

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



**DIVISIÓN CARRERAS AGRONÓMICAS**

**POTENCIAL AGRONÓMICO EN HÍBRIDOS DE MAÍZ  
(*Zea mays*) CON GERMOPLASMA DE ORIGEN DIVERSO.**

**POR:**

**PEDRO RAMÍREZ HERNÁNDEZ**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE, 2007**

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

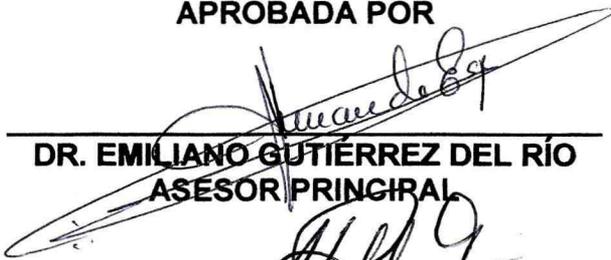
**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**POTENCIAL AGRONÓMICO EN HÍBRIDOS DE MAÍZ (ZEA MAYS) CON  
GERMOPLASMA DE ORIGEN DIVERSO.**

**POR**

**PEDRO RAMÍREZ HERNÁNDEZ**

**APROBADA POR**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. EMILIANO GUTIÉRREZ DEL RÍO**  
**ASESOR PRINCIPAL**

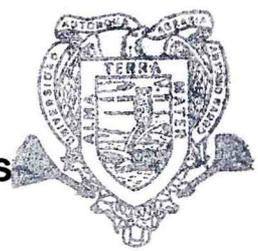
  
\_\_\_\_\_  
**DR. ARTURO PALOMO GIL**  
**ASESOR**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. SALVADOR GODOY ÁVILA**  
**ASESOR**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. ORALIA ANTUNA GRIJALVA**  
**ASESOR**

**COORDINADOR DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. VICTOR MARTÍNEZ CUETO**



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

**TESIS QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**APROBADA**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. EMILIANO GUTIÉRREZ DEL RÍO  
PRESIDENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA**

**VOCAL**

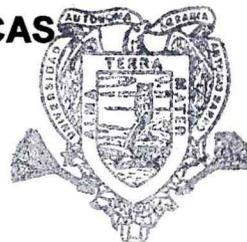
  
\_\_\_\_\_  
**DR. ARTURO PALOMO GIL**

**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. ORALIA ANTUNA GRIJALVA  
VOCAL SUPLENTE**

**COORDINADOR DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. VICTOR MARTÍNEZ CUETO**



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.**

**DICIEMBRE 2007**

## DEDICATORIAS

### A DIOS

Por que me presentó en este mundo y me convirtió en la persona que soy, por que sin su ayuda este trabajo no se hubiese realizado, por lo bien que me ha tratado en esta vida, y por que siempre has actuado a favor para mi Fe hacia ti.

### A MIS PADRES

Por darme la vida y apoyarme en todas las etapas de ésta sin pedirme algo a cambio, por que han sido lo más maravilloso de mí y finalmente por ser el prospecto de personas a seguir.

### A MIS HERMANOS

Guadalupe, Eduardo y José que con su comprensión en los momentos en los cuales no estuve en casa me daban aliento para avanzar y seguir con mi superación, y porque mientras estos momentos pasaban no los olvide ni los olvidare jamás.

### A MIS ABUELOS

Maria del Refugio Moreno Martínez y a los que ya no nos acompañan físicamente pero si espiritualmente: Estanislao Hernández Zapata, Socorro Quevedo Reyes y Pedro Ramírez Ramos por ser mis raíces las cuales estoy muy orgulloso como también por ser las personas tan sabias de las cuales aprendí y sigo aprendiendo de lo que algún día hicieron o dijeron.

### A MIS TIOS

A los cuales les agradezco el cariño brindado y los consejos que en su momento me cedieron, para todos y cada uno de ellos con respeto y admiración de mi parte y en especial a Francisco y Manuel Ramírez.

### A MI AMIGA Y COMPAÑEROS

Yesenia Ángel García y a todos mis compañeros que estuvieron conviviendo conmigo en buenos y malos momentos durante estos cuatro años y medio, y por que a final de cuentas para eso es la amistad.

## AGRADECIMIENTOS

### A DIOS

Por darme los padres que felizmente tengo, por haberme hecho quien soy, por concederme y brindarme la oportunidad de iniciar y concluir mis estudios desde los iniciales hasta los Universitarios, por no dejarme cuando mas difícil era mi camino hacia mi formación, por estar conmigo en todo momento agradable y desagradable de mi vida y por darme la fortaleza para levantarme en mis caídas.

### A MI ALMA TERRA MATER

Por que me concedió el honor de haber sido uno de sus hijos buitres, haberme dado un techo dentro de sus aulas durante estos cuatro años y medio y por haberme enseñado tanto no solo en lo profesional sino también de la vida misma.

### A MIS ASESORES

Por que con su entusiasmo y apoyo se realizo el presente trabajo, por darme la oportunidad de haber hecho la investigación a su lado y por aconsejarme con buena intención para la culminación de la misma.

### A MIS PADRES

Pedro Ramírez Quevedo y Maria del Carmen Hernández Moreno, por que orgullosamente han sido lo mejor de mi vida, por que siempre me han apoyado moralmente durante estos 22 años transcurridos los cuales he aprendido la real significancia de estos seres, por que me motivaron y que hasta el momento lo siguen haciendo para mi superación intelectual, por ser la figura a alcanzar o superar y por el sinfín de cosas por los cuales tengo que estar orgulloso y por tantos momentos agradables que me han enseñado a su lado. Por esto y mucho más, GRACIAS PAPAS.

### A MIS MAESTROS

Por guiarme en el camino durante mis estudios, por que de una u otra manera se dieron a la tarea de aconsejarme, enseñarme y brindarme todos los conocimientos necesarios para mi desempeño profesional.

### A MI AMIGA Y COMPAÑEROS

Les agradezco en confiar en mi, que me permitieron conocerlos y por todos los momentos felices que pasamos.

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIAS.....</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>II</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>III</b>
<b>INDICE DE APENDICE.....</b>	<b>IV</b>
<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos.....	4
1.2 Hipótesis.....	4
1.3 Metas.....	5
<b>II. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>6</b>
2.1. Clasificación Taxonómica del Maíz.....	6
2.2. Descripción Botánica de la Planta de Maíz.....	7
2.3. Estructura Morfológica de la Planta de Maíz.....	7
2.3.1. Sistema Radical.....	7
2.3.2. Talo.....	7
2.3.3. Hojas.....	7
2.3.4. Flores.....	8
2.3.5. Fruto.....	8

2.4. Híbrido.....	9
2.4.1. Híbrido Simple.....	10
2.4.2. Híbrido Triple.....	10
2.4.5. Híbrido Doble.....	10
2.5. Hibridación.....	11
2.6. Probador.....	11
2.7. Mestizos.....	13
2.7.1. Top-cross.....	14
2.7.2. Test-cross.....	14
2.8. Líneas Puras.....	14
2.9. Aptitud Combinatoria.....	15
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
3.1. Localización Geográfica del Área de Estudio.....	17
3.2. Material Genético.....	18
3.3. Formación de Mestizos.....	19
3.4. Fecha de Siembra.....	20
3.5. Diseño y Parcela Experimental.....	20
3.6. Manejo Agronómico.....	20
3.6.1. Fertilización.....	20
3.6.2. Riegos.....	21
3.6.3. Control de plagas.....	21
3.6.4. Control de maleza.....	21
3.7. Variables Agronómicas.....	21

3.8. Análisis Estadístico.....	23
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>25</b>
4.1. Análisis de Varianza.....	25
4.2. Valores Medios.....	26
4.3. Aptitud Combinatoria General (ACG).....	31
4.4. Correlaciones Fenotípicas.....	34
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>VI. RESUMEN.....</b>	<b>37</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>39</b>
<b>VIII. APENDICE.....</b>	<b>42</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. Descripción y origen del material genético utilizado de cada grupo.....	19
Cuadro 4.1. Significancia de cuadrados medios de nueve variables en 26 mestizos evaluados en el campo experimental de la UAAAN-UL. Primavera 2006.....	25
Cuadro 4.2 Valores medios de los mejores 20 mestizos evaluados en la UAAAN-UL. Primavera 2006.....	28
Cuadro 4.3. Aptitud combinatoria general (ACG) de diez variables medidas en 26 mestizos evaluados en la UAAAN. Primavera del 2006.....	33
Cuadro 4.4. Correlaciones fenotípicas de diez variables en 26 mestizos evaluados en el ciclo primavera. UAAAN 2006.....	34

## INDICE DE APENDICE

Cuadro 8.1. Aptitud Combinatoria General de 26 Mestizos y 10 variables. Evaluados en la UAAAN. Primavera del 2006.....	42
---	----

## I. INTRODUCCIÓN

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 más importante a nivel mundial en la alimentación humana y en la actualidad también para los animales (FAO, 1993). 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 1996/97, 2002/03.

