

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



**“SELECCIÓN DE LÍNEAS S1 DE MAÍZ CON BASE EN DIFERENTES
PROBADORES”**

**POR:
EDGAR OSVIEL RUIZ GASTÉLUM**

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón, Coahuila, México

Diciembre del 2008.

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

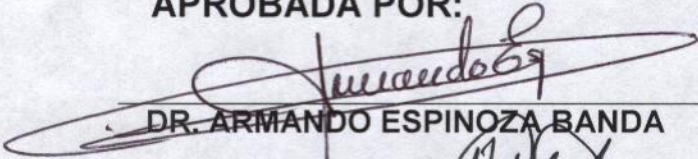
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C., EDGAR OSVIEL RUIZ GASTÉLUM,, QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

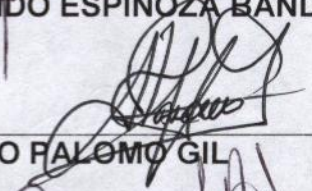
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

PRESIDENTE


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

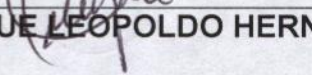
VOCAL


DR. ARTURO PALOMO GIL

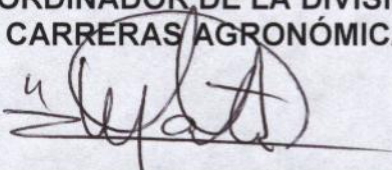
VOCAL


ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

VOCAL SUPLENTE


MC. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS**


MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

DICIEMBRE DE 2008

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. EDGAR OSVIEL RUIZ GASTÉLUM, ELABORADO BAJO SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EN TÍTULO DE:

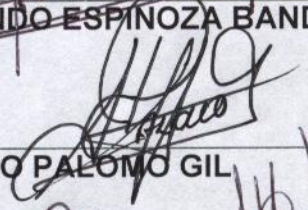
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

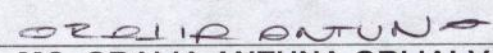
ASESOR:


DR. ARTURO PALOMO GIL

ASESOR:


ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

ASESOR:


MC. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS**


MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

DICIEMBRE DE 2008

AGRADECIMIENTOS

A Dios por estar siempre conmigo al igual que la Virgen que es la que cuida mis pasos en todo momento y por todo lo que me han dado en esta vida gracias.

A mi ALMA TERRA MATER por haber hecho posible el realizar mis estudios en esta universidad de la narro y por la oportunidad de conocer a grandes amigos.

A mis asesores:

Dr. Armando Espinoza Banda

Dr. Arturo Palomo Gil

Dra. Oralia Antuna Grijalva

Ing. Leopoldo

Al mi asesor principal Dr. Armando Espinoza Banda por haberme brindado su apoyo y aceptarme como uno de sus tesis y enseñarme un poco de sus conocimientos para terminar satisfactoriamente mi carrera.

A la Sra. Rosalba Tejada, Secretaria del departamento de Fitomejoramiento por su amabilidad en todo momento.

Al Ing. Rubén Samarripa técnico en campo, que gracias a su colaboración y apoyo logramos salir adelante.

A mis amigos: Toñito (†), Rafael, Cesar, Sorullo, Kabe, Tachis, Silvas, Rulas, Chini, Diego, Ramón, Yuca, Felipe, Tavo, Benja, Yoni, Pato, Toto, Dona, Nahum, Esteban, Miquel, Matus, Gabi, Javo, Terrón, Mi Comadre, La Chana, Muñeco, Benjamín, Braulio, Camarillo, Peluche, Polo, Leo, Miriam, a todos ustedes por haber estado siempre conmigo en mis alegrías y momentos difíciles en esta etapa de mi vida, y por haberlos conocido muchas gracias.

DEDICATORIA

A mis padres, por darme la oportunidad de lograr me como persona ya que ellos son lo que más quiero en esta vida.

Sra. Esther Alicia Gastélum Ruiz

Sr. Leonel Ruiz Navarro

A mis hermanos, Marco Antonio Ruiz Gastélum (†), que desde el cielo siempre estuviste cuidándome y dándome las bendiciones para salir adelante.

Leonel Ruiz Gastélum, Laura Fabiola Ruiz Gastélum, Edgar Savier Ruiz Gastélum que en cada momento que necesite su ayuda y apoyo nunca me dijeron que no y por el cariño que siempre me han dado mil gracias hermanos.

A mis Tíos, Tías y Abuelos por el cariño comprensión y apoyo que siempre me han brindado les doy las gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INDICE	página
I. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivo	4
1.2 Hipotesis	4
1.3 Metas	4
II. REVICION DE LITERATURA	5
2.1 Probadores	5
2.2 Mestizos.....	6
2.3 Aptitup combinatoria	8
2.4 Aptitup combinatoria general	10
2.5 Aptitup combinatoria especifica	10
III.MATERIALES Y METODOS	14
3.1 Localización geográfica y características del área de estudio	14
3.2 Diseño experimental	14
3.3 Material genetico.....	14
3.4 Manejo agronomico	14
3.4.1 Preparacion del terreno.....	14
3.4.2 Siembra.....	14
3.4.3 Aclareo de plantas	15
3.4.4 Fertilización.....	15
3.4.5 Riegos.....	15
3.4.6 Control de plagas.....	15
3.4.7 Control de maleza.....	16
3.4.8 Cosecha.....	16
3.5 Caracteristicas evaluadas	16
3.5.1 Floracion masculina	16
3.5.2 Floracion femenina	16
3.5.3 Altura de planta.....	16
3.5.4 Altura de mazorca.....	17

3.5.5 Peso de mil	17
3.5.6 Longitud de mazorca	17
3.5.7 Diametro de mazorca.....	17
3.5.8 Numero de hileras.....	17
3.5.9 Numero de granos por hilera	17
3.5.10 Rendimiento de grano.....	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	18
4.1 Análisis de varianza	18
4.2 Probadores	19
3.3 Mestizos.....	20
3.4 Aptitup combinatoria general (ACG)	20
V. COCLUCIONES	23
VI. RESUMEN.....	24
VII. LITERATURA CITADA	25
Anexo	28

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	pagina
4.1. Significancia de cuadrados medios de 10 variables de 47 mestizos formados con dos probadores diferentes.....	18
4.2. Comportamiento promedio de los probadores P8 y P26 en 10 variables.....	19
4.3. Valores medios de 10 variables en las mejores 12 líneas con base al comportamiento promedio de sus mestizos, seis híbridos y dos probadores evaluados en la UAAAN-UL. 2007.....	21
4.4. Aptitud combinatoria general de 15 mestizos y probadores.....	22
1A. Anexo. Valores medios de 10 variables en 47 mestizos, 10 testigos y 2 probadores.....	28

I. INTRODUCCIÓN

En cualquier programa de hibridación con objetivos bien definidos deberán de seleccionarse fuentes de germoplasma orientado al desarrollo de híbridos, estas fuentes deberán tener aspectos importantes tales como: buen potencial de rendimiento y características agronómicas deseables; tolerancia a endocria, buena habilidad combinatoria, alto comportamiento en cruzamiento con otras poblaciones de grupo heterótico opuesto y buena capacidad para generar progenitores endocriados y no endocriados (Vasal *et al* 1990).

