

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



HÍBRIDOS NO CONVENCIONALES DE MAÍZ PARA

LA PRODUCCIÓN DE GRANO

POR

JUAN MANUEL RUIZ OCHOA

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAH., MÉXICO

DICIEMBRE 2007

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



HÍBRIDOS NO CONVENCIONALES DE MAÍZ PARA

PRODUCCIÓN DE GRANO

POR

JUAN MANUEL RUIZ OCHOA

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAH., MÉXICO

DICIEMBRE 2007

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. **JUAN MANUEL RUIZ OCHOA** ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

Asesor Principal:

Dr. Armando Espinoza Banda.

Asesor:

Dr. Emiliano Gutiérrez del Río.

Asesor:

Dr. Arturo Palomo Gil.

Asesor:

M.C. Oralia Antuna Grijalva

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS.**

M.C. Víctor Martínez Cueto.

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. **JUAN MANUEL RUIZ OCHOA** ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

Asesor Principal:

Dr. Armando Espinoza Banda.

Asesor:

Dr. Emiliano Gutiérrez del Río.

Asesor:

Dr. Arturo Palomo Gil.

Asesor:

M.C. Oralia Antuna Grijalva

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS.**

M.C. Víctor Martínez Cueto.

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE 2007

DEDICATORIA

A Dios.

Señor; tu me has permitido terminar esta etapa de mi vida, guía mis pasos por los nuevos senderos que caminaré para alcanzar el éxito y la felicidad; líbrame del egoísmo, y lo que he aprendido esté siempre al servicio de los demás; concédeme gratitud para no olvidar a mis padres y a los que me apoyaron durante mis estudios; permíteme triunfar en todo lo que me atreva a hacer.

A mi madre:

Luz Berthila Ochoa Gastelum

Por haberme dado la vida así como su apoyo, cariño y comprensión en todo momento y formar en mi una persona de bien ayudándome a terminar mis estudios profesionales.

A mi padre:

Manuel Ruiz Soto (†)

Por haber formado en mi un hombre de bien y que desde el cielo me indico el camino y me guió por el buen camino para concluir mi carrera.

A mis hermanos:

Joanni German Chiquete Ochoa

Diego Anselmo Ruiz Ochoa

Agradezco humildemente a mis hermanos por todos los esfuerzos realizaron en los momentos mas difíciles y mas felices alo largo de mi carrera.

A mi “**Alma Terra Mater**” por darme la oportunidad de realizar en ella mis estudios profesionales proporcionándome las herramientas necesarias para ello durante mi estancia en esta institución y concluir sin problemas una etapa tan importante de mi vida.

A mis asesores

DR. EMILIANO GUTIÉRREZ DEL RIO.

DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA.

DR. ARTURO PALOMO GIL.

M.C. ORALIA ANTUNA GRIJALVA.

A todos ellos por brindarme su apoyo, asesoría y darme la oportunidad de adquirir conocimientos que me servirán para toda la vida.

A mis amigos (as)

Gracias a todos por su amistad, confianza, aprecio y apoyo incondicional principalmente al Chino, Silvas, Isabel, Ramón, Rules, Dona, Pato, Toto, Paty, Cecilia, Patiño, yuca , pepe.

A mi ex-novia

Yudith Gonzáles Ordaz

Por el apoyo brindado en muchos de los momentos difíciles de mis estudios, por darme su apoyo incondicional, escucharme y darme consejos para salir adelante y además de hacerme sentir que no estaba solo.

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	3
Hipótesis	3
Meta.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Importancia del maíz	4
2.2 Producción y problemática del maíz en México	4
2.3 Híbridos	6
2.3.1. Híbrido simple.....	7
2.3.2. Híbrido triple ó trilineal	7
2.3.3. Híbrido doble	7
2.4. Formación de híbridos	8
2.5. Uso de generaciones avanzadas de híbridos comerciales de maíz	9
2.6. Uso de híbridos no-convencionales o intervarietales de maíz.....	10
2.7. Producción de híbridos de maíz.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1 Ubicación geográfica.....	13
3.2 Material genético	13
3.3 Diseño experimental.....	14
3.4 Siembra.....	14
3.5 Manejo agronómico	14
3.5.1 Aclareo.....	15
3.5.2 Fertilización	15
3.8 Riegos	15
3.9 Control de plagas	16
3.10 Control de maleza	16
3.11 Cosecha.....	16
3.6 Variables evaluadas	16
3.6.1. Altura de planta (AP).....	17
3.6.2. Altura de mazorca (AMZ)	17
3.6.3. Peso de mazorca (MZP)	17
3.6.4. Peso de forraje verde (PF)	17
3.6.5. Peso de olote (PO)	18
3.6.6. Peso de grano (PG).....	18
3.6.7. Diámetro de mazorca (DMZ)	18
3.6.8. Diámetro de olote (DO).....	18
3.6.9. Longitud de mazorca (LMZ)	19
3.6.10. Número de hileras por mazorca (NHMZ)	19
3.6.11. Número de granos por hilera (NGH).....	19
3.7 Análisis estadístico	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1 Análisis estadístico.	21
4.2 Comparación de medias de 12 híbridos no-convencionales.....	22
4.3 Efectos de aptitud combinatoria general (ACG).	26
4.4 Correlaciones	27
V. CONCLUSIONES	30
VI. RESUMEN	31
BIBLIOGRAFÍA	33

I. INTRODUCCIÓN

Se calcula que el consumo mundial de maíz en el período 2006-2007 será de 726 millones de toneladas, 23 millones más que en 2005-2006. Este ajuste de las proyecciones, al igual que el aumento del consumo de maíz en años recientes, es atribuible al uso industrial, particularmente a la producción de etanol, pero también a la de fécula de maíz. El uso del maíz en la industria aumentó de 105 millones de toneladas en el año 2004 y 2005, a 117 millones en 2005-2006 y se prevé que llegue a 138 millones en 2006-2007. (La Jornada, 2007).

