

FECHA DE ADQUISICIÓN	
NUM. DE INVENTARIO	00005
PROCEDENCIA	
NUM. CALIFICACIÓN	
PRECIO	
DIST.	



SB191
.M2
.C78 2006
TESIS LAG
Ej.1

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.



**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y GENÉTICO DE
HÍBRIDOS SIMPLES DE MAÍZ PARA GRANO Y FORRAJE.**

**ELABORADO POR:
RIGOBERTO CRUZ CORTES.**

TESIS.

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

INGENIERO AGRÓNOMO.

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2006

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.

TESIS DEL C. RIGOBERTO CRUZ CORTES.

**TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL
COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO
DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO.

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:



DR. EMILIANO GUTIÉRREZ DEL RÍO.

ASESOR:



DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA.

ASESOR:

MC. RAUL WONG ROMERO.

ASESOR:

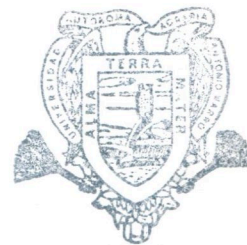


DR. SALVADOR GODOY ÁVILA.

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



ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO.



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2006

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.

**TESIS DEL C. RIGOBERTO CRUZ CORTES
ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ
PARTICULAR DE ASESORIA Y APROBADA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO.

COMITÉ PARTICULAR

PRESIDENTE:


DR. EMILIANO GUTIÉRREZ DEL RÍO.

VOCAL:


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA.

VOCAL:

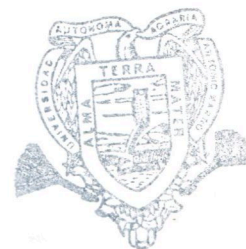

MC. RAUL WONG ROMERO.

VOCAL SUPLENTE:


DR. SALVADOR GODOY ÁVILA.

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


ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO.



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2006

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES

DR. EMILIANO GUTIÉRREZ DEL RIO

MC. RAÚL WONG ROMERO

DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

DR. SALVADOR GODOY ÁVILA

Por compartir sus conocimientos en mi formación y por su gran apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A las autoridades Administrativas y Técnicas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - Consejo Estatal de ciencia y tecnología de Coahuila (CONACYT- COECYT), zona Regional del Noreste, Monterrey N.L. Méx. Y Centro con sede en Saltillo Coah., por el apoyo económico otorgado a través del proyecto de FONDOS MIXTOS (FOMIX) denominado **COH-2002-C01-4192**.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

JUAN CRUZ AGUILAR.

Y

JUANA CORTÉS CORTÉS.

Por apoyarme cuando más los necesitaba, por sus consejos, por tener fe en mí, y por lo más importante haberme dado la vida, gracias papás.

A MIS ABUELOS:

Zenón Cortés Y Ana Cortés.

Nicasio Cruz Y Alicia Aguilar.

A MIS HERMANOS:

Benigno Cruz Cortés

Gelacio Cruz Cortés

Mateo Cruz Cortés

Cesaria Cruz Cortés

Filiberto Cruz Cortés y

Esther Cruz Cortés.

Gracias por brindarme su apoyo durante mi formación profesional.

A MIS TÍOS Y PAISANOS:

AL LIC, Arcadio Hernández Hernández

Rodolfo Cruz Aguilar.

Gracias por brindarme su amistad.

Y a la señorita

Compañera y amiga Aurora Mendez Ramos.

Por su apoyo y amistad incondicional en aquellos días cuando más lo necesitaba.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO

NARRO. U- L.

Por darme la oportunidad de superarme, y por los apoyos que proporciona que sin ello quizás yo no hubiera podido terminar mis estudios gracias UAAAN – UL. Y arriba ALMA TERRA MATER.

A TODOS MIS COMPAÑEROS DE GRUPO Y AMISTADES:

Principalmente por haberme aguantado en las buenas y en las malas por tanto tiempo ya que no me considero de gran carisma, gracias amigos: Edgar, J. Carlos, Osmar, Miguel A, Lulú, Víctor, Bernal, Benito, Edgar E. Y todos los de mi grupo.

A MIS MAESTROS:

Dr. Emiliano, Dr. Raúl Wong, Dr. Armando E. B., MC. Ricardo Cobarrubias, Alejandro Moreno Resendez, y todos los que contribuyeron en mi formación profesional.