El progreso en la selección, depende del tamaño de la variabilidad genética existente en una población y las magnitudes de sus componentes. Estos, y la interacción genotipos x ambientes proveen al fitomejorador de informaciones en cuanto a si existe suficiente variabilidad genética en el germoplasma a utilizar, cual es el mas adecuado esquema de selección para el mejor aprovechamiento de dicha variabilidad, de cuan extensamente el germoplasma debe ser probado para identificar los mejores progenitores, y si el mismo método de selección será igualmente apropiado para mejorar caracteres de diferentes importancia, (Dudley y Moll 1969).

A nivel mundial el maíz es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y en producción total es el segundo, después del trigo en tanto que el arroz ocupa el tercer lugar. De gran importancia económica a nivel mundial como alimento humano, para ganado o como fuente de un gran número de productos industriales.

En adición a esto, el maíz esta involucrado en muchos usos industriales, desde la producción de polímeros almidón, combustibles y lubricantes. Con la introducción de los maíces transgénicos, se está utilizando como fuente de hormonas, vacunas y componentes para diagnósticos médicos (Andow *et al* 2004).

Los Estados Unidos es el principal productor con 299.9 millones de toneladas, le sigue china con 128.0 millones de toneladas, la unión europea con 53.1 millones de toneladas, Brasil con 39.5 millones de toneladas representando el 42.5 por ciento, 18.1 por ciento, 7.5 por ciento y el 5.6 por ciento de la producción mundial respectivamente; México para este año con 22.0 millones de toneladas representa el 3.1 por ciento. En los Estados Unidos es el principal cultivo seguido de la soya; la superficie sembrada en el 2005 fue de 81,759 miles de acres, con una producción de 147.9 búshels por acre y una producción total de 11,112, 072 miles de búshels con valor de 21, 040,707 miles de dólares USA (NASS 2006).

Problemática a nivel nacional

La producción nacional de maíz para el año 2006 fue de 21,893,209.25 toneladas, siendo los estados de Sinaloa, Jalisco, México, Chiapas, Michoacán, Guerrero y Guanajuato los que reportan las más alta producción, la cual se han mantenido en los 5 últimos años en el mismo rango de producción, con un rendimiento promedio de 2.3 t ha⁻¹. (SAGARPA 2006).

Considerando un consumo per cápita de 200 kg/año se genera una demanda de 20 millones de toneladas de maíz y un déficit de cerca de 2 millones, el cual se cubre con importaciones año con año (SAGAR 1998).

En la Comarca Lagunera, para el año 2006 se reportó una superficie cultivada con maíz para grano de 16,025 Ha. de riego, 425 de Bombeo y 13,449 de temporal de la cual se obtuvieron los siguiente promedios de producción 1.56, 3.7 y 0.952 t ha⁻¹. Respectivamente por la cual existe la necesidad de contar con un número de genotipos de Maíz superiores en potencial de producción y adaptación. (SAGARPA 2006).

Las estrategias en el desarrollo de híbridos deben evolucionar a través del tiempo para satisfacer la necesidad de identificar y liberar híbridos de maíz superiores. Deben usarse procedimientos innovadores que puedan hacer el esfuerzo dedicado al desarrollo de híbridos más eficiente, mediante la reducción de las etapas de evaluación, así como el período de tiempo necesario para la identificación de genotipos superiores.

El procedimiento estándar para el desarrollo de híbridos involucra pasos definidos que deben seguirse en la evaluación de líneas para aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) y, en la predicción del comportamiento en cruzas usando datos provenientes de híbridos simples, (Vasal *et al* 1997) lo cual requiere mucho tiempo y recursos económicos.

La prueba temprana de líneas a través del uso de probadores es un método que ayuda al fitomejorador a depurar al inicio de un programa líneas con poco valor y seleccionar el material más prometedor. Así mismo el uso de diferentes probadores le ayuda a separar grupos de línea con atributos genéticos diferentes y a establecer patrones heteróticos que pueden ser explotados con la selección recíproca recurrente como base de un programa de hibridación.

OBJETIVO

1.1 Objetivos

Formar, evaluar y seleccionar líneas S_1 con base al comportamiento agronómico de sus respectivos mestizos.

1.2 Hipótesis

H0: El uso de probadores diferentes permitirá identificar líneas mas sobresalientes.

Ha: Al menos el 20 por ciento de las líneas serán mejor o igual que los probadores utilizados.

1.3 Metas

1. Seleccionar al menos el 20 por ciento de las líneas con mayor ACG y ACE.
2. En ciclos posteriores incluirlas en un programa de mejoramiento genético para formar híbridos que compitan en el mercado de semillas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Probadores

MC León *et al* (1997) define probador aquel que clasifica correctamente el merito de los genotipos probados dentro del grupo heterótico, de modo que se diferencie efectivamente los genotipos evaluados, aumenten la varianza y la ganancia genética.

Probador es aquel que sirve para evaluar e identificar a las líneas con características superiores y son también de vital importancia en un programa de mejoramiento ya que sin ellos no se tendrían las bases necesarias para identificar los mestizos sobresalientes o más productivos (Segovia 1990).

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.

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.

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

Jungenheimer (1981) cita que el tipo de probador que debe usarse para la evaluación de las líneas puras, debe dar información base de un programa de hibridación y depende principalmente de lo que refiere detectar, ya sea aptitud combinatoria general o específica, además menciona que

para determinar la ACG son usadas generalmente las variedades de polinización libre y los sintéticos, debido a su heterogeneidad.

Test – Cross: cuando el probador es un material de reducida base genética como línea o una cruce simple.

Top – Cross: cuando el probador usado es un material de amplia base genética como: poblaciones heterocigóticas, sintético, cruces dobles, etc. Chávez y López (1990).

El probador será usado para cuantificar la ACG de las líneas, es decir, será usado para ser cruzado, no seleccionado, quienes serán seleccionadas serán las líneas, por lo tanto debe existir tal variación genética en los mestizos para que sea posible una diferenciación clara entre ellas. También se indica que es conveniente que el probador sea de la misma población donde se derivaron las líneas. (Márquez 1988).

2.2 Mestizos

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 específicas de las líneas. Es decir, para detectar los genotipos fijados mas sobresalientes en productividad, características agronómicas deseables, etc. (Allard 1980).

Un mestizo, es la progenie de la cruce entre líneas y una población probadora o probador (líneas, variedades híbridos, etc.), (Márquez 1988)

Los mestizos son útiles para evaluar la habilidad combinatoria general, proporcionando un medio para el desarrollo de líneas puras.

Los mestizos son utilizados para detectar en forma temprana genotipos superiores entre un grupo de líneas endocriadas, sin embargo, el ensayo correspondiente tiende a tener un marcado efecto sobre el carácter en particular, generalmente en rendimiento y la selección para ese carácter puede estar cubierta por efecto del probador. El fitomejorador busca seleccionar plantas con características genotípicas y genotípicas que puedan estar asociadas con el carácter deseado. (Galarza *et al* 1973).