Sin duda que uno de los granos que más 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 juega 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 en los últimos años. Nuestro país produjo alrededor de 17.8 millones de toneladas de maíz, en promedio anual, en los últimos ocho años, que si lo comparamos con el promedio mundial, 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 % 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).

Se considera a México como el centro de origen del maíz y el de mayor diversidad de la especie, y a pesar de la gran cantidad de agricultores que existen en nuestro país aún no se ha podido sustentar la demanda de este grano teniendo que importarlo de otros países, como Estados Unidos entre otros, este acontecimiento es más notorio en las comunidades rurales ya que no cuentan con la tecnología necesaria, semillas mejoradas y el conocimiento básico para manejar este cultivo teniendo rendimientos muy bajos, a tal grado que no les alcanza para satisfacer sus necesidades teniendo que comprarlo, esto como consecuencia los lleva a la escasez económica obligándolos a emigrar a otros países en busca de nuevas alternativas de vida.

El cultivo de maíz en México no es para la elaboración de alimentos balanceados sin embargo, con el paso de los años este consumo ha tomado mayor importancia gracias al desarrollo del sector pecuario, prueba de ello es que en el ciclo 1996/97 el consumo de maíz con fines forrajeros fue de 32.1 por ciento; para el ciclo 2002/03, este porcentaje se incremento a 38.5 por ciento.

El rendimiento nacional por unidad de superficie actualmente es de  $2.7 \text{ t ha}^{-1}$  mientras que en algunas regiones de la república como el Sureste es de  $5.0 \text{ t ha}^{-1}$ , en Jalisco y Valles Altos es de  $6.0 \text{ t ha}^{-1}$ , en Guanajuato e Hidalgo es de  $8.0 \text{ t ha}^{-1}$ , en Sinaloa de  $8.9 \text{ t ha}^{-1}$  y en la Comarca Lagunera es de  $3.3 \text{ t ha}^{-1}$ , mientras que el rendimiento potencial a nivel experimental en el Bajío es de  $18 \text{ t ha}^{-1}$ , y en la Comarca Lagunera es de  $13 \text{ t ha}^{-1}$ .

En la Comarca Lagunera se siembran aproximadamente 60 mil hectáreas de maíz para grano y forraje, sin embargo existe apatía entre los productores para la aplicación de alta tecnología en este cultivo, debido a su baja rentabilidad ya que se considera como un cultivo de subsistencia alimenticia. En 1988 se establecieron 26,131 hectáreas de maíz de grano alcanzando rendimientos de  $2.05 \text{ t ha}^{-1}$ .

El mejoramiento del maíz es un proceso continuo y constante en la formación de híbridos y variedades para uso comercial. El conocimiento de los diversos tipos de acción génica y la importancia de estos en la determinación de diversos caracteres de interés, es básico para lograr rápidos avances en un programa de mejoramiento genético; algunos de los sistemas ideados para conocer, evaluar la acción génica de los caracteres cuantitativos es el de cruzamientos dialélicos y diseños de apareamiento genético de Carolina del Norte que permiten determinar las combinaciones superiores, seleccionar los mejores progenitores y diseñar los métodos de mejoramiento más eficiente, sin embargo, existen métodos más sencillos que nos permiten conocer parámetros genéticos como ACG de materiales como líneas probadoras de híbridos

comerciales que nos proporcionarían combinaciones híbridas sobresalientes para utilizar en un futuro inmediato.

## 1.1 Objetivos

- Evaluar y seleccionar las mejores cruzas respecto a caracteres agronómicos de mazorca y rendimiento de grano
- Calcular los efectos de aptitud combinatoria general (ACG).
- Con base en la ACG, detectar mejor grupo germoplásmico al cruzarlo con el probador.

## 1.2 Hipótesis

**Ho<sub>1</sub>:** Las cruzas de maíz presentan igual comportamiento para rendimiento y características evaluadas.

**Ho<sub>2</sub>:** Los mestizos presentan efectos iguales de ACG.

**Ho<sub>3</sub>:** Los grupos germoplásmicos responden de manera diferente al probador.

### 1.3 Metas

- Seleccionar al menos un mestizo de maíz con alto rendimiento de grano.
- Sugerir la producción de al menos un híbridos de maíz de alta producción.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

El maíz en la nomenclatura científica como *Zea mays*, nombre que le otorgó Lineo y que significa "grano que proporciona la vida", *Zea* proviene del griego antiguo y significa grano y *mays* es una adaptación del termino maíz originado del caribe, donde los europeos conocieron por primera vez la planta. Reyes (1990).

### 2.1. Clasificación Taxonómica del Maíz

Robles (1994) Indica que la clasificación taxonómica del maíz es la siguiente.

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

## **2.2. 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, de siembra a cosecha.

## **2.3. Estructura Morfológica de la Planta de Maíz**

**2.3.1. Sistema Radical.** La raíz principal está representada por una a cuatro raíces seminales, que al dejar de funcionar como tales, principian a desarrollarse una profusa cantidad de raíces fibrosas, las cuales se localizan en la corona, ramificándose en raíces secundarias y terciarias y gran numero de pelos radicales que realizan la máxima absorción de agua y nutrientes.

**2.3.2. Tallo.** Es cilíndrico irregular, formado por nudos y entrenudos, las variedades más comunes presentan 14 entrenudos, los cuales son cortos en la base de la planta y más largos en la parte superior. La altura del tallo depende de la variedad y de las condiciones agroecológicas y edáficas de cada región pero varía de 0.80 a 4.0 m.

**2.3.3. Hojas.** El número más frecuente es de 12 a 18, con un promedio de 14, el cual depende del número de entrenudos del tallo. Las hojas se desarrollan de los primordios foliares, la forma de la hoja del maíz es larga y angosta con una venación paralelinerve, constituida por la vaina, lígula y limbo.

**2.3.4. Flores.** Existen dos tipos de flores, conocidas como flores estaminadas, las cuales se encuentran dispuestas en espiguillas, las cuales constituyen la inflorescencia masculina, cada flor esta integrada por dos brácteas, gluma inferior y gluma superior, estas se insertan de dos en dos y contienen cada una tres estambres. El otro tipo de flores son conocidas como postiladas que se encuentran distribuidas en una inflorescencia, con un soporte central denominado ráquis, estas también se encuentran de dos en dos, de ahí que el número de hileras por mazorca, sea en cada numero par, cada flor esta formada por un ovario, un estilo y gran cantidad de estigmas.

**2.3.5. Fruto.** Botánicamente es un cariósipide, conocido comúnmente como semilla o grano, constituida por estructuras como: Pericarpio que es la pared del ovario desarrollado y maduro, siendo el conjunto de capas que forman la cubierta del fruto envolviendo la semilla, Capa células de aleurona, sustancia proteica en forma de pequeños granos, que se encuentra en la capa externa del endospermo, endospermo que es un tejido nutritivo rico en almidón que se produce en el saco embrionario, capa de células epiteliales tejido que cubre la superficie externa del embrión formando una delgada membrana protectora, escutelo, coleoptilo, plúmula, nudo cotiledonar, radícula y coleorriza, (Robles,1983).

## 2.4. Híbrido

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 de maíz son inferiores a las variedades de polinización libre tanto en vigor como en rendimiento. Hasta que no se desarrolla 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 (Geiger et al. 1992; Peña et al. 2003).

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 (Crees, 1956).

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

Sprague y Miller (1951), mencionan que la obtención del híbrido de maíz está básicamente fundamentada en la utilización de líneas puras. Los fitomejoradores están concientes 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.

Chávez y López (1995), presentan la siguiente clasificación de híbridos

**2.4.1. Híbrido Simple.** Es un híbrido creado mediante el cruzamiento de dos líneas endogámicas, 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 presentar un mayor potencial de rendimiento en condiciones ambientales favorables.

**2.4.2. Híbrido 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 con una cruce triple que con una doble, aunque las plantas de una cruce triple no son tan uniformes como las de una cruce simple.

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

## **2.5. Hibridación**

Chávez (1993) Menciona que La cruce es el acto de fecundar gametos femeninos (óvulos) de un individuo con gametos masculinos (polen, espermatozoides, etc.) procedentes de otro. También se le denomina hibridación.

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,1999).

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.

## **2.6. Probador**

Chávez (1994), menciona que un probador es cualquier material genético (Línea, variedad, híbrido, etc.) que permite medir la ACG de un grupo de líneas autofecundadas con el cual se cruza.

Línea probadora es aquella que sirve para probar las características hereditarias de otras; cuya constitución genética no debe encubrir los caracteres de prueba.