Por todo lo bueno que me enseñaron en el transcurso de mi formación profesional y por su amistad incondicional.

Y A TODOS LOS QUE CREYERON Y CONFIARON EN MÍ:

“gracias”

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
INDICE	1
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	3
1.2. Objetivo específico	3
1.3. Hipótesis	3
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Forraje	4
2.2. Híbridos	4
2.3. Híbrido Simple	5
2.4. Híbrido Triple	5
2.5. Híbrido Doble	6
2.6. Vigor híbrido o heterosis	6
2.7. Corto intervalo entre floración masculina y femenina	7
2.8. Cruzas dialélicas	7
2.9. Diseño dialélico de Griffing	8
2.10. Aptitud combinatoria	9
2.11. ACG	10
2.12. ACE	10
2.13. Heredabilidad	11
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1. Ubicación geográfica	12
3.2. Material genético	12
3.3. Formación de la serie dialélica	13
3.4. Diseño y parcela experimental	14
3.5. Manejo agronómico	14
3.5.1. Siembra	15
3.5.2. Control de plagas	15
3.5.3. Control de malezas	15
3.5.4. Fertilización	16
3.5.5. Riego	16
3.6. Variables agronómicas evaluadas	16
3.6.1. Floración masculina FM y floración femenina FF	16
3.6.2. Altura de planta AP y altura de mazorca Amz	16
3.6.3. Producción de forraje verde PFV	17
3.6.4. Producción de materia seca PMS, rendimiento de mazorca Rmz y rendimiento de grano RG	17
3.7. Análisis estadístico	17
3.8. Análisis genético	18
3.9. Aptitud combinatoria	18
3.10. Componente de varianza	19

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1. Análisis de varianza.....	22
4.2. Comparación de las medias de los padres evaluados.....	23
4.3. Efectos de aptitud combinatoria general.....	25
4.4. Comparación de medias de las cruzas evaluadas.....	27
4.5. Efectos de aptitud combinatoria específica	28
4.6. Componentes de varianza	30
4.7. Correlación de componentes de varianza	31
4.8. Correlación de las ocho variables agronómicas.....	33
V.- CONCLUSIÓN.....	35
VI.- RESUMEN	36
VII.- BIBLIOGRAFÍA	37
VIII.- APÉNDICE	41

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	pagina
3.2. 3.1. Descripción de las 10 líneas que se utilizaron.....	13
3.2. Esquema de las combinaciones posibles de cruzamientos dialélicos entre las 10 líneas.....	13
4.1. Cuadrados medios del análisis de varianza de ocho variables agronómicas, evaluadas para el dialélico de Griffing (1956) Torreón, Coahuila.2004.....	23
4.2. Comparación múltiple de medias de rendimiento de grano y forraje de ocho características agronómicas evaluadas. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004	25
4.3. Efectos de Aptitud Combinatoria General (ACG) estimados en líneas de maíz para grano, de ocho características evaluadas. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004 B.....	26
4.4. Comparación múltiple de medias de rendimiento de grano y forraje evaluadas en UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004.....	28
4.5. Efectos de Aptitud Combinatoria Específica estimados en líneas de maíz para grano, y forraje, de ocho variables evaluadas. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004.....	30
4.6. Componentes de varianza de 8 variables agronómicas evaluadas en la UAAAN-UL 2004.....	31
4.7. Correlación de los 8 componente de varianza agronómica valuadas en la UAAAN-UL.....	33
4.8. Correlación fenotípica para ocho variables agronómicas con propósito de producción de grano y forraje evaluadas en el campo experimental UAAAN-UL: Torreón, Coah. 20004.....	34

I. INTRODUCCIÓN

El maíz es el cereal mas cultivado en muchos países a nivel mundial después del trigo y el arroz, y a través de los años ha adquirido mayor importancia debido a la gran cantidad de subproductos que este puede ofrecer, como: aceites, miel, ácidos, químicos, combustibles, entre otros.

