoa Castañeda

Consuelo Gastelúm Sánchez

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

A mi madre:

Luz Bertila Ochoa Castañeda

Por brindarme su cariño, y apoyarme siempre y motivarme siempre para seguir adelante y lograr mis metas.

A mis tíos y tías:

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

A mis asesores:

Dr. Emiliano Gutiérrez Del Río

Dr. Arturo Palomo Gil

M.C. Oralia Antuna Grijalva

M.C. Armando Espinoza Banda

M.C. José Jaime Lozano García

Por mostrarme y enseñarme sus conocimientos para que terminara satisfactoriamente mi trabajo.

A mi Alma Mater:

Por brindarme la oportunidad de formarme como profesionista.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.	vii
I. INTRODUCCIÓN.	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.	4
2.1 Líneas puras.	4
2.2 Heterosis.	5
2.3 Vigor híbrido.	7
2.4 Mestizos.	8
2.5 Probadores.	11
2.6 Aptitud combinatoria.	15
III. MATERIALES Y METODOS.	17
3.1 Localización geográfica y características del área de estudio.	17
3.2 Material genético.	18
3.3 Esquema de siembra de campo para cruzas.	19
3.4 Siembra.	19
3.5 Riegos.	19
3.6 Fertilización.	20
3.7 Control de malezas.	20
3.8 Formación de las cruzas.	20
3.9 Cosecha.	20
3.10 Segunda etapa.	21
3.10.1 Floración.	21
3.10.2 Altura de planta.	21
3.10.3 Altura de mazorca.	21
3.10.4 Peso de follaje.	22
3.10.5 Peso de mazorca.	22
3.11 Modelo estadístico.	22
3.12 Estimación de componentes de varianza.	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	25
4.1 Análisis de varianza.	25
4.2 Estimación de componentes de varianza.	31
4.3 Análisis de correlaciones.	32
V. CONCLUSIONES.	33
VI. RESUMEN.	35
VII. LITERATURA CITADA.	37
VIII. APÉNDICE.	41

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Página
3.1	Genealogía de las líneas.	18
4.1	Cuadrados medios del análisis de varianza del Diseño I de Carolina del Norte (1948).	27
4.2	Promedio de cinco características agronómicas. . .	29
4.3	Estimación de los parámetros genéticos de cinco características agronómicas.	32
4.4	Coefficientes de correlación y significancia de cinco características agronómicas.	32

I. INTRODUCCIÓN

A través del proceso de hibridación basado en realizar cruzamientos entre dos líneas o variedades y donde su progenie puede ser más vigorosa que cualquiera de sus progenitores, se han tenido grandes logros en diferentes partes del mundo, sin embargo, es indispensable conocer y mantener el patrón heterótico de las poblaciones que se estén mejorando, con el propósito de obtener líneas sobresalientes que conformen híbridos y variedades de alta productividad.

Con relación a lo anterior la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, cuenta con esquemas de mejoramiento genético en base a la selección recurrente y endogamia se ha trabajado con poblaciones diferentes con el propósito de formar líneas que puedan en su oportunidad conformar híbridos o variedades con alto potencial de rendimiento.

Para formar el tipo de genotipos deseados es necesario que en los programas de mejoramiento se identifiquen las mejores líneas que al participar en combinaciones híbridas puedan dar el tipo de planta que se desee.

La formación y evaluación de mestizos es de los métodos más factibles y utilizados para la selección de líneas superiores. Un mestizo se forma por la cruce de una línea por un genotipo denominado probador. Un probador puede ser un material de amplia o reducida base genética. Existe controversia de cual de los dos tipos es el mejor (Reyes 1982).

En el presente trabajo se evaluara el comportamiento de 25 líneas S_6 altamente endogámicas desarrolladas a partir de poblaciones trópico seco por templado del centro de México, con dos probadores, una línea endogámica y una variedad de polinización libre, de reducida y amplia base genética.

OBJETIVOS:

- Comparar el comportamiento de los dos tipos de probadores.

- Seleccionar las mejores líneas para uso de híbridos o variedades.

HIPÓTESIS:

Los probadores de amplia y estrecha base genética usados en este trabajo identifican las mismas líneas como progenitores de híbridos.

II. REVISION DE LITERATURA

En la actualidad los híbridos de maíz en México y América Latina son de cruza triple o doble. Sin embargo, uno de los factores que dificultan el desarrollo de estos híbridos son las diferentes fases de evaluación a que deben ser sometidas las líneas. Primero consiste en seleccionarlas en base a su comportamiento *per se* y posteriormente en su capacidad combinatoria, con el propósito de identificar híbridos superiores. Por lo tanto, es importante que los progenitores seleccionados sean altamente productivos y de buen comportamiento agronómico, con el fin de favorecer la calidad en la producción de semilla (Ramírez, 2002).

2.1.Líneas puras

Chávez (1995), menciona que una línea autofecundada es aquella que es pura, originada generalmente por auto polinizaciones sucesivas y selección hasta obtener plantas generalmente homocigotos esto requiere de cinco a siete generaciones sucesivas, se puede diferenciar fácilmente; Cuando esto sucede se dice que la línea es altamente homocigota, indicando que todas las plantas de esta línea tienen la misma constitución genética en lo referente a las unidades de herencia, estas unidades se

Jugenheimer (1985), señala que el método clásico para desarrollar líneas puras endocriadas comprende generalmente la selección de las plantas durante el tiempo de autofecundación sobre la base de la apariencia física de un surco de plantas sembradas con semillas de la misma mazorca. Para formar líneas autofecundadas es necesario partir de poblaciones previamente seleccionadas sobre la base de su amplia variabilidad genética.

2.2.Heterosis

Según Jugenheimer (1967), es el fenómeno en el cual la cruce de dos individuos no emparentados produce un híbrido que es superior en vigor al promedio de sus progenitores. Algunos investigadores definen heterosis como un incremento en el vigor de la F_1 sobre el mejor padre.

Shull (1914), atribuye el vigor híbrido a un estímulo fisiológico estimulado por la fusión de dos gametos haploides genéticamente diferentes que originan un cigote heterocigote y un citoplasma desbalanceado.

En contraste con la depresión por consanguinidad el cruzamiento de dos individuos genéticamente diferentes generalmente representaran una descendencia híbrida más vigorosa, que cualquiera de los dos progenitores si se les considera separados. La superioridad del híbrido, conocido como heterosis puede manifestarse en un incremento de las características generales de la eficacia biológica, tales como longevidad, producción o

rendimiento, y resistencia a enfermedades; a este incremento se le llama también vigor híbrido. (Strickberger, 1978).

Jugenheimer (1985), la heterosis es el cruzamiento de dos variedades que produce un híbrido que en crecimiento, tamaño, rendimiento, es superior, o bien, la heterosis es un crecimiento en vigor en relación al mejor progenitor de la generación F_1 . El vigor, rendimiento y la mayoría de los caracteres de importancia económica del maíz son de naturaleza cuantitativa y están controlados por un gran número de genes. Los efectos de estos genes pueden diferir ampliamente. La acción génica puede ser aditiva o, no aditiva el grado de dominancia, la epítasis y las interacciones genético-ambientales se suman a la complejidad del fenómeno heterosis.

