

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ ANTONIO NARRO ”  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**EVALUACIÓN DE LÍNEAS DE MAÍZ S<sub>8</sub> UTILIZANDO  
PROBADORES DE DISTINTA BASE GENÉTICA.**

**POR**

**ISRAEL GÓMEZ GÓMEZ**

**T E S I S**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**FEBRERO DE 2005**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

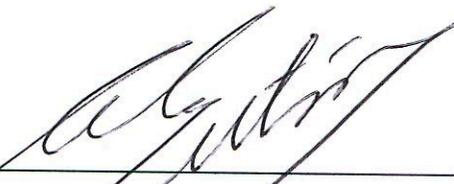
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS PRESENTADA POR EL C. ISRAEL GÓMEZ GÓMEZ ELABORADO BAJO  
LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA Y APROBADA  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

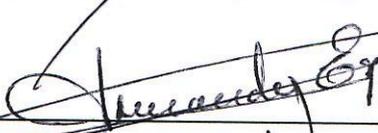
COMITÉ PARTICULAR:

Asesor Principal



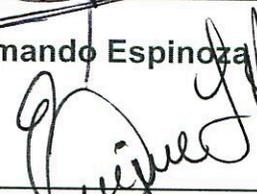
DR. Emiliano Gutiérrez del Río

Asesor:



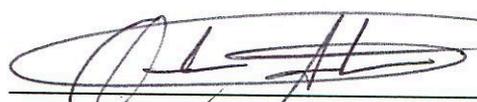
M.C. Armando Espinoza Banda

Asesor:



ING. Enrique Leopoldo Hernández Torres

Asesor:

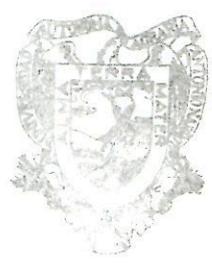


M.C. Oralia Antuna Grijalva

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS



M.C. José Jaime Lozano García



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

TORREÓN COAH., MÉXICO

FEBRERO DEL 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

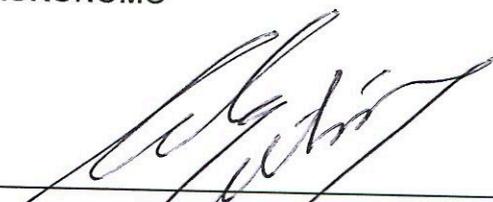
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS PRESENTADA POR EL C. ISRAEL GÓMEZ GÓMEZ ELABORADO BAJO LA  
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA Y APROBADA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE:

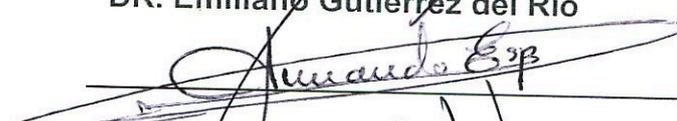
INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR:

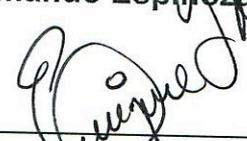
Presidente:

  
DR. Emiliano Gutiérrez del Río

Vocal:

  
M.C. Armando Espinoza Banda

Vocal:

  
ING. Enrique Leopoldo Hernández Torres

Vocal suplente:

  
M.C. Oralia Antuna Grijalva

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

  
M.C. José Jaime Lozano García

  
Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

TORREÓN COAH., MÉXICO

FEBRERO DEL 2005

## DEDICATORIA

A mi padre Dios por concederme la vida y darme la dicha de realizar uno de mis objetivos lo cual es la presentación de la siguiente investigación y de esa misma manera llevar acabo mi formación como profesionista.

A mis abuelos:

Flor de Luz Domínguez de Gómez

Francisco Gómez Saraoz (+)

Por haberme dado la confianza y apoyarme en los momentos más difícil, así también por darme una educación, consejos lo cual me llevo a ser responsable sobre todo respetar a los demás.

A mis tíos

Maria Dorisdey Gómez Domínguez

Rodolfo Cruz Cruz

Por haberme dado un lugar en sus vidas y hacer de mi una persona de provecho dando me los consejos que fueron de gran apoyo para mis estudios ya que ellos son como mis padres por que me apoyaron en todo momento que pase, siempre encontraban la soluciones para mis problemas y de esa manera salir adelante eso es la razón que les dedico con todo respeto y cariño esta investigación.

A mi esposa

María del Carmen Estrada Sánchez

Por darme los momentos más hermoso de mi vida al darme una preciosa niña que es una bendición de Dios, sobre todo por tenerme suficiente paciencia en apoyarme cuando lo necesitaba y exigirme en concluir lo más pronto esta investigación.

A mi hija

Alejandra Dorisdey Gómez Estrada

Por ser lo más maravilloso que me ha regalado Dios lo cual ya tengo por quien superarme para darle una educación y un bienestar en el futuro.

## AGRADECIMIENTOS

A mi "ALMA TERRA MATER" con todo el cariño respeto por haberme alojado en sus instalaciones ya que día a día me prepare profesionalmente y de esa manera lograr uno de mis objetivos siempre lo llevare en mi memoria.

Al DR. Emiliano Gutiérrez del Río. Por haber confiado en mi persona y brindarme todo su apoyo y consejos que me serán útil en mi vida profesional así como en las correcciones y aclaraciones para que la presente investigación se realizará para lograr el título de ingeniero agrónomo.

Al ING. Enrique Leopoldo Enredes Torres. Por haberme brindado su apoyo y darme la facilidad de encontrar todos los medios necesarios para que la mi investigación se agilizará y concluyera lo más pronto posible, para él mis más sinceras gracias.

Al M.C. Armando Espinosa Banda. Por el apoyo brindado durante la realización de la tesis, gracias por su ayuda infinita.

