

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



**POTENCIAL DE RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS  
AGRONÓMICAS EN HÍBRIDOS SIMPLES DE MAÍZ  
PARA GRANO.**

**POR:**

**CLARIBEL PATRICIA GUZMÁN ROBLERO**

**TESIS**

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

**INGENIERO EN AGROECOLOGÍA**

**TORREÓN COAHUILA, MÉXICO**

**JUNIO DE 2009**

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

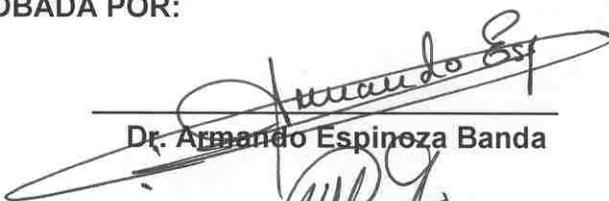
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DE LA C. **CLARIBEL PATRICIA GUZMÁN ROBLERO** ELABORADA  
BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA Y  
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO EN AGROECOLOGÍA**

APROBADA POR:

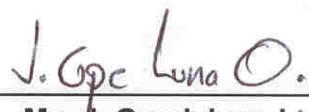
Asesor principal:

  
Dr. Armando Espinoza Banda

Asesor:

  
Ph.Dr. Arturo Palomo Gil

Asesor:

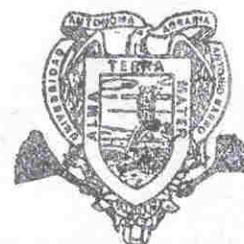
  
Mc. J. Guadalupe Luna Ortega

Asesor:

  
Mc. Cesar Guerrero Guerrero

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS**

  
MC. Víctor Martínez Cueto



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DEL 2009

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

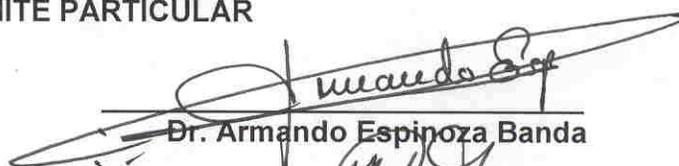
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DE LA C. CLARIBEL PATRICIA GUZMÁN ROBLERO QUE SE  
SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DE H. JURADO EXAMINADOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO EN AGROECOLOGÍA**

**COMITÉ PARTICULAR**

Presidente:

  
Dr. Armando Espinoza Banda

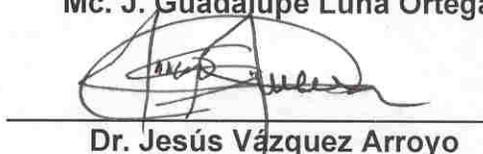
Vocal:

  
Ph. Dr. Arturo Palomo Gil

Vocal:

J. Gpe Luna O.  
Mc. J. Guadalupe Luna Ortega

Vocal suplente:

  
Dr. Jesús Vázquez Arroyo

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS**

  
ME. Víctor Martínez Cueto



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DEL 2009

## AGRADECIMIENTOS

A nuestro *señor Dios*: por acompañarme en todos los momentos difíciles y felices de mi vida, enseñarme que con esfuerzo y sacrificio se puede llegar a cumplir todos nuestros sueños. Por cuidar siempre de mi y de mi familia.

A mi "*Alma Terra Mater*": por abrirme las puertas, guiarme y darme los conocimientos necesarios para formarme con una vida profesional.

*A mis asesores*: Dr. Armando Espinoza Banda, Dr. Arturo Palomo Gil, M.C. José Guadalupe Luna Ortega y M.C. Cesar Guerrero Guerrero. Por la confianza depositada, el tiempo dedicado y los consejos brindados para que este proyecto se pudiera concluir.

*A mis profesores*: del Departamento de Agroecología y de toda la carrera por sus enseñanzas y aprendizajes. En especial al Ing. Manuel Luna Dávila, por sus sabios consejos y el trato especial que me ha brindado.

*A mis compañeros y amigos*: Pablo, Lorenzo, Alex, Alfonso, Genny, Karla, David, Keny, Adrian, Araceli, Faustino, Yesenia y Rafael por acompañarme en este recorrido y compartir experiencias inolvidables. También a Lupita, Liz, Gladis y Perla por ser parte de mi familia y apoyarme en cada momento. A todos y cada uno de los que confiaron en mí, gracias por regalarme un momento de sus tiempo y hacer de ese momento un rato agradable.

## *A mis queridos padres:*

Quiero agradecerles lo que ahora soy. . .

Gracias por darme la vida. . .

Por su amor, por las caricias, por el dolor, por las sonrisas,  
por el sufrimiento, por los regaños y por el aliento. . .

Gracias por enseñarme a crecer, através del sufrimiento,  
curándome las heridas y consolándome en mis lamentos. . .

Gracias por el ejemplo de la honradez, del entusiasmo y la calidez,  
por los rezagos y desacuerdos, por las verdades y descontentos. . .

Gracias por dar de intensa forma y nada esperar, por los consejos  
y las caídas, por enseñarme como es la vida. . .

Gracias por estar a mi lado en el momento justo y el mas anhelado,  
cuando necesito sentir sus besos y sus abrazos y escuchar un  
te quiero y escuchar un te amo. . .

¡Solo Dios sabe como los he extrañado! . . .

Gracias con todo mi corazón, gracias por ser como son,  
que Dios no pudo escoger de una manera mejor a mis padres,  
la pareja que ustedes son.

## DEDICATORIAS

### *A mis padres:*

*Lidia Roblero Pojoy*

*Rígoberto Guzmán Rivera*

Mi respeto, amor y admiración por ser los mejores padres, gracias por confiar en mí y darme la mejor herencia de la vida, la formación profesional.

### *A mis hermanos:*

*Orlando, Magda, Armin, Flori,  
Arnulfo, Landí, Eberto,  
Vertain y Leyner.*

Por todo el cariño y motivación que siempre me han dado, por ser parte de mi vida, los amo y los quiero mucho.

### *A mis sobrinos:*

Por quererme tanto y alegrarme siempre la vida.