Matzinger (1953), menciona que el mejor probador es aquel que se puede usar fácilmente y con el cual se obtiene la máxima información del material evaluado.

Rawlings y Thompson (1962), señala que el mejor probador es aquel que clasifica y elimina adecuadamente el material en evaluación.

Allison y Curnow (1966), afirman que el mejor probador es el que maximiza la esperanza de la media de rendimiento de la población resultante de la recombinación de genotipos seleccionados.

Hallauer (1970), reporta que el probador más adecuado debe ser simple en su uso y que maximice las ganancias por selección.

López (1986), concluye que un buen probador debe ser una línea no emparentada con las líneas bajo selección.

Jungenheimer (1985), señala que los probadores deben seleccionarse por su capacidad para combinar las líneas con otras.

## 2.7. Mestizos

Brauer (1983), los mestizos son, por descripción el resultado de cruzar cada una de las líneas que se desean someter a prueba con una sola variedad de polinización libre usada como progenitor masculino. Los mestizos así producidos se someten a pruebas de rendimiento, de modo que la producción de grano de cada uno de ellos es una medida de aptitud combinatoria general de las líneas que se trata, con la variedad de polinización abierta. Este método no solamente se usa para la selección de líneas a la par que se van autofecundando, sino que también es útil en la selección final de las líneas que puedan formar un híbrido.

Chávez (1993) Define que un mestizo es una cruce entre líneas autofecundadas y un progenitor común como polinizador (variedad, híbrido simple o línea). Se utiliza para determinar la habilidad combinatoria general y/o específica de las líneas; es decir, para descubrir los genotipos fijados más sobresalientes (productividad, características agronómicas deseables etcétera)

Jenkins, Eckhardt y Bryan, (1940), comparando las distintas generaciones de autofecundación en que se han hecho pruebas de mestizos, se ha encontrado que la variabilidad en la aptitud combinatoria es máxima cuando se hacen las pruebas con plantas So es decir, plantas que no han sido autofecundadas ni una sola vez dentro de una variedad de polinización abierta o dentro de un híbrido.

Davis (1927) propuso la prueba de mestizos (Línea por variedad) para probar ACG de las líneas. Pero Jenkins y Brunson (1932) presentaron datos más completos sobre el valor del método. Ellos compararon el comportamiento de las líneas puras en cruza con otras líneas (cruzas posibles), con el comportamiento de las mismas líneas, cruzadas con una variante de polinización libre (mestizos), si las líneas probadas bajo la prueba de mestizos, que rindieron poco, reportaron un promedio bajo en cruza, y aquellos cuyo mestizo tuvo un rendimiento alto, dieron un promedio alto en cruza. Concluyeron que la prueba de mestizos da un buen margen de seguridad para evaluar líneas para ACG, aunque la efectividad de la prueba depende mucho del tipo de probador utilizado.

**2.7.1. Top-cross** (mestizo) cuando en la cruza de prueba se usa un probador de amplia base genética, como son las poblaciones heterocigotas, sintéticos, cruza dobles, etc. (SRACG)

**2.7.2. Test-cross**, cuando en una cruza de prueba se usa un probador de reducida base genética como una línea o una cruza simple (SRACE).

La primera descripción de estos métodos de selección recurrente fue realizada por Jenkins (1940) como resultado de sus experiencias sobre ACG en maíz; y por Hull (1945), quien consideró que a través de este método era posible alcanzar niveles más altos de ACE al utilizar una línea homocigota como probador (Chávez, 1994).

## **2.8. Líneas Puras**

Chávez (1995), menciona que una línea autofecundada es aquella que es pura, originada generalmente por polinizaciones sucesivas y selección hasta obtener plantas aparentemente homocigotas esto requiere de cinco a siete generaciones sucesivas, se puede diferenciar fácilmente; cuando esto sucede se dice que la línea es altamente homocigota o sea que todas las plantas de esta línea tienen la misma constitución genética en lo referente a las unidades de herencia, estas unidades se transmiten en un 100 por ciento tanto a través de su polen como de sus óvulos.

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

## **2.9. Aptitud Combinatoria**

Gutiérrez (2002), mencionó que el término aptitud combinatoria significa la capacidad de un individuo o de una población de combinarse con otros, dicha capacidad es mediante por medio de su progenie y debe determinarse no solo en un individuo de la población sino en varios, con la finalidad de poder seleccionar los cruzamientos más adecuados para seleccionar los híbridos comerciales. Márquez

(1988), señala que generalmente el término de aptitud combinatoria significa la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse con otros, dicha capacidad es medida por medio de su progenie, sin embargo la aptitud combinatoria debe de determinarse no en un solo individuo de la población sino en varios, a fin de poder realizar una selección de aquellos que exhiban las más altas.

Jungenheimer (1985), menciona que la actitud combinatoria general (ACG) es el desempeño promedio de una línea pura en algunas combinaciones híbridas. La aptitud combinatoria general proporciona información sobre que líneas puras deben producir los mejores híbridos cuando se cruzan con muchas otras líneas. Pueden usarse probadores adecuados para determinar que líneas pueden sustituirse en los híbridos actuales o usarse en nuevos híbridos prometedores.

La aptitud combinatoria específica (ACE) es el desempeño individual de una línea pura en una combinación híbrida específica.

Matzinger (1963), menciona que la aptitud combinatoria general (ACG) esta relacionada con los genes de efectos aditivos y/o por no aditivos, mientras que la aptitud combinatoria específica consiste en los efectos de dominancia y todos efectos epistáticos.

Sprague y Tatum (1942), el término de aptitud combinatoria general (ACG) lo emplearon para designar el comportamiento promedio de una línea en combinaciones híbridas a través de sus cruzamientos con un conjunto de líneas a su vez, y el término

aptitud combinatoria específica (ACE) como los casos en los cuales ciertas combinaciones lo hacen mejor (o peor) de lo que podía esperarse sobre la base del comportamiento de las líneas involucradas, en resumen, la ACE es el rendimiento relativo de cada craza específica.

Chávez (1994), menciona que la aptitud combinatoria general (ACG) es el efecto promedio que una craza causa a sus cruza, medido como la desviación de la media general, es decir, lo que una línea hereda a sus progenitores en promedio de muchas cruza.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización Geográfica del Área de Estudio

La comarca lagunera se encuentra localizada entre los 24° 30' y 27° de latitud norte y entre los 102° y 40' de longitud oeste, a una altura de 1,120 msnm. Su clima se clasifica como muy seco con deficiencias de lluvias en todas sus estaciones y temperaturas semi-cálidas con invierno benigno. Los registros de temperatura indican una media anual de 21° C, y para los meses más calurosos de 27° C. la precipitación promedio es de 220 milímetros anuales (INEGI, 2002).

#### 3.2. Material Genético

El material genético utilizado fueron: siete líneas endogámicas originadas en la UAAAN-UL, seis híbridos simples formados con germoplasma de la UAAAN x INIFAP, dos híbridos simples con líneas de INIFAP, nueve cruza simples formadas con líneas del CIMMYT y dos líneas del CIMMYT. Los materiales se identificaron en grupos de acuerdo a su tipo y origen. En el cuadro 3.1 se describe el material genético.

Cuadro 3.1. Descripción y origen del material genético utilizado de cada grupo.

Grupo	Mestizo	Genealogía	Origen
G1	1	L1=AN 123R	LINEAS NARRO
	2	L2=AN 447	LINEAS NARRO
	3	L3=AN 369PV	LINEAS NARRO
	4	L4=AN 130	LINEAS NARRO
	5	L5=AN123	LINEAS NARRO
	6	L29=AS902E S1	LINEAS NARRO
	7	L30=TX33E S1	LINEAS NARRO
G2	8	72=AN123RxB39	NARRO-INIFAP
	9	73=AN447xB32	NARRO-INIFAP
	10	74=AN447xB39	NARRO-INIFAP
	11	75=AN447xB40	NARRO-INIFAP
	12	77=AN123xB40	NARRO-INIFAP
	13	78=AN388RxB32	NARRO-INIFAP
	14	79=B32xB39	INIFAP
	15	80=B32xB40	INIFAP
G3	16	82=CML264xCML254	CIMMYT
	17	83=CML316xCML311	CIMMYT
	18	84=CML316xCML315	CIMMYT
	19	85=CML254xCML313	CIMMYT
	20	86=CML273xCML315	CIMMYT
	21	87=CML247xCML311	CIMMYT
	22	88=CML247xCML315	CIMMYT
	23	89=CML271xCML311	CIMMYT
	24	90=CML278xCML315	CIMMYT
G4	25	CML311	CIMMYT
	26	CML78	CIMMYT

### 3.3. Formación de Mestizos

Se formaron en el verano del 2005, donde los materiales del Cuadro 3.1, se cruzaron con, una craza simple como probador formada con líneas del CIMMYT (CML380 x CML384), originándose 26 mestizos.

