

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**HÍBRIDOS EXPERIMENTALES DEL CIMMYT PARA LA COMARCA  
LAGUNERA**

**P O R**

**LEONEL BERNAL MONJARAZ**

**T E S I S**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TORREÓN, COAH. MÉXICO**

**DICIEMBRE DE 2008.**

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. LEONEL BERNAL MONJARAZ, ELABORADO BAJO SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EN TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**COMITÉ PARTICULAR**

ASESOR PRINCIPAL:

  
DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR:

  
DR. ARTURO PALOMO GIL

ASESOR:

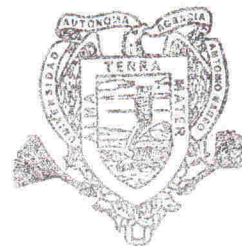
  
MC. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

ASESOR:

  
ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS**

  
MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

DICIEMBRE DE 2008

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. LEONEL BERNAL MONJARAZ, QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**COMITÉ EXAMINADOR**

PRESIDENTE

  
DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL

  
DR. ARTURO PALOMO GIL

VOCAL

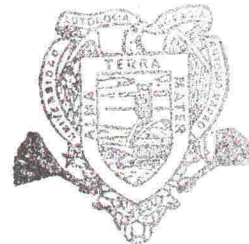
  
MC. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

VOCAL SUPLENTE

  
ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS**

  
MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

DICIEMBRE DE 2008

## DEDICATORIA

### *Adiós*

*Por darme salud y la fuerza necesaria, por a ver alcanzado la meta que me propuse al momento de separarme de mi familia.*

### *A mi madre*

*MARÍA ROSARIO MONJARAZ ORTÍZ*

*Por a verme dado la vida, por su apoyo incondicional, por el cariño brindado siempre, y sobretodo por la comprensión que siempre tubo en mí, pero sobretodo por estar siempre conmigo, y por hacerme una persona de bien ya que con el apoyo brindado pude terminar mi estudio profesional gracias mamá.*

### *A mi padre*

*ISAIAS ABEL BERNAL LOPEZ*

*Le agradezco a mi padre por a verme hecho un hombre de bien, por todo el apoyo brindado en las buenas y en las malas pero sobre todo le agradezco sus consejos ya que fueron piezas claves para terminar mis estudios profesionales gracias papá por todo.*

*A mis hermanas*

*CAROLINA BERNAL MONJARAZ*

*MARISOL BERNAL MONJARAZ*

*FABIOLA BERNAL MONJARAZ*

*Agradezco especialmente a mi hermana mayor. CAROLINA BERNAL MONJARAZ, por todo el apoyo brindado en mi estancia como estudiante ya que fue una pieza clave para terminar mis estudios profesionales ya que sin su apoyo me hubiese sido difícil terminar.*

*Agradezco el apoyo brindado a cada uno de mis primos y primas que siempre estuvieron presente en todo momento gracias por todo.*

*Para mis tíos y tías que siempre estuvieron presentes en todo momento, ya que siempre estuvieron muy a tentó en cada paso que daba.*

*A mis abuelos les agradezco los buenos consejos que me dieron ya que fueron pieza clave para terminar mis estudios.*

## *AGRADECIMIENTO*

*A dios*

*Por a verme brindado salud en toda esta etapa que estuve solo en mi segunda casa que fue la UAAAN-UL, nuevamente doy gracias a tí señor por a verme permitido concluir con esta etapa tan importante en mi vida.*

*A mi “Alma Terra Mater” por a verme dado la oportunidad de realizar mis estudios profesionales, ya que me brindo las herramientas necesarias para culminar con la carrera.*

*En especial a mi asesor el **DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA** por compartir parte de sus conocimientos conmigo, por platicar sus experiencias vividas en sus etapas de estudios así como el motivarme para seguir adelante, y por la paciencia que tuvo conmigo.*

*A mis asesores*

*DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA*

*DR. ARTURO PALOMO GIL*

*M.C. ORALIA ANTUNA GRIJALVA*

*ING. LEOPOLDO E. HERNÁNDEZ TORRES*

*A todo el personal de Fitomejoramiento a la señora Rosalba tejada correa por todas sus atenciones brindadas durante mi estancia en la universidad, al Ing. Rubén Ramos Zamarripa por su apoyo en este proyecto ya que me brindo la confianza y motivación para seguir a delante gracias a esa oportunidad brindada adquirí confianza y mas conocimiento pero sobretodo le agradezco las horas de atención que me brindo ya que siempre estuvo ahí pendiente en todo.*

*A mis compañeros de clases*

*Les agradezco el apoyo brindado de mis compañeros en las buenas y en los malas, en especial a todos mis compañeros de parranda: Moisés (el pausas), Ismael (el cabe), Uriel (el ciego), Mateo (El camotero), Argenis (el pululó), Mildon (el tachis), Adán (el tamalín), Marco polo (la pepa), Rolfi (el moustro), Isidro (el peje), Jonathan (el buki), Johnny (el chorizín), Miriam (la chaparra), Ciro (el patriarca), Benjamín (el loco), Nico (el mandilón), María irene (la tigresa), Rafa (el pay), Osviel (el güero), Cesar (el enamorado), Matuzalen (el loco), Gabi (el matado) y Braulio (zombi).*

<b>INDICE</b> .....	<b>página</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>VI</b>
<b>INDICE DE CUADRADO</b> .....	<b>X</b>
<b>I.INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
1.1 Objetivo .....	5
1.2 Hipotesis .....	5
1.3 Metas .....	5
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Resistencia a sequia.....	8
2.2 Clasificación taxonómica del maíz.....	10
2.3 Descripción de la planta de maíz.....	10
2.4 Híbridos.....	10
2.5 Híbrido simple .....	11
2.6 Híbrido triple o trilineal .....	12
2.7 Híbrido doble.....	12
2.8 Formación de híbridos .....	12
<b>III.MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>13</b>
3.1 Ubicación geográfica .....	13
3.2 Material genético, cuadro 3.2.....	14
3.3 Diseño experimental .....	15
3.4 Preparación del terreno .....	15
3.5 Siembra.....	15
3.6 Aclareo de planta .....	15
3.7 Fertilización.....	16
3.8 Riegos.....	16
3.9 Control de malezas .....	16
3.10 Control de plagas.....	17