### *A la familia Barrios Guzmán:*

*A Mari, Gladis y a Tía Chinda* por todo el apoyo y el amor brindado. También al *Ing. Aímer y al Ing. Abelardo* que compartieron conmigo momentos de angustia y soledad.

|   |               |
|---|---------------|
| <b>ÍNDICE DE CONTENIDO.....</b>                         | <b>Pagina</b> |
| <b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>                           | <b>VIII</b>   |
| <b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>                             | <b>1</b>      |
| <b>II. OBJETIVO.....</b>                                | <b>4</b>      |
| 2.1    Metas.....                                       | 4             |
| 2.2    Hipótesis.....                                   | 4             |
| <b>III. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>                 | <b>5</b>      |
| 3.1    Origen del maíz.....                             | 5             |
| 3.2    Clasificación taxonómica del maíz.....           | 6             |
| 3.3    Descripción botánica y morfológica del maíz..... | 6             |
| 3.4    Domesticación del maíz.....                      | 7             |
| 3.5    Características del cultivo.....                 | 8             |
| 3.6    Importancia del cultivo.....                     | 8             |
| 3.7    Importancia mundial.....                         | 9             |
| 3.8    Importancia nacional.....                        | 10            |
| 3.9    Grano.....                                       | 11            |
| 3.10   Rendimiento del grano.....                       | 12            |
| 3.11   Líneas puras.....                                | 14            |
| 3.12   Híbridos.....                                    | 14            |
| <b>IV. MATERIALES Y METODOS.....</b>                    | <b>18</b>     |
| 4.1    Localización geográfica.....                     | 18            |
| 4.2    Material genético.....                           | 18            |
| 4.3    Diseño experimental.....                         | 19            |
| 4.4    Manejo agronómico.....                           | 20            |
| <b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>                   | <b>22</b>     |
| <b>VI. CONCLUSIONES.....</b>                            | <b>28</b>     |
| <b>VII. RESUMEN.....</b>                                | <b>29</b>     |
| <b>VIII. BIBLIOGRAFIA.....</b>                          | <b>30</b>     |
| <b>IX. ANEXOS.....</b>                                  | <b>35</b>     |

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro N°

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 4.1 | Sistema de apareamiento.....  | 19 |
| 5.1 | Análisis de varianza de comparación de localidades.....                         | 22 |
| 5.2 | Rendimiento de grano y componentes de mazorca de tres localidades.....          | 24 |
| 5.3 | Media de 12 grupos de híbridos experimentales.....                              | 25 |
| 5.4 | Rendimiento y sus componentes de las 15 mejores cruzas en tres localidades..... | 27 |

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz es el cereal que más se produce en el mundo, seguido del trigo de arroz. Es parte de muchos productos alimenticios y en muchas regiones del mundo forma parte muy importante en la dieta alimenticia de sus poblaciones y es una de las más importantes fuentes de alimento para el ganado. En adición a esto, el maíz está involucrado en muchos usos industriales, desde la producción de polímeros, almidón, combustibles y lubricantes. Con la introducción de los maíces transgénicos, se está utilizando como fuente de hormonas, vacunas y componentes para diagnósticos médicos (Andow *et al.*, 2004).

Estados Unidos es el principal productor con 299.9 M t, le sigue china con 128.0 M t, la Unión Europea con 53.1 M de t, Brasil con 39.5 M t, representando el 42.5%, 18.1%, 7.5% y el 5.6% de la producción mundial respectivamente; México para este año, produjo 22.0 M t, que representa el 3.1 %. En los Estados Unidos es el principal cultivo seguido de la soya; la superficie sembrada en 2005 fue de 81,759 miles de acres, con una producción de 147.9 búshels por acre, una producción total de 11, 112,072 miles de búshels con un valor de 21,040707 miles de dólares USA (NASS, 2006).

Este cereal es el principal cultivo del pueblo mexicano, no solo por lo que representa como grano, alimento básico, sino como uno de los más

importantes insumos para la ganadería mexicana, sobre todo de los de bajos ingresos que se ubican en ejidos y pequeñas comunidades.

La necesidad de este grano es más notoria en las comunidades rurales ya que cuentan con tecnología necesaria, semillas mejoradas y el conocimiento básico para manejar este cultivo teniendo rendimientos muy bajos. A tal grado que su producción no les alcanza para satisfacer sus necesidades teniendo que comprarlo, y como consecuencia esto los lleva a la escasez económica obligándolos a emigrar a otros países en busca de nuevas alternativas de vida.

De acuerdo con la SAGAR, para el año agrícola 1999, se sembraron en el país alrededor de 280 mil hectáreas de maíz forrajero y 8.5 millones de hectáreas para grano. (CEA 2000). En la Comarca Lagunera, para el año 2003 se cosecho una superficie de 21,736 hectáreas, con una producción total de 954, 882 toneladas de forraje verde, obteniéndose así una producción por hectárea de 43.93 toneladas. En este mismo año, se tuvo una cantidad de 124,414 cabezas de ganado lechero en explotación, obteniéndose un volumen de 1, 732,905 litros de leche diarios y un valor de la producción estimado en 6, 111,770 pesos.

El ganado lechero alimentado con híbridos de maíz seleccionado para forraje, rindieron mas leche, con mayor contenido de proteína y que el consumo de materia seca fue mayor que el alimentado con maíz normal, por tanto, es necesario implementar programas de formación y producción de

híbridos de maíz forrajero a corto plazo que cumplan con las expectativas de calidad, producción y adaptación para el norte de México en donde se encuentra ubicada la Comarca Lagunera (Clark et al., 2002).

En nuestro país actualmente en diferentes instituciones se lleva a cabo programas de mejoramiento, ya que las variedades de híbridos de maíz que se explotan comercialmente presentan un comportamiento muy distinto cuando se siembran en diferentes regiones. El mejoramiento del maíz como en todas las especies cultivadas, es un proceso continuo por lo que surgen nuevos métodos y técnicas para la formación de variedades e híbridos para uso comercial.

El objetivo general de la investigación de maíz es encontrar genotipos con alto potencial de rendimiento de grano que se adapten a las diferentes condiciones ambientales, en especial condiciones con las que cuenta el país ya que es muy variable.

## II. OBJETIVO

Evaluar y seleccionar híbridos simples en base a los valores de rendimiento de grano.

### 2.1. Metas

Seleccionar al menos un híbrido simple con potencial de producción y características agronómicas.

### 2.2. Hipótesis

$H_{01}$ : Las cruza simples formadas con líneas elites de rendimiento para grano presentan igual comportamiento y características agronómicas  $t_1=t_2=t_3... t_n$ .

$H_{02}$ : Las cruza simples formadas con líneas elites de rendimiento para grano presentan diferente comportamiento y características agronómicas  $t_1=t_2=t_3... t_n$ .

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 Origen del maíz

La planta del maíz es un pasto anual gigante de la familia de las gramíneas. Su domesticación data de entre 5,000 y 10,000 años A.C. Es de origen indio que se cultivaba por las zonas de México y América central. Hoy en día su cultivo se ha difundido por todo el resto de países y en especial en toda Europa donde ocupa una posición muy elevada. EEUU se destaca por su alta concentración en el cultivo de maíz. Los hallazgos más antiguos del maíz han sido encontrados en la zona de México (Bernal, 2008).

El maíz ha evolucionado con el paso del tiempo, teniendo en cuenta que hoy en día se aprovecha al máximo toda la planta a través del proceso de ensilaje, este cultivo ha sido y seguirá siendo en la actualidad alimento para el pueblo mexicano y es considerada la planta mas domesticada. En general la mayoría de las plantas se reproducen solas en la naturaleza, pero este cereal es altamente domesticado ya que necesita la mano del hombre para sobrevivencia. La inexistencia del maíz en estado silvestre es debido a la capacidad de la planta para reproducirse en forma natural, teniendo en la mazorca concentradas ordenadamente las semillas y protegidas por las hojas que sin la intervención del hombre para separarla y dispersarla para su reproducción, el maíz dejaría de existir en un lapso de un corto tiempo (Figueroa y Aguilar, 1997).