Jenkins (1940) comparando las distintas generaciones de autofecundación en las 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 S_0 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 (1932) presentó datos más completos sobre el valor del método. Ellos compararon el comportamiento de las líneas puras en las cruzas con otras líneas (cruzas con otras líneas), con el comportamiento de las mismas líneas, cruzadas con una variante de polinización libre (mestizo), si las líneas probadas mediante las pruebas de mestizos, que requieren poco, reportaron un promedio bajo en cruzas, y aquellos cuyo mestizo tuvo un rendimiento alto, dieron un promedio alto en cruza. Concluyeron que la prueba de mestizo da un buen margen de seguridad para evaluar líneas para ACG, aunque la efectividad de la prueba depende mucho del tipo de probador utilizado.

Top - cross (mestizo), cuando en la cruce de prueba se usa un probador de base genética, como son las poblaciones heterocigotos, sintéticos, cruces dobles, etc. (SRACG).

Test – cross, cuando en una cruce de prueba se usa un probador de reducida base genética como una línea o una cruce simple (SRACE).

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

2.3 Actitud Combinatoria

Márquez (1988) define el término de la actitud combinatoria como la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse con otros, dicha capacidad medida por medio de su progenie. Sin embargo, la actitud combinatoria debe determinarse no en un solo individuo de la población si no en varios, afín de poder realizar selección en aquellos que exhiban valores mas altos.

Gutiérrez *et al* (2002) comenta que la aptitud combinatoria se refiere a la capacidad de un individuo o de una población de combinarse con otras, la capacidad es medida por medio de su progenie y debe determinarse por varios individuos de la población no en un solo, el fin de poder seleccionar u obtener los cruzamientos más adecuados para poder sustituir los híbridos comerciales.

2.4 Actitud Combinatoria General

Jungenheimer (1985) nos menciona que los probadores deben seleccionarse por su capacidad para combinar las líneas con otras. La aptitud combinatoria general (ACG) es el desempeño promedio de una línea en algunas combinaciones híbridas. La actitud combinatoria general proporciona información sobre que líneas deben producir los mejores híbridos cuando se cruzan con muchas otras líneas. Pueden usarse probadores adecuados para determinara que líneas pueden sustituirse en los híbridos actuales o usarse en nuevos híbridos prometedores.

La prueba de ACG de las líneas se lleva a cabo a través de cruzas probadoras (Cp) llamadas común pero erróneamente Mestizos (M). Así, un mestizo no es más que un medio para la prueba de ACG de la línea; una vez que han cumplido su misión no tiene mayor valor genético, y se recurre a la semilla remanente de las líneas de los mestizos de rendimientos superior para hacer la prueba de ACE cuando se trata de líneas avanzadas, o bien cuando se realiza la prueba temprana en las líneas S1. (Vasal *et al* 1997).

Márquez (1988) menciona que la prueba de ACG permite hacer una preselección de las líneas con el objeto de concentrar la asignación de recursos a la evaluación de la aptitud combinatoria específica (ACE). Estará claro que el principal factor en contra de la prueba temprana es la segregación que tiene lugar en una línea inicial (de ninguna o una sola autofecundación); pues por causa de autofecundación dará lugar en generaciones posteriores a un número de sublíneas, una de las cuales es la que representa cuando se hace de forma normal la ACG. De esta suerte entonces, lo importante es investigar si la ACG de la línea inicial guarda alguna correlación con la de su línea o sublíneas avanzadas.

Al comienzo de la hibridación de maíz, se antojó lógico que el probador para ACG fuera la población misma de donde se derivaron las líneas. Quizás por eso las cruzas que en esas épocas pioneras se hicieron entre las líneas y a los probadores se les llamó *Top crosses* que, como hemos mencionado, se les llamo en español mestizos; esto ha de haber sido por que al cruzar líneas (de bajo rendimiento, vigor, altura, etc.) con la población de la cual provenían se “mejoraba” la progenie, lo cual está implícito en la acepción del término mestizo.

Posteriormente fueron diversificándose las fuentes de líneas y, consecuentemente, los tipos de probadores. Al tener varias ya no era posible recurrir a una sola población original. Se pensó así en usar algo que fuera como un probador universal, de amplia base genética para que aportara, en la formación de los mestizos, la mayor cantidad de gametos posibles. Sin embargo, muy pronto se vio que tal diversidad podía alcanzar a

germoplasma no emparentado e inclusive la observación mostró que había tendencia a tenerse mayor grado de heterosis en cruzamientos entre material local con exótico, lo cual complicó más aún la elección de un probador de ACG que cubriera tan amplios rangos de variación genética entre las fuentes de líneas. (Falconer 1986).

2.5 Aptitud combinatoria específica

Poehlman (1987) menciona que se puede obtener información sobre la aptitud combinatoria específica (ACE) de los clones, mediante el ensayo comparativo de las cruzas simples entre ellos. Se cruzan 10 o más de los clones originales con progenies de policruza sobresalientes, para formar cruzas simples en todas las combinaciones posibles (también se llama a este cruzamiento dialelo). Se compara el comportamiento de las progenies de las cruzas simples, para determinar la aptitud combinatoria específica (ACE) de los clones.

Martínez (1983) dice que la aptitud combinatoria específica es un término que se emplea para mencionar aquellos casos en las cuales ciertas combinaciones lo hacen relativamente mejor o peor de lo que podría esperarse sobre la base del comportamiento de las líneas involucradas.

Por otra parte, a la par que esto tenía lugar, sobrevenía el problema contrario, es decir el uso de probadores de estrecha base genética originalmente para usarse en selección recurrente para ACE. Además, se necesitaban probadores de este tipo cuando solamente se trataba de hacer alguna sustitución en la estructura de un híbrido conocido, (Márquez 1988).

Reyes (1985) menciona que para elegir a los progenitores que serán base de un programa de mejoramiento se usan dos métodos: a) el comportamiento *per se* y b) el comportamiento de las cruza en que intervienen, lo que se conoce como Aptitud Combinatoria. Por su parte, Sprague y Tatum (1942) citados por Hallauer y Miranda (1981), introdujeron

los conceptos de aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) de la siguiente manera: ACG es el comportamiento promedio de una línea en la formación de híbridos y ACE se usa para designar aquellas combinaciones que se comportan mucho mejor o mucho peor de lo esperado en virtud del comportamiento de los progenitores.

Martín del Campo y Molina (1982) de un grupo de poblaciones de maíz encontraron que variedades de las razas Bolita y Cónico Norteño, exhibieron los efectos de ACG más alto en los grupos Precoz y Pabellón. En el grupo intermedio, una variedad de la raza Chalqueño exhibió los efectos de ACG más altos. Las cruzas varietales que mostraron los efectos mayores de ACG, incluyeron al menos un progenitor de alta ACG.

San Vicente *et al* (1998) evaluaron cruzas dialéicas entre poblaciones blancas. Encontraron diferencia altamente significativa para cruzas y progenitores en rendimiento y altura de planta. La ACG fue altamente significativa para todos los caracteres mientras ACE fue significativa para rendimiento y altura de planta. La variación entre cruzas fue debido principalmente a los efectos de ACG excepto para rendimiento de grano donde los efectos no aditivos fueron más importantes.