El maíz ocupó el tercer lugar mundial alimentario al fin del siglo pasado, alcanzando una producción anual en los últimos años que sobrepasa los 500 millones de toneladas. Los Estados Unidos de América (USA) encabezan la lista de países productores, con el 38 por ciento de la producción, seguido de China 21 por ciento, Brasil por ciento y México por ciento llegando al 2000 con una producción de 591 millones de toneladas.

El cultivo de maíz en México cubre una superficie aproximada de ocho millones de hectáreas, de la cual el 94 por ciento corresponde al ciclo primavera-verano (PV), y 6 por ciento al ciclo otoño-invierno (O-I). Del total, 88 por ciento de la superficie se siembra de temporal o secano (Bommer, 1991).

En la Comarca Lagunera, como en el resto del país, este cereal es importante tanto para el consumo humano como para la alimentación de

ganado, ya que esta región es una de las cuencas lecheras mas importantes del país (SAGARPA, 2001).

En el año 2004 se sembró una superficie de 46,676 ha, de las cuales 26,561 ha, fueron de maíz forrajero y 20, 115 ha de maíz para grano. Los rendimientos promedios para maíz grano bajo condiciones de riego oscilan de 2.8 a 3.0 t ha⁻¹ y de forraje verde 46.5 t ha⁻¹ sin embargo las condiciones agroclimáticas muestran que el maíz tiene un potencial de rendimiento de 10.7 a 11.45 t ha⁻¹ de grano, por lo que los productores están en constante búsqueda de variedades o híbridos de maíz ya que el alto precio de las semillas aumentan los costos de producción y reduce la utilidad neta, (Reta, 1990).

Dentro de las razones por las que se utilizan híbridos no-convencionales en México, se encuentran: el limitado apoyo a la investigación, el desabasto de semilla donde ya existen variedades mejoradas, la baja producción y comercialización por el descuido o desconocimiento en el manejo y conservación de semilla, sobre todo en las variedades de polinización libre y otra razón muy importante son los altos costos de la semilla, sobre todo de híbridos, además, por los altos insumos requeridos para estos (González *et al.*, (1993).

Normalmente los híbridos no convencionales muestran menos vigor híbrido que los convencionales, pero se pueden liberar y lanzar al mercado como un híbrido mestizo o cruza intervarietal en un lapso menor al que se requiere en un híbrido convencional, desde el punto de vista genético el

rendimiento de las poblaciones consideradas como segunda generación y las posteriores pueden caer considerablemente por debajo de la F_1 a veces hasta un 15 a 25 por ciento (Jungenheimer, 1976)

Objetivo

Evaluar y seleccionar los híbridos no-convencionales con características agronómicas y rendimiento de grano con base en el comportamiento agronómico y la aptitud combinatoria general.

Hipótesis

Ho: los híbridos difieren en sus características agronómicas, potencial de rendimiento y genético.

Ha: los híbridos no difieren en sus características agronómicas, potencial de rendimiento y genético.

Meta

Seleccionar al menos un híbrido no convencional con características agronómicas y rendimiento de grano.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia del maíz

El cultivo del maíz tuvo su origen con toda probabilidad en América Central, especialmente en México, donde se difundió hacia el norte hasta Canadá y hacia el sur hasta Argentina. La evidencia más antigua de la existencia del maíz, de unos 7000 años de antigüedad ha sido encontrada por arqueólogos en el Valle de Tehuacan en el Estado de México (ITESM, 2004).

El aumento del consumo de maíz en años recientes, es atribuible al uso industrial, particularmente a la producción de etanol, pero también a la de fécula de maíz. El uso del maíz en la industria aumentó de 105 millones de toneladas en 2004-2005 a 117 millones en 2005-2006 y se prevé que llegue a 138 millones en 2006-2007. Una parte cada vez mayor de la producción de maíz se destina a la elaboración de etanol, (La Jornada, 2007).

2.2 Producción y problemática del maíz en México

El maíz es el grano de mayor importancia para México, considerando que uno de sus derivados es la tortilla, el alimento más importante en nuestro país. Ha sido señalado que en las áreas rurales este alimento aporta del 39 al 50 por ciento de las proteínas y del 60 a 70 por ciento de las calorías (Villegas, 1972).

En muchas regiones de México, los agricultores que cultivan maíz contribuyen a la conservación y generalización de la diversidad genética. Así por un lado en la practica mantienen las variedades locales tradicionales al pasarlas de generación en generación, y por otro, al seleccionar deliberadamente las semillas mas favorables por sus diversas características, a través de las variantes que se han ido presentando por selección natural, mutación, introducción, recombinación y aislamiento, llegan a formar nuevos tipos, variedades o razas a través del tiempo (Hernández, 1972).

En México se produjeron 21,840 miles de toneladas en el 2004 con un rendimiento promedio de 3.96 t ha⁻¹ con importaciones de EU de 5,725 miles de toneladas al cierre de 2003, de una cuota implantada por el TLC de 3,360 t (SIAP, 2006).

Se hizo un análisis del efecto de la firma del tratado de libre comercio con América del norte (TLCAN) de 1994-2004 en el maíz. Desde el inicio de este tratado, se ha generado un amplio debate en torno a sus alcances y resultado en el crecimiento agropecuario de México. Los sesgos ideológicos, dificultan el examen de las tendencias y los efectos obtenidos en el período 1994-2004 (Serna, 2006).

En la explicación de la evolución agropecuaria y rural de México, incluyen, la tendencia histórica declinante de los precios agrícolas que se inicio desde la década de los 70's y continua hasta la fecha, aunque esta tendencia se observa a nivel del comercio internacional tanto en países desarrollados

como en desarrollo, lo que afecto a los ingresos rurales. En segundo lugar es imprescindible considerar en el sector agropecuario la crisis de 1994-1995, en particular sobre los precios reales que ya mostraban en muchas de sus actividades baja productividad y poca competitividad internacional, de donde se deduce que esto no se puede imputar al TLCAN en el caso del maíz. En tercer lugar, las políticas publicas de varias décadas atrás habían apoyado al sector, pero, en general no lograron hacerlo competitivo de manera sostenible y generaliza. Por último, y vinculado con lo anterior, diversos obstáculos estructurales no se modificaron y continuaron manifestándose en el período estudiado como la formación de la capital humano para elevar la productividad agrícola, los ingresos, el bienestar rural y otro aspecto es el manejo del riego agropecuario por el bajo aseguramiento (Serna, 2006).