### **3.4. Fecha de siembra**

Los mestizos se sembraron el 22 de marzo del 2006 en terrenos del campo experimental de la UAAAN-UL. La siembra se realizó en seco y a mano depositando tres semillas por golpe y posteriormente se aplicó el riego por el sistema de cintilla. A los 20 días se realizó el aclareo dejando una planta cada 16 centímetros para lograr una densidad de 83.3 mil plantas por hectárea.

### **3.5. Diseño y Parcela Experimental**

El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques al azar con tres repeticiones y 26 tratamientos. La parcela experimental estuvo constituida por un surco de 3 metros de largo y 0.75 m entre surco y surco.

### **3.6. Manejo Agronómico**

**3.6.1. Fertilización.** Se fertilizó con la fórmula 200-100-00, a base de fosfato diamónico (18-46-00) y urea (46 % N<sub>2</sub>), aplicándose todo el fósforo al momento de la siembra y el resto del nitrógeno se distribuyó en cada riego hasta floración.

**3.6.2. Riegos.** El riego se efectuó una vez por semana y se suministró por medio de cintilla, procurando tener la humedad suficiente durante el ciclo y con prioridad en las etapas más críticas.

**3.6.3. Control de plagas.** Se realizó una aplicación de insecticida para gusano cogollero cuando el nivel de acción llegó al recomendado para dicha aplicación y fue con una dosis de 1 litro de Cipermetrina más 1 litro de clorpirifos por hectárea obteniendo los resultados esperados.

**3.6.4. Control de maleza.** Se controló con una aplicación de herbicida preemergente y con un cultivo a los 30 días después de la siembra.

### **3.7. Variables Agronómicas.**

**Altura de planta (AP).** Esta variable fue medida desde la base del tallo hasta la parte superior de la planta, expresado en metros, para esto se midieron tres plantas.

**Altura de mazorca (AM).** Altura comprendida de la base del tallo al nudo de inserción de la mazorca superior de la planta, también expresada en metros, medición tomada de tres plantas.

**Peso de mazorca (PM).** Después de cosechar se pesaron tres mazorcas tal variable se expresa en gramos y posteriormente se realiza la conversión para cambiar esta variable a  $t\ ha^{-1}$ .

**Diámetro de mazorca (DM).** A las mazorcas se les retiro el totomoxtle y antes de ser desgranadas se les midió de la parte media con un vernier graduado.

**Numero de hileras por mazorca (NH).** Se contabilizaron las hileras que tenia cada mazorca cosechada y se estimo la media de hileras por mazorca.

**Numero de granos por hilera (NGH).** Se estimo contabilizando el número de granos de cada una de las hileras en tres mazorcas y se obtuvo el promedio.

**Peso olote (PO).** Posteriormente de haber cosechado, se desgranaron tres mazorcas de las cuales los oletes fueron pesados y la medición fue expresada en gramos, posteriormente se hizo la conversión para expresar los valores en  $t\ ha^{-1}$  después se recolectó una muestra del maíz desgranado para obtener 250 gramos y medir la humedad de este, para lo cual se utilizó un determinador de humedad Stanlite.

**Diámetro de olote (DOL).** Para evaluar esta variable se tomaron las mazorcas desgranadas y se les midió de la parte media con un vernier graduado, tomando de esta manera el diámetro de olote de cada una de las tres mazorcas obteniendo en seguida el promedio en centímetros.

**Longitud de mazorca (LMZ).** Con una regla métrica se midió la longitud de las tres mazorcas desgranadas, tal variable se expreso en centímetros.

**Rendimiento de grano (RG).** Se estimó de una muestra de tres plantas en competencia completa, se pesaron las mazorcas sin totomoxtle, posteriormente se desgranaron y se pesó el olote, después por diferencia se obtuvo el peso de grano, a continuación se hizo la conversión para obtener la producción de grano por hectárea y de esta manera conocer el rendimiento de grano expresado en toneladas por hectárea.

### 3.8. Análisis Estadístico

El diseño que se utilizó en el campo fue el de bloques al azar con tres repeticiones, utilizando el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + E_{ij}$$

donde:  $\mu$  = media general;  $\tau_i + \beta_j$  = los efectos de tratamientos y repeticiones;  $E_{ij}$  = error experimental para cada observación ( $ij$ ).

Se utilizó la prueba de Tukey (Reyes, 1985) para la separación de medias en las variables que resultaron significativas ó altamente significativas.

$$\text{Tukey} = t_{\alpha}(p, n_2) (2\text{CME}/r)^{1/2},$$

donde:  $t_{\alpha}$  es el valor de las tablas al 5% de probabilidad,  $p$  es el número de tratamientos,  $n_2$  son los grados de libertad del error,  $CME$  es el cuadrado medio del error, y  $r$  es al número de repeticiones.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Análisis de Varianza

En el Cuadro 4.1 se presentan los cuadrados medios y su significancia, donde se observan diferencias significativas para DM, altamente significativas para PO, PM, RG y NGH y, no significativo para el resto de las variables. Lo anterior indica que los mestizos evaluados fueron diferentes para las variables DM, PO, PM, RG y NGH, lo cual se puede deber a los diferentes niveles de germoplasma que se utilizó en la formación de dichos mestizos, ya que en teoría entre mas diversos son los progenitores se espera mayor respuesta, (Moll et al, 1962a; 1965b; Mathema, 1971).

Cuadro 4.1. Significancia de cuadrados medios de nueve variables en 26 mestizos evaluados en el campo experimental de la UAAAN-UL. Primavera 2006.

FV	GL	AP	AM	PO	PM	RG	DM	DOL	LMZ	NH	NGH
TRAT	25	0.11	0.05	0.43**	9.16**	6.4**	0.33*	0.11	5.94	3.74	56.98**
REP	2	0.91**	0.89**	0.10	25.37	21.75	2.53**	0.71**	8.85	7.75*	227.07**
ERROR	50	0.13	0.04	0.10	3.15	2.4	0.16	0.11	3.83	2.41	24.54
TOTAL	77										
CV (%)		14.63	15.80	15.16	15.18	16.22	9.06	13.10	11.98	10.64	14.39
MEDIA		2.49	1.34	2.13	11.70	9.56	4.45	2.50	16.35	14.60	34.43

\*, \*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad. AP=Altura de planta, AM= Altura de mazorca; PO=Peso del Olate; PM=Peso de Mazorca; RG: Rendimiento de grano; DM=Diámetro de mazorca; DOL=Diámetro de olate; LMZ=Longitud de mazorca; NH=Numero de hileras por mazorca; NGH=Numero de granos por hilera;

La ausencia de significancia para AP y AM se puede explicar en función de que los materiales actuales son muy similares en cuanto al idiotipo y principalmente para estos dos variables. Otra explicación puede estar en la alta variación que se observó en la fuente de repeticiones. Algo similar ocurrió con las variables DOL y NH mientras que para LMZ se puede pensar que ocurre lo mismo que para AP y AM en cuanto a tratamientos, no así para repeticiones.

#### **4.2. Valores Medios**

En el Cuadro 4.2 se presentan los valores medios de los mejores 20 mestizos de las variables estudiadas, donde para AP aún cuando no existe diferencia significativa, la altura máxima fue de 2.7 m, la cual exhibieron siete de los 20 mestizos, solo 0.2m superior de la media. El amplio rango encontrado de 0.9m implica que las diferencias reales entre los genotipos fueron opacadas por las diferencias entre las repeticiones. Sin embargo la altura media de los 20 mestizos están en la media de los maíces comerciales, es decir de 2.5 a 2.7 m, (Nava y Mejía 2002). Se observa que el mestizo 9 pertenece al G2 formado por 50% de germoplasma de Narro e INIFAP respectivamente; los tratamientos 2, 7 y 1, pertenecen al G1, que son líneas endocriadas de origen Narro, y los tratamientos 17 y 21 correspondieron al G3 de germoplasma CIMMYT.

Respecto a AM se observa que nuevamente el mestizo 9 mostró la mayor altura con 1.6 m, a 0.26m con respecto a la media (1.34 m), lo cual coincide con Nava y Mejía

(2002); en orden descendente se encuentran los mestizos 5, 2, del grupo G1 que pertenecen al germoplasma de las líneas endocriadas de origen Narro y, 16 y 22, del grupo G3 de origen CIMMYT con alturas de 1.5m y de 1.4 m para los mestizos 8,15,12 y 11 y, los mestizos 21, 18, 19 y 17 de los grupos G2 y G3 respectivamente.

Cuadro 4.2 Valores medios de los mejores 20 mestizos evaluados en la UAAAN-UL. Primavera 2006.