Poehlman (1987), en sus escritos menciona que los procedimientos para utilizar el vigor híbrido en el mejoramiento genético del maíz, se han presentado de gran interés científico y práctico. El vigor híbrido es el incremento en tamaño o en vigor de un híbrido con respecto a sus progenitores.

Crees (1956), realizando su investigación con la fisiología de acción genética en los híbridos, afirma que las interacciones entre la actividad genética y el medio ambiente son importantes. El vigor híbrido se determina por caracteres de tamaño o rendimiento, pero estos son los productos finales de los procesos metabólicos cuyos patrones están en los genes.

Gómez y Valvidia (1988), señalan que para obtener mejor respuesta heterótica es conveniente combinar germoplasma proveniente de diferentes áreas de adaptación para dar oportunidad de explotar al máximo la heterosis.

2.3 . Vigor Híbrido

Poehlman (1987), menciona que se han expuesto varias teorías genéticas y fisiológicas para explicar el vigor híbrido, sin embargo, generalmente se encuentran dos explicaciones para entenderlo aun cuando ambas no lleguen a cubrir en forma aceptable todos los casos:

a) Dominancia: Se refiere a la correlación positiva observada entre la dominancia y efectos benéficos. El vigor híbrido resulta de la acción combinada de factores favorables dominantes y parcialmente dominantes y vinculados con el vigor. En general los factores dominantes aportados por cada progenitor del híbrido son deseables y por lo tanto los factores recesivos son nocivos. Consecuentemente un híbrido es más vigoroso que sus progenitores porque tiene más factores dominantes que recesivos.

b) Sobre dominancia: se basa en la explicación del fenómeno por la heterocidad, es decir, entre mayor sea el número de genes por el cual una planta es heterocigota mayor será su vigor híbrido. Así pues un híbrido con una constitución genética Aa Bb Cc Dd será más vigoroso que otro híbrido con la constitución genética de AA BB CC DD. La sobre dominancia se

define como la superioridad del heterocigote Aa sobre cualquiera de los homocigotes A y aa; de acuerdo con esta teoría, la diversidad del germoplasma afecta definitivamente el grado de heterosis.

González (1981), observa que los cruzamientos entre hermanos dentro de una misma línea proveniente de autofecundación muestra poca mejoría en comparación de la autofecundación de la misma familia. Sin embargo, cuando las líneas puras derivadas de diferentes plantas de polinización libre se cruzan al azar (incluida la autofecundación), la respuesta normal es una vuelta al vigor híbrido y productividad del material original antes de comenzar la consanguinidad.

Molina (1967), menciona que en muchas ocasiones se ha demostrado que híbridos obtenidos a partir de líneas de diferente base genética, tienen mayor resistencia que los formados por líneas derivadas de una misma variedad.

Garber (1926), probó diferentes variedades y cruza intervarietales en varias localidades y encontró que una sola cruza supera al progenitor más rendidor y que en general el rendimiento de cruzar fue inferior al de las mejores variedades.

2.4.Mestizos

Se conoce con el nombre de mestizos a la cruza de líneas autofecundadas con un progenitor como un polinizador común. La aptitud

combinatoria general (ACG) es el comportamiento promedio de una línea en la formación de un híbrido; en cambio la aptitud combinatoria específica (ACE), se usa para designar aquellas combinaciones que se comportaron mejor o peor que el esperado en virtud del comportamiento de los progenitores.

El uso de mestizos para medir aptitud combinatoria fué sugerido por Davis (1927), posteriormente Jenkins y Brunson (1932) presentaron un informe amplio sobre el uso de los mestizos. Después Sprague (1939-1946); Green (1948) y Lonnguist (1950), fueron los investigadores que mejores conocimientos aportaron sobre el valor de los mestizos para la identificación de germoplasma superior (Galarza, 1973).

Luna (1973), al hacer un estudio de métodos para evaluar aptitud combinatoria general de líneas de maíz, en relación al tamaño de la muestra del probador concluyó que el método de líneas *per se*, resulto ineficiente para evaluar líneas para aptitud combinatoria general para cuatro caracteres entre ellos rendimiento. En relación al tamaño de la muestra del probador encontró que se requieren de ocho plantas para representar el probador y evaluar líneas para aptitud combinatoria general.

Galarza (1973), al comparar dos métodos para evaluar aptitud combinatoria general en líneas S_1 de maíz concluye que el método *per se* para evaluar aptitud combinatoria general en líneas de primera generación fue más eficiente, rápido y económico que el método de prueba temprana de

mestizos y la evaluación de mestizos restringe el número de líneas superiores seleccionadas que pueden ser utilizadas en los programas de mejoramiento mas intensamente.

Guerrero (1981), midió la aptitud combinatoria general y específica de líneas de maíz con una 75 porciento de germoplasma chico mediante el uso de tres probadores de diferente origen (dos de trópico seco y uno del Bajío) y encontró que siete de estas líneas pueden ser utilizadas con bastantes posibilidades de éxito en un programa de selección debido a que mostraron altos valores de aptitud combinatoria general como específica, y considera que es de primordial importancia para los programas de mejoramiento la estimulación de valores de habilidad combinatoria específica de sus cruzas; pues dichos valores permiten hacer predicciones sobre la estructura genética de las poblaciones por mejorar y sobre el origen de la heterosis exhibida al ser cruzadas.

Gonzáles (1981), al estudiar el comportamiento de 39 cruzas de prueba formadas por líneas S_2 de Estados Unidos y tres probadores de trópico seco mexicano comparados con 11 testigos observo un alto grado de heterosis, la cual se refleja en un aumento en el rendimiento promedio de las cruzas de un 104.3 porciento en comparación con la medida de los testigos.

El aspecto práctico del mejoramiento del maíz por hibridación está basado en el desarrollo de líneas endogámicas y la evaluación de su aptitud combinatoria general (ACG) y específica para la obtención de híbridos

comerciales de alto rendimiento. Dado que el comportamiento de las líneas *per se* no provee de una completa medida de su valor en combinaciones híbridas se propuso la prueba de mestizos que en sus inicios usó como probador una variedad de polinización abierta. Desde la adopción de la prueba de mestizos, se han realizado un gran número de estudios relacionados con la elección del mejor probador, pero no han generado respuestas satisfactorias a todo el problema de fondo. Algunos autores mencionan que el mejor probador es la línea homocigótica recesiva sin embargo, con excepción de un trabajo no existe en la literatura información experimental que indique de manera explícita que la línea de más baja ACG es el mejor probador de la ACG de líneas autofecundadas de maíz, (Lobato 2002).

2.5.Probadores

La aceptación de la prueba de mestizos para evaluar aptitud combinatoria general (ACG) de líneas de maíz, ocasionó la existencia de diferentes criterios sobre el tipo de probador que debe utilizarse. Al respecto Sprague y Tatum (1942), Green (1948); Matzinger (1953); y Paz *et.al.* (1970), sugirieron que el mejor probador es una variedad de alta frecuencia de genes recesivos. Por otro lado Cress (1966); Lonquist (1968) y Galarza (1973), concluyeron que el probador más seguro es la variedad original.