2.3 Híbridos

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).

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

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

2.3.1. Híbrido simple

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

2.3.2. Híbrido triple ó trilineal

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

2.3.3. Híbrido doble

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

El maíz híbrido es la primera generación de una cruce entre líneas puras autofecundadas. La producción de maíz híbrido involucra la obtención de líneas autofecundadas para la producción de semillas a nivel comercial. Todas las líneas puras de maíz son inferiores a las variedades de polinización libre tanto en vigor como en rendimiento. Hasta que no se 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).

2.4. Formación de híbridos

El fitomejoramiento es y seguirá siendo la mejor herramienta a nuestro alcance para mantener una elevada productividad (Eadstmond y Robert, 1992). La producción y formación de híbridos conlleva un tiempo que oscila entre los ocho y once años. Se basa en explorar el fenómeno biológico denominado “heterosis”. La heterosis término acuñado por Shull en 1914, induce a la superioridad del híbrido con respecto a sus progenitores (Duvick, 1999). La superioridad se discute en el ámbito de las teorías genéticas de dominancia y de sobre dominancia (Márquez, 1998). Independientemente de cual de las dos predomine en el efecto, este conocimiento revoluciono la producción de semilla híbrida a escala mundial a través de diferentes técnicas. Dichas técnicas y/o procedimientos son útiles para conocer y aprovechar el vigor híbrido del maíz (Martínez, 1975). La más conocida por los fitomejoradores es el uso de los cruzamientos dialélicos propuesta por Sprague Tatum (1942) y después por Griffing (1956a).

Las cruzas dialélicas permiten estimar el tipo de acción genética involucrado en el material de estudio. Se denominan “aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE)”, a los tipos de acción

genética, que controlan las características de la planta, donde la aptitud combinatoria específica (ACE), indica la factibilidad de explorar el fenómeno de vigor híbrido en la producción de híbridos.

Los diferentes trabajos realizados por muchos investigadores han resaltado la gran diversidad del maíz, la cual esta directamente relacionada con la seguridad alimenticia, de acuerdo a la gran existencia de diferentes variedades de maíz cada una tiene diferentes características, teniendo como resultado una gran capacidad de adaptación (Greenpeace, 2000).

2.5. Uso de generaciones avanzadas de híbridos comerciales de maíz

El creciente costo de la semilla de maíz, ha obligado a los productores a utilizar semilla de generaciones avanzadas en las regiones temporales del estado de Nayarit, México, lo que según Valdivia y Bernal, (1995) provoca disminuciones en el rendimiento del 43.3 por ciento en la F₂ y del 31.5 por ciento en la F₃ en comparación con la F₁. Los híbridos con mayores reducciones fueron los simples 50.5 por ciento en la F₂. Los híbridos trilineales y dobles redujeron sus rendimientos en 47.3 por ciento y 43.7 por ciento respectivamente. Concluyeron que por el efecto negativo en el rendimiento y otras características agronómicas, no se recomiendan su uso; en todo caso se aconsejaría el uso de la F₂ de híbridos con mayor número de progenitores. En mismo sentido opinan Coutiño et al., (2004) ya que el uso de semilla F₂ de los híbridos comerciales de maíz, que se siembran ampliamente en La Frailesca, Chiapas, México, causan reducciones del 22.6 por ciento en el rendimiento respecto a su F₁, lo que reduce las ganancias netas.

2.6. Uso de híbridos no-convencionales o intervarietales de maíz

Normalmente los híbridos no-convencionales muestran menos vigor híbrido que los convencionales, pero se pueden liberar y lanzar al mercado como un híbrido mestizo o crucea intervarietal en un lapso menor al que se requiere en un híbrido convencional, desde el punto de vista genético el rendimiento de las poblaciones consideradas como segunda generación y las posteriores pueden caer considerablemente por debajo de la F1 a veces hasta un 15 a 25 por ciento (Jungenheimer, 1976).

Dentro de las razones por las que se utilizan estos materiales en México, se encuentran: el limitado apoyo a la investigación, el desabasto de semilla donde ya existen variedades mejoradas, la baja producción y comercialización, por el descuido o desconocimiento en el manejo y conservación de semilla, sobre todo en las variedades de polinización libre y otra razón muy importante son los altos costos de la semilla, sobre todo de híbridos, además, por los altos insumos requeridos para estos; González *et al.*, (1993), consideran como una opción en la región centro de Jalisco, México, la utilización de semilla producto de híbridos comerciales F1, pudiendo usarse inclusive la F2, con lo cual se ayudaría a satisfacer la demanda de semilla sin modificar el nivel de rendimiento de los mejores híbridos y a un costo mas bajo por concepto de ahorro en compra de la semilla.

Espinosa *et al.*, (1999), reportan que solo el 6 por ciento de los productores usa semilla mejorada en los Valles Altos de México. Ellos evaluaron cruces de variedades mejoradas y nativas con híbridos de crucea

simple, superando un 40 por ciento en rendimiento los híbridos no convencionales a las variedades mejoradas y nativas.

De la Cruz *et al.*, (2003), consideran que los programas de mejoramiento genético del maíz, comúnmente usan fuente de germoplasma adaptadas, disponibles dentro de las regiones conocidas en el mundo como son La templada, La Tropical, La Subtropical y la de los Valles Altos en los trópicos y subtrópicos, la preferencia de estos programas a determinados grupos de germoplasma élite, ha conducido a un estancamiento en sus avances y en estas circunstancias el mejoramiento con materiales inadaptados o introducidos de otras regiones y el de materiales regionales criollos o nativos, es de vital importancia para garantizar avances genéticos a futuro.