G	M	AP	G	M	AM	G	M	PO	G	M	PM	G	M	RG	G	M	DM	G	M	DOL	G	M	LMZ	G	M	NH	G	M	NGH
2	9	2.7	2	9	1.6	1	1	2.87	1	7	14.23	2	9	11.77	1	7	5.1	1	7	2.9	1	5	19.5	1	1	15.7	1	1	43.5
1	2	2.7	1	5	1.5	1	7	2.77	2	9	14.00	1	7	11.47	2	13	5	1	2	2.8	1	4	18.3	2	13	15.7	4	25	42.7
1	7	2.7	1	2	1.5	4	25	2.67	4	25	14.00	1	5	11.33	2	9	4.8	2	9	2.8	1	1	18.2	2	9	15.6	2	12	39.7
1	1	2.7	3	16	1.5	1	2	2.50	1	5	13.87	4	25	11.33	3	19	4.8	2	8	2.7	1	2	17.8	1	6	15.5	1	2	39.1
3	17	2.7	3	22	1.5	1	5	2.50	1	2	13.33	1	2	10.83	1	2	4.7	1	4	2.7	2	8	17.5	3	16	15.5	2	11	38.9
3	21	2.7	2	8	1.4	3	19	2.47	1	1	13.13	2	13	10.66	1	5	4.7	1	5	2.6	4	25	17.4	2	12	15.4	2	10	38.7
2	13	2.7	2	15	1.4	1	6	2.43	1	3	12.97	1	3	10.63	1	3	4.7	1	3	2.6	2	12	17.3	2	11	15.4	1	5	37.9
3	18	2.6	3	21	1.4	1	4	2.37	3	19	12.83	3	19	10.33	1	4	4.7	2	10	2.6	3	19	17.3	1	4	15.3	2	8	37.2
3	19	2.6	2	12	1.4	2	12	2.33	2	12	12.57	1	1	10.26	1	1	4.7	3	23	2.6	2	10	17.2	2	8	15.3	1	4	36.7
3	16	2.6	2	11	1.4	1	3	2.33	2	13	12.50	2	12	10.23	2	10	4.6	4	25	2.5	1	6	17.2	1	3	15.3	2	15	35.5
1	6	2.6	3	18	1.4	3	18	2.23	1	6	12.40	3	24	10.05	3	24	4.6	3	21	2.5	2	11	16.8	1	2	15.3	2	9	34.9
2	10	2.5	3	19	1.4	2	11	2.22	1	4	12.30	2	14	10.04	4	25	4.5	3	19	2.5	3	20	16.5	3	21	15.1	1	6	34.7
2	11	2.5	3	17	1.4	2	9	2.20	2	14	12.17	1	6	9.96	3	21	4.5	1	6	2.5	2	15	16.1	1	7	15.1	3	22	33.5
3	22	2.5	2	10	1.3	2	14	2.13	3	18	12.01	1	4	9.90	3	18	4.4	2	14	2.5	1	3	16.1	3	19	14.9	3	23	33.3
1	3	2.5	2	13	1.3	2	8	2.01	2	8	11.67	3	18	9.86	2	8	4.4	3	20	2.5	3	18	16	2	10	14.7	3	19	33
1	4	2.5	1	7	1.3	3	21	2.00	3	24	11.63	2	15	9.62	1	6	4.4	3	16	2.5	2	13	15.9	3	24	14.4	3	18	33
3	23	2.5	1	1	1.3	2	10	1.97	2	11	11.50	2	8	9.60	2	14	4.4	3	18	2.5	2	9	15.9	2	15	14.4	1	3	32.7
4	25	2.5	3	24	1.3	3	17	1.97	2	15	11.40	2	11	9.27	4	26	4.3	3	24	2.5	4	26	15.2	3	23	14.3	3	21	32.2
1	5	2.4	1	6	1.3	2	13	1.89	3	17	10.60	3	22	8.76	3	23	4.3	4	26	2.5	3	24	15.2	1	5	14.3	3	17	32
3	20	2.4	3	23	1.3	4	26	1.80	3	22	10.57	3	17	8.63	2	15	4.3	1	1	2.4	3	22	15.2	2	14	13.9	4	26	31.4
Tukey*								0.52			2.91			2.54			0.66												8.12
Media		2.5			1.34			2.13			11.70			9.56			4.45			2.50			16.35			14.60			34.43

\* Significativo al 0.05 de probabilidad (TUKEY); G=Grupos; M= Mestizo; AP=Altura de planta; AM=Altura de mazorca;

PO=Peso del Olate; PM=Peso de Mazorca; RG: Rendimiento de grano; DM=Diámetro de mazorca; DOL=Diámetro de

olate; LMZ=Longitud de mazorca; NH=Numero de hileras por mazorca; NGH=Numero de granos por hilera;

En cuanto a PO, el mestizo-1 presentó el mayor PO con  $2.87 \text{ t ha}^{-1}$  y estadísticamente igual a siete mestizos más (7, 25, 2, 5, 19, 6 y 4) que oscilaron de  $2.77$  a  $2.37 \text{ t ha}^{-1}$ . El mestizo-1, proviene de la cruce con germoplasma Narro, así como cinco de los mencionados anteriormente (7, 2, 5, 6, 4), los dos restantes lo fueron del G3 (19) y G4 (25) de germoplasma CIMMYT. Lo anterior confirma la teoría de que a mayor diversidad mayor respuesta, pues estimula la manifestación de los efectos de heterosis (Ghaderi et al., 1984). Moll et al, (1962a), encontraron mayor heterosis con el aumento de la diversidad genética entre las poblaciones, asociadas con la mayor distancia geográfica, sin embargo, la divergencia extrema puede reducir la heterosis (Moll et al., 1965).

Respecto a la variable peso de mazorca (PM), la mayor producción la presentó el mestizo-7 con  $14.23 \text{ t ha}^{-1}$ , estadísticamente igual a 17 mestizos más, los cuales presentan producciones de  $14.0$  a  $11.4 \text{ t ha}^{-1}$ . Cabe resaltar que dentro de los cuales se encuentran los mestizos de mayor PO lo que indica una posible relación entre ambas variables, como se podrá observar más adelante.

Como el RG se obtuvo por diferencia entre el PO y el PM, los resultados de ésta variable (RG) y PM sean similares, así se observa que para rendimiento de grano (RG) el mestizo-9 fue el de mayor rendimiento con  $11.77 \text{ t ha}^{-1}$  el cual fue estadísticamente igual a 17 mestizos con producciones de  $11.47$  a  $9.27 \text{ t ha}^{-1}$ . Por ejemplo los mestizos 9, 7, 5, 25 y 2 ocuparon los primeros cinco lugares tanto en PM y RG respectivamente. De estos, los mestizos 7, 5 y 2 pertenecen al G1 (Líneas Narro), el 9 al G2 (NARRO x INIFAP) y el 25 al G4 (Líneas CIMMYT). En este caso, también es claro que la mayor

respuesta se observó en las cruzas más divergentes, pues la frecuencia de cruzas con los grupos G3 y G4 fueron de relativamente bajas,  $3/18$  y  $1/18$  para los G3 y G4 respectivamente.

El mestizo-7 mostró el mayor diámetro de mazorca (DM), con 5.1 cm, y el cual fue estadísticamente igual a 16 mestizos más, los cuales presentaron diámetros de 4.4 a 5.0 cm. La media de los mestizos fue de 4.45 cm, es decir, 0.65cm menos que el DM del Mestizo-7. Nuevamente la frecuencia del G1 (Líneas Narro) en los mestizos fue del 100%, respecto al resto de los grupos y donde sobresale el mestizo-7.

En las variables DOL, LMZ y NH no se observaron diferencias significativas, lo cual implicaría que bajo las condiciones que se evaluaron no fue posible detectar las diferencias debido a un mayor efecto ambiental. Sin embargo para DOL, el mestizo-7 presentó el mayor DOL con 2.9 cm, superando a la media con 0.4 cm es decir 2.1 desviaciones estándar (DE).

La mayor LMZ se observó en el mestizo-5 con 19.5 cm, aunque estadísticamente igual al resto, fue 3.15 cm mas larga que la media de los mestizos y 2.2 veces la DE. Es de notar que el mestizo-5, pertenece al G1 así como los tres mestizos siguientes 4, 1 y 2 con 18.3, 18.2 y 17.8 cm respectivamente.

Referente al número de hileras se observa que los mestizos-1 y 13 presentaron los mayores valores, con 15.7 hileras por mazorcas, apenas 1.1 hileras y 1 DE por sobre la media y que estos pertenecen a los G1 y G2, así mismo, los dos siguientes

con 15.6 y 15.5 NH pertenecen a los grupos G2 y G1 respectivamente. Respecto a lo anterior, se observa la frecuencia de los grupos G1 y G2 es mayor que la del resto.