Vergara *et al* (1998) evaluaron cruzas simples entre líneas con mazorca larga y mazorca gruesa. La línea Pob 21 X Pob 43 registró el valor más alto de ACG (0.58) dentro de las líneas con mazorca larga, mientras que en el grupo de líneas con mazorca gruesa, el valor más alto de ACG (0.48 ton/ha) fue para la línea 19 (Pob 25). El más alto rendimiento fue para la cruce 4 X 22 (Pob 21 X Pob 43) X Pob 32. Evidencian la importancia de considerar el uso de líneas con caracteres contrastante y su patrón heterótico en el desarrollo de híbridos para maximizar el comportamiento de la F1.

Ramírez *et al* (1998) estudiaron la aptitud combinatoria y correlaciones fenotípicas entre líneas y mestizos de maíz y encontraron que el uso de la prueba tardía para ACG, la evaluación simultánea de las líneas

per se y el método gráfico desarrollo fue una estrategia importante para seleccionar líneas con alta aptitud combinatoria y calidad agronómica. Además fue útil para reducir el número de líneas a evaluar y en orientar anticipadamente el tipo de híbrido a formar.

Galarza *et al* (1973) compararon la prueba *per se* y de mestizo para ACG de líneas S₁ en maíz. Encontraron que el método *per se* fue más eficiente, rápido y económico que el método de prueba temprana de mestizos. El rendimiento estuvo relacionado positiva y significativamente con prolificidad, longitud de mazorca, diámetro de mazorca y peso de 500 semillas.

Vasal y Córdova (1996) mencionan que para obtener la aptitud combinatoria, el procedimiento común es el desarrollo de mestizos haciendo uso ya sea de una base amplia, una reducida y hasta de una línea como probadores. También hay variaciones con respecto a las generaciones de endogamia en que los progenitores son evaluados para aptitud combinatoria. Para ACG se llevan a cabo pruebas tempranas, intermedias o tardías, según diferentes investigadores.

Beck *et al* (1990) estimaron la aptitud combinatoria y patrones heteróticos para poblaciones y pools genéticos de maíz precoces e intermedios adaptados al trópico. La prueba para heterosis promedio en progenitores contra cruza, fue significativa para rendimiento de grano. La ACG fue significativa para todas las características. La ACE fue significativamente solamente para altura de mazorca. La población 26 combinó bien con Pool 21 (6.05 t ha⁻¹) con 7.3 por ciento de heterosis sobre el mejor progenitor. Pool 22 tuvo mayor efecto de ACG (0.37 t ha⁻¹) y fue un progenitor en tres de cinco cruza con rendimiento más alto. Las combinaciones con rendimiento más alto incluyeron pool 22 con Pool 20 (6.3 t ha⁻¹), población 23 (6.24 t ha⁻¹) y Población 26 (6.23 t ha⁻¹). La mejor selección para iniciar un trabajo de hibridación en maíz blanco son las Poblaciones 23 y pool 20 y en maíz amarillo Población 26, Pool 21 y Pool 22.

Coutiño *et al* (1990) estudiaron la variabilidad genética en cruas dialélicas de maíz tropical. Encontraron heterosis en cruas formadas con progenitores criollos y mejorados. Excepto para rendimiento, la varianza aditiva fue lo más importante en los otros caracteres cuantitativos de altas heredabilidades, lo que significa que responden bien a la selección masal y filial.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica y características del área de estudio

El trabajo se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL), en Torreón, Coahuila., localizada entre los paralelos 24° 30' y 27' LN y los meridianos 102° y 104° 40' LO y una altitud de 1150 msnm; el clima es seco; tiene temperatura de 21 °C y una precipitación pluvial media anual de 200 mm respectivamente con invierno benigno.

3.2 Material genético

El material genético utilizado consistió en 57 líneas, las cuales se cruzarán con dos líneas de origen diferente, el probador 8 y el probador 26 las que serán usadas como probadores. Los mestizos resultantes se evaluarán en el siguiente ciclo con los testigos respectivos.

3.3 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con dos repeticiones. La parcela experimental consistió de un surco de 2 metros de longitud con una distancia entre planta de 0.17 m y 0.80 m entre surcos para formar una parcela útil de 1.6 m², y una densidad de 73,500 plantas por hectárea.

3.4 Manejo agronómico:

3.4.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno consistió de un barbecho, rastra, surcado e instalación del sistema de riego.

3.4.2 Siembra

La siembra se llevo acabo el 26 de julio del 2007, depositándose la semilla a 3 cm de profundidad, la siembra se realizo en forma manual.

3.4.3 Aclareo de plantas

El aclareo de plantas se realizó a los 25 días después de la siembra dejando una planta separada de otra a una distancia de 17 cm.

3.4.4 Fertilización

La fórmula de fertilización utilizada fue 160-80-00, realizándose una primera aplicación al momento de la siembra de 80-80-00 y el resto de Nitrógeno se aplicó en cada una de las etapas críticas del cultivo diluida en agua, inyectándose por medio del Venturi al sistema de riego hasta completar la dosis total requerida para el experimento.

3.4.5 Riegos

En la UAAAN, los riegos se realizaron por medio de un sistema de riego por cintilla con un calibre de 0.6 L/hora /m². El primer riego fue aplicado al momento de la siembra con una duración de 24 horas. Para los riegos siguientes se hizo una calendarización para la aplicación de 12 horas cada semana, incrementado a 24 horas en las etapas críticas y de mayor demanda del cultivo, hasta completar una lámina de 65 cm durante el ciclo.

3.4.6 Control de plagas

Para el control de plagas se realizaron 5 aplicaciones en total distribuidas de la siguiente manera: 2 aplicaciones para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), 2 aplicaciones para la araña roja (*Tetranychus* sp), y 1 para combatir pulgón del follaje (*Rhopalosiphum maidis*) las cuales presentaron una alta población en el desarrollo del cultivo. Para la determinación de las aplicaciones para cada una de las plagas presentes se realizaban muestreo para determinar las incidencias, en el caso del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) cuando el monitoreo presentaba un 12% y en el caso de la araña roja (*Tetranychus* sp), cuando se presentaban los primeros síntomas visibles, tales como el amarillento de las hojas.

3.4.7 Control de maleza

Para el control de malezas se realizo de la siguiente manera: se llevo acabo la aplicación de herbicida preemergente para dar oportunidad a la germinación del cultivo en la mínima competencia con las malas hierbas, a los 25 dds se repitió otra aplicación para el control de zacate Johnson (*Sorghun halápense*) y correhuela (*Convólulos arvenses*) y una escarda a los 45 dds con la finalidad de aporcar y eliminar las malas hierbas que se encuentran dentro de los surcos.

3.4.8 Cosecha

La cosecha se realizo de forma manual durante el mes de diciembre, se cosecharon las plantas que se encontraban en competencia completa dentro de la parcela útil, desechando a las dos plantas orilleras.

3.5 Características a evaluar

Para una adecuada evaluación de los mestizos incluidos en este trabajo, las características a evaluar durante el ciclo del cultivo son las que a continuación se indican:

3.5.1 Floración masculina (FM)

Se determinó con el total de días transcurridos, desde las siembra hasta que el 75 por ciento de las planta por parcela se encontraban liberando polen.

3.5.2 Floración femenina (FF)

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

3.5.3 Altura de planta (AP)

Es la altura desde la base del tallo hasta la parte superior de la planta, para esto se midieron 3 plantas al azar dentro de la parcela útil.