2.7. Producción de híbridos de maíz

El mejoramiento genético del maíz es una labor intensiva, muy cara y que consume mucho trabajo, esta limitado por un germoplasma reducido en características deseables como el rendimiento y sobre todo por la imposibilidad de realizar combinaciones entre este y alta calidad, resistencia a plagas y enfermedades. El mejoramiento genético asistido por marcadores moleculares (MAS) se enfoca a uno o pocos caracteres. La ingeniería genética es una herramienta para trasplantar genes ideales dentro del cultivo y lo complicado es mejorar múltiples genes, ya que los mejores híbridos necesitan de un balance en la acumulación de genes para obtener un buen fenotipo. No se pueden crear buenos híbridos solo con el mejoramiento genético tradicional y las técnicas biotecnológicas; estas se basan en el uso de materiales obtenidos por

métodos tradicionales, son caras y pueden crear problemas de bioseguridad en los alimentos y en los ecosistemas, proponiendo uso del mejoramiento genético por computadora con el fin de predecir desde los padres buenos caracteres para los híbridos (Zhu y Reid, 2000).

Aguilar y López, 2006 mencionan que siguiendo métodos de mejoramiento tradicional, se necesitan cerca de 10 años para desarrollar un híbrido que dura de 3 a 5 años en el mercado, por lo que se requiere desarrollar tecnologías, o utilizar las ya existentes, que hagan sustentables las actividades agrícolas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en el 2005 en el campo experimental de la UAAAN-UL, en Torreón, Coahuila como parte del programa de mejoramiento genético en maíz del departamento de fitomejoramiento.

3.1 Ubicación geográfica

La Comarca Lagunera se encuentra ubicada entre los paralelos 24° 30' y 27° de latitud norte y entre los 102° 104' latitud oeste con una altitud de 1200 msnm, con una temperatura media anual de 220 mm (INEGI, 2002). Su clima se clasifica como muy seco con deficiencias de lluvias en todas sus estaciones, además de que cuenta con temperaturas semiáridas con inviernos benignos.

3.2 Material genético

El material genético que se utilizó en el experimento fueron 12 híbridos comerciales y un híbrido simple formado con líneas del CIMMYT (CMS380XCMS384), el cual se cruzó con los 12 híbridos comerciales, generándose 12 híbridos no-convencionales, (Cuadro 1).

Cuadro 3.2.1. Descripción del material genético utilizado como progenitores.

TRATAMIENTO	MACHO	HEMBRA	PROCEDENCIA
38	(380 x 384)	P3025	Pioneer
39	(380 x 384)	León	Asgrow
40	(380 x 384)	Venado	Asgrow
41	(380 x 384)	Puma	Asgrow
42	(380 x 384)	Potro	Asgrow
43	(380 x 384)	DK 2002	Dekalb
44	(380 x 384)	Poseidón	Unisem
45	(380 x 384)	30G40	Pioneer
46	(380 x 384)	30G54	Pioneer
47	(380 x 384)	Z23	hartz-seed
48	(380 x 384)	DK2010	Dekalb
49	(380 x 384)	Fuego	Ceres
Probador	(380 x 384)		CIMMYT

3.3 Diseño experimental.

Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con 12 tratamientos y tres repeticiones.

3.4 Siembra

La siembra se llevo a cabo el 31 de marzo del 2005, en surcos de 3m de largo y 0.75 m de ancho depositando dos semillas por golpe, a una distancia de 20 centímetros aproximadamente.

3.5 Manejo agronómico

La preparación del terreno se llevo a cabo en el mes febrero en 2005, consistió en un barbecho, dos rastreos en forma cruzada, bordeo y posteriormente los surcos sencillos para la siembra.

3.5.1 Aclareo

El aclareo se realizó a los 30 días después de la siembra dejando 5 plantas por metro lineal para obtener una población aproximada de 7000 p ha⁻¹.

3.5.2 Fertilización

Se realizó una sola aplicación de fertilizante el 31 de marzo, con una dosis de 280-130-00, a base de urea (46-00-00) y MAP (Fosfato Mono amónico) (11-52-00).

3.8 Riegos

Se aplicó una lámina total de 80 centímetros. La lámina se distribuyó en un riego de presembrado de 20 centímetros más cuatro riegos de auxilio de 15 centímetros cada uno. El calendario de riego se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 3.5.1 Calendario de riego

Riegos	Aplicaciones (dds)	Etapas de desarrollo del cultivo
Primero	30-35	Encañe, inicio de crecimiento del tallo
Segundo	50-55	Formación de los órganos reproductivos
Tercero	65-69	Inicio de la aparición de estigmas
Cuarto	80-85	Grano lechoso – mañoso

dds: días después de la siembra.

3.9 Control de plagas

La principal plaga que se presentó al inicio del estado fonológico del cultivo fue el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y gusano elotero (*Heliothis Zea* L.), el cual se controló con aplicaciones de insecticida Decís con dosis de (1 L ha⁻¹).

3.10 Control de maleza

Para el control de maleza se aplicó un herbicida de preemergencia (Primagran) con una dosis de 3 L ha⁻¹ y a los 25 días después de la siembra se aplicó Sansón con una dosis de 3 L ha⁻¹.

3.11 Cosecha

La cosecha se realizó el 15 de julio de 2005, cuando la mazorca se encontraba en estado lechoso masoso.

3.6 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: Altura de planta (AP), Altura de mazorca (AMZ), Peso de mazorca (MZP), Peso de forraje verde (PF), Peso de olote (PO), Peso de grano (PG), Diámetro de mazorca (DMZ), Diámetro de olote (DO), Longitud de mazorca (LMZ), Número de hileras por mazorca (NHMZ), Número de granos por hilera (NGH).

3.6.1. Altura de planta (AP)

Esta variable fue medida desde la base del tallo hasta la parte superior de la planta, expresado en metros, se midieron tres plantas.

3.6.2. Altura de mazorca (AMZ)

Altura 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.