A Rosalba Tejada como secretaria del departamento de fitomejoramiento por que en todo momento me apoyo de una u otra manera ya que para mi es una linda, amable persona a ella le doy las gracias.

A la familia Estrada Ureña por la amistad brindada y por ayudarme cuando más necesitaba muchas gracias.

## INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	vii
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	1
Objetivos	
Hipótesis	
Meta	
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
2.1. Líneas puras	5
2.2. Endogamia	7
2.3. Probadores	8
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	10
3.1. Localización geográfica y características del área del estudio. ....	10
3.2. Material genético. ....	11
3.3. Esquema de siembra de campo para cruza. ....	12
3.4. Siembra de lote de cruza. ....	12
3.5. Riegos. ....	12
3.6. Fertilización. ....	12
3.7. Aclareo de plantas. ....	12
3.8. Control de maleza. ....	13
3.9. Formas de cruza. ....	13
3.10. Cosechas. ....	13
3.11. Segunda etapa. ....	13
3.12. Altura de planta. ....	13
3.13. Días a floración. ....	14
3.14. Altura de mazorca. ....	14
3.15. Longitud de mazorca. ....	14
3.16. Mazorcas podridas. ....	14
3.17. Análisis estadístico. ....	14
<b>IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN</b> .....	15
4.1. Análisis de varianza. ....	15
4.2. Análisis de correlación. ....	21
<b>V. CONCLUSIÓN</b> .....	22
<b>VI. RESUMEN</b> .....	23
<b>VII. LITERATURA CITADA</b> .....	25
<b>VIII. APÉNDICE</b> .....	29

## INDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 3.2.1. Genealogía de las líneas de maíz. . . . .	11
Cuadro 4.1. Comparación de promedios de todas las características evaluadas con respecto a la población Tlahua-100 como probador. UAAAN-UL. . . . .	18
Cuadro 4.2. Comparación de promedios de todas las características evaluadas con respecto al Híbrido P-35 como probador. UAAAN-UL. . . . .	19
Cuadro 4.3. Cuadrados medios de análisis de varianza de seis características agronómicas del diseño bloques al azar. .	20
Cuadro 4.4. Coeficiente de correlación y significancia para cada uno de los probadores de seis características agronómicas. .	21

## I. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad los híbridos de maíz en México y en América Latina son de cruces triple o doble. Sin embargo, uno de los factores que dificultan el desarrollo de estos híbridos son las diferentes fases de evolución a que deben ser sometidas las líneas. Primero consiste en seleccionarla en base a sus comportamientos y posteriormente en su capacidad combinatoria, con el propósito de identificar las cruces 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 semillas.

En la Comarca Lagunera, el maíz es de suma importancia económica por ser una de las cuencas lecheras más grandes de México, por lo cual existe la necesidad de contar con un mayor número de genotipos de maíz superiores en potencial de producción y adaptación.

La producción de maíz para granos y forrajes bajo condiciones de riego ocupa un lugar importante en el patrón del cultivo de la Comarca Lagunera, debido a su alta eficiencia en el uso del agua y en la producción de materia seca por hectáreas, por lo que se le considera como un forraje alternativo para la alimentación del ganado lechero de la región.

El promedio regional de la producción de grano es de 4.5 ton ha<sup>1</sup>, en tanto que para forraje fresco es de 44.7 ton ha<sup>1</sup> y 14 ton ha<sup>1</sup> de forraje seco. Estos niveles de rendimiento se considera bajo si se toma en cuenta que existe tecnología para obtener rendimiento de 8 ton ha<sup>1</sup> de grano y 20 ton ha<sup>1</sup> de forraje seco (Reta *et al.*, 1999).

Entre los factores que limitan el rendimiento de maíz se encuentra el uso de sistema de producción de baja eficiencia en el aprovechamiento de la energía solar durante el período de siembra a floración; como consecuencia de los modelos de siembra, densidad de poblaciones bajas y características agronómicas de los genotipos inadecuadas para aprovechar las ventajas de la producción con altas densidades de población.

El propósito de esta investigación fue evaluar el comportamiento agronómico de nuevas líneas y sus posibles cruzas para una mayor producción y un rendimiento en la Comarca Lagunera.

Actualmente la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna cuenta con esquemas de mejora genético en base a la selección recurrente y endogamia, donde se ha trabajado con poblaciones diferentes con el propósito de formar líneas que al participar en combinaciones híbridas puedan formar híbridos o variedades con alto potencial de rendimiento.

En el presente trabajo se evaluó el comportamiento de catorce líneas con dos probadores una de amplia base genética y un probador de estrecha base genética.

## **1.1. Objetivos.**

### **1.1.2. Objetivo General.**

Evaluar y determinar el comportamiento agronómico de nuevas líneas o genotipos de maíz de grano para una mejor producción y mayor rendimiento en la Comarca Lagunera.

### **1.2.3. Objetivos Específicos.**

- Seleccionar las líneas sobresalientes en base a su comportamiento agronómico y a través de cruzas.
- Determinar el potencial del probador como genotipo potencial en la producción.
- Predecir el comportamiento de los híbridos en base a la respuesta de su cruzamiento.

### **1.2.2. Hipótesis.**

Entre nuevos genotipos de maíz que surgen de programas de mejoramientos oficiales o privados, existen semillas superiores de lo que hoy en día son recomendados.

### **1.2.3.Metas.**

- Poder identificar una línea de mayor potencial agronómico en cuanto a capacidad de adaptación y de gran rendimiento de producción de los que en la actualidad son recomendados.
- Tener alternativas para que de una buena recomendación a los productores de elegir la mejor línea para que sus rendimiento tanto económico como en cuanto a grano sea de éxito con el menor tiempo y esfuerzo posible.
- Tener conocimiento de los diversos fenotipos o líneas que en la actualidad se manejan para poder dar la mejor opción y sobre todo la certeza de que es de gran rendimiento económico y de producción para los socios productores.