### 3.2. Clasificación taxonómica del maíz

**Reino:** \_\_\_\_\_ *Vegetal*

**División:** \_\_\_\_\_ *Tracheophyta*

**Subdivisión:** \_\_\_\_\_ *Pteropsidae*

**Clase:** \_\_\_\_\_ *Angiosperma*

**Subclase:** \_\_\_\_\_ *Monocotiledónea*

**Grupo:** \_\_\_\_\_ *Glumiflora*

**Orden:** \_\_\_\_\_ *Graminales*

**Familia:** \_\_\_\_\_ *Gramineae*

**Tribu:** \_\_\_\_\_ *Maydeae*

**Género:** \_\_\_\_\_ *Zea*

**Especie:** \_\_\_\_\_ *Mays*

### 3.3 Descripción botánica y morfológica del maíz

El maíz es una planta monoica (produce las flores masculinas y femeninas en distintos órganos de la planta), con flores femeninas en mazorcas laterales, con floración masculina, que ocurre normalmente, de uno a dos días antes de la floración femenina. Es de polinización libre y cruzada con gran producción de polen (25 a 30 mil granos por ovulo); granos

en hileras incrustados en la cruz; mazorca n su totalidad cubierta por hojas; grano del tipo cariopsis; metabolismo fotosintético tipo C (Purseglove, 1972; Fischer y Palmer, 1984).

En cuanto a su importancia nutritiva, es considerado como uno de los cereales básicos en la alimentación humana, debido al aporte en calorías y proteínas. El grano de maíz esta constituido aproximadamente por 77% de almidón, 2% de azucares, 9% de proteínas, 5% de aceites, 5% de pentosanas y 2% de cenizas (Jugenheirmer, 1985).

#### **3.4. Domesticación del maíz**

La domesticación del maíz a partir del teocinte comenzó en la cuenca del río Balsas hace alrededor de 9 mil años. Este largo proceso de plantar y seleccionar ejemplares generación tras generación entraño como pasos iniciales la eliminación de la cubierta rígida del grano y también la capacidad del teocinte para dispersar sus semillas de manera natural. Desde los tiempos en que las cosechas empezaron a superar los 200 – 250 Kg. por hectárea rendimiento considerado como necesario para sustentar la vida en comunidades hasta el momento del contacto con los europeos, los pobladores de Mesoamérica acumularon conocimientos y mejoras tecnológicas sustanciales: las razas modernas de maíz, las prácticas de producción y almacenamiento, y el proceso de nixtamalización para el consumo humano (Turrent, 2004).

### **3.5. Característica del cultivo**

La variabilidad genética del maíz en México ha sido el foco de numerosos estudios que han descrito las razas y las relaciones raciales, con base en caracteres morfológicos y de polimorfismo con isoenzimas, describen las razas de maíz de todo México. El rescate, conservación y utilización de las razas de maíz es de gran importancia por su riqueza fitogenética e identidad del germoplasma, así como para su mejoramiento genético y para la producción de grano y propósitos especiales. (Martín et al., 2006).

### **3.6. Importancia del cultivo**

Desde las culturas prehispánicas hasta la actualidad, el cultivo es el más importante en México, fuente principal de alimentos rural y urbana y generadora de empleos. En su producción de autoconsumo y empresarial participan alrededor del 90 % de los productores agrícolas del país. Los aspectos anteriores enfatizan el impacto que el maíz tiene como cultivo estratégico para mantener la estabilidad y la soberanía del país. A pesar de la importancia que tiene el maíz para los mexicanos, por diferentes factores cada año crecen las importaciones de grano del exterior para cubrir las necesidades en México. Durante los últimos años, la demanda mayor proviene de los industriales de la harina y alimentos pecuarios. (Tinoco et al., 2002).

Aún los agricultores de pequeña están dispuestos a usar semilla híbrida, si esta tiene el potencial de superar claramente los rendimientos de los materiales que ellos usan (Espinoza et al., 2003).

### **3.7. Importancia mundial**

El maíz se cultiva en 140 millones de hectáreas (M ha) en todo el mundo: 97 M ha en los países en desarrollo, 34 M ha en los países industrializados, y 9 M ha en Europa oriental y en la ex Unión Soviética. (CIMMYT, 1994).

El maíz constituye el alimento básico de varios cientos de millones de personas en el mundo en desarrollo. En el este y sur de África, el habitante promedio consume 80 kg de maíz cada año: en México, América Central y el Caribe, 170 kg. Asimismo, en el este de Asia la utilización de maíz per cápita, y es de 100 kg en promedio, y en el Cono Sur, de más de 190 kg. En ambos casos se utiliza principalmente para alimentar a los animales. Desafortunadamente los países en desarrollo no producen suficiente maíz para satisfacer su demanda interna y deben, por tanto, importar cerca de 30 millones de toneladas de maíz cada año. Aproximadamente 58% de la superficie dedicada al maíz en los países en desarrollo se siembra con maíz mejorado: 44% con híbridos, 14% con variedades de polinización libre mejoradas (VPL) y 42% con VPL no mejoradas. Las VPL ocupan un lugar importante en la cultura del maíz en os

países en desarrollo. En cambio, en los países industrializados, casi 100% de la superficie dedicada al maíz se siembra con híbridos (CIMMYT, 1999).

Se estima que la producción mundial actual de maíz blanco es de unos 65-70 millones de toneladas, cantidad que representa el 12-13% de la producción mundial anual de todos los tipos de maíz. Más del 90% del maíz blanco se produce en los países en desarrollo, donde representa la cuarta parte de la producción total de maíz y un poco menos de dos quintas partes de la superficie total de maíz. (FAO, 1995).

### **3.8. Importancia nacional**

La producción total anual de maíz bajo riego y temporal fue 19 874 245 toneladas en el quinquenio 2000 – 2004, si embargo, la dependencia del maíz del mercado internacional también ha aumentado, alcanzando un promedio anual de 5.5 millones de toneladas en el mismo periodo. La superficie anual cosechada total fue de 7 455 661 hectáreas. Estas cifras indican que la producción nacional de grano de maíz es de 78% del consumo nacional. Siendo el maíz el grano básico nacional, conviene preguntarse sobre las posibilidades de dejar de perder terreno en cuanto al autoabastecimiento, mientras se incrementa el consumo del grano (Rodríguez y De León, 2008).

### **3.9. Grano**

El pericarpio del maíz solo contiene fibra detergente neutra de 78.5 a 85 por ciento y que su remoción incrementa el contenido de proteína, de lisina y triptófano, además mejora la digestibilidad, valor biológico y la utilización de la proteína neta en todas las variedades estudiadas, esto lo observo en una prueba de alimentación de ratas. Esta mejora fue más significativa en una variedad normal, la remoción del pericarpio con el tratamiento de aguas con cal no demostró ningún cambio significativo, excepto una disminución significativa del contenido del triptófano y de su disponibilidad (Gupta, 2003).