3.11 Cosecha.....	17
<b>IV. VARIABLES EVALUADAS.....</b>	<b>18</b>
4.1 Floración masculina (FM).....	18
4.2 Floración femenina (FF).....	18
4.3 Altura de planta (AP).....	18
4.4 Altura de mazorca (AM) .....	18
4.5 Cobertura de mazorca (CoM) .....	19
4.6 Aspecto de mazorca (AsM).....	19
4.7 Peso campo de mazorca (RM) .....	19
4.8 Aspecto de planta (AsP) .....	19
4.9 <i>Bipolaris maydis</i> (BM) .....	19
4.10 Rendimiento de grano (REN).....	20
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>20</b>
5.1 Fórmula utilizada para la correlación .....	20
5.2 Análisis de varianza .....	21
5.3 Cuadro 5.3. Cuadrados medios del análisis de varianza .....	22
5.4 Cuadro 5.4. Valores medio de las variables.....	26
5.5 Cuadro 5.5. Coeficientes de correlación. ....	28
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>VII. RESUMEN.....</b>	<b>30</b>
<b>VIII. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>31</b>
<b>IX. ANEXO.....</b>	<b>34</b>
<b>X. CODIFICACIÓN EN SAS DEL MODELO ESTADISTICO .....</b>	<b>35</b>

## X. ÍNDICE DE CUADROS

En el cuadro 3.2. descripción y origen del material genético utilizado en el trabajo de tesis.....14

En el cuadro 5.3. Cuadrados medios del análisis de varianza de diez variables evaluadas en híbridos de maíz para Grano en la UAAAN-UL Torreón Coahuila.....22

Cuadro 5.4 Valores medios de 10 variables evaluadas en 18 híbridos experimentales provenientes del CIMMYT y dos testigos del programa de mejoramiento de la UAAAN-UL.....26

Cuadro 5.5 Coeficiente de correlación de diez variables evaluadas.....28

## I. INTRODUCCIÓN

La planta del maíz es un pasto anual gigante de la familia de las gramíneas. Forma parte de la familia Maydae que tiene cinco géneros, tres americanos y dos orientales y, es la única especie del género *Zea*. En la nomenclatura científica se le conoce como *Zea mays*. Su domesticación data de entre 5,000 y 10,000 años A.C. Los cereales son considerados, mundialmente, como las especies vegetales más importantes para la alimentación de los seres humanos y animales domésticos (Dell'Orto y Arias, 1983).

El maíz es uno de los cereales de rápido crecimiento y con una buena capacidad reproductiva, este cultivo después del arroz y el trigo se considera el mas importante a nivel mundial en la alimentación humana y en la actualidad también para los animales (FAO, 1983). De acuerdo con la información de la USDA, la superficie mundial cosechada se ubica en 283.3 millones de hectáreas, en promedio anual, entre los años 1996, 1997, 2002 y 2003.

Sin duda uno de los granos que mas demanda tiene en el mundo es el maíz, es utilizado tanto en la dieta de los humanos, como alimento forrajero o en los países industrializados como materia prima en subproductos, que van desde almidones, aceites hasta ácidos químicos y combustibles que son de gran utilidad para la agroindustria, así que juegan un papel importante en la economía de muchos países.

Los principales países productores de maíz por orden de importancia son: Estados Unidos, China, la Unión Europea, Brasil, Argentina, Sudáfrica y México. De los cuales se obtiene más del 80 por ciento de la producción mundial, la cual se ubica, en un promedio anual, 595.3 millones de toneladas de maíz, en promedio anual, indica que México produce cerca del 3 por ciento mundial, lo que lo ubica por arriba de los países como Argentina y Sudáfrica.

En México el maíz es un cultivo de enorme importancia social y económica. Ocupa el 62 por ciento de la superficie cultivada y da empleo a cerca de 3 millones de agricultores. Representa la mitad del volumen total de alimentos que consumen los mexicanos cada año y proporciona a la población cerca de la mitad de las calorías requeridas. Se estima que entre 15 y 18 millones de personas dependen en el país de la producción de esta especie para ganarse la vida. Su cultivo se extiende a lo largo de todo el territorio nacional, sobre distintos contextos geográficos, ecológicos, técnicos y sociales (INEGI, 2002).

El maíz en la Comarca Lagunera, ocupa el segundo lugar después de la alfalfa con una superficie cosechada de 37,412 ha de las cuales se siembran 3,408 de maíz para grano con rendimientos promedio de 3.2 t ha<sup>-1</sup> y 34,004 ha de maíz forrajero con rendimientos de forraje fresco de 44.1 t ha<sup>-1</sup>, con un punto de equilibrio de 5.6 t ha<sup>-1</sup> y 30.4 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, utilizando híbridos comerciales donde el costo de la semilla va del 17-20 % de los costos de producción. En temporal, con siembra de variedades de polinización libre principalmente, se reporta una superficie cosechada de 6562 ha<sup>-1</sup> con una producción de 0.509 t ha<sup>-1</sup> y 0.766 t ha<sup>-1</sup> con un promedio de 36.9 t ha<sup>-1</sup> de maíz para grano y forraje respectivamente (SAGARPA, 2007).

La enorme capacidad del maíz para adaptarse tiene que ver con las características fisiológicas de la planta, pero más tiene que ver con el trabajo de domesticación y el conocimiento de los agricultores.

La resistencia a la sequía es uno de los objetivos primordiales de los programas de mejoramiento de maíz de las regiones tropicales del mundo. Los efectos de la sequía en el maíz (*Zea mays* L.) son bastante drásticos, mucho más cuando el déficit hídrico ocurre antes de la floración. El Centro Internacional de Maíz y Trigo (CIMMYT) ha dedicado grandes esfuerzos destinados al desarrollo de metodología y germoplasma de maíz resistente a la sequía.

En México actualmente en diferentes instituciones se llevan a cabo programas de mejoramiento, ya que las variedades e híbridos de maíz que se explotan presentan un comportamiento muy distinto cuando se siembran en diferentes regiones.

En el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), han desarrollado programas de mejoramiento para tolerancia a la sequía, los cuales involucran el estudio de respuestas fisiológicas, morfológicas, anatómicas y fenológicas. Estos trabajos se han enfocado en la disminución de los efectos de la sequía a la floración y durante el llenado del grano, donde las reducciones en rendimiento pueden llegar a ser de 6 a 2 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. De estos trabajos, se han derivado híbridos experimentales con características de tolerancia a sequía, por lo que la presente investigación esta enfocada en evaluar un grupo de híbridos procedentes del CIMMYT de manera que se puedan seleccionar aquellos que presenten una mayor productividad y mejores características agronómicas bajo las condiciones edafoclimáticas de la Comarca Lagunera.

### **1.1 Objetivos:**

Evaluar el comportamiento de 20 híbridos experimentales tolerantes a sequía en condiciones óptimas de humedad bajo las condiciones edafoclimáticas de la Comarca Lagunera.

### **1.2 Hipótesis:**

Ho: Se espera que los híbridos tengan buen potencial de rendimiento y adaptación bajo las condiciones ambientales en la Comarca Lagunera.