## II. REVISION DE LITERATURA.

### 2.1. Líneas puras

East y Hayes (1912), menciona que los efectos más importantes por la endocria y selección, son: 1) como consecuencia de la autofecundación continúa, se ha producido una relación en el vigor vegetativo de todas las líneas de maíz, 2) las líneas endocriadas se diferencian con respecto a numerosos caracteres; 3) algunas líneas endocriadas son mucho mas vigorosas que otras aun cuando poseen el mismo grado de homocigosis; 4) algunas líneas endocriadas carecen de vigor en tal grado que no es posible propagarlas y 5) la endocria continua conduce a la purificación del tipo.

Márquez (1988), menciona que línea pura es la progenie de un individuo en el momento que este se considera homocigótico, de manera que de esa generación en adelante, los individuos reproductores pueden ser tanto como sea posible y deseable. Al llevar todavía por varias generaciones de autofecundación a las líneas para hacer la prueba de AGC, significa varios años de trabajo adicional durante los cuales se estaría acarreando material que podría ser desechado previamente a través de dicha prueba.

Según Poehlman (1986), línea puras es la progenie descendiente únicamente por autofecundación de una planta individual.

Chávez y López (1987), citan que la formación de líneas puras es básico para tener éxito en la hibridación, por que durante la formación de ellas, se debe realizar una selección entre líneas y otra dentro de las líneas con el propósito de eliminar aquellas plantas que presenten características indeseables.

Sinnot (1970), define línea pura como la progenie de un solo individuo obtenido por autofecundación y 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 (1970), esta identidad genética determina que todos los individuos perteneciente a una línea pura tenga exactamente la misma potencialidad hereditaria y, por tanto que sean exactamente iguales exteriormente.

Robles (1986), menciona que la prueba temprana es cuando las líneas de primera o segunda autofecundación se cruza con la variedad original o con otra variedad de amplia base genética, para formar lo que se ha designado como mestizo. También señala que el método de formación de líneas puras con la aplicación de las pruebas temprana en líneas  $S_1$  o  $S_2$ , presentan la oportunidad para detectar pronto aquellas líneas que expresan buena aptitud combinatoria general en las pruebas tempranas de líneas  $S_1$  o  $S_2$ , en relación con las mismas en generaciones autofecundadas hasta  $S_2$  o más; por lo tanto opina que es mejor la evaluación de la ACG, pasando por la prueba temprana, por que al continuar con  $S_3, S_4, S_5$  o más solamente se dedicara trabajos a aquellas líneas que al homogeneizar sus caracteres, tendrán mayor probabilidad de seguir conservando una buena aptitud combinatoria general.

Allard (1967), describe que el valor de una línea pura se basa en su capacidad para producir híbridos superiores cuando se combinan con otras líneas puras, esto significa que requieren una evaluación final la cual puede determinarse mejor mediante el comportamiento de híbridos.

## 2.2. Endogamia

Carlone y Russel (1989), señalan que una alternativa al uso de líneas altamente endogámicas para producir maíz híbrido será el uso de líneas que son parcialmente endogámicas, seleccionadas en pruebas de generaciones tempranas para su habilidad combinatoria y mantenidas por cruzamiento dentro de líneas (cruzamiento entre hermanos).

Wellhausen y Wortman (1954), señalan que mediante endogamia y selección visual en líneas seleccionadas  $S_1$  resultan una pequeña ganancia en habilidad combinatoria en comparación con  $S_3$  pero únicamente cuando las líneas fueron probadas en combinaciones similares a estas, donde la endogamia y selección fueron hechas y que los valores de correlación de rendimiento medio para  $S_1$  y derivadas  $S_3$  en mestizos fueron positivos, altamente significativos y de suficiente tamaño para el valor práctico.

Sprague y Tatum (1942), proponen que en toda fase preliminar de un programa de formación de híbridos de maíz, deben ser líneas endogámicas por su productividad y habilidad combinatoria en sus combinaciones posibles.

### 2.3. Probadores

Mc Lean *et al.* (1997), define probador aquel que clasifica correctamente el merito de los genotipos probado dentro del grupo heterótico, de modo de que diferencie efectivamente los genotipos evaluados, aumente la varianza y la ganancia genética.

Matzinger (1953) señala que el mejor probador es aquel quien proporciona la mayor cantidad de información.

Hiorth (1985), considera que el uso de probadores emparentados con las líneas a evaluar es eficiente, pero no constituye pruebas definitivas, no obstante, los probadores heterogéneos pueden mejorar el rendimiento de las cruzas aunque esto por lo general son menos eficientes que las líneas homocigotas y cruzas simples.

keller (1949), menciona que un probador adecuado para la evaluación de líneas endogámicas debe de detectar inherentes diferencias en la habilidad combinatoria (AC) de estas líneas, y sugiere el uso de dos o más probadores en la evaluación de un grupo de líneas, ya que nos permite comparaciones de (a) su habilidad para ordenar las líneas similares y (b) su alcance de probador por varianza de líneas.

Rawlings y Thompson (1962), definen un buen probador como aquel que clasifica correctamente el comportamiento relativo de líneas y discrimina eficientemente las líneas bajo evaluación.

Jugenheimer (1981), cita que el tipo de probador que debe usarse para la evaluación de las líneas puras, debe dar información base de un programa de hibridación y depende principalmente de lo que se refiere detectar, ya sea aptitud combinatoria general o específica. Además menciona que para determinar la ACG son usadas generalmente las variedades de polinización libre y los sintéticos, debido a su heterogeneidad.