El maíz de calidad de proteína puede ayudar a disminuir la desnutrición humana y a reducir costos para la alimentación de los animales monogástricos que contiene el mutante opaco-2, que concentra más altas cantidades de lisina y triptófano y un valor biológico más alto que el maíz normal. Para ser comercialmente aceptados, los cultivares de QPM deben ser agrónomicamente competitivos con el grano de maíz de endospermo normal, y alcanzar estándares previstos de calidad física en el endospermo del grano (es decir, fenotipo translucido o parecido al normal). Para determinar la estabilidad de la producción del grano, contenido de calidad proteínico y del endospermo modificado de los cultivos de QPM, quienes evaluaron 18 cruza simples, 18 trilineales y 18 híbridos de cruza doble, y 8 cultivares de polinización libre (OPCs) desarrollados en 13 localidades tropicales en cuatro continentes. Los híbridos tuvieron un promedio de

producción de grano, 13.41 % superior a los OPCs (5.97 y 5.17 Mg ha<sup>-1</sup>), mientras que la concentración de la proteína en grano fue 2.33 % mayor para los híbridos en relación a los OPCs (94.6 y 92.4 g Kg<sup>-1</sup>). La concentración de triptófano en el endospermo modificado fue similar para todos los tipos de cultivares (Pixley y Bjarnason, 2002).

Espinoza et al., (2009) menciona que los granos de maíz común son fuente alimenticia para humanos y animales domésticos, y contienen en su mayor parte hidratos de carbono (74%), y en menor proporción, proteínas (9%), aceite comestible (3.4%) y uno por ciento de fibra. Dale (1997), explica que los análisis bromatológicos de los maíces comunes que llenan actualmente el mercado mundial de granos indican que los niveles de proteína cruda están en la banda de 7.5 a 8.4 por ciento, con bajo contenido de aminoácidos esenciales, especialmente de lisina y triptófano; el porcentaje de grasa está en el intervalo de 3.0 a 3.5; excepción hecha en los maíces altamente especializados, sea para calidad proteica o para alto contenido de aceite, cuyos valores son significativamente más altos que los anteriores (Paliwal et al., 2001).

### **3.10. Rendimiento del grano**

En el maíz, el rendimiento de grano depende del número de granos por planta y del peso individual del mismo. El número de granos pro mazorca es el componente del rendimiento más afectado por condiciones ambientales

adversas como alta densidad de población y sombreado artificial (Reta et al., 2003); el rendimiento de grano esta dado por el tamaño de la mazorca, e influenciado por el numero de hileras por mazorca y por el numero de granos por hilera (Rodríguez et al., 2000).

El rendimiento de grano en el cultivo de maíz está relacionado directamente con la interacción genotipo ambiente. Es por esta razón que al momento de la siembra se deben considerar los híbridos que tengan un mejor aprovechamiento de la oferta climática de cada región (Cavaliere, 1985).

El rendimiento del grano del maíz es producto del número de granos producidos por planta y el peso individual de los mismos, se reconoce que diversos factores ambientales afectan el número de granos producidos, mientras que el peso individual del grano depende del potencial de la planta y de la competencia interplanta, principalmente representada por el número de mazorcas producidas por la planta y el número de granos en cada una de ellas y de los factores ambientales que inciden sobre la etapa de llenado del grano uno de ellos es la competencia interplanta, la cual es el resultado de la densidad de población y determina disponibilidad de radiación, nutrientes y humedad (López et al., 2004).

### **3.11. Líneas puras**

Una línea autofecundada, es una línea pura, que se origina por autopolinización de la cual el objetivo principal es fijar genes favorables, aunque pierden vigor, el cual es recuperado en la primera cruce simple (Poehlman, 1979).

### **3.12. Híbridos**

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

El objetivo inmediato de la hibridación es la producción de ejemplares que presentan 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 (De la Loma, 1954).

Para mejorar la competitividad de la producción del maíz, los avances en el desarrollo de genotipos híbridos constituyen una tecnología y una opción para elevar la producción y productividad del cultivo, por lo que

su adopción es muy crucial para efficientar otras prácticas agronómicas que favorece a mejorar la productividad (Fuentes y Quemé, 2005).

### **3.12.1. Historia de la hibridación**

El mejoramiento de maíz tiene su inicio en 1905 cuando G. H. Shull inicio sus experimentos de autofecundación de maíz, con Cold Spring Harbor, New York. Cuyo interés fue estudiar la influencia del modo de polinización, en el número de hileras de granos de las mazorcas. Para ese entonces no tuvo una idea de la significación de sus trabajos, ni de su aplicación a la mejora del maíz. Al mismo tiempo, el doctor E. M. East empezó a autofecundar maíz en la estación agrícola de Illinois, trataba de estudiar los efectos de la autofecundación y de la fecundación cruzada, y al igual que Shull, no previó el gran efecto que iban a tener sus trabajos sobre la mejora del maíz. Los conceptos que de estos trabajos se derivan, se resume del modos siguiente: 1) el aislamiento de líneas autofecundadas, con buenas perspectivas, que se reproduzcan iguales a si mismas en relación con los caracteres que posean, 2) la determinación de las líneas más productivas en las cruzas y, 3) la utilización de las mejores cruzas para la producción comercial del maíz híbrido (Harold y Rocker, 1984).

### 3.12.2. Objetivos de la hibridación

El objetivo de producir maíz híbrido es producir combinaciones nuevas y mejores de caracteres convenientes, en plantas que den mejores rendimientos de maíz de calidad. Muchos híbridos producen de un 15 a un 20% más de grano que las variedades disponibles de polinización abierta. Los mejores híbridos tienen además la ventaja de una maduración más temprana, y produce un mayor porcentaje de semilla comercial. Actualmente se presta más atención a la producción de híbridos con resistencia a enfermedades o que posean características favorables en la planta (Harold y Rocker, 1984).

### 3.12.3. Tipos de híbridos

**Simple:** Es un híbrido creado mediante el cruzamiento de dos líneas puras, la semilla de híbridos F1 es la que se vende a los agricultores para la siembra, por lo común los híbridos simples son más uniformes y tienden a preservar un mayor potencial de rendimiento en condiciones ambientales favorables (López y Chávez, 1994).

**Triple:** 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 como una cruce triple que con una

doble, aunque las plantas de una cruce triple no son tan uniformes como las de una cruce simple (López y Chávez, 1994).

**Doble:** El híbrido doble se forma a partir de cuatro líneas autofecundadas, es decir es la progenie híbrido obtenida de una cruce entre dos cruces simples. Los híbridos dobles no son tan uniformes como las cruces simples, debido a que presentan mayor variabilidad genética; es importante señalar que una cruce simple produce mayor rendimiento que una triple y esta a su vez más que una doble (López y Chávez, 1994).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Localización Geográfica y Características de la Comarca Lagunera.

La Comarca Lagunera se localiza geográficamente entre los 24° 30' y 27° de latitud norte y entre los 102° y 104° 40' de longitud oeste, a una altitud de 1,120 msnm. Su clima se clasifica como muy seco con deficiencia de lluvias en todas las estaciones del año, además cuenta con temperaturas semicálidas con inviernos benignos.

Su clima es desértico con lluvias en verano y temperatura caliente. Tiene una temperatura media anual de 21°C y una media de 27°C para el mes más caluroso. La precipitación media anual es de 220mm (INEGI, 2002).