Ha: Los híbridos no tendrán buen rendimiento y adaptación bajo las condiciones ambientales en la Comarca Lagunera.

### **1.3 Metas**

Identificar al menos un híbrido de mayor potencial agronómico en cuanto a rendimiento y capacidad de adaptación.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

Allard (1980) define a un híbrido como el aumento de tamaño o en vigor de este con respecto a sus progenitores. También propuso el termino heterosis para denotar el incremento en el tamaño y vigor después de los cruzamientos.

CIMMYT (1999) la hibridación, es un método de mejoramiento genético con mayor eficiencia en la producción de maíz, ya que los resultados reflejan un incremento marcado en productividad sobre los niveles de rendimiento de las variedades de polinización libre, debido a que se explota directamente el fenómeno de vigor híbrido o heterosis.

CIMMYT (1987) menciona que los híbridos pueden agruparse en dos categorías amplias, convencionales y no convencionales, que ofrecen a los fitogenetistas y empresas dedicadas a la producción de semilla una amplia gama de opciones para la obtención y producción de semilla híbrida.

Creese (1956) el vigor híbrido generalmente se determina para caracteres como tamaño o rendimiento, pero estos son solo productos finales de los procesos metabólicos, cuyos patrones están en los genes.

Juárez (1977) en un estudio con híbridos de sorgo para grano dice que en un ensayo en una serie de localidades en un año, es posible tener



representada suficiente variabilidad al considerar diversos ambientes, logrando de esta manera estimar las características de adaptación de los genotipos en menor tiempo.

Sprague y Miller (1951) mencionan que la obtención del Híbrido de maíz esta básicamente fundamentada en la utilización de líneas puras. Los fitomejoradores están conscientes que es necesario un alto grado de endogamia para poder fijar los caracteres de los progenitores y de esta manera transmitirlos a su progenie, teniendo una mejor evaluación de su comportamiento final.

Scott (1967) define la estabilidad de dos formas: a) un híbrido estable es aquel que presenta la mayor variabilidad del rendimiento a través ambientes evaluados y b) aquel que no cambia su comportamiento relativo con respecto a otras evaluaciones registradas a través de diferentes ambientes., También comenta que los dos tipos de estabilidad son deseables, sin embargo estos tienden a ser mutuamente excluyentes por lo cual cada mejorador debe elegir que tipo de estabilidad es el mas importante en su programa de mejoramiento.

De la Loma (1954) dice que el objetivo inmediato de la hibridación es la producción de ejemplares que presenten nuevas combinaciones o agrupaciones de caracteres y, generalmente, mayor vigor por ambas causas constituye un método de gran interés, cuya aplicación se ha extendido de modo notable.

## **2.1 Resistencia a sequia**

En el mundo la sequía ocupa el segundo lugar, después de la escasez de fertilidad del suelo, como problema del cultivo de maíz, y es quizá la causa de la pérdida de más de 15% en los rendimientos de la producción mundial cada año que equivalente a más de 20 millones de toneladas de grano.

La sequía es probablemente el factor más limitante para la producción de maíz en el trópico. El programa de maíz del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ha realizado grandes esfuerzos destinados al desarrollo de germoplasma tolerante a sequía, principalmente en materiales de madurez tardía.

De los tres cereales más importantes del mundo (arroz, trigo y maíz), el maíz posee la estructura genética más compleja. Dado que ha sido mejorado y adaptado a diferentes condiciones de producción, su selección ha dado como resultado un cultivo con diferencias significativas en la diversidad genética.

Las regiones tropicales son comúnmente afectadas por variaciones climáticas marcadas, caracterizadas por períodos frecuentes de sequía o de lluvias distribuidas irregularmente, ocasionando pérdidas considerables en las cosechas. Los efectos de la sequía son exacerbados por varios factores, incluyendo baja fertilidad natural del suelo, prácticas ineficientes de manejo, y estrés biótico.

En el cultivo del maíz las pérdidas debido a la sequía en los trópicos pueden alcanzar 24 millones de toneladas por año, el equivalente a 17 por ciento de la producción. Edmeades *et al.* (1992) con frecuencia la sequía se presenta antes de la floración, lo que ocasiona un retraso en la floración femenina (FF) y un incremento del período entre la floración masculina (FM) y la FF en intervalo antesis - estigma (IAE). Resultados experimentales indican que en condiciones de estrés severo (ES) por sequía la reducción del rendimiento en maíz tropical puede llegar hasta 90 por ciento (Betrán *et al.*, 1995; Bolaños y Edmeades, 1988, 1997; Lizaso *et al.*, 1996).

En el pasado, el mejoramiento para tolerancia a sequía ha estado basado en el desarrollo de metodologías de selección usando caracteres fisiológicos y morfológicos, en vez de el rendimiento como criterio de selección (Blum, 1988). Ha existido dificultad en la determinación de los caracteres que permitan identificar genotipos tolerantes a la sequía.

Los fisiólogos del programa de maíz del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ha examinado un buen número de características secundarias tales como: IAE, rata de elongación del tallo y hoja, temperatura del follaje, enrollamiento foliar, contenido de clorofila de la hoja, tamaño de panoja, y concentración osmótica de la hoja. Adicionalmente, las relaciones entre el rendimiento y sus componentes (peso de cada grano, granos por mazorca y NMP) también han sido determinadas (Edmeades *et al.*; 1997a).

## 2.2 Clasificación taxonómica del maíz

Reino.....	Vegetal
División.....	Tracheophyta
Subdivisión.....	Pteropsidae
Clase.....	Angiospermas
Subclase.....	Monocotiledónea
Grupo.....	Glumiflora
Orden.....	Graminales
Familia.....	Gramineae
Tribu.....	Maydeae
Género.....	Zea
Especie.....	Mays

## 2.3 Descripción botánica de la planta de maíz

Robles (1994) describe que la planta de maíz es monoica, que tiene flores masculinas y femeninas en la misma planta pero separadas, con hábito de crecimiento anual, su ciclo de vida es de 80 hasta 200 días, desde la siembra hasta la cosecha.

## 2.4 Híbrido

La hibridación, es un método de mejoramiento genético con mayor eficiencia en la producción de maíz, ya que los resultados reflejan un incremento marcado en la productividad sobre los niveles de rendimiento de las

variedades de polinización libre, debido a que se explota directamente el fenómeno de vigor híbrido o heterosis (CIMMYT, 1987).