Zambezi (1986), en sus resultados concluye que los probadores endogámicos ( líneas de base estrecha) pueden ser usadas efectivamente para el mejoramiento de aptitud combinatoria ( ACG) y que existen dos razones prácticas : primero, los errores de muestreos son más probable de suceder con probadores heterogéneas; segundo, el uso de una línea endocria o cruza simples, como probador, puede permitir la utilización más rápida de nuevas líneas en híbridos comerciales, específicamente si el probador ya está en uso comercial.

Cedillo (1985) confirma que un buen probador es una cruza simple heterótica.

López (1986) y Márquez (1988) afirma que el mejor probador es una línea no emparentada con líneas en evaluación.

Reyes ( 1982) sugiere que para seleccionar líneas de alta aptitud combinatoria general es recomendable utilizar un probador de bajo rendimiento.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

El presente trabajo de investigación se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna, en Torreón, Coahuila llevándose acabo en dos etapas, la primera consistió en la formación de cruzas en el ciclo agrícola 1999 y la segunda etapa fue la evaluación de las cruzas en el ciclo agrícola 2000.

#### **3.1. Localización geográfica y características del área de estudio.**

La Comarca Lagunera, se encuentra ubicada geográficamente entre los paralelos 24° 30' y 27° de latitud norte y los 102° 40' longitud oeste, a una altura de 1200 msnm. Tiene una temperatura de 21°C y una precipitación pluvial media anual de 200 mm respectivamente. De acuerdo a la clasificación de climas del Dr. C. W. Thorhwaite (1982) la Comarca Lagunera en casi toda su área cultivable (parte central), tiene clima muy seco con deficiencia de lluvia en todas las estaciones, temperatura semicálida con invierno benigno (Ed B1 'b'); exceptuando la parte norte de los municipios Francisco I. Madero y San Pedro, cuyo clima es seco con temperatura semicálida e invierno benigno y seco (D1B1, 'b'); la parte oeste de Nazas cuyo clima es seco con temperatura templada, primavera seca e invierno benigno seco (D1pB2 'b'). (CNA 2000).

### 3.2. Material genético

El material genético utilizado consistió en 14 líneas homocigotas, y 2 probadores, de diferente base genética, el híbrido simple P-3025 como probador de estrecha base genética y la población Tlahua-100 como de amplia base genética las cuales se presentan su genealogía en el cuadro 3.2.1.

**Cuadro 3.2.1 Genealogía de las líneas de maíz**

Tratamiento	Genealogía	Origen	Grados endogámico
1	AN-T1	UAAAN-UL	S <sub>7</sub>
2	AN-2	UAAAN-UL	S <sub>9</sub>
3	AN-SP3	UAAAN-UL	S <sub>7</sub>
4	AN-4	UAAAN-UL	S <sub>9</sub>
5	AN-T4	UAAAN-UL	S <sub>7</sub>
6	AN-T5	UAAAN-UL	S <sub>7</sub>
7	AN-T8	UAAAN-UL	S <sub>7</sub>
8	AN-11	UAAAN-UL	S <sub>9</sub>
9	AN-12	UAAAN-UL	S <sub>8</sub>
10	AN-T12	UAAAN-UL	S <sub>8</sub>
11	AN-T13	UAAAN-UL	S <sub>7</sub>
12	AN-17	UAAAN-UL	S <sub>8</sub>
13	AN-18	UAAAN-UL	S <sub>8</sub>
14	AN-23	UAAAN-UL	S <sub>8</sub>

### **3.3. Esquema de siembra de campo para cruza**

El esquema de siembra para realizar las cruza fue de catorce líneas continuas y dos probadores sucesivamente completando cinco plantas por cruza con los probadores , con una distancia entre planta y planta de 25 cm y entre surco de 75 cm, con una longitud de surcos de cuatro m, para obtener aproximadamente sesenta y ocho plantas de cada línea para ambos probadores.

### **3.4. Siembra del lote de cruza**

La siembra se realizó el 31 de marzo del 1999 en tierra seca, se sembrando tres semillas por punto. Para asegurar la densidad de plantas requeridas.

### **3.5. Riegos**

Se aplicó un riego de presiembra, posteriormente se aplicaron cuatro riegos de auxilio con una lámina de 15 cm cada uno, con un intervalo de 20, 42,63 y 85 días después de la siembra.

### **3.6. Fertilización**

Se realizó en el mes de abril 45 día después de la siembra, se aplicó directamente al suelo con fertilizantes granulados, (180-80-00).

### **3.7 Aclareo de plantas**

Se realizó a los 23 días después de la siembra, dejando un promedio de 4 plantas por metro lineal, para obtener una población de aproximadamente de 52,630 plantas por hectáreas.

### **3.8. Control de maleza .**

Para mantener el cultivo libre de malas hierbas se realizó una escarda mecánica a los 27 y 45 días. Se aplicó después de la siembra 2-4 Damina para maleza de hojas anchas.

### **3.9. Formación de cruzas**

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

### **3.10. Cosecha**

La cosecha se realizó el 10 de septiembre de 1999 posteriormente las mazorcas cosechadas se deshojaron y desgranaron en forma manual para la evaluación de las mismas.

### 3.10.8. Análisis estadístico.

Para el análisis de datos se procedió a utilizar un diseño de bloques al azar con dos repeticiones , usando para el análisis estadístico el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, t ; \quad j = 1, 2, \dots, r,$$

donde :  $\mu$  : media general,  $T_i$  y  $\beta_j$ : efectos de los tratamientos y repeticiones,  $\epsilon_{ij}$  : error experimental para cada observación (  $ij$  ).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Análisis de varianza

Con el objeto de comparar el comportamiento de dos tipos de probadores con 14 líneas homocigotas y 2 probadores de diferentes base genética, ( el híbrido simple P-3025 como probador de estrecha base genética y la población Tlahua- 100 como de amplia base genética ). El procedimiento estadístico para analizar los materiales fue la de sistema de SAS.