El presente trabajo se realizó durante el año 2007 donde se evaluaron las 144 cruzas en dos localidades de Comarca Lagunera.

**4.2. Material Genético.** Se utilizaron 144 híbridos experimentales, derivados de la cruce entre 12 progenitores hembra y 12 macho en un sistema de apareamiento tal como se muestra en el **cuadro 4.1**. Para facilitar el análisis de varianza los híbridos se agruparon en 12 grupos.

**Cuadro 4.1.** Sistema de apareamiento.

|                            |    | Hembras |      |       |       |
|----------------------------|----|---------|------|-------|-------|
| Grupos                     |    | G1      | G2   |       | G12   |
| M<br>a<br>c<br>h<br>o<br>s |    | 1       | 2    | ..... | 12    |
|                            | 13 | 1x13    | 2x13 | ..... | 12x13 |
|                            | 14 | 1x14    | 2x14 | ..... | 12x14 |
|                            | .  |         |      |       |       |
|                            | .  |         |      |       |       |
|                            | 24 | 1x24    | 2x24 | ..... | 12x24 |

**4.3. Diseño experimental.** Bloques completos al azar, con dos repeticiones y 144 genotipos.

**Siembra.** La siembra se realizó el 23 de marzo del 2007 en Torreón-1 y el 8 de agosto del mismo año en Torreón-2 de manera manual, en surcos de 2m de largo y 0.75m de ancho depositando 1 semilla cada 5cm aproximadamente; después del cultivo a los 30 días se hizo un aclareo dejando 6 plantas por metro lineal (16,6 cm entre plantas), es decir, 24 plantas por parcela útil, para obtener una población aproximada de 85,000 PI/ha.

#### **4.4. Manejo Agronómico**

**Fertilización.** Se fertilizó con la formula 180-100-00 aplicando el 50% del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y el resto del nitrógeno al momento de cultivar.

**Riego.** La aplicación del riego se realizo con cintilla, procurando mantener un buen nivel de humedad durante el ciclo vegetativo del cultivo.

**Control de maleza.** El control de maleza se realizó por el método manual; haciendo un deshierbe en el momento de presentarse las primeras malas hierbas. Consecutivamente, al efectuarse la escarda se eliminó parte de la maleza existente, así mismo se procuro el aporcado del cultivo, después se eliminó el resto de la maleza.

**Control de plagas.** Los insectos más comunes que se presentaron fueron el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y la pulga negra (*Chaetocnema pulicaria*) los cuales se combatieron de manera manual utilizando insecticida a base de permetrina, con nombre comercial Rostov, a una dosis de 1 Lt/Ha para la primera y en el caso de la pulga negra se utilizó clorpirifós (Lorsban 480), un concentrado emulsionable, utilizando 1 Lt/Ha, haciendo la aplicación de manera manual.

**Cosecha.** La cosecha se hizo cuando el grano presento un estado maduro y seco; se tomaron 3 muestras de cada parcela y posteriormente la evaluación de los híbridos.

**Análisis estadístico.** El análisis estadístico para las variables evaluadas, se realizó con el paquete SAS (SAS V 6.1 Institute, Inc.; SAS. B. 1988).

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 5.1, (análisis de varianza) se presentan las significancias de los cuadrados medios de las variables evaluadas: RG, FM, AMZ, NOHI, GHI, NOHO y PMG.

En donde para localidades (L) se observa que las variables RG, AMZ, GHI, y PMG, son altamente significativas. Por lo cual se indica que todas las variables anteriores fueron diferentes en cada una de las localidades. Se podría decir que la época de siembra de cada localidad es la que influyo directamente para obtener estos resultados. Lo anterior se muestra en el Cuadro 2 el cual se presenta las diferencias en cada una de la variables en las localidades.

**Cuadro 5.1. Análisis de varianza combinado de 144 híbridos y dos localidades.**

| F. V   | GL  | RG<br>(x10 <sup>8</sup> ) | FM<br>días | AMZ<br>m | NOHI    | GHI       | NOHO    | PMG<br>kg |
|--------|-----|---------------------------|------------|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| L      | 1   | 684.09**                  | 21.01ns    | 1.89**   | 1.53ns  | 1268.43** | 22.71*  | 0.68**    |
| G      | 11  | 4.28**                    | 63.83**    | 0.56**   | 15.67** | 97.11**   | 17.54** | 0.01**    |
| B(L)   | 2   | 0.52**                    | 22.26ns    | 0.48**   | 8.80**  | 19.77ns   | 36.45** | 0.004     |
| H(G)   | 132 | 0.83**                    | 30.81**    | 0.04ns   | 2.45ns  | 22.18ns   | 6.93**  | 0.003     |
| L*G    | 11  | 2.04**                    | 8.81*      | 0.22**   | 1.82ns  | 60.64**   | 9.85*   | 0.003     |
| L*H(G) | 132 | 0.80**                    | 9.56ns     | 0.03ns   | 1.40ns  | 20.46ns   | 4.93ns  | 0.002     |
| G*B(L) | 22  | 0.14ns                    | 27.99ns    | 0.12**   | 1.69ns  | 41.73**   | 13.04** | 0.01**    |
| ERROR  |     | 0.09                      | 23.44      | 0.03     | 2.00    | 23.04     | 4.74    | 0.003     |
| TOTAL  |     |                           |            |          |         |           |         |           |
| MEDIA  |     | 13244.49                  | 77.32      | 1.35     | 15.25   | 38.57     | 15.37   | 0.29      |
| C.V%   |     | 7.42                      | 6.26       | 13.62    | 9.27    | 12.44     | 14.16   | 17.86     |

\*, \*\*Significativo al 0.001 y 0.05 de probabilidad; ns: no significativo. RG= rendimiento de grano, FM= floración masculina, AMZ= altura de la mazorca, NOHI= número de hileras, GHI= granos por hileras, NOHO= número de hojas, PMG= peso de mil granos.

En el cuadro 5.2, se muestran las diferencias medias para las variables RG, FM, AMZ, NOHI, GHI, NOHO y PMG para las dos localidades. De la cual podemos observar que la localidad Torreón-1 presento los valores más altos en todas las variables, a excepción de la variable AMZ que presentó el valor más alto en la localidad de Torreón-2. Lo anterior es debido a la época de siembra que posee cada localidad y que a su vez influyo de manera directa en el comportamiento de los híbridos y en su desempeño.

Para la variable RG, el comportamiento de los híbridos fue estadísticamente diferente en las dos localidades (Torreón 1 y Torreón 2). En cambio para la variable FM, el comportamiento de los híbridos de las dos localidades fue el mismo. En la variable AMZ, el comportamiento de los híbridos fue diferente en las dos localidades; las variables NOHI y NOHO presentaron el mismo comportamiento que presento la variable FM. Por ultimo el comportamiento de los híbridos GHI y PMG mostraron ser diferentes.