Treviño (1977), señala que el escoger adecuadamente los probadores para evaluar aptitud combinatoria general (ACG) de las líneas

autofecundadas es una situación muy importante en el mejoramiento genético del maíz. Sin embargo, a recibido relativamente poca atención, ya que el problema de decidir sobre la elección de un probador que pueda discriminar entre líneas por su aptitud combinatoria general, deberá fundamentarse en las características o propiedades que dicho probador debe reunir.

Paz (1973), considera un probador ideal aquel que reúna las siguientes características: 1) debe ser una variedad de polinización libre cuyo comportamiento relativo entre un grupo de varios probadores, manifieste una expresión mínima del carácter por seleccionar, 2) con relación a otros probadores debe reportar máxima variabilidad de sus mestizos de líneas de aptitud combinatoria general desconocida, 3) debe discriminar claramente y clasificar correctamente líneas de alta y líneas de baja aptitud combinatoria general y 4) debe interactuar poco o nada con líneas de alta aptitud combinatoria general, permitiendo así una máxima expresión de los efectos aditivos de las líneas.

Beard (1940), sugiere que una alta heterocigosis en cruza simple podría hacer de estas un deseable progenitor probador.

Hull (1945), propuso utilizar una línea mejorada como probador para mejoramiento de población y desarrollo de híbridos superiores. La idea era hacer que la población tuviera una frecuencia genética extrema opuesta a la de la línea que se usa como probador. Para desarrollar que combinen bien

con el probador para formar híbridos este procedimiento es conocido como selección recurrente para aptitud combinatoria específica y propuesto sobre la base de que la sobre dominancia era importante en el fenómeno de la heterosis.

Matzinger (1953), determinó que los probadores más variables interaccionan poco con las líneas y definiendo como probador adecuado aquel que combine simplicidad en su uso con una máxima información sobre el comportamiento de un material bajo evaluación.

Rawlings y Thompson (1962), señalaron una característica que debe tener un buen probador, es el que clasifique correctamente el comportamiento relativo de los materiales bajo prueba y discrimine eficientemente entre líneas a seleccionar.

Hull (1945), estableció que teóricamente el probador más eficiente podría ser homocigoto recesivo en todos los loci locus podría ser evitada. Basándose para estas conclusiones en consideraciones del método de regresión del progenitor constante del análisis de cruces simples

Allison y Curnow (1966), consideraron varios probadores para mejorar poblaciones de maíz siendo el mejor probador aquel que sea recesivo para todos los loci, sugirieron que la variedad parental usada como probador siempre servirá para hacer algo de ganancia en rendimiento. Enfatizaron que aunque una variedad de bajo rendimiento pueda ser buen

probador, no cualquier variedad con esta característica será un buen probador, ya que además deberá tener alta frecuencia de alelos recesivos en los loci.

Allard (1975), después de una exhausta investigación de artículos sobre probadores, concluye que el mejor probador es el que proporcione más información cuando las líneas ensayadas se utilicen en otras combinaciones o se cultiven en otros medios el probador debe de ser también fácil de utilizar. No existe un probador que cumpla con todos los requisitos para todas las circunstancias, puesto que el valor de un probador bien determinado en grado parte por el uso que ha hacerse de cierto número de líneas.

Hallauer (1975) al experimentar sobre la eficacia de varios tipos de probadores indica que los portadores idóneos son las líneas y cruza simples, ya que permiten la obtención de híbridos y sintéticos de aprovechamiento inmediato, sin haber llegado aún a la aptitud combinatoria específica.

Hallauer y López (1979), compararon cinco probadores en los que incluyeron una línea emparentada una no emparentada, la población original (BSSS) una población parental y una línea élite no emparentada en cruza con un grupo de 50 líneas S_1 derivadas de la población Iowa Stiff Stalk Synthetic (BSSS) y otro grupo de 50 líneas S_8 descendientes directos de las cincuenta S_1 señalando que la línea élite no emparentada (Mo 17)

selecciono mejor las líneas no probadas previamente, que tienen una buena actitud combinatoria, debido a que las cruzas con esta línea élite probadora tuvieron los más altos rendimientos en ambos niveles de mejoramiento.

2.6. Aptitud combinatoria

Jungenheimer (1985), los probadores deben seleccionarse por su capacidad para combinar las líneas con otras. La aptitud combinatoria general (ACG) es el desempeño promedio de una línea pura en algunas combinaciones híbridas. La aptitud combinatoria general (ACG) proporciona información sobre que líneas puras deben producir los mejores híbridos cuando se cruzan con muchas otras líneas. Pueden usarse probadores adecuados para determinar que líneas puras pueden sustituirse en los híbridos actuales o usarse en nuevos híbridos prometedores. La aptitud combinatoria específica (ACE) es el desempeño individual de una línea pura en una combinación híbrida específica.

Generalmente el termino aptitud combinatoria significa la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse, con otros, dice capacidad medida por medio de su progenie, sin embargo la aptitud combinatoria debe determinarse, no en un solo individuo de la población sino en varios, a fin de poder realizar una selección de aquellos que exhiban la mas alta (Márquez 1988).

Sprague y Tatum (1942), el término de aptitud combinatoria general (ACG) lo emplearon para designar el comportamiento promedio de una línea en combinaciones híbridas a través de sus cruzamientos con un conjunto de líneas diferentes, a su vez el término aptitud combinatoria específica (ACE) para designar la desviación que representa la progenie de una cruce determinada con respecto al promedio de sus padres.

III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo en el campo experimental de la UAAAN UL, en Torreón Coahuila realizándose en dos etapas, la primera consistió en la formación de cruzas en el ciclo agrícola 2001 y la segunda en la evaluación de las mismas en el ciclo agrícola 2002.

3.1. Localización geográfica y características del área de estudio.

La Comarca Lagunera se encuentra ubicada geográficamente, al norte 25° 42', al Sur 24° 48' de latitud norte; al Este 102° 57', al oeste 103° 31' de longitud oeste. Porcentaje territorial de Torreón representa el 76 por ciento de la superficie del estado.

En la Comarca Lagunera el 92.1 por ciento de la superficie municipal es de clima seco semicálido y el 7.9 por ciento es de clima seco templado. La temperatura media anual de la Comarca Lagunera es de 22.6°C. La precipitación total en Torreón es de promedio de 215.5 mm, (INEGI 2000).

3.2. Material genético

El material genético utilizado en el presente trabajo involucra 25 líneas originadas de cruzamientos entre poblaciones seleccionadas de trópico seco por templado con un proceso continuo hasta llegar a una endogamia S_6 , (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Genealogía de las líneas

Número	Genealogía	Origen
1	L-AN	UAAAN-UL
2	L-AN	UAAAN-UL
3	L-AN	UAAAN-UL
4	L-AN	UAAAN-UL
5	L-AN	UAAAN-UL
6	L-AN	UAAAN-UL
7	L-AN	UAAAA-UL
8	L-AN	UAAAN-UL
9	L-AN	UAAAN-UL
11	L-AN	UAAAN-UL
12	L-AN	UAAAN-UL
13	L-AN	UAAAN-UL
14	L-AN	UAAAN-UL
15	L-AN	UAAAN-UL
16	L-AN	UAAAA-UL
17	L-AN	UAAAN-UL
18	L-AN	UAAAN-UL
19	L-AN	UAAAN-UL
22	L-AN	UAAAN-UL
23	L-AN	UAAAN-UL
24	L-AN	UAAAN-UL
25	L-AN	UAAAN-UL
26	L-AN	UAAAN-UL
27	L-AN	UAAAN-UL
30	L-AN	UAAAN-UL

Estas líneas fueron cruzadas con dos tipos de probadores:

Probador de amplia base genética, variedad Tlahua 100 originada a partir de una selección masal de una población del trópico templado (Bajío)

de origen Cel 2. Probador de estrecha base genética, línea L-AN-23, la cual es una línea obtenida en forma divergente y contrastante de donde se origino la L-AN-123R que posee hojas onduladas cortas y pálidas siendo esta una línea elite.