En el cuadro 4.1 se presentan los cuadros medios para las características altura de planta ( AP), días a floración ( DF), altura de mazorca (AM), longitud de mazorcas (LM), mazorcas podridas (MP), y rendimiento (REND). Los resultados del análisis de varianza solamente manifestaron diferencias estadísticas (  $P \leq 0.05$ ) entre probadores para las características altura de planta; en las demás variables no se presentó significancia lo cual indica que estos presentaron similitud para llegar a días a floración, longitud de mazorcas , mazorcas podridas y rendimiento. En cuanto al comportamiento dentro de los probadores , solo se observaron diferencias estadísticamente altamente significativas para las características altura de mazorcas , lo cual quiere decir que el comportamiento para el probador fue diferente. Los híbridos se comportan de forma diferente cuando existe una competencia por un ambiente. ( Jungenheimer 1981).

En el cuadro 4.2. se presentan las medias de los tratamientos evaluados tanto para estrecha base genética (C) y la amplia base genética (H) donde se observa que para la C los más sobresalientes fueron 5XC y 7XC con 2.96 y 2.91 metros mientras que para las H fueron 6XH,5XH con 3.05y 2.73, en cuanto días a floración la más tempranas fueron 8XC y 13 XC con 69.5 y 71.00 días para las C y para las H fueron

7XH, 8XH con 71 .00 días , para los tratamientos 6XC,5XC y 6XH y 5XH ambas fueron las más tardías con 74.00, 73.00,74.50 y 73.50 días; para altura de mazorcas para la C fueron para los tratamientos 1XC,9XC y para las H fueron con 2XH, 3XH con un valor de 1.51 metros para ambos, para longitud e mazorca encontramos para C 7XC, 11XC con 0.21 y 0.20 metro y para el tratamiento de las H destacaron 9XH, 12XH con 0.24 y 0.22 metros. En cuanto para mazorcas podridas las que presentaron mayor porcentaje fueron 10XC y 7XC con 11.50 y 10.00 respectivamente y para las H fueron 7XH , 6XH con 7.39 y 6.87. Las pudriciones de mazorcas son producidas por daños de plagas y hongos lo que puede ocasionar considerablemente pérdidas en el cultivo de maíz, debido a esto la disminución del rendimiento que puede ser del 20 al 30 por ciento , además afecta la calidad y el valor alimenticio del grano. ( Jungenheimer 1980).

En cuanto al rendimiento el H superó al C con el tratamiento 7XC con 7.39 ton ha<sup>1</sup> y 6 XH con 6.87 ton ha<sup>1</sup> mientras que par la C fue para el tratamiento 4XC con 6.38 ton ha<sup>1</sup> y el tratamiento 5XC con 6.05 ton ha<sup>1</sup> . La hibridación es un método que permite obtener los rendimientos altos al formar cruzamientos simples o dobles que tienen amplia adaptación e interactúan poco en el medio ambiente. ( Morfin 1988) .

Cuadro 4.1 Comparación de promedios de todas las características evaluadas con respecto a la población Tlahua-100 como probadores. UAAAN\_UL 2001.

Tratamiento	AP (M)	Tratamiento	DF(días)	Tratamiento	AM (m)	Tratamiento	LM (m)	Tratamiento	MP(%)	Tratamiento	Rendimiento to ha <sup>1</sup>
5XC	2.960	6XC	74.000	1XC	1.515	7XC	0.21	10XC	11.500	4XC	6.380
7XC	2.910	5XC	73.000	9XC	1.515	11XC	0.20	7XC	10.000	5XC	6.050
6XC	2.860	7XC	72.500	14XC	1.510	14XC	0.20	8XC	9.500	6XC	5.725
3XC	2.840	1XC	72.500	5XC	1.500	9XC	0.20	9XC	7.500	9XC	5.470
2XC	2.835	4XC	72.000	6XC	1.495	3XC	0.20	12XC	7.500	8XC	5.420
10XC	2.820	14XC	71.500	13XC	1.495	4XC	0.19	4XC	6.500	14XC	5.340
9XC	2.805	9XC	71.500	2XC	1.490	6XC	0.19	6XC	6.000	1XC	5.275
1XC	2.800	10XC	71.500	4XC	1.490	1XC	0.19	2XC	5.500	2XC	5.270
14XC	2.790	11XC	71.500	3XC	1.490	10XC	0.19	3XC	5.000	7XC	5.200
8XC	2.770	2XC	71.000	12XC	1.485	5XC	0.18	5XC	5.000	3XC	5.100
12XC	2.740	3XC	71.000	10XC	1.485	12XC	0.18	14XC	5.000	10XC	4.970
4XC	2.735	12XC	71.000	11XC	1.485	13XC	0.18	11XC	3.500	13XC	4.160
11XC	2.715	13XC	71.000	8XC	1.485	2XC	0.18	1XC	3.000	12XC	4.100
13XC	2.675	8XC	69.500	7XC	1.480	8XC	0.17	13XC	3.000	11XC	4.010
<b>DMS</b>	<b>0.00</b>		<b>16.98</b>		<b>0.00</b>		<b>0.00</b>		<b>5.41</b>		<b>3.67</b>
<b>Media</b>	<b>2.80</b>		<b>71.67</b>		<b>1.49</b>		<b>0.19</b>		<b>6.32</b>		<b>5.17</b>
<b>Rango</b>	<b>0.20</b>		<b>4.5</b>		<b>0.03</b>		<b>0.04</b>		<b>8.5</b>		<b>2.37</b>

Cuadro 4.2. Comparación de promedios de todas las características evaluadas con respecto al Híbrido P-35 como probadores. UAAAN\_UL 2001.