**Cuadro 5.2. Rendimiento de grano y componentes de mazorca de dos localidades.**

| Localidad | RG†<br>(kg/ha) | FM<br>(días) | AMZ<br>(m) | NOHI   | GHI    | NOHO   | PMG<br>(kg) |
|-----------|----------------|--------------|------------|--------|--------|--------|-------------|
| Torreón 1 | 14334.3a*      | 77.12a       | 1.29b      | 15.30a | 40.05a | 15.57a | 0.320a      |
| Torreón 2 | 12154.7b       | 77.50a       | 1.40a      | 15.20a | 37.08b | 15.17a | 0.250b      |
| DMS       | 830.2          | 0.544        | 0.085      | 0.247  | 1.428  | 0.575  | 0.0107      |

\* Tratamiento con la misma letra, son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad. †RG= rendimiento de grano, FM= floración masculina, AMZ= altura de la mazorca, NOHI= número de hileras, GHI= granos por hileras, NOHO= número de hojas, PMG= peso de mil granos.

Para la FV de los Grupos (G), todas las variables fueron altamente significativas esto nos indica que el comportamiento entre grupos fue distinto, ya que cada grupo está formado por 12 híbridos cuyo progenitor masculino es diferente, además la posible interacción dentro de grupos repercutieron de manera directa sobre los mismos.

En el Cuadro 5.3, se presentan los valores medios de cada uno de los 12 grupos de híbridos experimentales para cada una de las variables evaluadas donde el grupo que está en primer lugar del rendimiento es el G5 con 15184.9 Kg ha<sup>-1</sup>, en segundo lugar es el G9 con 14115.0 Kg ha<sup>-1</sup> y el tercero es el G4 con 14080.1 Kg ha<sup>-1</sup>, estadísticamente igual a al resto a diferencia de los grupos G7, G3, G1 y G6. Así mismo, se observa que el G5 sobresale estadísticamente en el resto de las variables, excepto en NOHI. Al

parecer el rendimiento esta posiblemente relacionado con FM, AMZ, GHI y PMG.

**Cuadros 5.3. Media de 12 grupos de híbridos experimentales.**

| G          | RG      | G   | FM    | G   | AMZ  | G   | NOHI  | G   | GHI   | G   | NOHO  | G   | PMG  |
|------------|---------|-----|-------|-----|------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|------|
| G5         | 15184.9 | G11 | 79.52 | G10 | 1.52 | G6  | 16.09 | G8  | 40.84 | G11 | 16.44 | G10 | 0.32 |
| G9         | 14115.0 | G2  | 79.02 | G12 | 1.49 | G9  | 15.93 | G5  | 40.43 | G12 | 16.38 | G5  | 0.31 |
| G4         | 14080.1 | G5  | 78.29 | G5  | 1.47 | G4  | 15.73 | G12 | 39.46 | G7  | 15.76 | G2  | 0.31 |
| G8         | 13532.5 | G3  | 77.50 | G3  | 1.44 | G3  | 15.59 | G4  | 39.45 | G1  | 15.68 | G1  | 0.30 |
| G2         | 13433.5 | G1  | 77.42 | G11 | 1.39 | G5  | 15.46 | G11 | 39.34 | G10 | 15.52 | G9  | 0.30 |
| G10        | 13277.3 | G7  | 77.06 | G8  | 1.31 | G8  | 15.33 | G9  | 38.79 | G2  | 15.29 | G7  | 0.30 |
| G12        | 13172.7 | G12 | 76.96 | G7  | 1.30 | G12 | 15.21 | G7  | 38.64 | G5  | 15.20 | G12 | 0.29 |
| G11        | 12911.8 | G10 | 76.92 | G2  | 1.29 | G11 | 15.20 | G1  | 38.06 | G4  | 15.10 | G4  | 0.29 |
| G7         | 12791.1 | G9  | 76.69 | G6  | 1.27 | G10 | 14.95 | G2  | 37.58 | G8  | 14.94 | G3  | 0.28 |
| G3         | 12457.3 | G8  | 76.67 | G1  | 1.25 | G2  | 14.79 | G6  | 37.08 | G9  | 14.76 | G8  | 0.28 |
| G1         | 12423.8 | G6  | 76.40 | G4  | 1.24 | G7  | 14.74 | G10 | 36.91 | G3  | 14.71 | G6  | 0.27 |
| G6         | 11553.9 | G4  | 75.35 | G9  | 1.21 | G1  | 14.04 | G3  | 36.29 | G6  | 14.68 | G11 | 0.26 |
| <b>DMS</b> | 2033.6  |     | 1.33  |     | 0.21 |     | 0.61  |     | 3.50  |     | 1.41  |     | 0.03 |

DMS: Diferencia media significativa. RG= rendimiento de grano, FM= floración masculina, AMZ= altura de la mazorca, NOHI= número de hileras, GHI= granos por hileras, NOHO= número de hojas, PMG= peso de mil granos.

En la FV., H(G), las variables RG, FM y NOHO, fueron altamente significativas, en cambio las variables AMZ, NOHI, GHI y PMG, no presentaron significancia. Esto indica que cada híbrido dentro de los grupos mostró un comportamiento distinto entre si respecto a las anteriores variables (Cuadro 5.1).

En el cuadro 5.4, se presenta el rendimiento y sus componentes de las 15 mejores cruzas en las dos localidades. Se muestra que los híbridos más sobresalientes de las 144 cruzas son los siguientes: 50, 32, 55, 44,

106,113, 56, 90, 53, 54,134, 22, 130, 38 y 47, donde el híbrido 50 perteneciente al G5 el de mayor rendimiento y estadísticamente igual a los híbridos 32 y 55, sin embargo no lo fue así para el resto de los híbridos.

Para la variable FM el híbrido 22 del grupo-2 fue superior con 81.50 días a los 15 híbridos restantes; la media general fue de 77.32 y el rango entre las mejores cruzas osciló entre 72.50 y 81.50 lo cual indica la variación entre los híbridos evaluados. En cuanto a la variable AMZ los híbridos 50, 44, 106, 38 y 47 fueron diferentes y el resto de los híbridos fueron estadísticamente iguales, donde la AMZ osciló de 1.37 m a 1.68 m, con una media de 1.35 m.

En la variable NOHI se obtuvieron 15 NOHI en promedio los cuales son 32, 44, 106, 53, 54, 134, 130 y 47, en cambio los demás híbridos oscilan entre 14 NOHI que son respectivamente los híbridos 50, 55, 113, 56, 90, 22 y 38. Para la variable GHI los híbridos 55 con 45.08 obtuvo mayor GHI y estadísticamente fueron iguales a los demás híbridos, a excepción de los híbridos 32, 106, 113 y 22 que fueron estadísticamente diferentes.

En la variable NOHO, todos los híbridos a excepción de los híbridos 50 y 47 estadísticamente tuvieron un comportamiento relativamente igual. El híbrido con mayor NOHO fue el 130 con 16.66, superior a la media general que estadísticamente fue de 15.37. En lo que se refiere a la variable PMG, los híbridos 50, 32, 113 y 22 son los que obtuvieron un mayor valor de PMG con 0.35 kg estadísticamente igual a los demás híbridos, a diferencia de los

híbridos 90,130 y 47 que son estadísticamente inferiores a la media general que fue de 0.29 kg, por lo cual se observa la variación que existió en el cultivo evaluado.