3.6.3. Peso de mazorca (MZP)

.Se pesaron tres mazorcas tal variable se expresa en gramos y posteriormente se realiza la conversión para cambiar esta variable a $t\ ha^{-1}$.

3.6.4. Peso de forraje verde (PF)

Producción de forraje verde (PFV), se corto un metro lineal por surco de cada parcela enseguida se contó el numero de plantas cortadas, se peso la planta completa, estos pesos fueron tomados en kilogramos y después se trasformaron a $t\ ha^{-1}$

$$PFV = \frac{Ph \times Ds}{Np}$$

Ph = Peso humedo de las plantas muestreadas

Ds = Densidad de siembra

Np = Numero de plantas muestreadas

3.6.5. Peso de olote (PO)

Posteriormente de haber cosechado, se desgranaron tres mazorcas de las cuales los olotes 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.

3.6.6. Peso de grano (PG)

Una muestra de tres plantas en competencia completa, se pesaron las mazorcas sin totomoxtle, posteriormente se desgranaron y se peso 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 el toneladas por hectárea

3.6.7. Diámetro de mazorca (DMZ)

A las mazorcas se les retiro el totomoxtle y antes de ser desgranadas se les midió de la parte media con un vernier graduado.

3.6.8. Diámetro de olote (DO)

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.

3.6.9. Longitud de mazorca (LMZ)

Se midió la longitud de las tres mazorcas desgranadas, se expreso en centímetros.

3.6.10. Número de hileras por mazorca (NHMZ)

Se contabilizaron las hileras que tenia cada mazorca cosechada y se estimo la media de hileras por mazorca.

3.6.11. Número 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.

3.7 Análisis estadístico

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

El diseño utilizado en este experimento fue de bloques al azar con dos repeticiones. El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$
$$i = 1, 2, \dots, t; j = 1, 2, \dots, r.$$

donde:

Y_{ij} = La observación del tratamiento i en la repetición j ., μ = media general, τ_i y β_j = los efectos de tratamientos y repeticiones, y ε_{ij} = error experimental para cada observación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis estadístico.

En el Cuadro 4.1.1 se presentan la significancia de los cuadrados medios de las once variables evaluadas. Se observa que para diámetro de mazorca (DMZ), diámetro de olote (DO), longitud de mazorca (LM), número de hileras por mazorca (NHMZ) y número de granos por hilera (NGH) fueron significativos al 0.05 de probabilidad, en tanto que para peso de mazorca (MZP) y peso de forraje (PF) y de grano (PG) fueron altamente significativos. En cambio para altura de planta y mazorca y peso de olote no se observan diferencias significativas.

Lo anterior significa que los tratamientos, mestizos y testigo con respecto a AP, AMZ y PO son similares, en tanto que para el resto presentan diferencias en magnitud. La no significancia entre los tratamientos para AP y AMZ se deba a que los híbridos comerciales son seleccionados en su mayoría para un mismo idiotipo por las casas comerciales, como se puede constatar en la magnitud de los valores medios, 2.5 y 1.3 m, no así para el resto de las variables, sobre todo para aquellas relacionadas con el potencial de rendimiento de grano y forraje. Con respecto al coeficiente de variación, se observan valores menores a 25 por ciento, que de acuerdo a Falconer (1978) el experimento fue bien manejado. El valor más alto fue de 20.5% para PO en tanto el mas bajo corresponde a AP con 4.7 por ciento.

Cuadro 4.1.1 Significancia de cuadrados medios de 11 variedades evaluadas en 12 híbridos no convencionales, en UAAAN-UL 2005.

FV	Repetición	Tratamiento	Error	Total	CV (%)	Media
GL	2	12	24	38		
AP	0.43**	0.02	0.01		4.7	2.5
AMZ	0.14**	0.05	0.03		12.5	1.3
MZP	5.52*	4.22**	1.49		14.45	8.45
PF	305.06**	397.5**	43.90		15.1	43.9
PO	0.02	0.20	0.10		20.5	1.5
PG	5.95**	3.6**	1.2		15.83	6.94
DMZ	0.78**	0.18*	0.08		6.2	4.7
DO	0.63**	0.32*	0.11		12.9	2.6
LMZ	2.33	3.54*	1.47		7.56	16.03
NHMZ	0.05	1.92*	0.78		5.91	14.92
NGH	37.13*	19.29*	8.09		8.4	33.8

*,** Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad. AP=Altura de planta, AMZ=Altura de mazorca, MZP=Peso de mazorca, PF=Peso fresco, PO=Peso de olote, PG=Peso de grano, DMZ=Diámetro de mazorca, DO=Diámetro de olote, LMZ=Longitud de mazorca, NHMZ=Numero de hileras por mazorca, NGH=Numero de granos por hilera.

4.2 Comparación de medias de 12 híbridos no-convencionales.

En el Cuadro 4.2.1, se presentan los valores medios de once variables evaluadas en híbridos no convencionales. Se observa que para peso de mazorca (MZP) los tratamientos 38, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, y el testigo (380 x 384), estos son los tratamientos estadísticamente iguales (0.05 por ciento de probabilidad), siendo el tratamiento 44 el valor más alto con una producción de 10.05 ton/ha. Para peso fresco (PF) los tratamientos 39, 46, 48, 49 y el testigo, fueron significativamente iguales al 0.5 de probabilidad, donde el tratamiento 48 presentó el valor mas alto, con un rendimiento de 60 t ha⁻¹. Si se considera que la media regional es de 45 t ha⁻¹, siete de los 12 presentaron rendimientos iguales ó mayores, en cambio el testigo con 41.94 t ha⁻¹ fue inferior tanto a la media regional como a la experimental. Para peso de grano (PG) los tratamientos 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47 y 49 fueron significativamente iguales al 0.05 por ciento de probabilidad, donde el tratamiento T44 presentó el