Respecto a número de granos por hilera (NGH), el mestizo-1, mostró 43.5 granos por hilera, estadísticamente igual a nueve mestizos más y, donde se observa que excepto el mestizo-25, que pertenece al G4, el resto pertenece a los grupos G1 y G2, lo cual reafirma el comportamiento de los cruces de cuerdo a su mayor divergencia (Ghaderi et al., 1984).

### **4.3. Aptitud Combinatoria General (ACG)**

En el Cuadro 4.3, se presenta la aptitud combinatoria general (ACG) de los mestizos evaluados, donde se observa que los mestizos con mayor número de valores significativos de ACG fueron el 7, 25, 5, 1, 9 y el 13. Dentro de estos resalta el mestizo-7 el cual presenta valores significativos de ACG para PO, PM, RG y DM lo cual quiere decir que el potencial de rendimiento que presenta este híbrido está dado por la magnitud de las variables PO, PM y DM y, además presenta valores superiores de ACG para AP y DOL, que pueden estar participando con el RG. Este mestizo es una cruce triple, como resultado de cruzar el probador de origen CIMMYT con una línea endocriada de la Narro, lo que hace suponer que estos germoplasmas combinan satisfactoriamente.

El mestizo-9, el cual presentó valores significativos de ACG para RG y PM y, no significativos para AP, AM, DO y NH que pueden estar contribuyendo al potencial de

rendimiento. Este mestizo es una cruce doble resultante de la cruce del probador (CIMMYT), con una cruce simple que lleva germoplasma de Narro x INIFAP, y por tanto de patrones heteróticos diferentes.

En contraste el mestizo-25 que es una cruce triple con germoplasma exclusivamente de CIMMYT, presenta un comportamiento sobresaliente, pues presentó tres valores significativos de ACG, para PO, PM y NGH, que pudiesen estar influenciando su potencial, además de la variable LMZ. Así mismo se pueden detectar el mestizo-5, con dos valores significativos correspondientes a PO y PM, además de AM y LMZ como valores altos pero no significativos. Así también es de resaltar el mestizo-1, el cual con valores significativos en PO y NGH y valores altos no-significativos para AP, LMZ y NH. Finalmente se observan los mestizos-2 y 13 con un valor significativo para PO y DM respectivamente.

Cuadro 4.3. Aptitud combinatoria general (ACG) de diez variables medidas en 26 mestizos evaluados en la UAAAN.

Primavera del 2006.

G†	M	AP	M	AM	M	PO	M	PM	M	RG	M	DM	M	DOL	M	LMZ	M	NH	M	NGH
1	1	0.19	1	-0.01	1	0.70	1	1.397	1	0.69	1	0.23	1	-0.10	1	1.95	1	1.11	1	9.5
1	2	0.19	2	0.19	2	0.40	2	1.643	2	1.24	2	0.26	2	0.30	2	1.45	2	0.71	2	5.0
1	3	0.02	3	-0.13	3	0.20	3	1.257	3	1.06	3	0.26	3	0.10	3	-0.35	3	0.71	3	-2.0
1	4	0.00	4	-0.13	4	0.25	4	0.591	4	0.33	4	0.23	4	0.17	4	1.95	4	0.71	4	2.0
1	5	-0.05	5	0.20	5	0.36	5	2.148	5	1.78	5	0.26	5	0.10	5	3.15	5	-0.29	5	3.0
1	6	0.09	6	-0.05	6	0.28	6	0.674	6	0.39	6	-0.07	6	0.00	6	0.85	6	0.91	6	0.0
1	7	0.19	7	-0.01	7	0.62	7	2.515	7	1.89	7	0.66	7	0.41	7	-1.45	7	0.51	7	-4.3
2	8	-0.18	8	0.11	8	-0.73	8	-0.039	8	0.03	8	-0.04	8	0.20	8	1.25	8	0.71	8	3.1
2	9	0.26	9	0.23	9	0.05	9	2.277	9	2.21	9	0.36	9	0.27	9	-0.45	9	1.01	9	0.0
2	10	0.05	10	0.00	10	-0.18	10	-2.668	10	-2.48	10	0.19	10	0.07	10	0.85	10	0.11	10	4.0
2	11	0.04	11	0.04	11	0.09	11	-0.203	11	-0.29	11	-0.54	11	-0.10	11	0.45	11	0.81	11	4.0
2	12	-0.28	12	0.05	12	0.19	12	0.860	12	0.66	12	-0.34	12	-0.30	12	0.95	12	0.81	12	5.0
2	13	0.17	13	0.00	13	-0.29	13	0.803	13	1.09	13	0.53	13	-0.10	13	-0.35	13	1.11	13	-6.4
2	14	-0.68	14	-0.23	14	-0.01	14	0.474	14	0.47	14	-0.07	14	0.00	14	-1.15	14	-0.69	14	-5.0
2	15	-0.18	15	0.10	15	-0.35	15	-0.294	15	0.05	15	-0.14	15	-0.30	15	-0.25	15	-0.19	15	1.0
3	16	0.09	16	0.19	16	-0.56	16	-3.546	16	-2.98	16	-0.64	16	-0.03	16	-1.55	16	0.91	16	-6.7
3	17	0.19	17	0.02	17	-0.16	17	-1.096	17	-0.93	17	-0.54	17	-0.30	17	-3.15	17	-0.89	17	-3.0
3	18	0.14	18	0.04	18	0.10	18	0.380	18	0.28	18	-0.04	18	-0.03	18	-0.35	18	-0.99	18	-2.0
3	19	0.14	19	0.02	19	0.32	19	1.110	19	0.79	19	0.33	19	0.03	19	0.95	19	0.31	19	-2.0
3	20	-0.08	20	-0.13	20	-0.55	20	-2.093	20	-1.54	20	-0.24	20	-0.03	20	0.15	20	-3.89	20	-5.2
3	21	0.17	21	0.05	21	-0.12	21	-2.621	21	-2.48	21	0.03	21	0.03	21	-1.65	21	0.51	21	-2.0
3	22	0.02	22	0.12	22	-0.33	22	-1.128	22	-0.80	22	-0.64	22	-0.50	22	-1.15	22	-0.99	22	-0.5
3	23	-0.01	23	-0.05	23	-0.61	23	-2.468	23	-1.85	23	-0.11	23	0.07	23	-1.45	23	-0.29	23	-1.0
3	24	-0.18	24	-0.05	24	-0.55	24	-0.068	24	0.48	24	0.16	24	-0.03	24	-1.05	24	-0.19	24	-2.8
4	25	-0.01	25	-0.23	25	0.53	25	2.297	25	1.76	25	0.03	25	0.03	25	1.15	25	-0.79	25	8.6
4	26	-0.18	26	-0.33	26	-0.31	26	-2.208	26	-1.89	26	-0.11	26	-0.03	26	-1.05	26	-1.69	26	-3.0

†,G=Grupo; 1=Narro; 2=Narro-INIFAP; 3=CIMMYT; 4=Líneas CIMMYT; M= Mestizo; AP=Altura de planta; AM=Altura de mazorca; PO=Peso del Olote; PM=Peso de Mazorca; RG=Rendimiento de grano; DM=Diámetro de mazorca; DOL=Diámetro de olote; LMZ=Longitud de mazorca; NH=Numero de hileras por mazorca; NGH=Numero de granos por hilera;

#### 4.4. Correlaciones Fenotípicas

En el cuadro 4.4, se muestra el análisis de correlaciones fenotípicas de las variables evaluadas en los 26 mestizos estudiados, de las cuales se encontró que existen veintinueve valores significativos y altamente significativos, resaltando ocho como los valores mas altos: así se observa que AP y AM mostraron un coeficiente de 0.73 lo cual se considera lógico, debido que mientras más alta sea la planta, la mazorca también estará a mayor altura. El rendimiento de grano (RG) se asoció alto y positivamente con PO (0.65), PM (0.99) y DMZ (0.56), en tanto que con el resto fueron valores bajos no significativos (AP, LMZ y NH), significativos (AM) y altamente significativos (DOL, NGH). Lo anterior indica que el RG es dependiente del PM, PO y DMZ y que se pueden utilizar estas variables para realizar selección indirecta hacia RG. El peso de olote (PO) al estar correlacionado con PM (0.75), RG (0.65), DMZ (0.56), serviría para el mismo propósito, además de su relación con NGH (0.53).

Cuadro 4.4. Correlaciones fenotípicas de diez variables en 26 mestizos evaluados en el ciclo primavera. UAAAN 2006.