3.3. Esquema de siembra de campo para cruzas

El esquema de siembra para hacer las cruzas se realizaron con cuatro líneas continuas y dos probadores sucesivamente hasta completar que las 25 líneas fueran cruzadas con los dos probadores, con una distancia entre planta y planta de 25 cm y entre surcos de 75 cm, con longitud de surco de dos m, para tener cinco plantas de cada línea para cada probador.

3.4. Siembra

Se realizo el 13 de marzo del 2001 en tierra venida, para asegurar la densidad de plantas requeridas se sembraban dos semillas por punto.

3.5. Riegos

Se aplico un riego de presiembra posteriormente se dieron cinco riegos de auxilio con una lamina de ocho cm cada uno, con un intervalo de 24, 47, 60, 80 y 95 días después de la siembra.

3.6.Fertilización

Se aplico en el mes de abril, 45 días después de la siembra, se aplico directamente al suelo con fertilizantes granulados (180-80-00), usando como fuentes Urea (45-00-00) y Map (11-52-00).

3.7.Control de malezas

Se llevo a cabo en forma manual con un intervalo de 20, 43, 65 y 80 días después de la siembra

3.8.Formación de las cruzas

Se cubrieron los jilotes de las líneas respectivas para evitar contaminaciones. Se realizo cuando las líneas y probadores presentaban el 50 por ciento de floración masculina, posteriormente se procedió a formar las cruzas cubriendo las espigas de los probadores con una bolsa de glaseine previamente etiquetada para la recolección de polen, se retiraron las bolsas para ser llevados a los jilotes receptivos de las líneas, grapándose la bolsa para ser retirada hasta la cosecha.

3.9.Cosecha

La cosecha se realizo el 8 de agosto de 2001, posteriormente a las mazorcas cosechadas se deshojaron y se les desgrano en forma manual al

igual que la cosecha. La semilla se selecciono para la evaluación de las mismas.

3.10.Segunda etapa

La segunda etapa se llevo a cabo en el ciclo primavera-verano 2002, la siembra se realizo el 18 de marzo del mismo manejando el mismo paquete agronómico de la primera etapa, las variables evaluadas fueron:

3.10.1. Floración

Expresado como el número de días transcurridos desde la siembra hasta el 50 porciento de las plantas estaban en período de antésis.

3.10.2. Altura de planta

Se tomo desde la base del tallo hasta la primera espiga de la flor, se expreso en metros.

3.10.3. Altura de mazorca

Se tomo la medición desde la base del tallo hasta la base de la última mazorca y se expreso en metros.

3.10.4. Peso de follaje

Esta variable se determinó tomando al azar tres plantas por parcela tomándose el peso total, transformando ese dato a toneladas por hectárea con una densidad de población de 76,000 plantas.

3.10.5. Peso de mazorca

Se tomo el peso de tres mazorcas transformándolo a toneladas por hectárea con una densidad de 76,000 plantas.

3.11. Modelo estadístico

Para el análisis de datos se procedió a utilizar el Diseño I de Carolina del Norte desarrollado por Comstock y Robinson (1948).

$$Z_{gij} = \mu + M_i + H_{ij} + R_g + e_{gij}$$

$$g=1,2,\dots,r(\text{repeticiones})$$

$$i=1,2,\dots,p(\text{probadores})$$

$$j=1,2,\dots,L(\text{lineas dentro de probadores})$$

donde: Z_{gij} = observación de la media de la progenie del i -ésimo probador cruzado con la j -ésima línea, en la g -ésima repetición; μ =media general, M_i = efecto del i -ésimo probador, H_{ij} =efecto de la j -ésima línea dentro del i -

ésimo probador y eg_{ij} = error experimental (efecto del ambiente no controlado y de las desviaciones genéticas atribuibles a individuos dentro de progenie).

3.12. Estimación de componentes de varianzas.

Los componentes de varianza fueron estimados a partir de los cuadrados medios del análisis de varianza del Diseño I de Carolina del Norte desarrollado por Comstock y Robinson (1948). Se calcularon las siguientes estimaciones:

a) Varianza del error

$$M_0 = \sigma_e^2$$

$$M_1 = \sigma_e^2 + r\sigma_{L(P)}^2$$

$$M_2 = \sigma_e^2 + r\sigma_{L(P)}^2 + Lr\sigma_p^2$$

$$\sigma_e^2 = M_0$$

b) Varianza de líneas dentro de probadores

$$\sigma_{L(P)}^2 = \frac{M_1 - M_0}{r}$$

c) Varianza de probadores

$$\sigma_p^2 = \frac{M_2 - M_1}{lr}$$

d) Varianza aditiva

$$\sigma_A^2 = 4\sigma_p^2$$

e) Varianza genética

$$\sigma^2_G = 4 \sigma^2_L (p)$$

f) Varianza de dominancia

$$\sigma^2_D = \sigma^2_A + \sigma^2_D$$

g) Varianza fenotípica

$$\sigma^2_p = \frac{\sigma^2_e}{r} + \sigma^2_G$$

h) Grado de dominancia

$$d = \sqrt{\frac{2\sigma^2_D}{\sigma^2_A}}$$

i) Heredabilidad

$$h^2 = \frac{\sigma^2_A}{\sigma^2_p} \times 100$$

donde: σ^2_e = Varianza del error, $\sigma^2_{L(p)}$ = Varianza de líneas dentro de probadores, σ^2_p = Varianza de probadores, σ^2_A = Varianza aditiva, σ^2_D = Varianza de dominancia, σ^2_G = Varianza genética; σ^2_p = Varianza fenotípica; d = Grado de dominancia; h^2 = heredabilidad y r = repeticiones y l = líneas

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de varianza

Con el objeto de medir el comportamiento de 25 líneas endogámicas obtenidas de cruzamientos entre poblaciones seleccionadas de trópico seco por templado se cruzaron con dos probadores de diferente fondo genético (P_1 = probador de estrecha base genética, línea L-AN-23; P_2 = Probador de amplia base genética, Variedad Tlahua 100). El procedimiento estadístico para analizar los materiales fue el Diseño I de Carolina del Norte desarrollado por Comstock y Robinson (1948).