3.5.4 Altura de mazorca (AM)

Altura comprendida desde la base del tallo al nudo de inserción de la mazorca superior de la planta de las cuales se tomaron las mismas 3 plantas al azar de las cuales se tomo la altura de planta.

3.5.5 Peso de mil granos (PMIL)

Dato tomado de una muestra de mil granos.

3.5.6 Longitud de la mazorca (LM)

Se tomo el diámetro de 3 mazorcas desde la base hasta la punta de la misma.

3.5.7 Diámetro de mazorca (DM)

Este dato se obtuvo midiendo el diámetro ecuatorial de la mazorca, tomando una muestra al azar de 3.

3.5.8 Número de hileras (NH)

Se obtuvo contabilizando el número de hileras de una muestra de tres mazorcas.

3.5.9 Numero de granos por hilera (NGH)

Para obtener este dato se contaron el número de granos que estaban contenidos dentro de una hilera, dato tomado de 3 mazorcas.

3.5.10 Rendimiento de grano (RG)

Se considera el peso neto de grano, para esto se peso el grano de todas las mazorcas colectadas en la parcela útil, cuando esta tenia un 13% de humedad.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de varianza

El análisis de varianza para probadores (P), tratamientos (T) y la interacción (PxT), se muestran en el Cuadro 4.1.

El efecto probador (P) fue significativo ($P < 0.01$) respecto a las variables morfológicas FM y AM, así mismo para las variables relativas a la mazorca como Pmil, NH, NGH y RG, en tanto que para AP fue significativo ($P < 0.05$).

Respecto al efecto de las líneas (L) fue significativo al ($P < 0.01$) respecto a las variables morfológicas FM y AP, así mismo para la variable relativa a la mazorca fue Pmil, LM, DM, RG, y significativo ($p < 0.05$), en la variable morfológica de AM y NGH.

En cuanto a la interacción (PxL) la variable FM, Pmil, LM y RG fueron significativos al ($P < 0.01$), y no significativo para las variables FF, AP, AM, DM, NH y NGH

Cuadro 4.1. Significancia de cuadrados medios de 10 variables de 47 mestizos formados con dos probadores diferentes.

FV	Rep	Prob(P)	Línea(L)	PxL	EE	CV	Media
GL	1	1	46	46	93		
FM	2.64	65.56**	4.67**	4.48**	2.19	2.39	61.7
FF	0.10	0.01	3.19	3.41	2.86	2.58	65.5
AP	0.00	0.12*	0.07**	0.04	0.03	9.22	2.0
AM	0.44	1.25**	0.03*	0.01	0.02	14.49	1.1
Pmil($\times 10^{-4}$)	0.24	2.65**	0.62**	0.58**	0.09	13.06	229.0
LM	2.54	0.23	6.09**	4.98**	2.51	10.98	14.5
DM	1.02	0.00	0.42**	0.28	0.23	11.88	4.1
NH	0.50	25.84**	1.97	1.27	1.42	8.22	14.5
NGH	0.98	301.80**	24.92*	13.09	15.01	10.52	36.8
RG	4.56	55.70**	16.39**	13.92**	2.22	15.23	9.8

*, ** Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad; † L=LNS= No significativo; FM= floración masculina, FF= floración femenina; AP= altura de planta; AM= altura de mazorca; Pmil= peso de mil; LM= longitud de mazorca; DM= diámetro de mazorca; NH= número de hileras; NGH= numero de granos por hilera; RG= rendimiento de grano.

4.2 Probadores

De acuerdo a los resultados del ANOVA, indica que los probadores fueron diferentes en su respuesta en siete de las 10 variables y, por lo tanto importantes para el proceso de selección, ya que mostraron diferente respuesta al ser cruzados con las líneas.

Líneas

Las diferencias del efecto línea en nueve de las 11 variables, indican es pertinente realizar selección.

Interacción Línea x Probador

La interacción **línea x probador**, la significancia en las variables FM, Pmil, LM y RG, indican que las líneas reaccionaron de manera diferencial al efecto probador.

El comportamiento promedio de los probadores indica que el P8 fue mas tardío, de mayor altura de mazorca, numero de hileras, numero de granos por hilera pero de menor rendimiento; en tanto que el P26, presentó menor altura de mazorca, mayor peso de mil semilla y mayor rendimiento, Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Comportamiento promedio de los probadores P8 y P26 en 10 variables.

Variable	FM	FF	AP	AM	Pmil	LM	DM	NH	NGH	RG
P8	62.3a	65.5a	2.0a	1.2a	217.1b	14.5a	4.1a	14.9a	38.1a	9.2b
P26	61.1b	65.5a	2.0a	1.0b	240.8a	14.6a	4.1a	14.1b	35.5b	10.3a

FM= floración masculina, FF= floración femenina; AP= altura de planta; AM= altura de mazorca; Pmil= peso de mil; LM= longitud de mazorca; DM= diámetro de mazorca; NH= número de hileras; NGH= numero de granos por hilera; RG= rendimiento de grano.

4.3 Mestizos

En el Cuadro 4.3, se muestran las relaciones medias cuantitativas de las variables en 12 de las mejores líneas con base al comportamiento de sus respectivos mestizos.

En relación a lo anterior, en promedio, el mestizo M45 mostró el mayor rendimiento de grano (RG) con 13.1 t ha^{-1} , estadísticamente diferentes a la media de las líneas (9.7 t ha^{-1}), a la media general (9.9 t ha^{-1}), de los probadores (10.2 y 9.6 t ha^{-1}), pero estadísticamente igual a los híbridos comerciales, que promediaron 12.0 t ha^{-1} .

Respecto a los 12 mestizos con mayor rendimiento, se caracterizaron por un período de floración que osciló de 60.3 a 63.8 días, estadísticamente igual a la media tanto de mestizos (61.7 días) como a la media general (61.8 días); de igual forma se caracterizaron por una altura promedio de 1.9 m y 1.1 m de planta y mazorca respectivamente.

Las mazorcas de los mejores mestizos, se caracterizaron por un intervalo de longitud de 17.3 a 13.0 cm, con un promedio de 14.6 cm y, donde el mestizo M45 fue estadísticamente igual a seis de los 12 mestizos y superior al resto.

Con relación al diámetro, se observó que los 12 mejores mestizos se ubicaron en un intervalo de 4.7 a 4.0 cm y una media de 4.1 cm, igual a la media general y a la media de los híbridos.

La componente de mazorca relativa al número promedio de granos por hilera (NGH), los mestizos selectos se caracterizaron por un número promedio de 36.8, donde el mestizo M21 registró el mayor NGH con 38.9, y fue estadísticamente igual a la media general (36.7) y a la media de los híbridos (37.1).

En general, el potencial promedio del rendimiento de grano (RG) tanto de mestizos, híbridos y probadores fue de 9.9 t ha⁻¹, comparativamente la media de los mestizos fue de 9.7 t ha⁻¹, de los 12 selectos de 11.7 t ha⁻¹ y de los híbridos comerciales de 12 t ha⁻¹. Considerando la DMS_(0.05) éstos valores con excepción de la media de los mestizos, fueron estadísticamente iguales. El mestizo con mayor rendimiento fue el M45 con 13.1 t ha⁻¹, estadísticamente igual a cinco mestizos (M21, M33, M4, M41, M24) que oscilaron de 13.1 a 11.4 t ha⁻¹. Los híbridos comerciales **Matador, Tornado, 30F94 y Arrayan** fueron estadísticamente igual a M45. Los probadores (P8 y P26) registraron como era de esperarse, los de menor rendimiento.