El maíz híbrido es la primera generación de una cruce entre líneas puras autofecundadas. La producción de maíz híbrido involucra la obtención de líneas autofecundadas para la producción de semillas a nivel comercial. Todas las líneas puras de maíz son inferiores a las variedades de polinización libre tanto en vigor como en rendimiento. Hasta que no se desarrolle en líneas decididamente más productivas, el uso final de las líneas puras lleva como objetivo la producción de híbridos. Lo cual indica las razones para el cruzamiento de las plantas. Los híbridos altamente productores de grano son también los mejores en calidad de forraje y Los híbridos altamente productores de grano son también los mejores en calidad de forraje (Geiger *et al.* 1992 y Peña *et al.* 2003).

El vigor híbrido generalmente se determina para caracteres como tamaño ó rendimiento, pero estos son los productos finales de los procesos metabólicos, cuyos patrones están en los genes (Crees, 1956).

## **2.5 Híbrido simple**

Es un híbrido creado mediante el cruzamiento de dos líneas endogámicas, la semilla de híbrido F1 es la que se vende a los agricultores para la siembra, por lo común los híbridos simples son más uniformes y tienden a presentar un mayor potencial de rendimiento en condiciones ambientales favorables.

## **2.6 Híbrido triple ó trilineal**

Se forma con tres líneas autofecundadas, es decir son el resultado de un cruzamiento entre una cruce simple y una línea autofecundada. La cruce simple como hembra y la línea como un macho. Con frecuencia se puede obtener mayores rendimientos con una cruce triple no son tan uniformes como las de una cruce simple.

## **2.7 Híbrido doble**

El híbrido doble se forma a partir de cuatro líneas autofecundadas, es decir es la progenie híbrida obtenida de una cruce entre dos cruces simples, los híbridos dobles no son tan uniformes como una cruce simple, por lo que presenta mayor variabilidad; es importante señalar que una cruce simple produce mayor rendimiento que una triple y esta a su vez más que una doble.

## **2.8 Formación de híbridos**

El fitomejoramiento es y seguirá siendo la mejor herramienta a nuestro alcance para mantener una elevada productividad (Eastmond y Rober, 1992). La producción y formación de híbridos conlleva un tiempo que oscila entre los ocho y once años. Se basa en explotar el fenómeno biológico denominado "heterosis". La heterosis término acuñado por Shull en 1914, induce a la superioridad del híbrido con respecto a sus progenitores (Duvick, 1999). La superioridad se discute en el ámbito de las teorías genéticas de dominancia y

de sobre dominancia (Márquez, 1998). Independientemente de cual de las dos predomine en el efecto, este conocimiento revoluciono la producción de semilla híbrida a escala mundial a través de diferentes técnicas. Dichas técnicas y/o procedimientos son útiles para conocer y aprovechar el vigor híbrido del maíz (Martínez, 1975). La más conocida por los fitomejoradores es el uso de los cruzamientos dialelicos propuesta por Sprague y Tatum (1942) y después por Griffing (1956a).

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

#### **3.1 Ubicación geográfica y características del área de estudio**

El presente trabajo de investigación se realizo en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL), en Torreón Coahuila., localizada entre los paralelos 24° 30´ y 27´ de latitud norte y los meridianos 102° y 104° 40´ longitud oeste y una altitud de 1150 msnm; el clima es seco; tiene una temperatura de 21° y una precipitación pluvial media anual de 200 mm respectivamente con invierno benigno. De acuerdo ala 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 casi todas las estaciones.

### 3.2 Material genético

El material genético utilizado consistió en 18 Híbridos provenientes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y dos testigos del programa de mejoramiento de la UAAAN-UL.

**Cuadro 3.2** Genealogía y origen del material genético utilizado.

<b>ENT.</b>	<b>GENEALOGIA</b>	<b>ORIGEN</b>
1	La posta Seq C7-F236-1-2-1-B-BxCML-449) x DTPWC9-F32-1-5-1-B-B	TL05B-6626-5x6626-19
2	La posta Seq C7-F64-2-6-2-1-B-B x CML-449	AF07B-5633-24xCML-449
3	La posta Seq C7-F31-2-4-1-1-B-BxCML-449	AF07B-5633-28xCML-449
4	La posta Seq C7-F64-2-3-1-2-B-BxCML-449	AF07B-5633-29xCML-449
5	La posta Seq C7-F64-2-6-2-2-B-BxCML-449	AF07B-5633-33xCML-449
6	La posta Seq C7-F64-2-6-2-2-B-BxCML-495	TL07B-6611-11xCML-495
7	La posta Seq C7-F64-1-1-1-1-B-BxCML-449	AF07B-5633-34xCML-449
8	La posta Seq C7-F71-1-2-1-1-B-BxCML-449	AF07B-5633-38xCML-449
9	La posta Seq C7-F103-3-2-1-1-B-BxCML-449	AF07B-5633-40xCML-449
10	La posta Seq C7-F64-2-6-1-2-B-BxCML-495	AF07B-5634-21xCML-495
11	La posta Seq C7-F86-3-1-1-1-B-BxCML-495	AF07B-5634-22xCML-495
12	La posta Seq C7-F180-3-1-1-1-B-BxCML-449	AF07B-5633-50xCML-449
13	La posta Seq C7-F103-3-1-1-1-B-BxCML-449	TL05B-6613-13xCML-449
14	La posta Seq C7-F180-1-1-2-2-B-BxCML-495	TL05B-6613-14xCML-495
15	La posta Seq C7-F103-2-6-1-1-B-BxCML-495 HÍBRIDO SUCEPTIBLE 1	TL05B-6613-5xCML-495
16	La posta Seq C7-F96-1-6-2-1-B-BxCML-495 HÍBRIDO SUCEPTIBLE 2	TL05B-6613-33xCML-495
17	La posta Seq C7-F32-3-1-1-B-BxCML-449 HÍBRIDO SUCEPTIBLE 3	TL05B-6613-47xCML-449
18	La posta Seq C7-F55-3-2-1-B-BxCML-449 HÍBRIDO SUCEPTIBLE 4	TL05B-6613-48xCML-449
19	TESTIGO LOCAL 1 HÍBRIDO : 1x16	
20	TESTIGO LOCAL 2 HÍBRIDO : 5x12	



### **3.3 Diseño experimental**

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con dos repeticiones. La parcela experimental consistió de un surco de 5 metros de largo por 0.75 metros de ancho a una distancia entre planta y planta de 0.20m.

### **3.4 Preparación del terreno**

La preparación del terreno se realizo el 10 de junio del 2008, consistió en un barbecho, rastra, nivelación y trazos de los surcado e instalación de sistema de riego usando cintilla como modelo de irrigación.

### **3.5 Siembra**

La siembra se realizo en forma manual el 12 de junio del 2008 en seco, sembrándose una semilla por golpe a 20 cm entre planta y planta y a una profundidad de 2 a 3 cm.