valor más alto con un rendimiento de 8.45 t ha⁻¹ y superior al testigo. Estos rendimientos contrastan con los regionales los cuales oscilan de 2.0 a 3.0 t ha⁻¹ y se aproximan a los potenciales estimados de 10.7 a 11.45 t ha⁻¹, lo cual resalta el potencial de los materiales evaluados (Reta et al, 1991). La variable diámetro de mazorca (DMZ) los tratamientos T40, T42, T43, T44, T45, T46, T47, T49, 380x384 fueron estadísticamente iguales y significativamente superiores al resto, donde el valor mas alto fue para el tratamiento T47 y para el testigo (380 x 384) con un diámetro de 5 cm. El menor diámetro correspondió al tratamiento T38 con 4.23 cm, para un rango de 0.77cm. Respecto a diámetro de olote (DO) esta variable osciló de 2.23 cm a 3.5cm, con un rango de 1.27cm, donde el menor valor corresponde al tratamiento T48 y el valor más alto al T45, el cual fue estadísticamente igual a T42 con 2.9 cm y ambos con igual diámetro de mazorca. En relación a longitud de mazorca (LMZ) los tratamientos oscilaron de 13.66 a 17.16 cm con un rango de 3.5cm y donde la mayor longitud corresponde al T49, el cual fue estadísticamente igual a los tratamientos: T39, T40, T42, T43, T44, T45, T46, T47, T48, T49 y el testigo (380 x 384). Con respecto a número de hileras por mazorca (NHMZ) se presento una amplitud que oscilo de 13.90 a 15.63 lo cual es un indicativo de la diversidad existente en los tratamientos. El T44 reporto el mayor valor con 16.63 hileras, la cual fue estadísticamente igual a los T41, T42, T43, T45, T46, T47, T48 y T49, los tratamientos y testigo registraron una media de 14.9 hileras, este promedio es muy similar al encontrado por Medina y Segovia (1995) de 14.4 al evaluar un grupo de variables criollas y mejoradas. Resultados semejantes encontraron Hernández y Esquivel (2004) al evaluar un grupo de mestizos y sus testigos. En relación a número de granos por hilera

(NGH) los tratamientos oscilaron de 27.86 a 37.3 granos por hilera con un rango de 9.44 NGH y donde el mayor número de granos por hilera corresponde al tratamiento T43, el cual fue estadísticamente igual a los tratamientos T38, T39, T40, T42, T43, T45, T46, T47, T48, T49, y el testigo (380X384).

Cuadro 4.2.1 Valores medios de 11 variables evaluadas en 12 híbridos no convencionales.

Trat	AP	AMZ	MZP	PF	PO	PG	DMZ	DO	LMZ	NHMZ	NGH
38	2.5	1.2	8.02*	44.58	1.79	6.23	4.23	2.26	13.66	14.3	32.53*
39	2.6	1.4	5.78	55.38*	1.06	4.71	4.4	2.53	15.96*	14.2	33.3*
40	2.5	1.4	8.41*	26.11	1.36	7.05*	4.53*	2.57	16.73*	13.86	35.1*
41	2.5	1.4	8.43*	48.33	1.42	7.01*	4.43	2.43	13.93	14.76*	27.86
42	2.5	1.2	6.81	45.00	1.08	5.72	4.96*	2.90*	16.40*	14.76*	36.3*
43	2.6	1.4	9.46*	38.33	1.26	8.19*	4.7*	2.46	16.16*	15.30*	37.3*
44	2.5	1.2	10.05*	20.55	1.59	8.45*	4.76*	2.66	15.86*	16.63*	31.95
45	2.6	1.4	8.5*	45.00	1.74	6.76*	4.7*	3.50*	16.83*	14.63*	33.2*
46	2.5	1.4	9.73*	53.33*	1.58	8.15*	4.66*	2.46	15.63*	14.63*	33.33*
47	2.3	1.1	9.18*	35.25	1.64	7.53*	5.0*	2.70	16.96*	15.63*	35.63*
48	2.5	1.5	8.15*	60.0*	1.67	6.47	4.43	2.23	16.55*	15.63*	32.06*
49	2.5	1.4	9.3*	55.41*	1.51	7.79*	4.73*	2.50	17.16*	15.6*	36.86*
380x384	2.5	1.1	7.91*	41.94	1.86	6.05	5.0*	2.83	16.53*	13.96	34.2*
DMS	<i>0.20</i>	<i>0.28</i>	<i>2.06</i>	<i>11.17</i>	<i>0.52</i>	<i>1.85</i>	<i>0.49</i>	<i>0.57</i>	<i>2.04</i>	<i>1.49</i>	<i>4.79</i>
Media	2.5	1.3	8.50	43.90	1.50	6.90	4.70	2.60	16.0	14.9	33.8

*,** Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad. AP=Altura de planta, AMZ=Altura de mazorca, MZP=Peso de mazorca, PF=Peso fresco, PO=Peso de olote, PG=Peso de grano, DMZ=Diámetro de mazorca, DO=Diámetro de olote, LMZ=Longitud de mazorca, NHMZ=Numero de hileras por mazorca, NGH=Numero de granos por hilera.

4.3 Efectos de aptitud combinatoria general (ACG).

En el cuadro 4.3.1 se presenta la aptitud combinatoria general (ACG) de 12 híbridos comerciales. Se observa que para altura de planta (AP) y altura de mazorca (AMZ) no presentaron valores positivos de aptitud combinatoria general; para peso de mazorca (MZP) y peso de grano (PG) el valor más alto de aptitud combinatoria general lo presentó el T44 (Poseidón) para ambas características con valor de 1.55. Para peso fresco (PF) los tratamientos T39, T48 y T49 son los valores positivos con mayor valor de ACG, siendo el tratamiento T48 el más sobresaliente con valor de 16.10. Respecto a longitud de mazorca (LMZ) los tratamientos T49, T47 y T45 fueron los valores positivos de mayor ACG, donde el T49 fue el más sobresaliente. Respecto a número de granos por hilera (NGH) los T42, T43, T9 fueron los más sobresalientes, presentando el T43 el valor mayor de ACG con un valor de 3.50. En relación a peso de olote (PO) se observa que los tratamientos de mayor valor son T38, T45 y T48, de los cuales el T38 es el que presenta el valor mayor con una cantidad de 0.29. Respecto diámetro de mazorca (DMZ) los tratamientos T42 y T47 son los que presentan los valores más altos de ACG con valores de 0.26 y 0.30 respectivamente. En relación a las variables diámetro de olote (DO) y número de hileras por mazorca (NHMZ) solo presentan un valor positivo cada una de ellas con valores de 0.90 para el T45 y de 1.73 para el T44 respectivamente. De acuerdo a lo anterior se esperaría que las cruzas con los híbridos comerciales Poseidón, DK2002 y 30G54 como los más prometedores para la formación de híbridos no-convencionales.