Cuadro 4.3. Valores medios de 10 variables en las mejores 12 líneas con base al comportamiento promedio de sus mestizos, seis híbridos y dos probadores evaluados en la UAAAN-UL. 2007.

Mestizo	FM	FF	AP	AM	PMIL	LM	DM	NH	NGH	RG
M 45	63.3	67.3	2.08	1.13	305.3	17.3	4.6	15	38.6	13.1
M 21	62.4	65.4	1.95	1.13	195.3	14.5	4.3	15.5	38.9	13.1
M 33	62.3	66.0	1.94	1.10	273.7	14.2	4.4	13.8	38.6	12.4
M 4	62.0	65.5	2.29	1.13	245.7	15.4	4.2	15.5	37.7	11.9
M 41	63.8	66.5	2.18	1.32	332.1	16.5	4.8	15.1	38.4	11.8
M 24	62.7	65.5	1.91	1.05	208.5	15.0	4.1	13.8	38.3	11.6
M 34	63.0	67.0	1.99	1.07	250.3	15.1	4.2	14.8	34.4	11.4
M 3	61.3	65.8	1.74	1.09	198.2	13.8	4.0	15	36.7	11.2
M 10	62.5	66.5	1.84	1.06	234.6	13.8	4.2	15.2	36.6	11.2
M 11	62.8	66.8	2.01	1.13	220.5	15.8	4.7	15.8	38.6	11.2
M 31	60.3	65.8	1.95	1.02	212.1	13.0	4.0	14	34.0	10.9
M 28	61.3	65.8	1.92	1.05	219.4	13.3	4.0	14.8	34.9	10.8
Media S†	62.3	66.2	2.0	1.1	241.3	14.8	4.3	14.9	37.1	11.7
Media M	61.7	65.5	1.90	1.0	228.8	14.6	4.1	14.5	36.8	9.7
Matador	60.9	64	1.9	1.15	295	15.9	4.5	13.7	40.4	13.9
Tornado	63.8	66.3	2.05	1.15	281.3	15.1	4.5	14.1	34.9	12.9
30F94	61.5	65	2.08	1.14	334.4	44.6	4.6	14.1	31.7	12.0
Arrayan	60.8	65.1	2.01	1.11	204.4	15.6	4.1	14	40.8	11.5
AS-905	63	67.6	2.11	1.12	246.2	15	4.2	14.8	35.9	10.9
Hércules	60	65.8	1.89	0.97	183.9	14.1	3.7	14.5	38.9	10.9
P 8	62.4	65.6	2.00	1.2	226.8	15.8	4.2	14.8	37.9	9.6
P26	61.1	65.5	1.90	1.0	241.2	14.6	4.1	14.1	35.6	10.2
Media G	61.8	65.6	2.0	1.1	234.2	15.2	4.1	14.4	36.7	9.9
DMS_(0.05)	2.29	2.31	0.25	0.22	97.88	2.2	0.7	1.62	5.62	2.07

†MS, MM, MG= Media del grupo selecto, de mestizos y general; FM= floración masculina, FF= floración femenina; AP= altura de planta; AM= altura de mazorca; Pmil= peso de mil; LM= longitud de mazorca; DM= diámetro de mazorca; NH= número de hileras; NGH= número de granos por hilera; RG= rendimiento de grano.

4.4 Aptitud combinatoria general.

Los quince mestizos mostraron un valor de ACG superior a la unidad, el M45 además siete valores altos de ACG para FM, FF, PMIL, LM, DM, NH y NGH, lo cual es probable que deba su potencial a las componentes de mazorca; sobresale también el M41 con nueve valores altos de ACG.

En cambio el mestizo M21 es probable tiene como atributos el NH y NGH, que pueden contribuir al rendimiento y, el mestizo M11 además, de las anteriores el DM.

Respecto a los probadores el P8, registró seis valores de ACG en tanto el P26 solo presentó para las variables PMIL y RG.

Cuadro 4.4. Aptitud combinatoria general de 15 mestizos y probadores.

Mestizo	FM	FF	AP	AM	PMIL	LM	DM	NH	NGH	RG
M 45	1.6	1.8	0.18	0.13	76.5	2.7	0.5	0.5	1.8	3.4
M 21	0.7	-0.1	0.05	0.13	-33.5	-0.1	0.2	1.0	2.1	3.4
M 33	0.6	0.5	0.04	0.10	44.9	-0.4	0.3	-0.7	1.8	2.7
M 04	0.3	0.0	0.39	0.13	16.9	0.8	0.1	1.0	0.9	2.2
M 41	2.1	1.0	0.28	0.32	103.3	1.9	0.7	0.6	1.6	2.1
M 24	1.0	0.0	0.01	0.05	-20.3	0.4	0	-0.7	1.5	1.9
M 34	1.3	1.5	0.09	0.07	21.5	0.5	0.1	0.3	-2.4	1.7
M 03	-0.4	0.3	-0.16	0.09	-30.6	-0.8	-0.1	0.5	-0.1	1.5
M 10	0.8	1.0	-0.06	0.06	5.8	-0.8	0.1	0.7	-0.2	1.5
M 11	1.1	1.3	0.11	0.13	-8.3	1.2	0.6	1.3	1.8	1.5
M 31	-1.4	0.3	0.05	0.02	-16.7	-1.6	-0.1	-0.5	-2.8	1.2
M 28	-0.4	0.3	0.02	0.05	-9.4	-1.3	-0.1	0.3	-1.9	1.1
M 17	-0.7	-0.5	-0.05	0.12	-31.5	0.4	0.0	0.3	1.0	0.9
P 8	0.7	0.1	0.1	0.2	-2.0	1.2	0.1	0.3	1.1	-0.1
P 26	-0.6	0.0	0.0	0.0	12.4	0.0	0.0	-0.4	-1.2	0.5

FM= floración masculina, FF= floración femenina; AP= altura de planta; AM= altura de mazorca; Pmil= peso de mil; LM= longitud de mazorca; DM= diámetro de mazorca; NH= número de hileras; NGH= numero de granos por hilera; RG= rendimiento de grano.

V. CONCLUSIONES

- Los probadores fueron significativamente diferentes en siete de las 10 variables evaluadas.
- El P26 fue significativamente de mayor rendimiento.
- Cinco de los mestizos fueron significativamente los de mayor rendimiento.
- Los mestizos produjeron significativamente igual a los híbridos comerciales.

VI. RESUMEN

Con el objeto de formar, evaluar y seleccionar líneas S_1 con base al comportamiento agronómico de sus respectivos mestizos, en el 2006 se formaron 47 mestizos utilizando dos líneas élite como probadores. En el verano del 2007, se evaluaron en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL), en Torreón, Coahuila., utilizando un diseño de bloques al azar y dos repeticiones. Como testigos se incluyeron las dos líneas probadoras. La siembra se realizó el 26 de julio del 2007, a surco simple de tres metros de largo y 0.80 m entre hilera a una distancia de 0.17 m entre planta. Se tomaron datos de Floración Femenina (FF), Floración Masculina (FM), Altura de Planta (AP), Altura de Mazorca (AM), Peso de mil granos (Pmil), Longitud de Mazorca (LM), Diámetro de Mazorca (DM), Número de Hilera (NH), Número de Granos por Hilera (NGH), Rendimiento de Grano (RG). Los probadores fueron significativamente diferentes en siete de las 10 variables evaluadas, el P26 fue significativamente de mayor rendimiento. Cinco de los mestizos fueron significativamente los de mayor rendimiento. Los mestizos produjeron significativamente igual a los híbridos comerciales.