### **3.6 Aclareo de planta**

El aclareo de plantas se realizo a los 25 días después de la siembra dejando una separación entre plantas a una distancia de 20 cm, para obtener una población de 66 666 mil plantas por hectárea.

### **3.7 Fertilización**

La formula de fertilización utilizada fue de 180-100-00 realizándose en la primera aplicación todo el fósforo y el cincuenta porciento del nitrógeno al momento de la siembra y, el resto fue aplicado en las diferentes etapas criticas del desarrollo del cultivo.

### **3.8 Riegos**

Los riegos se realizaron por medio de un sistema de riego por cintilla con un gasto de 0.6L/hora/m; se aplicaron 6 riegos de auxilio con un intervalo de 10, 20, 40, 60, 80 y 90 días.

### **3.9 Control de maleza**

Para mantener el cultivo libre de maleza se realizo una escarda mecánica a los 35 días, y conforme se presentó la maleza se eliminó manualmente, además se aplico hierbamina al tercer día de la siembra para eliminar la maleza de hoja ancha.

### **3.10 Control de plagas**

Se realizo según la presencia y/o la infestación de plagas, presentándose el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) aplicando Cipermetrina 100g de I.A./ha y Clorpirifos etil 720g de I.A./ha, para la segunda plaga se aplico Abamectina 9 g de I.A./ha.

### **3.11 Cosecha**

La cosecha se realizo el 20 de octubre del 2008; de cada parcela se cosecharon dos surcos, eliminando las dos plantas orilleras de cada surco. Las mazorcas cosechadas se deshojaron y pesaron, dejándose al sol para eliminar el exceso de humedad; posteriormente se desgranaron en forma manual para la evaluación para estimar el rendimiento de mazorca y grano y, cuantificar las variables de mazorca.

#### **IV. VARIABLES EVALUADAS FUERON LAS SIGUIENTES**

##### **4.1 Días transcurridos a la floración masculina (FM).**

Se determinó como el total de días transcurridos, desde la siembra hasta que el 75 % de las planta por parcela se encuentren liberando polen.

##### **4.2 Días a la floración femenina (FF).**

Dato tomado contabilizando los días transcurridos desde la siembra hasta que las plantas presentaban el 75 % de los jilotes con estigmas aptos para ser fecundados.

##### **4.3 Altura de planta (AP).**

Se cuantifico en una muestra de 5 plantas al azar dentro de la parcela útil como la altura desde la base del tallo hasta la parte superior de la espiga, en metros.

##### **4.4 Altura de mazorca (AM).**

Se cuantifico en una muestra de 5 plantas al azar dentro de la parcela útil como la altura desde la base del tallo hasta el entrenudo de inserción de la mazorca en metros.

#### **4.5 Cobertura de mazorca (CoM).**

En la parcela previo a la cosecha se califico visualmente con una escala de 1 (buena cobertura) a 5 (mala cobertura).

#### **4.6 Aspecto de mazorca. (AsM).**

Se calificó visualmente en una muestra al azar de 10 mazorcas aspectos como la sanidad, uniformidad, cobertura. Se utilizó una escala de 1 a 5, donde 1 indica mejor aspecto y 5 el peor.

#### **4.7 Peso campo de mazorca (RM).**

Se determino como el peso en kilogramos de mazorca en 4.2 metros de la parcela experimental al momento de la cosecha en campo. Posteriormente se transformo a toneladas por hectárea.

#### **4.8 Aspecto de planta (AsP).**

Se calificó visualmente la sanidad, acame, vigor y uniformidad de las plantas para lo cual se utilizo una escala de uno al cinco, donde la mejor calificación corresponde a uno y la peor a cinco.

#### **4.9 Bipolaris *maydis* (BM).**

Se califico posterior a la etapa de floración utilizando una escala de 1 a 5, donde 1 indica planta sana y 5 indica máximo grado de incidencia.

#### **4.10 Rendimiento de grano (REN).**

Se estimó al cosechar las mazorcas de dos surcos de cada parcela, se desgranaron y se pesaron, posteriormente se transformó a tonelada por hectárea.

### **V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **5.1 Fórmula de correlación simple entre variables**

La estimación del coeficiente de correlación simple se utilizó la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\Sigma(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x - \bar{x})^2} \sqrt{\Sigma(y - \bar{y})^2}}$$

Se recurrió a las tablas estadísticas de Pearson para definir la significancia de estas correlaciones solo al nivel de probabilidad,  $p \leq 0.05$ .

## 5.2 Análisis de varianza

En el cuadro 5.3 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza para once características evaluadas en veinte híbridos proveniente del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en el cual muestran diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.01$ ) para FM, FF, AP, AM, CoB, RM, y REN, y significativo para AsP, el resto no fue significativo.

El coeficiente de variación para las variables FM, FF, AP, AM, RM, AsP y REN, estuvieron dentro del rango aceptable de acuerdo a Falconer, (1978), en cambio en las variables restantes se observaron coeficientes desde 37.25 hasta 279.14 por ciento. Los altos coeficientes en este caso están relacionados con la naturaleza propia de la variable, como es el caso de la clasificación de *Bipolaris maydis*.

Las diferencias respecto a los híbridos evaluados se deben al potencial genético propio de las líneas que lo conformaron.

En el cuadro 5.3 se presentan las medias de 10 variables registradas en 18 híbridos experimentales provenientes del CIMMYT y dos testigos del programa de mejoramiento de la UAAAN-UL.

**Cuadro 5.3** Cuadrados medios del análisis de varianza de diez variables evaluadas en híbridos de maíz para Grano en la UAAAN-UL Torreón Coahuila.

<b>F. de V.</b>	<b>Repetición</b>	<b>Híbridos</b>	<b>E. Exp</b>	<b>C.V. (%)</b>	<b>Media</b>
<b>G.L.</b>	2	19	38		
<b>FM†</b>	28.8**	17.1**	2.26	2.27	66.2
<b>FF</b>	19.5**	11.3**	1.3	1.8	65.9
<b>AP</b>	0.15**	0.06**	0.02	4.8	2.6
<b>AM</b>	0.02**	0.03**	0	5.2	1.3
<b>CoM</b>	1.12	1.48**	0.43	45.9	1.4
<b>AsM</b>	1.51	2.09**	0.74	37.25	2.31
<b>RM</b>	78.66**	9.22**	3.54	12.83	14.7
<b>AsP</b>	0.27*	0.15*	0.07	24.3	1.12
<b>BM</b>	0.72	0.57	0.37	279.14	0.22
<b>REN</b>	17.26**	3.96**	0.87	9.14	10.23

\*, \*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente, FM<sup>†</sup> = Floración Masculina, FF= Floración Femenina, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Mazorca, CoM= Cobertura de mazorca, AsM= Aspecto de mazorca, RM= Rendimiento de mazorca en campo, AsP= Aspecto de planta, BM= Bipolaris *Maydis*, REN= Rendimiento en grano.