**Cuadro 5.4. Rendimiento y sus componentes de las 15 mejores cruzas en dos localidades.**

| H            | G  | RG<br>kg/ha     | FM<br>días   | AMZ<br>M    | NOHI         | GHI          | NOHO         | PMG<br>kg   |
|--------------|----|-----------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 50           | 5  | 18259.25        | 80.00        | 1.25        | 14.67        | 44.09        | 14.25        | 0.35        |
| 32           | 3  | 17298.15        | 76.00        | 1.47        | 16.16        | 37.57        | 14.75        | 0.35        |
| 55           | 5  | 16991.98        | 79.00        | 1.65        | 15.17        | 45.08        | 16.58        | 0.31        |
| 44           | 4  | 16169.75        | 72.50        | 1.19        | 16.32        | 41.08        | 14.83        | 0.31        |
| 106          | 9  | 16134.63        | 79.00        | 1.32        | 15.83        | 37.59        | 14.66        | 0.32        |
| 113          | 10 | 16125.93        | 80.00        | 1.68        | 15.17        | 36.08        | 16.28        | 0.35        |
| 56           | 5  | 16092.60        | 79.00        | 1.45        | 14.82        | 42.32        | 14.67        | 0.31        |
| 90           | 8  | 15951.23        | 78.00        | 1.38        | 14.66        | 41.83        | 15.66        | 0.25        |
| 53           | 5  | 15739.50        | 79.00        | 1.54        | 15.65        | 41.90        | 15.33        | 0.30        |
| 54           | 5  | 15711.10        | 78.50        | 1.48        | 16.00        | 39.50        | 15.34        | 0.32        |
| 134          | 12 | 15446.28        | 78.00        | 1.37        | 16.49        | 41.17        | 15.58        | 0.30        |
| 22           | 2  | 15316.05        | 81.50        | 1.44        | 14.82        | 30.98        | 15.17        | 0.35        |
| 130          | 11 | 15188.28        | 79.00        | 1.42        | 15.50        | 41.31        | 16.66        | 0.28        |
| 38           | 4  | 15187.05        | 76.00        | 1.17        | 14.83        | 41.33        | 14.58        | 0.29        |
| 47           | 4  | 15159.25        | 75.50        | 1.26        | 16.34        | 40.48        | 14.00        | 0.28        |
| <b>MEDIA</b> |    | <b>13244.49</b> | <b>77.32</b> | <b>1.35</b> | <b>15.25</b> | <b>38.57</b> | <b>15.37</b> | <b>0.29</b> |
| <b>DMS</b>   |    | <b>2033.6</b>   | <b>1.33</b>  | <b>0.21</b> | <b>0.61</b>  | <b>3.50</b>  | <b>1.41</b>  | <b>0.03</b> |

RG= rendimiento de grano, FM= floración masculina, AMZ= altura de la mazorca, NOHI= número de hileras, GHI= granos por hileras, NOHO= número de hojas, PMG= peso de mil granos.

## VI. CONCLUSIONES

El efecto de las localidades (L) resulto altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ) para las variables RG, AMZ, GHI y PMG donde se muestra el efecto de las diferentes es debido a la época de siembra en que se evaluó el presente trabajo para las variables; solamente fue significativo ( $p \leq 0.05$ ) para la variable NOHO, y en las siguientes variables no se presento significancia que fueron la variable FM y NOHI. Lo cual nos demuestra que estas variables que no tuvieron significancia se comportaron igual en las dos épocas de siembra.

De acuerdo a las localidades se observaron diferencias significativas en las dos localidades, predominando la localidad de Torreón-1 ya que tuvo mejores resultados con respecto al rendimiento de grano y componentes del maíz.

En cuanto a los grupos se tiene que fueron estadísticamente diferentes donde el grupo-5 mostró el mejor desempeño, sobresaliendo los híbridos: 50, 55, 56, 53 y 54.

Los híbridos fueron significativamente diferentes a excepción de AMZ, NOHI y GHI. Las variables RG, GHI Y PMG fueron las que mostraron mayor efecto de interacción, no así para el resto de las variables.

Los híbridos que sobresalieron fueron: 50, 32, 55, 44, 106, 113 y 56.

## VII. RESUMEN

El maíz constituye el alimento básico de varios cientos de millones de personas en el mundo. Por ello el conocimiento de diversos tipos de híbridos y la importancia de estos en la determinación de caracteres de interés, es básico para lograr grandes avances en el rendimiento y en sus componentes. El objetivo del presente trabajo fue evaluar y seleccionar híbridos simples en base a los valores del rendimiento del grano. Con el propósito de cuantificar la respuesta de un grupo de genotipos de maíz se formaron y evaluaron 144 híbridos experimentales en dos localidades Torreón-1 y Torreón-2 durante las estaciones del año primavera-verano y otoño-invierno del 2007. La siembra se realizó a mano bajo un diseño de bloques completos al azar donde la parcela experimental consto de 2m de largo y 0.75m de ancho y a una población de 85,000 PI/ha. Las variables evaluadas fueron: Rendimiento de grano (RG), Floración masculina (FM), Altura de la mazorca (AMZ), Número de hilera (NOHI), Granos por hilera (GHI), Número de hojas (NOHO) y Peso de mil granos (PMG). Los resultados indican que referente a las localidades, se observaron diferencias significativas en las dos, siendo la localidad de Torreón-1 la más sobresaliente para el rendimiento de grano y componentes de mazorca. En cuanto a los grupos se tiene que fueron estadísticamente diferentes donde el grupo-5 mostró el mejor desempeño, sobresaliendo los híbridos: 50, 55, 56, 53 y 54. Los híbridos fueron significativamente diferentes a excepción de AMZ, NOHI y GHI. Las variables RG, GHI Y PMG fueron las que mostraron mayor efecto de interacción, no así para el resto de las variables. Los híbridos que sobresalieron fueron: 50, 32, 55, 44, 106, 113 y 56.

Palabras clave: Híbrido, genotipos, significancia.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

Allard R.W. 1980. Principios de la Mejora Genética de las Plantas. Editorial EOSA. España, 498 p.

Andow D., Lamkey K., Daniel H., Nafziger E., Gepts P. and Stayer D. 2004. A growing concern protecting the food supply in an era of pharmaceutical and industrial crops. Union of Concern Scientists. USA.

Bernal M.L. 2008. Híbridos experimentales del CIMMYT para la comarca lagunera. Tesis profesional UAAAN "UL". Torreón, Coahuila, México.

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 1999. Programa de Maíz. Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de polinización libre. Segunda edición. Mexico, D. F.

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).1994. World Maize Facts and Trends. Maize seed industries, revisited: Emerging Roles of the Public and Private Sectors. México, D. F.

Chávez J. L. y López E. (1994) Mejoramiento de plantas 2, Métodos específicos de plantas alegramas. Editorial Trillas, S. A. de C. V. 50 p.

Clark P. W., Kelm S. and Endres M. I. 2002. Effect of feeding a corn hybrid selected for leafiness as silage or grain to lactating dairy cattle J. dairy Sci. 85: 607-612.

Crees C.E. 1956. Heterosis of the hybrid to gene frequency differences between two populations. Genetics. 53: 269- 274.