Tratamiento	AP (M)	Tratamiento	DF (días)	Tratamiento	AM (m)	Tratamiento	LM (m)	Tratamiento	MP(%)	Tratamiento	Rendimiento to ha <sup>1</sup>
6XH	3.050	6XH	74.500	2XH	1.515	9XH	.24	13XH	8.500	7XH	7.390
5XH	2.735	5XH	73.500	3XH	1.515	12XH	.22	1XH	6.500	6XH	6.875
8XH	2.675	1XH	73.500	11XH	1.510	2XH	.21	4XH	6.500	10XH	6.550
2XH	2.670	10XH	73.000	14XH	1.510	5XH	.21	14XH	6.000	1XH	6.455
11XH	2.615	3XH	73.000	13XH	1.510	6XH	.20	7XH	6.000	5XH	6.345
10XH	2.555	2XH	72.500	7XH	1.510	13XH	.20	2XH	6.000	11XH	6.085
12XH	2.530	11XH	72.500	10XH	1.505	11XH	.20	10XH	5.500	12XH	5.980
13XH	2.551	12XH	72.500	8XH	1.500	1XH	.20	13XH	5.500	13XH	5.945
9XH	2.490	13XH	72.000	12XH	1.495	8XH	.20	9XH	5.500	8XH	5.685
14XH	2.440	9XH	72.000	5XH	1.485	7XH	.19	6XH	5.000	3XH	5.550
7XH	2.425	4XH	72.000	9XH	1.485	10XH	.19	8XH	4.000	2XH	5.405
4XH	2.405	14XH	72.000	1XH	1.485	14XH	.19	12XH	3.000	14XH	5.300
1XH	2.405	7XH	71.500	4XH	1.485	4XH	.18	11XH	3.000	9XH	5.210
3XH	2.400	8XH	71.500	6XH	1.485	3XH	.17	5XH	2.000	4XH	4.530
<b>DMS</b>	<b>0.00</b>		<b>16.97</b>		<b>0.00</b>		<b>0.00</b>		<b>7.27</b>		<b>3.75</b>
<b>Media</b>	<b>2.56</b>		<b>72.57</b>		<b>1.49</b>		<b>.20</b>		<b>5.21</b>		<b>5.95</b>
<b>Rango</b>	<b>0.65</b>		<b>3</b>		<b>0.03</b>		<b>0.07</b>		<b>5.6</b>		<b>2.86</b>

**4.3. Cuadros medios de análisis de varianza de 6 características agronómicas del diseño bloques al azar.**

FV	GL	AP	DF	AM	LM	MP	REND
Trat.	29	0.065*	2.368ns	0.000**	4.387ns	9.703 ns	2.396ns
Bloq	1	0.001**	3.879ns	0.000**	2.295*	6.827ns	4.982ns
Error	28	0.022	5.807	0.000	1.485	2.943	1.482
Total	57						
CV(%)		5.524	8.603	3.645	10.011	28.228	1.686

\*,\*\*= significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad ; ns = no significativo; AP = Altura de planta; LM =Longitud de mazorcas; AM = Altura de Mazorca; DF= Días a floración; MP = Mazorcas Podridas; Rendimiento ton ha

### 4.3. Análisis de correlación

En el cuadro 4.3 se muestra la correlación de cada uno de los tratamientos evaluados para las C y H. Se presenta una alta dependencia de las mismas por que pueden ser utilizadas para llevar acabo una eficiente selección de genotipos con alto potencial de rendimiento ( López 2003).

**Cuadro 4.4 Coeficiente de correlación y significancia para cada uno de los probadores de seis características agronómicas**

**C**

	AP	DF	AM	LM	MP	REND
AP		0.634**	0.164*	0.635**	0.409*	0.696**
DF			0.972**	0.554*	0.104*	0.000
AM				0.575*	0.975**	0.949**
LM					0.221*	0.579*
MP						0.105*
REND						

**H**

	AP	DF	AM	LM	MP	REN
AP		0.952**	0.431*	0.066*	0.088*	0.908**
DF			0.349*	0.945**	0.931**	0.000
AM				0.345*	0.354*	0.349*
LM					0.092*	0.945**
MP						0.931**
REND						

## V. CONCLUSIÓN

Los híbridos que obtuvieron un mayor rendimiento de grano al 15 por ciento de humedad hablando de todas las características agronómicas evaluadas considerando tanto para la estrecha base genética (C), como de amplia base genética (H) son las siguientes: 5XC y 7XC, 6XH y 5XH.

En cuanto a las características días a floración (DF) los tratamientos más precoz son 8XC y 13XC con los siguientes valores 69.5 y 71.00 días y los más tardíos fueron 6XC, 5XC y 6XH y 5XH con valores 74.00, 73.00 y 74.50, 73.50 respectivamente.

Para las características altura de mazorcas (AM) los tratamientos que presentaron una mayor altura de mazorcas son para 1XC y 9XC para (C) y los tratamientos 2XH y 3XH para (H) con valor de 1.15 cm donde se refleja que para ambos tratamientos fueron iguales.

Los tratamientos que presentaron menor altura de mazorcas son 3XC con 1.48 cm y 14XH con valor de 1.48 cm. Donde se reflejó que para ambos tratamientos se asemejan.

En cuanto a las características longitud de mazorcas (LM) mencionamos que para estrecha base genética (C) el tratamiento que presentó una mayor longitud de mazorca es 7XC con valor de 0.21m y para el tratamiento 8XC con valor de 0.7 m siendo el más bajo. Mientras que para los demás tratamientos oscilaron entre 0.18 y 0.20m. Para Amplia base genética el que presentó una mayor longitud de mazorcas

es para el tratamiento 9XH con 0.24 m y el que obtuvo menor longitud es para el tratamiento 3XH con valor de 0.17 m.