En México el cultivo de maíz ha sido el más importante desde hace muchos años atrás ya que además de utilizarse como alimento y forraje para ganado forma parte de la vida social y cultural de los mexicanos. Se tiene conocimiento que de 15 a 18 millones de personas dependen directamente de este cultivo para sobrevivir. A pesar de la gran cantidad de agricultores que existe en nuestro país, aun no se ha podido abastecer la demanda de este grano teniendo que importarlo de otros países, como Estados Unidos de Norteamérica entre otros. La necesidad de este grano es más notoria en las comunidades rurales ya que no cuentan con tecnología necesaria, semillas mejoradas y el conocimiento básico para manejar este cultivo teniendo rendimientos muy bajos. A tal grado que su producción no les alcanza para satisfacer sus necesidades teniendo que comprarlo, y como consecuencia esto los lleva a la escasez económica obligándolos a emigrar a otros países en busca de nuevas alternativas de vida.

En México actualmente en diferentes instituciones se llevan a cabo programas de mejoramiento, ya que las variedades e híbridos de maíz que se

explotan comercialmente presentan un comportamiento muy distinto cuando se siembran en diferentes regiones.

El maíz como forraje en nuestro país es usado principalmente en áreas con producción de ganado de carne y leche ofreciéndolos como forraje verde o ensilado lo cual se caracteriza por su alto valor energético, proteínas, sales minerales y durabilidad en buenas condiciones para ser consumidas por el ganado en épocas de escasez de pastos, o directamente a los establos con ganado productor de leche.

En la Comarca Lagunera se siembran aproximadamente 15 mil hectáreas de maíz forrajero, ya que en esta se ubica la cuenca lechera más importante del país, de las cuales se estima que el 90 % son híbridos producidos por empresas trasnacionales. (Faz *et al.* 2005). En los 10 últimos años de selección, se han incluido 152 híbridos diferentes de maíz, identificándose materiales con buenas características de rendimiento de grano y forraje, que se pueden seleccionar con la seguridad de obtener un material que nos de un ensilado de alta calidad con producción de hasta 52 t ha⁻¹ de forraje fresco y 15 t ha⁻¹ de forraje seco.

El objetivo principal del fitomejorador es encontrar genotipos con alto potencial de rendimiento de forraje y grano que se adapten a las diferentes condiciones ambientales, en especial condiciones con las que cuenta el país ya que es muy variable.

1.1. Objetivo general

Caracterización agronómica y genética de 45 cruzas varietales de maíz en la UAAAN-UL con propósito de grano y forraje.

1.2 Objetivos específicos

1.2.1 Evaluar el rendimiento de híbridos simples originados a partir de 10 líneas.

1.2.2 Seleccionar las cruzas con mayor rendimiento.

1.2.3 Estimar los efectos de aptitud combinatoria general ACG y aptitud combinatoria específica ACE para los progenitores y las cruzas respectivamente.

1.3 Hipótesis

H_{01} : Las cruzas presentan igual comportamiento en rendimiento de grano y forraje de acuerdo a las variables agronómicas evaluadas.

H_{02} : Las cruzas presentan diferente comportamiento en rendimiento de grano y forraje de acuerdo a las variables agronómicas evaluadas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Forraje

Geiger (1992) y Peña (2003) mencionan que los híbridos altamente productores de grano son los mejores en cuestiones de forraje.

Reta *et al.* (2002) mencionan que es potencialmente posible obtener hasta 80 t ha⁻¹ de forraje fresco y 24 t ha⁻¹ de forraje seco, 30 por ciento de materia seca, con un contenido de grano de 45-50 por ciento.

Vergara, (2002) dice que un buen maíz forrajero deberá poseer las siguientes cualidades: Rendimiento de forraje verde mayor de 50 T_{on}. Ha⁻¹, rendimiento de forraje seco o materia seca mayor a 25 por ciento, valor relativo de forraje mayor a 120 (la alfalfa tiene 160), energía neta de lactancia mayor a 1.45 MgCal/Kg, digestibilidad de la materia seca mayor a 65 por ciento, contenido de fibra detergente ácido menor al 30 por ciento y contenido de fibra detergente neutra menor a 60 por ciento.

2.2 Híbridos

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

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

2.3 Híbrido Simple

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

2.4 Híbrido Triple

Se forma con tres líneas autofecundadas, es decir son el resultado de un cruzamiento entre una craza simple y una línea autofecundada. La craza simple como hembra y la línea como un macho. Con frecuencia se puede obtener mayores rendimientos con una craza triple que con una doble, aunque las plantas de una craza triple no son tan uniformes como las de una craza simple. (López y Chávez, 1994).