En el Cuadro 4.1 se presentan los cuadrados medios para las características días a floración (DF), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), forraje total (FT), y peso de mazorca (PM). Los resultados del análisis de varianza solamente manifestaron diferencias estadísticas ($P \leq 0.001$) entre probadores para la característica altura de mazorca; en las demás variables no se presentó significancia lo cual indica que estos presentaron similitud para llegar a la floración, altura de planta, en la cantidad de forraje y al peso de mazorca. En cuanto al comportamiento de líneas dentro probadores, solo se observaron diferencias estadísticamente significativas

para la característica peso de mazorca lo cual quiere decir que el comportamiento de esta característica para cada probador fue diferente. La ausencia de diferencia estadística para las características DF, AP, AM y FT indican que ambos probadores las clasifican de manera similar y que existe poca variabilidad genética entre las líneas para las características señaladas. Estos resultados difieren con Bustos (1990), quien en un análisis para la interacción líneas por probador solo encontró diferencias significativas para rendimiento e indica que hubo diferencia de comportamiento de probadores por líneas y coinciden para características DF, AP y AM donde no encontró significancia indicando similitud en estas características.

Paz *et al.* (1973), sugiere que las líneas no deben interactuar con los probadores ya que en los programas de mejoramiento genético se manejan líneas desconociendo la magnitud de su aptitud combinatoria general (ACG) así como la interacción líneas por probador y anota que se puede dar el caso de que las líneas de baja ACG pudieran tener un alto comportamiento en mestizos por una alta magnitud de la interacción lo que conducirá a una selección errónea.

En el mismo Cuadro 4.1 se puede observar que los coeficientes de variación oscilan de 1.5 para días a floración hasta 29.06 para forraje total, siendo aceptable para DF y AP más no para el resto de las variables evaluadas cuyo coeficiente de variación fue superior al 20 por ciento.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza del Diseño I de Carolina del Norte (1948)

FV	gl	DF (días)	AP (m)	AM (m)	FT (ton ha ⁻¹)	PM (ton ha ⁻¹)
Repeticiones(R)	1	11.040*	0.089ns	0.020ns	24.18ns	4.914ns
Probadores(P)	1	0.010ns	0.099ns	0.184*	111.112ns	32.285ns
L(P)	48	1.651ns	0.049ns	0.046ns	56.32ns	24.103*
Error	49	1.539	0.031	0.036	39.004	12.556
Total	99					
cv(%)		1.568	9.257	24.402	29.064	25.830

*,**= Significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad; ns = no significativo; DF = Días a Floración; AP = Altura de planta; AM = Altura de mazorca; FT = Forraje total; PM = Peso de Mazorca.

Una de las probables causas de los altos coeficientes de variación fue el número de repeticiones ya que hubo solo dos repeticiones por entrada o genotipo. El tamaño de muestra afecta la estimación de las variables que son evaluadas, mientras más pequeñas presentan más margen de error.

Aún y cuando no se manifestaron diferencias estadísticas entre líneas para cuatro de las cinco características evaluadas es conveniente realizar un análisis de las mismas. En el Cuadro 4.2 se presentan las medias de los materiales evaluados donde se observa que para la característica DF las líneas 4, 12 y 19 fueron las más tardías con respecto a las demás, y la línea 8, produjo los mestizos más precoces, además de que fue la primera mejor línea que mostró los resultados de más elevada producción en la variable FT, junto con la línea nueve.

Para las variables AP y AM la línea 18 fue la que arrojó los mejores resultados ya que los mestizos de esta línea fueron los más altos. La línea 22 sobresalió en todas las variables con excepción de DF. La línea nueve fue la produjo más toneladas en la variable PM.

Las líneas que mostraron los mejores resultados al cruzarse con ambos probadores fueron la 4, 8, 9, 12, 18, 19 y 22.

Como no se presentó diferencia entre probadores, esto significa que evaluaron o clasificaron igualmente a las líneas y que cualquiera de ellos puede utilizarse para conocer su comportamiento. El probador de estrecha base genética fue el que mejor identifica el potencial de las líneas ya que en las cinco variables la cruce de este con las líneas tuvo el mayor porcentaje de mestizos que mostraron los resultados más altos a diferencia del probador dos. Sin embargo tales resultados no están de acuerdo con lo postulado en cuanto a material emparentado por Rawlings y Thompson (1962) y con los resultados de Paz *et al* (1973) y Reyes (1979), quienes mencionan que probadores de bajo nivel de comportamiento producen una mayor variabilidad entre mestizos; como también con resultados de probadores de amplia base genética que según varios investigadores son los probadores más apropiados para discriminar líneas inicialmente por su ACG (Jenkins y Brunson, 1932; Matzinger, 1953; Lonquist y Rumbaugh, 1958; Lonquist y Lindsey, 1964). Sin embargo el resultado anterior está de acuerdo con Hallauer y López (1979), quienes encontraron que un solo probador, en su caso una línea autofecundada puede servir para evaluar ACG y ACE; siendo los probadores de estrecha base genética son los más efectivos para discriminar líneas.

Cuadro 4.2. Promedio de cinco características agronómicas.

GENOTIPO	DF (días)	GENOTIPO	AP (m)	GENOTIPO	AM (m)	GENOTIPO	FT (ton ha ⁻¹)	GENOTIPO	PM (ton ha ⁻¹)
P ₁ X12	80.5	P ₁ X18	2.25	P ₁ X3	1.10	P ₁ X9	34.83	P ₁ X9	26.33
P ₁ X19	80.5	P ₁ X22	2.20	P ₁ X18	1.05	P ₁ X8	31.66	P ₁ X22	19.63
P ₁ X23	80.5	P ₁ X9	2.17	P ₁ X22	1.00	P ₁ X22	31.66	P ₁ X8	19.13
P ₁ X4	80.0	P ₁ X14	2.10	P ₁ X30	1.00	P ₁ X14	27.86	P ₁ X1	18.36
P ₁ X5	80.0	P ₁ X30	2.10	P ₁ X14	0.97	P ₁ X27	26.60	P ₁ X30	18.36
P ₁ X26	80.0	P ₁ X1	2.05	P ₁ X8	0.95	P ₁ X16	26.59	P ₁ X16	16.46
P ₁ X7	79.5	P ₁ X27	2.02	P ₁ X9	0.95	P ₁ X30	26.59	P ₁ X19	15.20
P ₁ X11	79.5	P ₁ X19	2.00	P ₁ X1	0.92	P ₁ X1	25.33	P ₁ X26	15.20
P ₁ X18	79.5	P ₁ X26	2.00	P ₁ X17	0.90	P ₁ X17	25.33	P ₁ X5	14.56
P ₁ X22	79.5	P ₁ X17	1.97	P ₁ X19	0.90	P ₁ X5	23.43	P ₁ X14	14.56
P ₁ X24	79.5	P ₁ X4	1.95	P ₁ X26	0.90	P ₁ X18	22.79	P ₁ X2	13.93
P ₁ X25	79.5	P ₁ X7	1.95	P ₁ X27	0.85	P ₁ X26	22.16	P ₁ X17	13.93
P ₁ X30	79.5	P ₁ X8	1.95	P ₁ X7	0.82	P ₁ X12	21.53	P ₁ X15	13.29
P ₁ X1	79.5	P ₁ X16	1.95	P ₁ X24	0.82	P ₁ X19	21.53	P ₁ X18	13.29
P ₁ X3	79.5	P ₁ X5	1.92	P ₁ X6	0.80	P ₁ X23	20.26	P ₁ X23	13.29
P ₁ X27	78.5	P ₁ X6	1.90	P ₁ X2	0.75	P ₁ X2	18.99	P ₁ X7	12.66
P ₁ X6	78.5	P ₁ X11	1.90	P ₁ X15	0.72	P ₁ X7	18.99	P ₁ X13	11.93
P ₁ X9	78.5	P ₁ X13	1.90	P ₁ X5	0.70	P ₁ X3	17.73	P ₁ X4	11.40
P ₁ X13	78.5	P ₁ X2	1.85	P ₁ X11	0.70	P ₁ X4	17.73	P ₁ X3	11.39
P ₁ X14	78.5	P ₁ X23	1.85	P ₁ X25	0.70	P ₁ X13	17.73	P ₁ X6	11.39
P ₁ X15	78.5	P ₁ X3	1.82	P ₁ X4	0.65	P ₁ X15	17.73	P ₁ X12	11.39
P ₁ X16	78.5	P ₁ X15	1.82	P ₁ X16	0.65	P ₁ X24	17.73	P ₁ X27	11.39
P ₁ X17	78.5	P ₁ X25	1.80	P ₁ X23	0.65	P ₁ X11	17.09	P ₁ X11	10.76
P ₁ X8	77.0	P ₁ X12	1.70	P ₁ X12	0.60	P ₁ X25	17.09	P ₁ X24	10.13
P ₁ X2	76.5	P ₁ X24	1.60	P ₁ X13	0.55	P ₁ X6	14.56	P ₁ X25	10.13
P ₂ X4	80.5	P ₂ X19	2.15	P ₂ X8	1.00	P ₂ X22	34.83	P ₂ X22	22.79