Palabras clave: Maíz, Selección de líneas, Probadores, Mestizos, Híbridos, Aptitud Combinatoria General (ACG).

VII. LITERATURA CITADA

- Allard R W (1980) principios de la mejora genética de las plantas. Editorial EOSA. España. 498 p.
- Andow D, Lamkey K, Daniel H, Nafziger E, Gepts P, and Stayer D (2004) A growing concern protecting the food supply in an era of pharmaceutical and industrial crops. Unión of Concern Scientists.
- Beck D. L, Vasal S. K. And Crossa J. L, (1990). Heterosis and combining ability of CIMMYT's tropical early and intermediate maturity maize (*Zea mays L.*) germplasm. *Maydica* 35: 279-285.
- Cháves 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, López P, (1990). Apuntes de mejoramiento de plantas II. UAAAN, Buena vista, Saltillo, Coah. México. P. 91-104.
- Coutiño, E. B., Ángeles H. A., y Martínez G. A, (1990). Variabilidad genética en cruces dialélicas de maíz (*Zea mays L.*) formadas con poblaciones tropicales sobresalientes. *Agrociencia Serie Fitociencia*.1 (1): 143-156.
- Davis R. L, (1927) "Report of the plant breeder". Puerto Rico Agr. Exp .Sta. Ann. Rpt., 14-15 p.
- DUDLEY, J.W.; MOLL, R. H, (1969). Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. *Crop. Sci.* 9:257-262.
- Falconer, D. S, (1986). Introducción a la genética cuantitativa. Ed. CECOSA 28 Edición. 338 p.
- Galarza S M, M H Ángeles A, J D Molina G, (1973). Estudio comparativo entre la prueba de líneas y prueba de mestizo para evaluar aptitud combinatoria general de líneas So de maíz (*Zea maíz L.*). *Agrociencia*. 11:127.139. Chapingo, México.
- Galarza S. M., Ángeles H. H. A., y Molina G. J. D, (1973). Estudio entre la prueba de Líneas *per se* y la prueba de mestizos para evaluar aptitud combinatoria general de líneas S₁ de maíz (*Zea mays L.*). *Agrociencia* 11:121-139.

- Gutiérrez del R. E., Palomo, G. A., Espinoza, B. A., De la Cruz, L. E, (2002). Aptitud combinatoria y heterosis para el rendimiento de líneas de maíz en la Comarca Lagunera, México. *Rev. Fitotecnia México*. 25 (3):271-277.
- Hallauer A. R. and Miranda F. V, (1981). *Quantitative genetics in maize breeding*. Iowa State University press. Ames, Iowa.p 337-369.
- Hiorth G. E, (1985). *Genética cuantitativa i: Fundamentos biológicos*. Universidad de Córdoba Facultad de Ciências Agropecuárias. Argentina. P 223.
- Hull F. H, (1945). Recurrent selection for specific combining ability in corn. *Agro. J.*37. P 134-145.
- Jenkins M T (1932) Methods of testing inbred lines of maize in croobred combinations, *J. Am, Soc. Agro.* 24: S 23-530.
- Jenkins M. T, (1940). The segregation of genes affecting yield of grain in maize. *J. Amer. Soc. Agron.* 32: 55-63.
- Jugenheimer R. W, (1985). *Corn improvement, seed production and uses*. Malabar, FI, USA, Robert E. Krieger Publishing.
- Jungenheimer W. R, (1981). *Maíz*. Editorial LIMUSA. México.
- Márquez S F, (1988). *Genotecnia vegetal*. Tomo II. Primera edición. Editorial AGTESA. México. P 563.
- Márquez S. F, (1988). *Genotecnia vegetal. Métodos, Teoría Resultados*. Tomo II. AGT Editor. México. 665 p.
- Márquez S. F, (1988). *Geotecnia Vegetal, métodos teoría, resultados*. Tomo II. Primera ED. GT edit. S. A. México. Pp 144-161.
- Martín del Campo V. S., y Molina G. J. D, (1982). Aptitud combinatoria, heterosis y estabilidad en tres poblaciones de maíz en el Norte-Centro de México. *Agrociencia* 47: 103- 116.
- Martínez G. A, (1983). *Diseños y análisis de experimentos de cruzas dialelicas*. Segunda edición. Colegio de posgraduados, Chapingo, México. P 252.
- Matzinger D. F, (1953). Comparison of the types of testers for evaluation of inbred lines of corn. *Agro. J.* 45:493-495.
- Mc Leon S. D, S. K. Vasal, S. Pandey, G. Sriniva, (1997). The use tertes to exploit Heterosis in tropical maize at CIMMYT in: *Book of abstracts*.

- The genetics and exploitation of heterosis in crops. An international symposium México D. F. Pp 26-27.
- NASS, (2006). National Agricultural Static Service. www.usda.nass.gov (21 de mayo del 2006).
- Poehlman J. M, (1987). Mejoramiento genético de las cosechas. Primera edición. Editorial LIMUSA. México. P 453.
- Ramírez D. J. L., Ron P. J., Sánchez J., García A. y J. Maya, (1998). Aptitud combinatoria general y correlaciones fenotípicas entre líneas y mestizos de maíz. *Agronomía Mesoamericana*. 9 (2):69-76.
- Reyes C, P, (1985). Citogenética Básica y Aplicada. AGT Editor S. A. México
- SAGAR, (1998). Centro de estadística agropecuaria
- SAGARPA, (2006). (www.siap.gob.mx).
- San Vicente, F., Bejarano A., Marín C. And Crossa, J. L, (1998). Analysis of dialiel crosses among improved tropical White endosperm maize populations *Maydica* 43: 147-153.
- Segovia A. M, (1990). Selección de líneas de Maíz So derivadas de la población, 76, mediante uso de probadores y ambientes. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buena Vista Saltillo Coah Méx.
- Vasal, S. K., San Vicente, F., MC Lean. S., Ramanujan, K., Barandarian, M., Ramírez, A., y Ávila, G, (1997). Avances en el desarrollo de líneas como probadores en germoplasma tropical de maíz. En: Síntesis de resultados experimentales 1993-1995 del Programa Regional de maíz para Centroamérica el Caribe (PRM). P 50-55.
- VASAL, S. K; HAN, G.; VERGARA, N.; AHUJA, V. P.; ESPINOZA, M. A, (1990). XXXVI Reunión Anual del PCCMCA, San Salvador, El Salvador; 26-30 de marzo, 1990. Vol. 1 Pág. 161-174.
- Vasal, S., K. y H. Córdova O, (1996). Heterosis en maíz: acelerando la tecnología de híbridos de dos progenitores para el mundo en desarrollo. Buenavista Saltillo, Coah. P 32-54.
- Vergara, N., Pandey, S., Vasal, S. K., MC Lean, S. y S. Rodríguez., (1998). Comportamiento de híbridos de maíz y aptitud combinatoria de líneas con caracteres contrastantes. *Agronomía Mesoamericana* 9(2):97-104.