2.5 Híbrido Doble

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

2.6 Vigor híbrido y heterosis

Poehlman (1987) menciona que los procedimientos para utilizar el vigor híbrido en el mejoramiento genético del maíz, se han presentado de gran interés científico y practica. Al vigor híbrido es el incremento en tamaño o en vigor de un híbrido con respecto a sus progenitores.

Crees (1956) dice que el vigor híbrido generalmente se determina para caracteres como tamaño o rendimiento, pero esto son solo productos finales de los procesos metabólicos, cuyos patrones están en los genes. Este proceso puede verse acelerado, inhibidos o modificados por efectos ambientales.

Brauer (1981) menciona que la manifestación de la heterosis se ha comprobado prácticamente en todas las especies alogamas cultivadas aunque con unas se ha trabajado mas que con otras de acuerdo a su importancia económica, y no solo se presenta en algunas especies si no también en muy

distintas partes de la planta, como en la producción de grano y forraje en el maíz.

2.7 Corto intervalo entre floración masculina y femenina

Los híbridos más tolerantes son capaces de mantener un corto período entre la liberación de polen y la salida de estigmas ante situaciones desfavorables. Cualquier estrés ocurrido durante la floración del maíz afecta más el crecimiento de la espiga que otras partes de la planta como la panoja, lo cual da como resultado esterilidad por falta de polen en el momento en que los estigmas se encuentran receptivos.

2.8 Cruzas dialélicas

Martínez (1975) menciona que las cruzas dialélicas, se componen de las cruzas simples que pueden lograrse entre los elementos de un conjunto básico de líneas progenitoras, constituye un procedimiento estándar de investigación en la genética de plantas y animales. Las cruzas dialélicas se emplean para estimar los componentes genéticos de variación entre los rendimientos de las propias cruzas, así como su capacidad productiva. Su empleo actual tiene su origen en el desarrollo en los conceptos de aptitud combinatoria general y específica. Las cruzas dialélicas permiten estimar el tipo de acción génica involucrado en el material de estudio. Se denominan aptitud combinatoria general ACG y específica ACE, a los tipos de acción génica y, donde ACE,

indica la factibilidad de explotar el fenómeno de vigor híbrido en la producción de híbridos.

2.9 Diseños dialélicos de Griffing

Griffing (1956) abordó los conceptos y la teoría estadística relacionada con los diseños dialélicos. De acuerdo a si participan o no las autofecundaciones y las cruzas recíprocas de la F_1 , y las clasificó en cuatro métodos.

1. Participan todas las cruzas posibles. Comprende los progenitores, cruzas directas F_1 y cruzas recíprocas de las F_1 . Habrán P^2 familias, donde P es el número de progenitores.
2. Incluye sólo autofecundaciones y cruzas directas F_1 esto es, $p(p+1)/2$ familias.
3. Incluye cruzas directas y recíprocas, tendríamos $p(p-1)$ número de familias.
4. Solo participan las cruzas directas o sea $p(p-1)/2$ número de familias.

Griffing (1956) propuso cuatro técnicas que son la base para el análisis de cruzas dialélicas y fenómeno de vigor híbrido en la producción de híbridos. Conceptualiza las cruzas dialélicas como el procedimiento en el cual un grupo de P líneas o progenitores se cruzan entre sí tantas veces como sea posible

para así un máximo de P^2 cruzamientos, los cuales pueden ser representados en una matriz de $P \times P$ elementos.

Hallauer y Eberhart (1976) indican que en un programa de mejoramiento, cuya finalidad es la formación de híbridos, la aptitud combinatoria específica debe ser más importante, ya que se pueden explotar más a los efectos no aditivos, como dominancia y epístasis, ya que la varianza de la aptitud combinatoria general indica la porción de la varianza genética debida a los efectos aditivos de los genes. Mientras que la varianza de la aptitud combinatoria específica indica la porción de la varianza genética que puede ser debida a desviaciones de dominancia.

2.10 Aptitud combinatoria

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

Márquez (1988) define el término de aptitud 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 aptitud combinatoria debe de determinarse no en un solo individuo de la población sino en varios, a fin de poder realizar selección de aquellos que exhiban la más alta.