Continuación.....

P ₂ X19	80.5	P ₂ X27	2.15	P ₂ X7	0.92	P ₂ X8	27.23	P ₂ X9	18.36
P ₂ X2	80	P ₂ X18	2.10	P ₂ X6	0.90	P ₂ X24	26.60	P ₂ X19	17.10
P ₂ X5	80	P ₂ X22	2.10	P ₂ X18	0.90	P ₂ X27	26.59	P ₂ X7	15.83
P ₂ X9	80	P ₂ X17	2.08	P ₂ X22	0.90	P ₂ X19	25.96	P ₂ X27	15.19
P ₂ X12	80	P ₂ X8	2.05	P ₂ X23	0.90	P ₂ X13	25.33	P ₂ X1	14.56
P ₂ X6	79.5	P ₂ X6	2.00	P ₂ X17	0.87	P ₂ X9	24.06	P ₂ X24	14.56
P ₂ X13	79.5	P ₂ X13	2.00	P ₂ X19	0.87	P ₂ X7	22.16	P ₂ X6	13.93
P ₂ X16	79.5	P ₂ X25	2.00	P ₂ X27	0.87	P ₂ X25	21.53	P ₂ X8	13.93
P ₂ X17	79.5	P ₂ X23	1.95	P ₂ X9	0.80	P ₂ X26	21.53	P ₂ X18	13.93
P ₂ X26	79.5	P ₂ X5	1.90	P ₂ X30	0.80	P ₂ X18	20.89	P ₂ X26	13.93
P ₂ X1	79	P ₂ X7	1.85	P ₂ X15	0.77	P ₂ X15	20.26	P ₂ X5	13.30
P ₂ X11	79	P ₂ X9	1.85	P ₂ X1	0.75	P ₂ X17	19.76	P ₂ X25	13.29
P ₂ X24	79	P ₂ X15	1.85	P ₂ X14	0.67	P ₂ X6	19.63	P ₂ X30	13.29
P ₂ X30	79	P ₂ X16	1.80	P ₂ X25	0.67	P ₂ X5	18.36	P ₂ X13	12.66
P ₂ X3	78.5	P ₂ X24	1.80	P ₂ X2	0.65	P ₂ X14	17.73	P ₂ X15	12.66
P ₂ X7	78.5	P ₂ X26	1.80	P ₂ X16	0.65	P ₂ X11	17.09	P ₂ X17	12.66
P ₂ X14	78.5	P ₂ X30	1.80	P ₂ X5	0.60	P ₂ X16	17.09	P ₂ X16	11.40
P ₂ X15	78.5	P ₂ X1	1.75	P ₂ X11	0.60	P ₂ X1	16.46	P ₂ X14	10.76
P ₂ X18	78.5	P ₂ X2	1.75	P ₂ X12	0.60	P ₂ X30	16.46	P ₂ X12	10.13
P ₂ X22	78.5	P ₂ X4	1.75	P ₂ X13	0.60	P ₂ X23	15.83	P ₂ X2	9.49
P ₂ X23	78.5	P ₂ X14	1.75	P ₂ X24	0.60	P ₂ X4	15.20	P ₂ X23	9.49
P ₂ X25	78.5	P ₂ X12	1.74	P ₂ X26	0.55	P ₂ X12	14.91	P ₂ X3	8.86
P ₂ X27	78.5	P ₂ X11	1.70	P ₂ X4	0.50	P ₂ X2	12.66	P ₂ X11	8.35
P ₂ X8	77	P ₂ X3	1.50	P ₂ X3	0.45	P ₂ X3	12.66	P ₂ X4	8.23
MEDIA	79.14		1.91		0.77		21.48		13.71
†DMS	1.76		0.25		0.26		8.87		5.03

†DMS al 0.05 de probabilidad; DF = Días a Floración; AP = Altura de planta; AM = Altura de mazorca; FT = Forraje total; PM = Peso de Mazorca; P₁ = Probador de estrecha base genética y P₂ = Probador de amplia base genética.

4.2. Estimación de componentes de varianza

En el Cuadro 4.3 se presenta el tipo de acción génica involucrada para cada una de las características. Al respecto a la mayor varianza aditiva se presentó en forraje total y la menor con nula para días a floración. El rendimiento total de forraje también presentó el valor más alto para la varianza de dominancia, en cuanto al menor valor para este parámetro genético se observó en AM. En términos generales la varianza de dominancia predominó sobre la varianza aditiva.

En las características AP, AM, FT y PM se presentaron valores de 4.0, 1.27, 3.71, y 8.29 respectivamente considerados como sobre dominancia a excepción de DF donde se presentó una tendencia hacia la varianza de dominancia de acuerdo con Falconer (1985), los valores mayores de sobre dominancia presentados muestran que las mejores líneas pueden usarse para formación de híbridos.

Para los efectos de heredabilidad y de dominancia los valores negativos de las varianzas se transformaron a cero como señala Márquez (1988). A excepción de AM a heredabilidad se considera baja para todas las variables, con un valores de 0.00, 7.80, y 8.09 respectivamente, concordando con Chávez (1995).

Cuadro 4.3. Estimación de los parámetros genéticos de cinco características agronómicas.