**Floración masculina.** El período de floración osciló de 62 a 70 días, con un valor medio de 66 días. En este contexto, e observo que el híbrido H14 fue el que tardo mas días en mostrar la aparición de la espiga con 70 días en promedio, estadísticamente igual a 14 híbridos, éstos dentro de un intervalo comprendido de 66 a 68 días respectivamente. En contraste, el híbrido con mayor precocidad fue el testigo (H19) con 59 días estadísticamente igual a los híbridos H7, H13, H3 y H20 (Testigo) respectivamente.

**Floración femenina.** El híbrido H18 fue el más tardío ya que mostró los estigmas a los 69 días en promedio, estadísticamente igual a los híbridos H17, H16, H14, H8, H1, H11, H9, H15, H10, H6, H2 y H5 con un intervalo de 65 a 68 días. Caso contrario el híbrido con una precocidad mayor fue el H19 (Testigo) con 60 días, estadísticamente igual a los H7, H12, H13, H4, H3 y H20 (Testigo) días respectivamente. En promedio los híbridos mostraron en promedio 65 días a FF, solo un día después de la aparición de la espiga.



**Altura de planta.** En promedio la altura de los materiales evaluados fue de 2.65 m, con un rango de 0.5m entre los mismos. Se observa que el híbrido con mayor altura fue el H16 con 2.90 metros en promedio, estadísticamente igual a 18 genotipos mas con alturas que oscilan de 2.50 a 2.90 m, en contraste, el híbrido con menor altura fue el testigo H19 con 2.40 m estadísticamente diferente al resto.

**Altura de mazorca.** Se detecto que la altura de mazorca más alta en promedio fue en el híbrido H17 con 1.51m estadísticamente igual al H7, H1, H12, H13, H9, H18, H2, H16, H11, H5 y H4 con altura de 1.43, 1.31, 1.35, 1.50, 1.36, 1.39, 1.40, 1.32, 1.31, 1.31 y 1.39 m respectivamente. En cuanto a la menor altura, ésta se presentó en el híbrido testigo (H19) con 1.11 m, igual estadísticamente a los híbridos H8, H15, H10, H6, H14, H3 y H20. El intervalo de esta variable fue de 0.40 m.

**Cobertura de mazorca.** La cobertura en la mazorca es importante porque protege el grano de insectos y de posibles pudriciones por hongos y bacterias, bajando la producción y la calidad de la cosecha. Respecto a esta variable, se detecto que el híbridos testigo H19 fue el que presento mayor porcentaje en plantas con mala cobertura con una calificación de cuatro en la escala de uno a cinco, lo que indica un ochenta porciento, estadísticamente igual al testigo H20 con un 2.3 y más del cuarenta porciento. En cuanto a los híbridos con mejor cobertura fue el H8 con un valor de escala de uno y/o veinte porciento de cobertura, igual estadísticamente a los híbridos H7, H1, H12, H13, H9, H15, H17, H18, H10, H6, H2, H16, H11, H5, H4, H14 y H3. En promedio la cobertura fue de 1.43, es decir cercano al treinta porciento.

**Aspecto de mazorca.** Los híbridos que presentaron el mayor porcentaje de mazorcas con defectos en cuanto a longitud, diámetro, hileras de granos, granos bien formadas, daños por pájaros, insectos ó enfermedades, se detectaron en el testigo H19 con 4.33 porciento, con una calificación de 4 en la escala de 1 a 5, lo que indica un 80 porciento de mazorcas con mal aspecto estadísticamente, igual a los genotipos H7, H1,H13, H9, H15, H17, H18, H10, H6, H2, H16, H11, H5, H4, H14, H3 y H20 respectivamente. El híbrido con mejor aspecto fue el H8 con un valor de escala de 1.0, lo que equivale al 20 porciento, igual ( $P<0.05$ ) al H12 con 1.33.

**Rendimiento de mazorca.** El híbrido que presento el mayor Rendimiento de mazorca (RM), fue el H8 con  $18 \text{ t ha}^{-1}$  estadísticamente iguales al H7, H1, H12, H13, H9, H15, H17, H18, H10, H6, H2, H16, H11, H5, H4, H14 y H3  $\text{t ha}^{-1}$  respectivamente. En caso contrario el híbrido con menor RM fue el testigo H19 con  $12 \text{ t ha}^{-1}$  estadísticamente igual a 18 híbridos más que oscilan de 12 a  $17 \text{ t ha}^{-1}$ .

**Aspecto de planta.** Aunque el ANOVA detecta diferencia significativa ( $P<0.05$ ), el valor de Tukey (0.05), es de tal magnitud que cubre el rango de esta variable y por lo tanto no permite separación entre los valores medios. Aún así, se observo que el híbrido H8 presentó el peor aspecto de plantas, con una calificación de escala de 1.7, la cual indica que aproximadamente el 40 porciento de la parcela tenía dicho aspecto. Este genotipo de acuerdo a Tukey es estadísticamente igual al resto de genotipos. El mejor aspecto promedio de planta por sanidad y uniformidad al parecer se presentó en los híbridos H4, H14, H13, H20 y H19 con un valor de escala de uno (20porciento) respectivamente.

**Bipolaris maydis.** El híbrido con mayor Los daños por tizón foliar son detectados al observar en las hojas pequeñas lesiones de color café que a medida que maduran se van alargando. El híbrido con mayor incidencia fue el H18 con una calificación de escala de 2.0, lo que indica un cuarenta porciento de daño y, donde cuatro genotipos mostraron un daño igual estadísticamente. En cuanto al híbrido con menor incidencia (0%), se detectó en 15 híbridos, incluidos los testigos.

**Rendimiento de grano por hectárea.** En promedio el rendimiento de los materiales evaluados fue de 10.2 toneladas de grano por hectárea ( $t\ ha^{-1}$ ) con un rango de 5 toneladas entre los mismos. Se observa que el híbrido con mayor rendimiento fue el H8 con  $12.7\ t\ ha^{-1}$  en promedio, estadísticamente igual a H7, H1, H12, H13, H9, H15, H17, H18, H10, H6, H2, H16, H11 y H5 respectivamente. El híbrido con menor rendimiento fue el testigo H19 con  $7.7\ t\ ha^{-1}$  estadísticamente igual a los híbridos H4, H14, H3 y H20 con 9.3, 9.2, 8.7 y  $8.7\ t\ ha^{-1}$  respectivamente. Estos resultados en promedio superaron a la media regional ( $3.2\ t\ ha^{-1}$ ) y al punto de equilibrio ( $5.6\ t\ ha^{-1}$ ) (SAGARPA, 2007).