2.11 Aptitud combinatoria general

Sprage y Tatum (1942) definen la aptitud combinatoria general ACG como el comportamiento promedio o general de una línea en una serie de cruza. Menciona también 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 pura en algunas combinaciones híbridas. La aptitud combinatoria general proporciona información sobre que líneas puras deben producir los mejores híbridos cuando se cruzan con muchas otras líneas. Se pueden usar probadores adecuados cuando para determinar que líneas pueden sustituirse en los híbridos actuales o usarse en nuevos híbridos prometedoros.

2.12 Aptitud combinatoria específica

Martínez (1983) dice que este término se emplea para mencionar aquellos casos en las cuales ciertas combinaciones lo hacen relativamente mejor o peor de lo que se podría esperar sobre la base y comportamiento de las líneas involucradas.

Sprage y Tatum (1942) mencionan que la aptitud combinatoria específica ACE es el resultado del efecto de dos líneas en particular. La definen también como el comportamiento de las combinaciones específicas de líneas, en relación al comportamiento promedio de las líneas que las forman.

2.13 Heredabilidad

Becker (1978) define que la heredabilidad es un parámetro que expresa la proporción de varianza total que es atribuible a los efectos promedios de los genes y esto determina en parte el grado de parecido de los parientes. Se define como la transferencia de los rasgos fenotípicos y genotípicos de los padres a los hijos tanto en plantas como en animales.

De La Loma (1975) define que cuanto mayor sea la heredabilidad de un carácter cuantitativo, mayor será el parecido entre el grupo de individuos y sus descendientes.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica

La Comarca Lagunera se localiza geográficamente entre los 24° 30' y 27° de latitud norte y entre los 102° y 40' de longitud oeste, a una altura de 1,120 msnm. Su clima se clasifica como muy seco con deficiencia de lluvias en todas sus estaciones, además que cuenta con temperaturas semi-calidas con inviernos benignos.

En Torreón la precipitación media anual es de 215.5 mm. Con una temperatura media anual de 22.6 °C, y cuenta con un 92.1 % de superficie municipal con clima seco semi-calido y con un 7.9 % de seco templado (INEGI, 2003).

3.2. Material genético

Los materiales utilizados fueron diez líneas sobresalientes del programa de la UAAAN-UL, que han sido utilizados por otros autores, (Antuna *et al.* 2003, de la Cruz, *et al.* 2003), de las cuales 2 fueron originadas en el INIFAP y una línea del programa del CIMMYT. (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Descripción de las diez líneas que se utilizaron.

LÍNEAS	DESCRIPCIÓN
L1 ; L-AN 123 R	Línea de alta endogamia formada de var. Criolla del Mpio. De Concepción, Jal. Con precocidad y tolerancia a sequía 85-2-3-1-2-1-3-5-3-2-#-2-1-1-1-#-1-#.
L2 ; L-AN 447	Línea de 8 autofecundaciones, derivada de generaciones avanzadas. Del Híbrido AN-447 con características de amplia adaptabilidad.
L3 ; L-AN 360PV	Línea obtenida de la población enana denominada Pancho Villa, vigorosa y con hojas anchas. Pob360 F2-f3-3-2-5-4-#-2-##.
L4 ; L-AN 130	Proviene de la F4 del H-507, cruzada con la población de El Bajío denominada Celaya-2.
L5 ; L-AN 123	Línea obtenida de forma divergente y contrastada de var. Criolla de Jal. De hojas pálidas y onduladas.
L6 ; L-AN 388R	Línea enana, con hojas anchas y suculentas Generada a partir de la F3 del híbrido AN-388.
L7; L-AN B-32	Línea identificada con la genealogía H-353-245-6-10.
L8; L-AN B-39	Cuyo origen proviene de INIFAP-B39.
L9; L-AN B-40	Con origen de formación en INIFAP-B40.
L10; CML-319	RecyW89(Cr.Arg/CIM.ShPINPH)6-3-2-4-B-B

3.3. Formación de la serie dialélica

En la primavera del 2004, se realizaron las 45 cruzas posibles directas P(P-1)2 de las diez líneas de acuerdo al diseño de apareamiento genético dialélico Griffing (1956) método 4 (cuadro 3.2).