A N E X O

Cuadro 1A. Valores medios de 10 variables en 47 mestizos, 10 testigos y 2 probadores.

Trat	FM	FF	AP	AM	PMIL	LM	DM	NH	NGH	RG
Matador	60.9	64.0	1.9	1.15	295.0	15.9	4.5	13.7	40.4	13.9
M 45	63.3	67.3	2.08	1.13	305.3	17.3	4.6	15.0	38.6	13.1
M 21	62.4	65.4	1.95	1.13	195.3	14.5	4.3	15.5	38.9	13.1
Tornado	63.8	66.3	2.05	1.15	281.3	15.1	4.5	14.1	34.9	12.9
M 33	62.3	66.0	1.94	1.1	273.7	14.2	4.4	13.8	38.6	12.4
30F94	61.5	65.0	2.08	1.14	334.4	44.6	4.6	14.1	31.7	12.0
M 4	62.0	65.5	2.29	1.13	245.7	15.4	4.2	15.5	37.7	11.9
M 41	63.8	66.5	2.18	1.32	332.1	16.5	4.8	15.1	38.4	11.8
M 24	62.7	65.5	1.91	1.05	208.5	15.0	4.1	13.8	38.3	11.6
Arrayan	60.8	65.1	2.01	1.11	204.4	15.6	4.1	14.0	40.8	11.5
M 34	63.0	67.0	1.99	1.07	250.3	15.1	4.2	14.8	34.4	11.4
M 3	61.3	65.8	1.74	1.09	198.2	13.8	4.0	15.0	36.7	11.2
M 10	62.5	66.5	1.84	1.06	234.6	13.8	4.2	15.2	36.6	11.2
M 11	62.8	66.8	2.01	1.13	220.5	15.8	4.7	15.8	38.6	11.2
AS-905	63.0	67.6	2.11	1.12	246.2	15.0	4.2	14.8	35.9	10.9
Hércules	60.0	65.8	1.89	0.97	183.9	14.1	3.7	14.5	38.9	10.9
M 31	60.3	65.8	1.95	1.02	212.1	13.0	4.0	14.0	34.0	10.9
M 28	61.3	65.8	1.92	1.05	219.4	13.3	4.0	14.8	34.9	10.8
M 17	61.0	65.0	1.85	1.12	197.3	15.0	4.1	14.8	37.8	10.6
M 42	64.5	67.0	2.19	1.29	334.7	16.7	4.8	13.6	39.8	10.6
M 49	60.3	65.0	2.08	1.18	235.2	14.3	4.1	14.3	37.3	10.4
M 26	62.5	66.3	2.11	1.21	204.3	14.2	3.7	14.1	36.8	10.3
M 32	60.3	64.3	2.04	1.11	243.9	15.3	4.5	15.6	37.1	10.2
M 6	62.0	65.3	2.04	1.12	227.8	15.7	4.1	14.1	39.5	10.2
M 18	62.2	64.5	2.04	1.15	213.0	13.4	3.8	14.5	34.0	10.0
M 5	61.5	65.3	2.06	1.1	233.0	15.6	4.3	15.1	37.3	9.9
M 12	61.8	65.3	2.03	1.17	238.4	15.0	4.4	16.0	37.8	9.9
M 15	60.0	64.3	1.91	1.06	221.8	14.8	4.0	14.5	37.3	9.8
M 19	62.5	66.5	1.96	1.12	239.3	15.2	4.2	14.0	36.2	9.7
M 16	61.0	64.3	1.94	1.04	222.3	14.7	4.1	14.3	38.8	9.7
M 52	61.3	64.3	1.98	1.08	291.3	15.3	4.5	14.3	35.0	9.5
M 7	62.0	65.3	1.87	1	243.5	14.9	4.0	15.1	37.6	9.3
M 30	61.5	65.3	2.02	1.16	235.8	14.6	4.2	13.3	37.0	9.3
M 47	62.0	66.3	2.02	1.17	269.5	15.5	4.3	14.0	38.0	9.2
M 38	62.2	65.8	2.07	1.14	214.0	14.0	4.4	13.7	32.0	9.2
Cronos	62.3	65.8	2.07	0.99	238.2	13.8	4.2	13.1	35.0	9.1
M 2	62.0	65.0	2.19	1.14	226.8	15.9	4.1	14.3	36.0	8.9
M 13	60.8	65.0	1.96	1.08	220.3	14.8	4.2	15.1	38.5	8.9
M 8	61.0	64.8	1.99	1.07	254.9	14.7	4.5	15.0	38.4	8.9
M 9	62.0	65.8	1.97	1.06	261.6	14.3	4.1	13.6	35.7	8.8
Milenio	61.8	65.0	1.98	0.98	304.0	15.7	4.5	14.0	34.5	8.8
M 22	61.8	66.0	1.88	1.05	218.9	14.3	4.0	14.0	36.7	8.6
M 35	61.8	65.0	2.02	1.06	275.3	15.2	4.0	14.7	39.1	8.4
Genex 744	61.2	65.8	2.04	1.14	270.1	14.7	4.4	14.3	37.9	8.4
M 14	60.0	65.3	1.9	1.01	214.0	15.6	4.0	13.8	39.0	8.3

M 46	62.3	64.5	1.95	1.09	216.1	14.1	3.9	14.6	35.7	7.5
9620R	61.5	64.5	1.54	0.77	198.0	12.8	3.3	13.6	27.9	7.3
M 23	61.0	64.8	1.88	0.99	159.6	12.8	3.6	13.3	36.2	7.2
M 27	61.8	64.8	2.02	1.17	185.5	14.0	4.0	15.1	34.7	7.1
M 20	61.3	66.0	1.98	1.11	170.8	14.0	3.7	14.5	36.6	7.1
M 1	60.0	64.3	1.9	1.06	204.1	14.9	3.8	14.1	37.4	7.0
M 50	59.8	65.5	1.87	1.02	169.5	13.2	3.6	15.3	33.9	6.9
M 25	61.5	67.4	1.88	1.16	194.3	14.4	3.7	13.8	36.3	6.7
M 44	61.8	65.3	2.19	1.28	244.7	14.4	4.3	13.6	37.9	6.6
M 57	63.8	68.0	1.73	0.85	152.3	12.8	3.4	14.2	30.2	4.9
P 8	62.4	65.6	2.0	1.2	226.8	15.8	4.2	14.8	37.9	9.6
P 26	61.1	65.5	1.9	1.0	241.2	14.6	4.1	14.1	35.6	10.2
DMS	2.29	2.31	0.25	0.22	97.88	10.97	0.7	1.62	5.62	2.07
Media	61.8	65.6	2.0	1.1	234.2	15.2	4.1	14.4	36.7	9.9

FM= floración masculina, FF= floración femenina; AP= altura de planta; AM= altura de mazorca; Pmil= peso de mil; LM= longitud de mazorca; DM= diámetro de mazorca; NH= número de hileras; NGH= numero de granos por hilera; RG= rendimiento de grano.