Cuadro 4.3.1 Aptitud combinatoria general (ACG) de 12 híbridos comerciales con la cruz simple del macho (380 x 384).

Trat.	HÍBRIDO	AP	AMZ	MZP	PF	PO	PG	DMZ	DO	LMZ	NHMZ	NGH
38	P3025	0.0	-0.1	-0.48	0.68	0.29*	-0.67	-0.47	-0.34	-2.34	-0.60	-1.27
39	León	0.1	0.1	-2.72	11.48*	-0.44	-2.19	-0.3	-0.07	-0.04	-0.70	-0.50
40	Venado	0.0	0.1	-0.09	-17.79	-0.14	0.15	-0.17	-0.03	0.73	-1.04	1.30
41	Puma	0.0	0.1	-0.07	4.43	-0.08	0.11	-0.27	-0.17	-2.07	-0.14	-5.94
42	Potro	0.0	-0.1	-1.69	1.10	-0.42	-1.18	0.26*	0.30	0.40	-0.14	2.50*
43	DK 2002	0.1	0.1	0.96*	-5.57	-0.24	1.29*	0.00	-0.14	0.16	0.40	3.50*
44	Poseidón	0.0	-0.1	1.55*	-23.35	0.09	1.55*	0.06	0.06	-0.14	1.73*	-1.85
45	30G40	0.1	0.1	0.00	1.10	0.24*	-0.14	0.00	0.90*	0.83*	-0.27	-0.60
46	30G54	0.0	0.1	1.23*	9.43	0.08	1.25*	-0.04	-0.14	-0.37	-0.27	-0.47
47	Z23	-0.2	-0.2	0.68	-8.65	0.14	0.63	0.30*	0.1	0.96*	0.73	1.83
48	DK2010	0.0	0.2	-0.35	16.10*	0.17*	-0.43	-0.27	-0.37	0.55	0.73	-1.74
49	Fuego	0.0	0.1	0.8	11.51*	0.01	0.89	0.03	-0.1	1.16*	0.70	3.06*

*Valores positivos con la mayor ACG.

4.4 Correlaciones

En el Cuadro 4.4.1 se presentan los coeficientes de correlación del rendimiento y sus componentes, en el cual se observa que altura de planta (AP) tiene una correlación altamente significativa con altura de mazorca (AMZ), diámetro de mazorca (DMZ) y diámetro de olote (DO), con valores de 0.62, 0.40 y 0.54 respectivamente, mientras que para el resto de las variables no existió correlación. El peso de mazorca (MZP) tiene correlación altamente significativa con peso de olote (PO), peso de grano (PG), diámetro de mazorca (DMZ), con valores de 0.59, 0.97, 0.41 respectivamente y, correlación significativa con número de hileras por mazorca (NHMZ) con un valor de 0.35 y no significativa para el resto. La variable peso de olote (PO) presenta correlación con PG y MZP siendo estas altamente significativas con valores de 0.43 y 0.59 respectivamente. El peso de grano (PG) presenta correlación altamente significativa con DMZ, MZP y PO y solamente significativa con número de hileras por mazorca (NHMZ) con valores de 0.40, 0.97, 0.43 y 0.33

correspondientemente, mientras que para el resto de las variables no presenta correlación. Diámetro de mazorca (DMZ) correlacionó con seis de las once variables, alta y significativamente con AP, MZP, PO, PG, DO, LMZ, y con valores de 0.4, 0.97, 0.40, 0.57 y 0.40 respectivamente y, correlación significativa con NGH con valor de 0.36 y para el resto de las variables no presenta correlación significativa. Diámetro de olote (DO) presenta correlación significativa con longitud de mazorca con un valor de 0.31 y altamente significativa con AP y DMZ con valores de 0.54 y 0.57 respectivamente, mientras que para el resto de las variables no presenta significancia. Longitud de mazorca (LMZ) presenta correlación altamente significativa con NGH y DMZ con valores de 0.66 y 0.40, correlación significativa solamente con la variable PO con un valor de 0.31.

Cuadro 4.4.1 Coeficiente de correlación de 11 variables evaluadas en 12 híbridos no-convencionales.

	AP	AMZ	MZP	PF	PO	PG	DMZ	DO	LMZ	NHMZ	NGH
AP	/	0.62**	0.21	0.3	0.02	0.23	.40**	.54**	0.21	-0.03	0.18
AMZ		/	0.18	0.3	-0.01	0.2	0.13	0.24	0.12	0.03	-0.002
MZP			/	-0.1	0.59**	0.97**	0.41**	0.06	0.26	0.35*	0.2
PF				/	-0.01	-0.09	-0.02	0.01	0.07	-0.08	0.05
PO					/	0.43**	0.27	0.14	0.25	0.09	0.08
PG						/	0.40**	0.02	0.23	0.33*	0.22
DMZ							/	.57**	.40**	0.26	.36*
DO								/	.31*	0.03	0.18
LMZ									/	0.05	.66**
NHMZ										/	-0.02
NGH											/

*, ** Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad de 0.5 y 0.1 respectivamente, ns= no significativo, AP= Altura de planta, AMZ= Altura de mazorca, MZP= Peso de mazorca, PF= Peso de forraje verde, PO= Peso de olote, PG= Peso de grano, DMZ= Diámetro de mazorca, DO= Diámetro de olote, LMZ= Longitud de mazorca, NHMZ=Numero de hileras por mazorca, NGH= Numero de granos por hilera.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a las hipótesis del presente trabajo se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. Los híbridos no-convencionales fueron diferentes en ocho de las once variables evaluadas.
2. El tratamiento con los efectos más altos con respecto a la media para peso de grano (PG) corresponde al tratamiento T44 con un rendimiento de 8.45 t ha^{-1} , el cual también presentó el valor más alto de ACG.
3. Los efectos de ACG de mayor valor se detectaron para los tratamientos T44, T43 y T46. Por lo que es necesario explotar el potencial genético de los tratamientos mencionados.
4. Por la magnitud de la correlación el MZP y PG dependieron de las variables DMZ y NHMZ.
5. Los mejores híbridos no-convencionales fueron los tratamientos T44, T46 y T43.