Dale, N. 1997. Ingredient analysis table: 1997 edition. Feedstuffs Reference Issue. Vol. 69. Num. 30. p. 24-31.

De la Cruz, L.E., S.A. Rodríguez H., M. Esterada B., J.D: Mendoza P. y N.P. Brito M. 2005. Análisis Dialéctico de líneas de maíz QPM para características agronómicas. Universidad y Ciencia. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 21 (41): 19-26.

De la Loma, J. L. 1954. Genética General Aplicada. Segunda Edición. Editorial UTEHA. México. 427 p.

Espinoza A., López M. A., Gómez N., Betanzos E., Sierra M., Coutiño B., Aveldaño R., Preciado E., Terrón A. D. 2003. Indicadores económicos para la producción y uso de semilla mejorada de maíz de calidad proteica (QPM) en México. Análisis y comentarios. Agronomía Mesoamericana. México. P 12.

Espinoza VJ, E Valdez L, R Vega L, H León C. 2009. Calidad nutricional del grano en poblaciones de maíz poliembriónico. [en línea] [fecha de consulta: 30 de enero de 2009].

Fischer K. S. and A. Palmer. 1984. Tropical Maize. In PR Goldsworthy and NM Fischer (Eds.) The Physiology of Tropical Field Crops. John Wiley and Sons, NY. 213-248 p.

Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). 1995. White Maize as a Traditional Staple Food: Situation, Outlook and Issues. 26th Session of the Intergovernmental Group on Grains, 30 May - 2 June. Rome. 2 p.

Fuentes L. M. R. y Quemé W. 2005. Informe Ensayo Regional de Maíz PCCMCA 2005. ICTA-PRM. 18p

Griffing B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9: 463- 493.

Gupta H.O. 2003. Effect of pericarp on protein quality in maize. Journal of Food Science and Technology (Mysore) 40 (1): 80-83.

Harold K. W. y A. C. Rocker. 1984. Producción de cosechas. Ed. Continental. México.

Jungenheimer W. R. 1985. Maíz variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Editorial LIMUSA México. P. 841.

López SJ, C Reyes M, S Castro N, F Briones E. 2004. Componentes del crecimiento de grano de cultivares prolíficos de maíz. Revista Fitotecnia Mexicana [en línea] 27 (1): [fecha de consulta: 28 de enero de 2009].

Martin L. J., Parra R. J., Sánchez G. J., De la Cruz L. L., Morales R. M. 2006. Caracterización de maíces criollos del occidente de México. Universidad de Guadalajara, CUCBA, IMAREFI. México. 111 p.

NASS. 2006. National Agricultural Statics Service. [www.usda.nass.gov](http://www.usda.nass.gov) (21 de mayo de 2006).

Paliwal, L.P., G. Granados, J.P. Marathée. 2001. El Maíz en los Trópicos: mejoramiento y producción. FAO. Roma, Italia.

Pixley K. V. y S. M. Bjarnason. 2002. Stability of grain yield, endosperm modification and protein maize (QPM) cultivars. *Crop Science* 42 (6): 1882-1890.

Poehlman J. M. 1987. Mejoramiento genético de las cosechas. Primera Edición. Editorial LIMUSA. México. 453 p.

Purseglove, J. W. 1972. *Tropical Crops: Monocotyledons*. Longman, London.

Reta S D G, A Gaytan M, J. S. Carrillo y J. A. Cueto W. 2003. Influencia de métodos de siembra y densidades de población en la formación de grano. *Rev. Fitotec. Mex.* 26: 147- 152.

Rodríguez H. S. A., J Santana R., H Córdova O., N. Vergara A., A. J. Lozano del R.M. Mendoza E y J.G. Bolaños J. 2000. Caracteres de importancia para el Fitomejoramiento del maíz para ensilaje. Memorias para el XV111 Congreso Nacional de fitogenética. 148 p.

Rodríguez M. R. y De León C. 2008. El cultivo de maíz. Temas selectos. Colegio de Postgraduados. Mundi-Prensa. México. Pp. 127.

Tinoco A. C. A., F. A. Rodríguez M., J. A. Sandoval R., S. Barrón F., A. Palafox C., V. A. Esqueda E., M. Sierra M., J. Romero M. 2002. Manual de producción de maíz para los estados de Veracruz y Tabasco. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Libro Técnico núm. 9. Veracruz, México. 113 p.

Turrent A, Serratos JA. 2004. Contexto y antecedentes del maíz silvestre y el cultivado en México. Capítulo 1 [en línea] [fecha de consulta: 29 de enero de 2009].

## IX. ANEXOS

**Cuadro 1. Diseño de Análisis Estadístico (SAS V 6.1 Institute, Inc.; SAS. B. 1988).**

```

DATA CLARIBEL;
IMPUT L$ G$ B H$ RG NOHI GHI PMG FM AMZ NH
CARDS;
Torreon1 G1 1 1 9228.3 15.33 33.33 0.12 62 0.77 12.00
Torreon1 G1 1 2 12701.2 14.00 39.67 0.33 80 1.26 15.30
Torreon1 G1 1 3 17027.2 12.00 45.67 0.36 80 1.30 17.66
Torreon1 G1 1 4 14202.5 14.67 43.00 0.33 80 1.46 16.00
Torreon1 G1 1 5 13831.8 14.00 45.00 0.30 81 1.50 14.66
Torreon1 G1 1 6 12728.4 13.33 40.33 0.34 81 1.31 15.66
Torreon1 G1 1 7 14483.9 14.00 42.00 0.35 77 1.03 15.00
Torreon1 G1 1 8 12767.9 16.00 42.00 0.33 80 1.30 15.66
Torreon1 G1 1 9 16901.2 14.67 43.00 0.37 74 1.45 16.33
Torreon1 G1 1 10 19180.2 16.00 41.67 0.40 79 1.46 17.00

```

---

```

Torreon2 G12 2 135 14199.0 16.30 42.00 0.18 78 1.72 16.33
Torreon2 G12 2 136 12693.8 16.00 35.67 0.29 78 1.46 15.00
Torreon2 G12 2 137 12113.6 16.60 41.60 0.28 72 1.55 14.67
Torreon2 G12 2 138 11209.9 14.60 40.60 0.20 78 1.40 13.67
Torreon2 G12 2 139 10944.7 17.30 37.60 0.17 82 1.30 14.33
Torreon2 G12 2 140 11224.0 14.60 38.00 0.23 79 1.34 15.00
Torreon2 G12 2 141 12374.3 16.00 40.30 0.16 78 1.59 16.33
Torreon2 G12 2 142 12409.9 14.60 37.00 0.29 74 1.48 15.33
Torreon2 G12 2 143 8648.8 16.00 36.00 0.18 80 1.41 15.33
Torreon2 G12 2 144 12262.5 16.00 29.30 0.27 80 1.45 13.00

```

```

PROC PRINT;
PROC ANOVA;
CLASS L G B H;
MODEL RG--NH=L G B(L) H(G) L*G L*H(G) G*B(L);
TEST H=L G E=L*G;
TEST H=H(G) E=H(G);
MEANS L G/LSD E=L*G;
MEANS H(G)/LSD E=H(G);
RUN;

```