Variables	σ^2_A	σ^2_D	σ^2_G	d^2	h^2
DF	0.000	0.022	0.022	N.E.	0.000
AP	0.004	0.032	0.036	4.000	7.800
AM	0.011	0.009	0.020	1.270	28.000
FT	4.380	30.250	34.630	3.710	8.090
PM	0.652	22.428	23.080	8.290	2.200

σ^2_A = Varianza aditiva; σ^2_D = Varianza de dominancia; σ^2_G = Varianza genética; d^2 = Grado de dominancia; h^2 = Heredabilidad en sentido estrecho y N.E. = no estimado.

4.3. Análisis de correlación

En el Cuadro 4.4 se muestran las correlaciones de las cinco variables evaluadas, donde se observa que una alta y significativa correlación entre días a floración (DF), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM) y peso de mazorca (PM) con el rendimiento de forraje total (FT) lo que indica que dichas variables pueden utilizarse para seleccionar indirectamente hacia una mayor producción de forraje.

Cuadro 4.4. Coeficientes de correlación y significancia de cinco características agronómicas.

	DF	AP	AM	FT	PM
DF		0.9876**	0.9813**	0.9365*	0.8247ns
AP			0.9806**	0.9687**	0.8920*
AM				0.9677**	0.8883*
FT					0.9674**
PM					

*, ** = Significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad; ns = no significativo; DF = Días a Floración; AP = Altura de planta; AM = Altura de mazorca; FT = Forraje total; PM = Peso de Mazorca.

V. CONCLUSIONES

- En los análisis de varianza realizados en la fuente de variación probadores se encontró significancia estadística solamente para la característica altura de mazorca y para líneas dentro de probadores se encontró significancia únicamente para peso de mazorca.
- Las líneas que mostraron mejores resultados en todas las características evaluadas fueron las número 4, 8, 9, 12, 18, 19 y 22.
- El probador de estrecha base genética considerado en este trabajo como línea pura altamente homocigota identificó de manera más eficiente a las líneas ya que mostró el mayor porcentaje de cruzas que presentaron resultados más altos con respecto al probador de amplia base genética (variedad).
- A excepción de altura de mazorca (AM) en todas las características predominó la varianza de dominancia reflejando su valor en la expresión del grado de dominancia el cual presenta cantidades que superan a la unidad mostrando una sobre dominancia o efecto heterótico.

- Se observa una alta y significativa correlación entre días a floración (DF), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM) y peso de mazorca (PM) con rendimiento de forraje total (FT).

VI. RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se analizó el comportamiento agronómico de 25 líneas endocriadas de maíz al ser cruzadas con dos probadores: 1) Variedad Tlahua 100 (probador de amplia base genética) y 2) Línea L-AN-23 (probador de estrecha base genética). Los objetivos fueron seleccionar las mejores líneas de maíz para uso de híbridos o variedades y evaluar el comportamiento de dos tipos de probadores. El trabajo se evaluó en el ciclo primavera-verano del 2002 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ubicado en Torreón Coahuila. La evaluación se realizó en un ensayo uniforme en bloques al azar con dos repeticiones.

Se encontró que el efecto de probadores mostró diferencia significativa para altura de mazorca y en la interacción líneas dentro de probador solo se presentó significancia para la variable peso de mazorca.

Las líneas que mostraron mejor respuesta fueron la 4,8,9,12,18,19 y 22. En todos los casos el mejor probador fue el probador de estrecha base genética (L-AN-23).

En las variables días a floración (DF), altura de planta (AP), forraje total (FT) y peso de mazorca (PM) predominó la varianza de dominancia con excepción de altura de mazorca (AM). Para altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), forraje total (FT), y peso de mazorca (PM), se mostraron valores que indican sobre dominancia a excepción de días a floración (DF) donde se presentó una tendencia hacia la varianza de dominancia. A excepción de altura de mazorca (AM) la heredabilidad se consideró baja para las demás variables.

Las variables altura de planta (AP), altura de mazorca (AM) y peso de mazorca (PM) muestran una alta y significativa correlación con el rendimiento de forraje total (FT), indicando que dichas variables pueden utilizarse para seleccionar indirectamente una mayor producción de forraje.

VII. LITERATURA CITADA

- Allard, R.W. (1975). Principio de la mejora genética de las plantas. Ed. Omega, S.A. Barcelona, España. 498 p.
- Allison, J.C.S. and R.N. Curnow. 1966. On the choice of tester parent of the breeding of synthetic varieties of maize (*Zea mays L.*). *Crop Sci.* 6:541-544.
- Beard, D.F. 1940. Relative values of unrelated single cross and an open pollinated variety as testers of inbred lines of corn. Doctoral dissertations No. 33:9-16. Ohio State Univ. Press.
- Bustos R., S. 1990. Selección de líneas recobradas de AN7 mediante el uso de probadores; Tesis de licenciatura; U.A.A.N., Buenavista Saltillo, México. 70 p.
- Chávez A., J. L. y López E. 1995. Mejoramiento de plantas I. Editorial Trillas. México. 167 p.
- Ramírez P. A. 2002. Comportamiento de cruza simples y aptitud combinatoria de líneas endogámicas tropicales de maíz. *In: Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética, Saltillo, Coah, México.* 337 p.
- Comstock, R.E. y H.F. Robinson. 1948. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degrees of dominance. *Biometrics.* 4:254-266.
- Creese, C.E. 1956. Heterosis of the hybrid to gene frequency differences between two populations. *Genetics* 53:269-274.
- Lobato, O. R. 2002. Criterios para elegir el mejor probador de la aptitud combinatoria general en líneas de maíz. *In: Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética, Saltillo, Coah., México.* 337 p.
- Duron I., J. R. 1988. Comparación entre probadores para la evaluación de líneas S_2 de maíz. Tesis de Maestría en Ciencias. U.A.A.N. Buenavista Saltillo, México. 60p.

- Espinosa B., A. 1977. Germoplasma tropical en el programa de maíces superenanos del bajo. Tesis licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo. Coah. Méx.
- Falconer, D. 1985. Introducción a la genética cuantitativa. Decimotercera impresión CECSA. México . 135 p.
- Galarza, S.M. (1973). Estudio comparativo entre la prueba de líneas *per se* y la prueba de mestizos para evaluar aptitud combinatoria general de líneas S_1 de maíz (*Zea mays L.*) . Rama de Genética, C.P. Chapingo, Méx.
- Garber, R.J. ; T.E. Odland; Quinsonberry and T.C. Ilvaine Mc. (1926). Varietal experiments and first generation crosses in corn Agric. Exp. Ste. College of Agriculture, West Virginia University, Bul. 199.
- Gómez M., N. y R. Valdivia B. 1988. Dialélico integrado con líneas de diferentes programas de maíz para la región cálida. Fitotecnia Mexicana. 11:103-120.
- González C., F. (1981). Evaluación de mestizos de líneas de maíz con germoplasma de Estados Unidos y de México con tres probadores del trópico seco mexicano. Tesis Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. Méx.
- Guerrero O., J. L. (1981). Determinación de la aptitud combinatoria general y específica de líneas chinas de maíz con un 75 por ciento de germoplasma chino mediante el uso de tres probadores de diferente origen. Tesis Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. Méx.
- Hallauer, A.R. (1975). Relation of gene action an typeof tester in maize breeding procedures. Proceeding of the thirtieth annual corn and sorghum research conference.
- Hallauer, A.R. and E. López P.(1979). Comparisons among testers for evaluating lines of corn. Thirty fourth annual corn and sorghum research conference.
- Hernández A., C. (1975). Obtención de híbridos con líneas tropicales de diferente origen. Tesis Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. Méx.
- Hull, F.H. (1945). Recurrent selection for specific combining ability in corn. J. Am. Soc. Agron. 37:134-145.
- Jenkins, M.T. ans Brunson. 1932. Methods of testing inbred lines of maize in croo-bred combinations, J. Am. Soc. Agron. 24:s23-530.