VI. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó dentro de las instalaciones de la UAAAN-UL; en el campo experimental. Uno de los objetivos primordiales fue la evaluación y selección de híbridos no convencionales con características agronómicas y rendimiento de grano con base en el comportamiento agronómico y la aptitud combinatoria general con el propósito de mejorar la producción de grano y forraje. Los materiales utilizados fueron 12 híbridos comerciales de diferentes casas comerciales. El diseño utilizado fue en bloques al azar con tres repeticiones. Las variables evaluadas en campo fueron: altura de planta (AP), altura de mazorca (AMZ), peso de mazorca (MZP), peso de forraje verde (PF), peso de olote (PO), rendimiento de grano (REN), diámetro de mazorca (DMZ), diámetro de olote (DO), longitud de mazorca (LMZ), número de hileras por mazorca (NHMZ), número de granos por hilera (NGH). Los híbridos no-convencionales fueron diferentes en ocho de las doce variables evaluadas. Los efectos de ACG de mayor valor se detectaron para los tratamientos T44, T46 y T46. Los tratamientos T44 y T46 produjeron los rendimientos de grano significativamente más altos con 8.45 y 8.15 t ha⁻¹. Por la magnitud de la correlación el MZP y PG dependieron de las variables DMZ y NHMZ. Los mejores híbridos no-convencionales fueron los tratamientos T44, T46 y T43, que corresponden a los híbridos Poseidón, 30G54 y DK2002 respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

Boomer D F R (1991) The historial development of international colaboration in plant genetic recourses in: Th. J. L Van Hintum, L Frese, and P. M. Ferrer (eds), searching for new concepts for collaborative genetic resources management: paper of the EUCARPIA – BPGR symposium. International boar for plant genetic resources. Pp 3-12.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1981. Elementos esenciales para el éxito de un programa de semillas. Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiovisual sobre el mismo tema. Cal, Colombia. 79 p.

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

Chávez AJL, López E (1995) Mejoramiento de Plantas 1. UAAAN. México. 158 p.

Coutiño E B, Sánchez GG, Vidal M V A (2004) El uso de semilla F2 de Híbridos de maíz en La Frailesca, Chiapas reduce el rendimiento y las ganancias netas. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 27 (3):261-266.

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

De la Cruz L L, Ron P J, Ramírez DJL, Sánchez G J de J, Morales R M M, Chuela B M, Hurtado de la P S A, Mena M S (2003) Heterosis y aptitud

combinatoria entre híbridos comerciales y germoplasma exótico de maíz en Jalisco, México. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 26 (1): 1-10.

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

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

Espinosa C A, Tadeo R M, Tapia N A (1999) Variedades mejoradas no convencionales de maíz para agrosistemas de mediana productividad. Agricultura Técnica en México. INIFAP. Vol. 25 Num. 2.

Falconer D S. (1985) concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9:463-493.

Garay, E A (1989) La calidad de la semilla y sus componentes. Memorias del primer curso avanzado sobre sistemas de semillas para pequeños agricultores. CIAT. Mayo 15-junio 23. Cali, Colombia. P. 2-11.

González S C, Ron P J, Ramírez D J L (1993) Cruzas entre híbridos comerciales de maíz. Rev. Fitotec. Mex. 16:30-41.

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

Hernández X E (1972) Exploración etnobotánica en maíz. Fitotecnia Latinoamericana pp: 46 – 51.

[http://corn2.agron.iastate.edu/NCR167/Minutes/2000 NCR 167 minutes.pdf](http://corn2.agron.iastate.edu/NCR167/Minutes/2000%20NCR%20167%20minutes.pdf).

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), 2004e. Producción Vegetal de Maíz. Características Generales del cultivo. (En línea).

Jugenheimer, A.W. 1987. Maíz variedades mejoradas método de cultivo, y producción de semilla, editorial LIMUSA México. Pg. 76

López L M, Aguilar V A (2006) Como lograr que la ganadería lechera mexicana sea competitiva a nivel internacional. Revista Mexicana de Agronegocios. 18: 862-874.

López E. y Chávez A. J. L. 1995 mejoramiento de plantas I. Editorial trilla. México. Pg. 167

Márquez S F (1998) genotecnia vegetal métodos, teoría, resultados tomo II primera edición. Editorial AGTESA. México.

Martines, G A (1975) Diseño y análisis de los experimentos de cruza dialélicas. CEC-CP-ENA. Chapingo, México. P 229.

Moreno, M E (1984) Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 2da. Edición. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F. 383 pp.

Peña *et al.* 2003. Importancia de la planta y el elote en poblaciones de maíz para el mejoramiento genético de la calidad forrajera. Tec. Pecu. México 41:63- 74 p.

Serna H. B. 2006. México: Tendencias, desafíos y obstáculos al crecimiento agropecuario. CEPAL/México. Organización de naciones unidas (ONU). Comisión económica para América latina y el Caribe (CEPAL).

SIAP, 2006. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera (SIAP) de la SAGARPA. www.siap.sagarpa.com.mx (21 de mayo 2006).

Spargue, G E, Tatum A L (1942) General vs. Specific combining ability in single crosses of corn. J. Am. Soc. Agron. 34: 923-932.

Zhu, X, Reid L M (2000). Computer Breeding for Corn. 8 th Interregional Corn Conference.