**Cuadro 5.4** Valores medios de 10 variables evaluadas en 18 híbridos experimentales provenientes del CIMMYT y dos testigos del programa de mejoramiento de la UAAAN-UL.

HIBRIDO	FM <sup>†</sup> días	FF días	AP m	AM m	CoM 1-5	AsM 1-5	RM t ha <sup>-1</sup>	AsP 1-5	BM 1-5	REN t ha <sup>-1</sup>
8	67	67	2.6	1.27	1.0	1.0	18	1.7	0	12.7
7	65	65	2.8	1.43	1.0	1.67	17	1.0	0	11.6
1	66	67	2.7	1.31	1.0	2.67	16	1.3	1	11.3
12	66	65	2.7	1.35	1.0	1.33	15	1.7	1	11.1
13	65	65	2.9	1.5	1.0	2.67	18	1.0	0	11.1
9	67	66	2.8	1.36	1.33	1.67	15	1.0	0	11.0
15	68	66	2.5	1.12	1.33	1.67	14	1.0	0	10.7
17	67	68	2.7	1.51	1.67	2.33	16	1.0	0	10.6
18	68	69	2.6	1.39	1.67	1.67	14	1.3	2	10.4
10	67	66	2.7	1.25	1.67	2.33	15	1.0	0	10.3
6	68	66	2.6	1.2	1.33	1.67	14	1.0	0	10.2
2	67	66	2.6	1.4	1.33	3.0	15	1.0	0	10.1
16	68	68	2.9	1.32	1.0	2.67	14	1.0	1	10.0
11	68	67	2.6	1.31	1.0	2.33	13	1.0	0	9.9
5	67	66	2.5	1.31	1.0	2.67	15	1.3	1	9.8
4	66	65	2.7	1.39	1.67	1.67	15	1.0	0	9.3
14	70	68	2.8	1.27	1.33	2.33	13	1.0	0	9.2
3	64	64	2.5	1.28	1.0	2.67	13	1.0	0	8.7
20	62	63	2.5	1.24	2.33	4.0	12	1.0	0	8.7
19	59	60	2.4	1.11	4.0	4.33	12	1.0	0	7.7
<b>Media</b>	66	65	2.65	1.32	1.43	2.32	14	1.12	0.22	10.2
<b>Mínimo</b>	62	60	2.4	1.11	1.0	1.0	12	1.0	0.67	7.7
<b>Máximo</b>	70	68	2.9	1.5	4.0	4.33	18	1.7	1.67	12.7
<b>Tukey</b>	4.7	3.6	0.4	0.2	2.0	2.7	5.8	0.8	1.9	2.9

\*, \*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente, FM<sup>†</sup> Floración Masculina, FF= Floración Femenina, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Mazorca, CoM= Cobertura de mazorca, AsM= Aspecto de mazorca, RM= Rendimiento de mazorca en campo, AsP= Aspecto de planta, BM= Bipolaris *Maydis*, REN= Rendimiento en grano.

## 5.5 Coeficientes de correlación

EL Cuadro 5.5 se presenta los coeficientes de correlación de 10 variables evaluadas en 18 híbridos y dos testigos en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

La correlación entre FM y FM, así como entre AP y AM fueron altas y significativas respectivamente. Floración masculina (FM) y femenina (FF), correlacionaron alta, significativa y negativamente con cobertura (CoM) y aspecto de mazorca (AsP).

Altura de planta (AP) y mazorca (AM) correlacionaron negativa y significativamente con CoM y AsM, aunque con valores bajos. En tanto a la cobertura de mazorca (CoM) se encontró una correlación fenotípica altamente significativa en aspecto de mazorca (AsM) con 0.63.

El Aspecto de planta (AsP) estuvo en función negativa del aspecto de mazorca y positiva de la presencia de BM, con valores de correlación de -0.43 y 0.50 respectivamente.

Rendimiento de mazorca (RM) correlacionó positivamente con AP, AM y REN, y negativamente con CoM y AsM. En tanto el rendimiento de grano, dependió positivamente de FM, FF, AP, RM y AsP y, negativamente de AsM.

**Cuadro 5.5** Coeficiente de correlación de diez variables evaluadas.

	<b>FM†</b>	<b>FF</b>	<b>AP</b>	<b>AM</b>	<b>CoM</b>	<b>AsM</b>	<b>RM</b>	<b>AsP</b>	<b>BM</b>	<b>REN</b>
	<b>días</b>	<b>Días</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>1-5</b>	<b>1-5</b>	<b>t ha<sup>-1</sup></b>	<b>1-5</b>	<b>1-5</b>	<b>t ha<sup>-1</sup></b>
<b>FM†</b>	0	0.91**	0.4	0.22	-0.70**	-0.66**	0.23	0.1	0.21	0.45**
<b>FF</b>		0	0.45**	0.39	-0.65**	-0.57**	0.32	0.2	0.42	0.51**
<b>AP</b>			0	0.63**	-0.44*	-0.33	0.51**	-0.13	-0.06	0.49**
<b>AM</b>				0	-0.43*	-0.24	0.60**	0.03	0.16	0.38
<b>CoM</b>					0	0.63**	-0.49**	-0.26	-0.13	-0.63
<b>AsM</b>						0	-0.54**	-0.43*	-0.15	-0.72**
<b>RM</b>							0	0.42	0.03	0.86**
<b>AsP</b>								0	0.50**	0.52**
<b>BM</b>									0	0.12
<b>REN</b>										0

\*,\*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad. FM= Floración Masculina, FF= Floración Femenina, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Mazorca, CoM= Cobertura de mazorca, AsM= Aspecto de mazorca, RM= Rendimiento de mazorca en campo, AsP= Aspecto de planta, BM= *Bipolaris Maydis*, REN= Rendimiento en grano.