Para las características de mazorcas podridas (MP) los que presentaron un menor porcentaje en pudriciones son para los tratamientos 5XH y 11XH con valores de 2.00 y 3.00 por ciento y los que obtuvieron un mayor porcentajes son para los tratamientos 13XH con 8.50 para los híbridos.

En cuanto a la población Tlahua-100 los que presentaron un menor porcentaje de pudriciones fueron para los tratamientos 13XC con 3.00 y el de mayor porcentaje fue 10XC con 11.50 por ciento de mazorcas podridas.

En rendimiento se observó que el híbrido superó a la población con una diferencia de  $1.01 \text{ t ha}^{-1}$ , siendo los tratamientos que más sobresalieron 7XH con  $7.39 \text{ t ha}^{-1}$  y 4XC con  $6.38 \text{ t ha}^{-1}$ .

Las variables días a floración (DF) y rendimiento (REND) muestran alta significancia en el análisis de correlación para ambos probadores.

## VI. RESUMEN

El maíz se ha tomado como un cultivo muy estudiado para investigaciones científicas en los estudios de genética. Para este trabajo se analizaron el comportamiento agronómico de 14 líneas homocigotos y 2 probadores de diferente base genética, el híbrido simple P-3025 como probador de estrecha base genética y la población Tlahua -100 como de amplia base genética que se ha estudiado su genotipo y por tratarse de una planta monoica aporta gran información ya que posee una parte materna (femenina) y otra paterna (másculino) por lo que pueden crear varias cruzas y crear nuevos híbridos para el mercado.

Los objetivos de estos cruzamientos van encaminados a la obtención de altos rendimientos en producción y mayor rendimiento. Por ello, se selecciona en masa aquellas plantas que son más resistentes a virosis, condiciones climáticas, plagas y que desarrollen un buen porte para cruzarse con otras plantas de maíz que aporten unas características determinadas de lo que se quiera conseguir como mejora de cultivo. También se selecciona según la forma de la mazorca de maíz, aquellas sobre todo que posean un elevado contenido de granos sin deformación.

En análisis de varianza se encontró significancia estadística para altura de planta (AP) mientras que para altura de mazorca (AM) fue altamente significativo.

Las líneas que mostraron mejores respuestas fueron 6XH en (AP, DF), 9XH en (LM) y 7XH en (REND). Para todas las características el mejor probador fue el de estrecha base genética (P-3025).

En cuanto al análisis de correlación se encontró que el efecto para estrecha base genética mostró alta significancia para las características días a floración (DF), longitud de mazorca (LM), rendimiento (REND), en el probador de amplia base genética.

Las variables días a floración (DF) y rendimiento (REND), muestran una alta significancia en la correlación de estrecha base genética. Por lo que nos demuestra que las variables ya mencionadas pueden ser utilizadas para obtener una mayor producción.

## VII. LITERATURA CITADA

- Allard, R.W. 1967. Principios de la mejora genética de las plantas. Cuarta edición. Edición Omega, Barcelona España. Pp. 283-284.
- Allison, J. C. S. And R. N. Curnow. 1966. On the choice of tester parent for the breeding of synthetic varieties of maize ( *zea mays* L.) Crop Sci. 6:541-544.
- Carlone, M.R. and W.A. Russel 1989. Evaluation of  $S_2$  maize lines reproduced for several generation by ranfow mating within lines. Comparisons for test cross performance of original and advanced  $S_2$  and  $S_8$  es Crop. Sci. 29:899-904.
- Cedillo G., V., 1985. Comportamiento de 26 líneas de maíz ( zea mayz L ) derivadas de Volumen 524 en un estudio de aptitud combinatoria con tres tipos de probadores. Tesis de Licenciatura UAAAN Buenavista; Saltillo, Coahuila , México.. 321 p.
- Comisión Nacional del Agua. 2000. Gerencia regional, cuencas centrales del norte; sub-Gerencia regional técnica y administrativa del agua.
- Chávez, Araujo, J .L. y E. López P. 1987. Apuntes de mejoramiento de plantas II. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 158 p.

- De la Loma . 1970. Estimación de la habilidad combinatoria en cruzas simples de maíz  
II.Congreso Nacional de genética. Sociedad Mexicana de genética. UAAAN  
Buena-vista, Saltillo, Coahuila México. . 193 p.
- East, E.M. 1908. Inbreeding in corn. Rep connecticut Agr.Exp.Sta. For 1907.Pp. 419-  
428.
- Hayes. H.K. y F.R. Immer 1995 . Métodos Fitotécnicos (procedimiento científicos para  
Mejorar la plantas). Editorial continental S.A. México D.F.Pp. 239, 304.
- Hiorth, G.E.1985.Genética cuantitativa I :Fundamentos Biológicos. Universidad de  
CórdobaFacultad de Ciencias Agropecuarias. Argentina.223 p.
- Jenkins, M.T.1932. Methods of testiig inbred lines of maize in croo-bred combinations,  
J.AmSoc. Agron. 24:S 23-530.
- Jugenheimer, W.R. 1980.Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y  
producción de semillas. Primera edición. Editorial Limusa. México D.F.  
pp148-152,191-219.
- Jugenheimer,W.R. 1981. Maíz,variedades mejoradas, métodos de cultivos y  
producción desemillas. Editorial Limusa . México. 841 p.