	AP	AM	PO	PM	RG	DMZ	DOL	LMZ	NH	NGH
AP		<b>0.73**</b>	0.25*	0.26*	0.24	0.43**	0.25*	<b>0.07</b>	0.20	0.28*
AM			0.16	0.26*	0.27*	0.39**	0.29**	<b>0.11</b>	0.34**	0.29**
PO				<b>0.75**</b>	<b>0.65**</b>	0.41**	0.30**	<b>0.23</b>	0.19	<b>0.53**</b>
PM					<b>0.99**</b>	<b>0.56**</b>	0.37**	<b>0.19</b>	0.19	0.41**
RG						<b>0.56**</b>	0.36**	<b>0.16</b>	0.18	0.36**
DMZ							<b>0.71**</b>	<b>0.14</b>	0.30**	0.28*
DOL								<b>0.16</b>	0.26*	0.28*
LMZ									0.14	0.21
NH										0.09
NGH										

\* , \*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad. AP=Altura de planta; AM=Altura de mazorca; PO=Peso del Olole; PM=Peso de Mazorca; RG=Rendimiento de grano; DM=Diámetro de mazorca; DOL=Diámetro de olole; LMZ=Longitud de mazorca; NH=Numero de hileras por mazorca; NGH=Numero de granos por hilera;

Por otro lado se encontró correlación alta y significativamente de DO con DMZ (0.71) lo cual implicaría que un aumento en el diámetro de la mazorca representaría un aumento a su vez en el diámetro del olole o viceversa.

## V. CONCLUSIONES

1. Los grupos germoplásmicos respondieron de manera diferente al probador.
2. Los mestizos presentaron diferencias estadísticas significativas para DM y altamente significativas las variables PO, (PM), (RG), y (NGH).
3. Los mestizos con los valores más altos respecto a RG fueron: mestizo-9 con  $11.77 \text{ t/ha}^{-1}$  del grupo G2; y el mestizo-7 con  $11.47 \text{ t/ha}^{-1}$  del grupo G1.
4. Los mejores mestizos pertenecen en su mayoría a los grupos germoplásmicos G1 y G2.
5. Los mestizos que mostraron el mayor efecto de (ACG) para RG fueron nuevamente el mestizo-7 y el mestizo-9.
6. Las variables PO, PM y DMZ correlacionaron alta y positivamente con rendimiento de grano (RG).

## VI. RESUMEN

El presente trabajo se llevo a cabo en el campo experimental de la UAAAN-UL, en Torreón, Coahuila en el ciclo de primavera del 2006. Los objetivos fueron evaluar y seleccionar las mejores cruza respecto a caracteres agronómicos, de mazorca y rendimiento de grano, con base a los efectos de aptitud combinatoria general. Se formaron 26 mestizos de cuatro grupos de germoplasma cruzados con una cruza simple como probador y se evaluaron en un diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones. La parcela experimental estuvo constituida por un surco de 3 metros de largo y 0.75 m entre surco y surco con una planta cada 0.16 m resultando una densidad de 83.3 mil plantas por hectárea. La siembra se realizo el 22 de Marzo del 2006. Las variables evaluadas fueron Altura de planta (AP), Altura de mazorca (AM), Peso del Olote (PO), Peso de Mazorca (PM), Rendimiento de grano (RG), Diámetro de mazorca (DM), Diámetro de olote (DOL), Longitud de mazorca (LMZ), Numero de hileras (NH), Numero de granos por hilera (NGH).. Los mestizos presentaron diferencias estadísticas significativas para DM y altamente significativas las variables PO, (PM), (RG), y (NGH). Los grupos germoplásmicos respondieron de manera diferente al probador. Los mestizos con los valores más altos respecto a RG fueron: mestizo-9 con  $11.77 \text{ t/ha}^{-1}$  del grupo G2; y el mestizo-7 con  $11.47 \text{ t/ha}^{-1}$  del grupo G1. Los mejores mestizos pertenecen en su mayoría a los grupos gremoplásmicos G1 y G2. Los mestizos que mostraron el mayor efecto de (ACG) para RG fueron nuevamente el mestizo-7 y el mestizo-9. Las variables PO, PM y DMZ correlacionaron alta y positivamente con rendimiento de grano (RG). Se sugiere que se incrementen las líneas para formar los híbridos: (AN447XB32) X

(CML380XCML384); y (TX33E S1) X (CML380XCML384) debido a que mostraron los rendimientos mas altos.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Allard R W (1980) Principios de la mejora genética de las plantas. Editorial EOSA. España. 498p.
- Allison, J C S y Curnow R N (1966) "On the choice of tester parent for the breeding of Synthetic Varieties of Maize", *Crop Science*, 6(6):541-544
- Brauer O (1983) *Fitogenética aplicada* editorial Limusa S.A. pag 369,370
- Chávez A J L (1993) *Mejoramiento de plantas 1*, Segunda Edición Editorial Trillas, S. A. de C. V. México. 69,72p
- Chávez A J L (1994) *Mejoramiento de plantas 2, métodos específicos de plantas alogamas*. Editorial Trillas, S. A. de C. V. 50,51p
- Chávez A J L y López E (1995) *Mejoramiento de plantas I*. Editorial Trillas, S. A. de C. V. México. 167, 158 p
- CIMMYT (1999). *Maize Inbreed 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.
- Davis R L (1927) "Report of the plant breeder". *Puerto Rico Agr. Exp. Sta. Ann. Rpt.*, 14-15 p.
- De la Loma J L (1954) *Genética general aplicada*. Segunda Edición. Editorial UTEHA. México. 427 p.
- (FAO, 1993). [www.fao.org](http://www.fao.org)

- Ghaderi A, M W Adams, A M Nassim (1984) Relationship between genetic distance and heterosis for yield and morflological traits in dry bean and faba bean. *Crop SCI.* 24: 37-42
- Geiger H H, A E Melchinger, G A SChmidt (1992) Genotypic correlations in forage maize I. Relattionships among yield and quality traits in hybrids. *Maydica* 37:95-99.
- Gutiérrez R E, A Palomo G, A Espinoza B, E De la Cruz L(2002) Aptitud combinatoria y heterosis para rendimiento de líneas de maíz en la Comarca Lagunera. *Rev. Fitotec. Mex.* 25: 271-277
- Hallauer A B y Eberthart S A (1970) "Reciprocal full-sib selection", *Crop Science*, 10: 310-316.
- INEGI (2002). [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
- Jenkins M T (1940) The segregation of genes affecting yield of grain in maize. *J. Amer. Assoc. Agron.* 32:5-63
- Jungenheinmer W R (1985) Maíz. Variedades mejoradas, método de cultivo y producción de semillas. Editorial LIMUSA. México. P. 841
- López P E (1986) "Comparación entre diferentes probadores para evaluar líneas de maíz" "Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro" Saltillo, México, folleto de divulgación, Vol. 1 num. 7.
- Márquez S F (1988) Genotecnia vegetal. Tomo II. Primera edición. Editorial AGTESA. P 563.
- Mathema B B (1971) Evaluation of progress in adapted x exotic maize population undergoing adaptive mass selection in Nebraska. Thesis of master of science.

- Matzinger D F (1953) "Comparison of three types of testers for the evaluation of inbred lines of corn" *Agron. Jour.*, 45: 493-495.
- Matzinger D F (1963) Experimental estimates of genetics parameters and their application in self-fertilizing. In W D Hanson and H F Robinson (eds) *Statistical genetics and plant breeding*. Nas-nrc. No 982.
- Moll R H, W S Salhuana, H F Robinson (1962) Heterosis and genetics diversity in variety crosses of maize. *Crop Sci.* 2:197-198.
- Moll R H, J H Lonquist, J Vélez F, E C Johnson (1965) The relationship of heterosis and genetics divergence in maize. *Genetics* 52: 139-144.
- Nava F P, J A Mejía C (2002) Evaluación de maíces precoces e intermedios en valles altos centrales de México. II. Divergencia genética. *Rev. Fitotec. Mex.* 25(2): 187-192.
- Peña R A, G Núñez H, F González C (2002) Potencial forrajero de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. *Tec. Pecu. Méx.* 40:215-228
- Rawlings, J O y Thompson, D L (1962) "Performance level as criterion for the choice of maize testers". *Crop Sci.* 2(3):217-220.
- Reyes C P (1990) *El maíz y su cultivo*. A. G. T. Editor.
- Robles S R (1994) *Producción de granos y forrajes*. Quinta Edición. Ed. Limusa. México.
- SAS. 1998. *Statistical Analysis System (SAS)*. Version 6.12. Edition Cary N. C. United States of America.

## VIII. APÉNDICE

Cuadro 8.1. Aptitud Combinatoria General de 26 Mestizos y 10 variables. Evaluados en la UAAAN. Primavera del 2006.