## VI. CONCLUSIONES

1. Los híbridos fueron significativamente diferentes para nueve de las variables evaluadas
2. El genotipo con mayor rendimiento en grano (REN) fue H8 con  $12.7 \text{ t ha}^{-1}$
3. Los testigos H19 y H20 fueron significativamente los de menor rendimiento de grano y los de mayor precocidad.
4. La incidencia de tizón foliar por *Bipolaris maydis* (BM) solo la manifestaron cinco de los híbridos evaluados.
5. Las variables que tuvieron mayor influencia significativa en el rendimiento de grano fueron FM, FF, AP, RM y AsP.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo se llevo a cabo en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN-UL), en Torreón Coahuila, durante el verano del 2008. Se evaluaron 20 híbridos en el campo experimental de la UAAAN, la siembra se realizo el 12 de junio en surcos sencillos de 5 m longitud y de 0.75m entre surco y surco, y a 0.20 m entre planta. El diseño experimental fue en bloques al azar con tres repeticiones. Las variables agronómicas que se evaluaron fueron Floración masculina (FM), Floración femenina (FF), Altura de planta (AP), Altura de mazorca (AM), Cobertura de mazorca (CoM), Aspecto de mazorca (AsM), Rendimiento de mazorca (RM), Aspecto de planta (AsP), *Bipolaris maydis* (BM), *Exserohilum turcicum* (TU) y Rendimiento grano (REN). Los híbridos fueron significativamente diferentes para nueve de las variables evaluadas. El genotipo con mayor rendimiento en grano (REN) fue H8 con  $12.7 \text{ t ha}^{-1}$ . Los testigos H19 y H20 fueron significativamente los de menor rendimiento de grano y los de mayor precocidad. La incidencia de tizón foliar por *Bipolaris maydis* (BM) solo la manifestaron cinco de los híbridos evaluados. Las variables que tuvieron mayor influencia significativa en el rendimiento de grano fueron FM, FF, AP, RM y AsP.

**Palabras clave:** Maíz, híbridos, rendimiento de grano, diseño experimental, origen genético del maíz (CIMMYT).



## VIII. LITERATURA CITADA

- Allard, R W (1980) Principios de la mejora genética de las plantas. Editorial EOSA. España. 498 p.
- Beltrán, J M Banziger G Edmeades and D Beck (1995) Relationship between line and topcross performance under drought and non-stressed conditions in tropical maize. In: Agronomy abstract. ASA, Madison, WI. p. 88.
- Bolaños J and G O Edmeades (1988) The importance of the anthesis-silking interval in breeding for drought tolerance in tropical maize. In: Agronomy Abstract. ASA, Anaheim. Ca. p. 75.
- Edmeades, G O J Bolaños and S C Chapman (1997a) Value of secondary traits in selecting for drought tolerance in tropical maize. In: G O Edmeades, M. Banziger, H. R. Mickelson, and C. B. Peña-Valdivia (eds.) Developing Drought and Low-N Tolerant Maize. Proceedings of a Symposium. March 25-29, 1996. CIMMYT. El Batán, D.F. México. p. 222-234.
- Blum, A (1988) Plant Breeding for Stress Environments. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. 385 p.
- CIMMYT (1999) Maize Inbred Lines Released by CIMMYT. A compilation of 424 CIMMYT LINES MAIZE (CMLs). CML1-CML424. First draft.
- Crees, C E (1956) Heterosis of the hybrid to gene frequency differences between two populations. Genetics. 53: 269-274.

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (CIMMYT).

De la Loma, J L (1954) Genética General Aplicada. Segunda edición editorial UTEHA. México. 427 p.

Duvick, D N (1999) Heterosis: feeding people and protecting natural resources. p 19-23. In: J. G. Coors and S. Pandey. (eds) Genetics and exploitation of heterosis in crops. ASA-CSSA-SSSA. Madison. Wi. P. 19-31.

Eastmond A Y M L Robert, (1992) Biotecnología y agroecológica: ¿paradigmas opuestos? Agrociencia 3: 7-22.

Edmeades, G O J Bolaños and H R Lafittr (1992) Progress in breeding for drought tolerance in maize. *In*: D. Wilkinson (de.) Proceedings of the 47<sup>th</sup> Ann. Corn and Sorghum Res. Conf. p. 93-111.

(FAO, 1993) [www.fao.org](http://www.fao.org)

Geiger, H H A E Melchinger, G A Schmidt (1992) Genotypic correlations in forage maize I. Relationships among yield and quality traits in hybrids. Maydica 37: 95-99.

Griffing, A (1956) Concept of General and specific combining ability in relation in diallelic crossing system. Aust. Jour. Boil. Sci. 9: 463-941.

INEGI (2002) [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

Juárez, E R (1977) Interacción genotipo medio ambiente en la selección y recomendación de híbridos.

- Lizaso J E Siero, L. Fernández, C Gallardo y R Ramírez (1996) Efectos de la sequía en el maíz. In: G. Mago (de.) Memorias III Jornada Científica Nacional del Maíz. 6-9 Noviembre, Guanare, Venezuela. 1996. p. 33-34.
- Márquez S F (1998) Genotecnia vegetal métodos, resultados tomo II primera edición. Editorial AGTESA. México.
- Martínez, G A (1975) Diseño y análisis de los experimentos de cruzas dialélicas. CEC-CP-ENA. Chapingo, México. P 229.
- Núñez, H G Contreras G F E Faz C R Herrera S R (1999) Selección de híbridos para obtener mayor rendimiento y alto valor energético para ensilaje. INIFAP-CIAN-CAELALA, 52P.
- Ramírez R G Quintanilla González J B Aranda J (1997) White-tailer deer food habits in north-eastern México. Small Rumin. Res. 25: 142-148.
- Robles S R (1994) Producción de granos y forrajes. Quinta edición. Ed. Limusa México.
- SAGARPA, (2007) In: Resumen económico anual de la Comarca Lagunera. Sector agropecuario. Edición especial, El Siglo de Torreón. <http://www.elsiglodetorreon.com.mx/>
- Scott, G E (1967) Selecting for stability of yield in maize. Crop. Sci. (7): 549-551.
- Sprague, G F and G F P A Miller (1951) The influence of visual selection during inbreeding on combining ability in corn. Agron. J. 44:258-262.
- [http://corn2.agron.iastate.edu/NCR167/Minutes/2000\\_NCR\\_167\\_minutes.pdf](http://corn2.agron.iastate.edu/NCR167/Minutes/2000_NCR_167_minutes.pdf).

[http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/Agronomia%20Tropical/at4902/arti/sanvicente\\_f.htm](http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/Agronomia%20Tropical/at4902/arti/sanvicente_f.htm)

## IX. ANEXO

## X. ANEXO A1

### CODIFICACIÓN EN SAS DEL MODELO ESTADÍSTICO UTILIZADO

```
DATA LEONEL;  
INPUT REP Hibrido FM FF AP AM CoB AsM RM AsP BM REN;  
CARDS;
```

```
DATOS
```

```
;
```

```
PROC PRINT;
```

```
PROC ANOVA;
```

```
CLASSES REP Hibrido ;
```

```
Model FM--REND = REP Hibrido;
```

```
Means Hibrido/Tukey;
```

```
Run;
```

Sistema SAS 18:25 Wednesday, November 10, 2008 1