- Keller, K. R. 1949. A comparison involving the number and relation between testers in evaluating inbred lines of maize. *Agr. Jour.* 41:323-331.
- López, D.J. A. 2003. Selección recurrente de familias de hermanos completos en maíz (*Zea mays L.*) en la población flahuac 100. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón Coahuila, México. 38 p.
- López, P. E. 1986. Comparación entre diferentes probadores para evaluar líneas de maíz. Folleto de divulgación. Vol. 1, No. 7. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 15 p.
- Márquez S.F. 1988, Genotecnia Vegetal, métodos, teoría, resultados. Tomo II Primera edición. Editorial AGTSA, S.A. México. Pp 144-161.
- Mc Leon, S.D., S.K. Vasal, S. Pondevy and G. Srinivasan. 1997. The use of testers to exploit heterosis in tropical maize at CIMMYT. In: Book of abstracts. The genetics and exploitation of heterosis in crops. An international symposium México D.F. Pp 26-27.
- Matzinger, D.F. 1953. Comparison of three types of testers for the evaluation of inbred lines of inbred lines of corn. *Agron. Jour.* 45:493-495.

- Morfin, V.A. 1989. Utilización de parámetros de estadísticas en genotipos de maíz en el Estado de Colima. Memoria XII Congreso Nacional de Citogenética U.A. de Chapingo, México, D.F. 276 p.
- Pohelman, J .M. 1986. Mejoramiento genético de las cosechas. Primera edición. Editorial Limusa, S.A. México. Pp. 76,191, 219.
- Rawlings, J.O. and D.L. Thompson. 1962. Performance level as criterion for the choice of maize testers. Crop Sci. P. 2 (3): 217- 220.
- Reta, S. D. Y Gaytan, M. A. 1999. Sistema de producción para incrementar la productividad y sustentabilidad de maíz para grano y forraje . Publicación especial. CELALA-INIFAP-SAGARPA.
- Reyes M.C. y J. Molina G. 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. Primera edición. Editorial Limusa. México D.F. Pp.341-343.

Sinnot, E.W. 1970. Principios de Genética. Cuarta edición . Editorial Omega. 38 p.

Sprague, G.F. and L. A. Tatum. 1942 General Vs Specific combining ability in single crosses of corn. Plant breeding abstracts. Vol.13, No. 501. 134p.

Wellhausen, E.J. and L. S. Wortman 1954. Combining Ability of  $S_1$  and Derived  $S_3$ . Lines of corn. Agr. Jour. 46: 86-89.

Zambezí, B.T; E.S. Honer, and F.C. Martin. 1986. Inbred lines as testers for general combining ability in maize. Crop. Sci (269) : 908-910.

## VIII. APÉNDICE

**A1. Análisis de varianza Altura de planta (AP). Evaluación de líneas de Maíz S<sub>8</sub> utilizando probadores de amplia base genética y estrecha base genética. UAAAN- UL.**

FV	GL	SC	CM	FC	P> F
Tratamiento	29	1.89811552	0.06545226 *	2.96	0.0026
Bloque	1	0.00125690	0.00125690*	0.06	0.8133
Error	28	0.61949310	0.02212473		
Total	57	2.51760862			
C.V (%)		5.524			

\*,\*\*= significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad ; ns = no significativo.

**A2. Análisis de varianza Altura de mazorca (AM). Evaluación de líneas de maíz S<sub>8</sub> utilizando probadores de amplia base genética y estrecha base genética . UAAAN-UL.**

FV	GL	SC	CM	FC	P> F
Tratamiento	29	0.01667241	0.000057491**	1.74	0.0738
Bloque	1	0.00223448	0.00223448**	6.75	0.0148
Error	28	0.00926552	0.00033091		
Total	57	0.02593793			
C.V (%)		3.64			

\*,\*\*= significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad ; ns = no significativo.

**A3. Análisis de varianza días a floración ( DF) . Evaluación de líneas de Maíz S<sub>8</sub> utilizando probadores de amplia base genética y estrecha base genética.UAAAN- UL.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P&gt; F</b>
Tratamiento	29	68.68965517	2.36860880ns	1.59	0.110
Bloque	1	4.41379310	4.41379310ns	2.97	0.095
Error	28	41.58620690	1.48522167		
Total	57	110.27586207			
C.V (%)		10.01			

\*, \*\*= significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad ; ns = no significativo.

**A4. Análisis de varianza mazorca podrida (MP). Evaluación de líneas de maíz S<sub>8</sub> utilizando probadores de amplia base genética y estrecha base genética . UAAAN-UL.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P&gt; F</b>
Tratamiento	29	281.39655172	9.70332937ns	1.67	0.089
Bloque	1	3.87931334	3.87931034ns	0.67	
Error	28	162.62068966	5.80788177		
Total	57	444.01724138			
C.V (%)		28. 228			

\*, \*\*= significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad ; ns = no significativo.

**A5. Análisis de varianza longitud de mazorca ( LM) . Evaluación de líneas de Maíz S<sub>8</sub> utilizando probadores de amplia base genética y estrecha base genética. UAAAN- UL.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P&gt; F</b>
Tratamiento	29	127.23500000	4.387413789ns	1.49	0.147
Bloque	1	6.82775862	6.82775862ns	2.32	0.139
Error	28	82.42724138	2.94383005		
Total	57	209.66224138			
C.V (%)		8.60			

\*,\*\*= significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad ; ns = no significativo.

**A6. Análisis de varianza rendimiento (REND). Evaluación de líneas de maíz S<sub>8</sub> utilizando probadores de amplia base genética y estrecha base genética . UAAAN-UL.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P&gt; F</b>
Tratamiento	29	69.39655172	2.39298454ns	1.61	0.104
Bloque	1	4.98275862	4.98275862ns	3.36	0.077
Error	28	41.51724138	1.48275862		
C.V (%)		68 .00			

\*,\*\*= significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad ; ns = no significativo.