M†	AP	ACG	M	AM	ACG	M	PO	ACG	M	PM	ACG	M	RG	ACG	M	DM	ACG	M	DOL	ACG	M	LMZ	ACG	M	NH	ACG	M	NGH	ACG
1	2.67	0.19	1	1.3	-0.01	1	2.83	0.70	1	13.10	1.39	1	10.26	0.69	1	4.67	0.23	1	2.4	-0.10	1	18.3	1.95	1	15.7	1.11	1	43.5	9.5
2	2.67	0.19	2	1.5	0.19	2	2.54	0.40	2	13.35	1.64	2	10.81	1.24	2	4.70	0.26	2	2.8	0.30	2	17.8	1.45	2	15.3	0.71	2	39.0	5.0
3	2.50	0.02	3	1.2	-0.13	3	2.33	0.20	3	12.96	1.25	3	10.63	1.06	3	4.70	0.26	3	2.6	0.10	3	16.1	-0.35	3	15.3	0.71	3	32.0	-2.0
4	2.48	0.00	4	1.2	-0.13	4	2.39	0.25	4	12.29	0.59	4	9.90	0.33	4	4.67	0.23	4	2.6	0.17	4	18.3	1.95	4	15.3	0.71	4	36.0	2.0
5	2.43	-0.05	5	1.5	0.20	5	2.49	0.36	5	13.85	2.14	5	11.35	1.78	5	4.70	0.26	5	2.6	0.10	5	19.5	3.15	5	14.3	-0.29	5	37.0	3.0
6	2.57	0.09	6	1.3	-0.05	6	2.41	0.28	6	12.38	0.67	6	9.96	0.39	6	4.37	-0.07	6	2.5	0.00	6	17.2	0.85	6	15.5	0.91	6	34.0	0.0
7	2.67	0.19	7	1.3	-0.01	7	2.76	0.62	7	14.22	2.51	7	11.45	1.89	7	5.10	0.66	7	2.9	0.41	7	14.9	-1.45	7	15.1	0.51	7	29.7	-4.3
<b>M</b>	<b>2.57</b>		<b>1.3</b>			<b>2.53</b>			<b>13.16</b>			<b>10.62</b>			<b>4.70</b>			<b>2.6</b>			<b>17.44</b>			<b>15.2</b>			<b>35.8</b>		
8	2.30	-0.18	8	1.4	0.11	8	2.06	-0.73	8	11.66	-0.03	8	9.60	0.03	8	4.40	-0.04	8	2.7	0.20	8	17.6	1.25	8	15.3	0.71	8	37.1	3.1
9	2.74	0.26	9	1.6	0.23	9	2.19	0.05	9	13.98	2.27	9	11.78	2.21	9	4.80	0.36	9	2.7	0.27	9	15.9	-0.45	9	15.6	1.01	9	34.0	0.0
10	2.53	0.05	10	1.3	0.00	10	1.95	-0.18	10	9.04	-2.66	10	7.08	-2.48	10	4.63	0.19	10	2.5	0.07	10	17.2	0.85	10	14.7	0.11	10	38.0	4.0
11	2.52	0.04	11	1.4	0.04	11	2.23	0.09	11	11.50	-0.20	11	9.27	-0.29	11	3.90	-0.54	11	2.4	-0.10	11	16.8	0.45	11	15.4	0.81	11	38.0	4.0
12	2.20	-0.28	12	1.4	0.05	12	2.22	0.19	12	12.56	0.86	12	10.23	0.66	12	4.10	-0.34	12	2.2	-0.30	12	17.3	0.95	12	15.4	0.81	12	39.0	5.0
13	2.65	0.17	13	1.3	0.00	13	1.84	-0.29	13	12.51	0.80	13	10.66	1.09	13	4.97	0.53	13	2.4	-0.10	13	16.0	-0.35	13	15.7	1.11	13	27.6	-6.4
14	<b>1.80</b>	-0.68	14	1.1	-0.23	14	2.13	-0.01	14	12.18	0.47	14	10.04	0.47	14	4.37	-0.07	14	2.5	0.00	14	15.2	-1.15	14	13.9	-0.69	14	29.0	-5.0
15	2.30	-0.18	15	1.4	0.10	15	1.79	-0.35	15	11.41	-0.29	15	9.62	0.05	15	4.30	-0.14	15	2.2	-0.30	15	16.1	-0.25	15	14.4	-0.19	15	35.0	1.0
<b>M</b>	<b>2.38</b>		<b>10.9</b>			<b>2.05</b>			<b>11.85</b>			<b>9.77</b>			<b>4.43</b>			<b>2.4</b>			<b>16.51</b>			<b>15.0</b>			<b>34.7</b>		
16	2.57	0.09	16	1.5	0.19	16	1.57	-0.56	16	8.16	-3.54	16	6.58	-2.98	16	3.80	-0.64	16	2.4	-0.03	16	14.8	-1.55	16	15.5	0.91	16	27.3	-6.7
17	2.67	0.19	17	1.4	0.02	17	1.97	-0.16	17	10.61	-1.09	17	8.63	-0.93	17	3.90	-0.54	17	2.2	-0.30	17	13.2	-3.15	17	13.7	-0.89	17	31.0	-3.0
18	2.62	0.14	18	1.4	0.04	18	2.23	0.10	18	12.08	0.38	18	9.85	0.28	18	4.40	-0.04	18	2.4	-0.03	18	16.0	-0.35	18	13.6	-0.99	18	32.0	-2.0
19	2.62	0.14	19	1.4	0.02	19	2.45	0.32	19	12.81	1.11	19	10.36	0.79	19	4.77	0.33	19	2.5	0.03	19	17.3	0.95	19	14.9	0.31	19	32.0	-2.0
20	2.40	-0.08	20	1.2	-0.13	20	1.58	-0.55	20	9.61	-2.09	20	8.02	-1.54	20	4.20	-0.24	20	2.4	-0.03	20	16.5	0.15	20	10.7	-3.89	20	28.8	-5.2
21	2.65	0.17	21	1.4	0.05	21	2.00	-0.12	21	9.08	-2.62	21	7.08	-2.48	21	4.47	0.03	21	2.5	0.03	21	14.7	-1.65	21	15.1	0.51	21	32.0	-2.0
22	2.50	0.02	22	1.5	0.12	22	1.81	-0.33	22	10.57	-1.12	22	8.76	-0.80	22	3.80	-0.64	22	2.0	-0.50	22	15.2	-1.15	22	13.6	-0.99	22	33.5	-0.5
23	2.47	-0.01	23	1.3	-0.05	23	1.52	-0.61	23	9.23	-2.46	23	7.71	-1.85	23	4.33	-0.11	23	2.5	0.07	23	14.9	-1.45	23	14.3	-0.29	23	33.0	-1.0
24	2.30	-0.18	24	1.3	-0.05	24	1.58	-0.55	24	11.63	-0.06	24	10.05	0.48	24	4.60	0.16	24	2.4	-0.03	24	15.3	-1.05	24	14.4	-0.19	24	31.2	-2.8
<b>M</b>	<b>2.53</b>		<b>1.4</b>			<b>1.85</b>			<b>10.42</b>			<b>8.56</b>			<b>4.25</b>			<b>2.4</b>			<b>15.3</b>			<b>13.9</b>			<b>31.2</b>		
25	2.47	-0.01	25	1.1	-0.23	25	2.67	0.53	25	14.00	2.29	25	11.33	1.76	25	4.47	0.03	25	2.5	0.03	25	17.5	1.15	25	13.8	-0.79	25	42.6	8.2
26	2.30	-0.18	26	1.0	-0.33	26	1.82	-0.31	26	9.50	-2.20	26	7.67	-1.89	26	4.33	-0.11	26	2.4	-0.03	26	15.3	-1.05	26	12.9	-1.69	26	31.0	-3.4
<b>M</b>	<b>2.39</b>		<b>1.0</b>			<b>2.24</b>			<b>11.75</b>			<b>9.5</b>			<b>4.4</b>			<b>2.5</b>			<b>16.4</b>			<b>13.3</b>			<b>36.8</b>		
<b>Mg</b>	<b>2.49</b>		<b>1.3</b>			<b>2.13</b>			<b>11.70</b>			<b>9.56</b>			<b>4.4</b>			<b>2.5</b>			<b>16.35</b>			<b>14.6</b>			<b>34.4</b>		
DE	0.20		0.14			0.38			1.74			1.46			0.34			0.19			1.42			1.12			4.33		

†, M= Mestizos; 1=Narro; 2=Narro-INIFAP; 3=CIMMYT; 4=Líneas CIMMYT; M=Media; Mg= Media general; AP=Altura de planta; AM=Altura de mazorca; PO=Peso del Olot; PM=Peso de Mazorca; RG=Rendimiento de grano DM=Diámetro de mazorca; DOL=Diámetro de olot; LMZ=Longitud de mazorca; NH=Numero de hileras por mazorca; NGH=Numero de granos por hilera; ACG=Aptitud combinatoria general.