- Jugenheimer, W.R. 1985. Maíz. Variedades mejoradas, método de cultivo y producción de semillas. Editorial LIMUSA. México. 841 p.
- Jugenheimer, W.R. (1976). Corn improvement, seed production and uses a wiley interscience publication, John Wiley and Sons.
- Luna F. , J. Molina, G y H. Angeles, A. (1973). Comparación de métodos para evaluar aptitud combinatoria general de líneas de maíz (*Zea maíz L.*) en relación al tamaño de muestra del probador. Rama de genética, C.P. Chapingo, Méx.
- Márquez S., F. 1988. Genotecnia vegetal. Tomo II. Primera edición. Editorial AGTESA. México. 563 p.
- Matzinger, D.F. (1953). Comparison of three types of tester for the evaluation of inbred lines of corn. Agron. Journal 45:493-495.
- Moll, R.H. ; J.H. Lonquist; J.V. Fortuno and E.C. Johnson. (1965). The relationship of heterosis and genetic divergence in maize. Genetic 52:139-144.
- Molina G. , J. (1967). Mejoramiento genético del maíz y su aplicación en el trópico de México.
- Paz, J. , R. ; J. Molina G. y L. Bucio, A. 1967. Variedades de bajo rendimiento contra variedades de alto rendimiento como probadores para medir la aptitud combinatoria general de líneas autofecundadas de maíz. Agro ciencia 11:43-55, C.P. Chapingo, Méx.
- Poehlman, J.M. 1987. Mejoramiento genético de las cosechas. Primera edición. Editorial LIMUSA., México 453 p.
- Ramírez D. J. L. 2002, Selección de cruza formadas con el patrón heterótico HV-313. *In*: Memorias del XIX Congreso Nacional de de Fitogenética, Saltillo, Coah, México. 337 p.
- Rawlings, J.O. and D.L. Thompson (1962). Performance level as criterion for the choice of maize tester. Crop. Sci. 2:217-220.
- Reyes C.P. 1979. Manual para desarrollar experimentos agrícolas. ITESM.
- Reyes C.P. Bioestadística Aplicada, Agronomía, Biología, Química, Trillas, México.
- Shull, G.H. (1914). Beginnings of the heterosis concepto en heterosis pp. 14-48 Iowa State College Press.

Sprague, G. F., and L.A. Tatum. 1942. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *J. Amer. Soc. Agron.* 34:923-932.

Strickberger Monroy W.; 1978. *Genetica*, Barcelona Omega.

Treviño R. , A. (1977). Determinación de la aptitud combinatoria de 18 líneas de maíz y sus cruas para el trópico seco mexicano. Tesis Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. Méx.

VIII. APENDICE

Cuadro A1. Análisis de varianza del Diseño I de Carolina del Norte de la variable días a floración

FV	gl	SC	CM	FC	Definición	ECM
Repeticiones	1	11.040	11.040 *			
Probadores	1	0.010	0.010 ns	0.01	M ₂	$\sigma^2e+r\sigma^2L(P)+rL\sigma^2p$
L(P)	48	79.280	1.651 ns	1.07	M ₁	$\sigma^2e+r\sigma^2L(P)$
Error	49	75.459	1.539	7.17	M ₀	σ^2e
Total	99	165.790				
cv(%)		1.568				

*,**= Significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad; ns = no significativo; DF = Días a Floración; AP = Altura de planta; AM = Altura de mazorca; FT = Forraje total; PM = Peso de Mazorca.

Cuadro A2. Análisis de varianza del Diseño I de Carolina del Norte de la variable altura de planta.

FV	gl	SC	CM	FC	Definición	ECM
Repeticiones	1	0.089	0.089 ns			
Probadores	1	0.099	0.099 ns	3.17	M ₂	$\sigma^2e+r\sigma^2L(P)+rL\sigma^2p$
L(P)	48	2.374	0.049 ns	1.57	M ₁	$\sigma^2e+r\sigma^2L(P)$
Error	49	1.545	0.031	2.82	M ₀	σ^2e
Total	99	4.109				
cv(%)		9.257				

*,**= Significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad; ns = no significativo; DF = Días a Floración; AP = Altura de planta; AM = Altura de mazorca; FT = Forraje total; PM = Peso de Mazorca.

Cuadro A3. Análisis de varianza del Diseño I de Carolina del Norte de la variable altura de mazorca.

FV	gl	SC	CM	FC	Definición	ECM
Repeticiones	1	0.089	0.089 ns			
Probadores	1	0.099	0.099 ns	3.17	M ₂	$\sigma^2e+r\sigma^2L(P)+rL\sigma^2p$
L(P)	48	2.374	0.049 ns	1.57	M ₁	$\sigma^2e+r\sigma^2L(P)$
Error	49	1.545	0.031	2.82	M ₀	σ^2e
Total	99	4.109				
cv(%)		9.257				

*,**= Significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad; ns = no significativo; DF = Días a Floración; AP = Altura de planta; AM = Altura de mazorca; FT = Forraje total; PM = Peso de Mazorca.

Cuadro A4. Análisis de varianza del Diseño I de Carolina del Norte de la variable forraje total

FV	gl	SC	CM	FC	Definición	ECM
Repeticiones	1	24.18	24.18ns			
Probadores	1	111.11	111.11ns	2.85	M ₂	$\sigma^2e+r\sigma^2L(P)+rL\sigma^2p$
L(P)	48	2703.55	56.32ns	1.44	M ₁	$\sigma^2e+r\sigma^2L(P)$
Error	49	1911.23	39.00	0.62	M ₀	σ^2e
Total	99	4750.09				
cv(%)		29.06				

*, **= Significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad; ns = no significativo; DF = Días a Floración; AP = Altura de planta; AM = Altura de mazorca; FT = Forraje total; PM = Peso de Mazorca.

Cuadro A5. Análisis de varianza del Diseño I de Carolina del Norte de la variable peso de mazorca.

FV	gl	SC	CM	FC	Definición	ECM
Repeticiones	1	4.91	4.914 ns			
Probadores	1	32.28	32.285ns	2.57	M ₂	$\sigma^2e+r\sigma^2L(P)+rL\sigma^2p$
L(P)	48	1156.95	24.103 *	1.92	M ₁	$\sigma^2e+r\sigma^2L(P)$
Error	49	615.25	12.556	0.39	M ₀	σ^2e
Total	99	1809.41				
cv(%)		25.83				

*, **= Significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad; ns = no significativo; DF = Días a Floración; AP = Altura de planta; AM = Altura de mazorca; FT = Forraje total; PM = Peso de Mazorca.