Cuadro 3.2. Esquema de las combinaciones posibles de cruzamientos dialélicos entre las 10 líneas.

Padres	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	1x2	1x3	1x4	1x5	1x6	1x7	1x8	1x9	1x10
2		0	2x3	2x4	2x5	2x6	2x7	2x8	2x9	2x10
3			0	3x4	3x5	3x6	3x7	3x8	3x9	3x10
4				0	4x5	4x6	4x7	4x8	4x9	4x10
5					0	5x6	5x7	5x8	5x9	5x10
6						0	6x7	6x8	6x9	6x10
7							0	7x8	7x9	7x10
8								0	8x9	8x10
9									0	9x10
10										0

3.4. Diseño y parcela experimental

En la primavera del 2004, se realizaron las 45 cruzas posibles directas P(P-1)2 de las diez líneas de acuerdo al diseño de apareamiento genético dialélico. Griffing (1956) método 4, utilizando 10 plantas de cada línea para obtener la semilla de las cruzas, y en el verano se llevó a cabo la evaluación con un diseño de bloques al azar con dos repeticiones. La parcela experimental fue de un surco de 3 metros de largo y 0.70 metros de ancho, con seis plantas por metro, para tener una población aproximada de 85,000 p ha⁻¹.

3.5. Manejo agronómico

El trabajo se realizó en el campo experimental de La UAAAN-UL. Y consistió en un barbecho a una profundidad de 30 cm., Aproximadamente un rastreo, surcado y siembra.

3.5.1. Siembra

La siembra se realizó el 21 de agosto del 2004 de manera manual, en surcos de 3m de largo y 0.70m de ancho depositando 1 semilla cada 5cm aproximadamente. A los 30 días después del cultivo se hizo un aclareo dejando 6 plantas por metro para obtener una población aproximada de 85,000 plantas ha⁻¹.

3.5.2. Control de plagas

La principal plaga que se presentó en la etapa de desarrollo del cultivo fue el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) el cual se controló con el producto químico Decis con dosis de 1 L. ha⁻¹, hubo también ataque por pulga negra (*Chaetocnema pulicaria*) el cual fue combatido con el producto químico Lorsban con dosis de 1 L. ha⁻¹.

3.5.3. Control de malezas

El control de malezas se llevó a cabo con la aplicación de herbicida preemergente, Primagram (S-Metaclor + Atrazina,) a dosis de 3 L ha⁻¹, este se aplicó en el momento de realizar el riego de emergencia. Se realizó un control fitosanitario completo durante el desarrollo del cultivo.

3.5.4 Fertilización

La fertilización se realizó de manera manual utilizando la fórmula 180N-100P-00K aplicando el 50% del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra, el resto del nitrógeno fue aplicado en las labores de escarda.

3.5.5 Riegos

El cultivo estuvo bajo riego por cintilla, y procurando mantener un buen nivel de humedad durante todo el ciclo vegetativo de la planta.

3.6. Variables agronómicas evaluadas

3.6.1 Floración masculina FM y floración femenina FF

Estas variables se determinaron en días, desde la siembra hasta la aparición del 50% de las espigas con polen y estigmas receptivos, respectivamente.

3.6.2 Altura de planta AP y altura de mazorca Amz

Estas variables fueron medidas en centímetros, desde la base del suelo hasta la punta de la espiga y hasta la inserción de la mazorca respectivamente.

3.6.3 Producción de forraje verde PFV

Esta variable se determinó como el peso de un metro lineal de cada parcela, cuantificándose del número de plantas el peso de cada parcela en Kg, los cuales se transformaron a $t\ ha^{-1}$.

3.6.4 Producción de materia seca PMS, rendimiento de mazorca Rmz y rendimiento de grano RG.

Esta variable se estimó en una muestra de tres plantas completas las cuales fueron trituradas y puestas en bolsas de papel, pesando 400g de muestra. Las muestras se llevaron a una estufa de aire forzado (Felisa) con una duración de 48 horas a una temperatura de 65 °C. Después de sacarlas del estufa se pesó la MS obtenida, estimando su porcentaje y expresándola en $t\ h^{-1}$, Rendimiento de mazorca Rmz, y rendimiento de grano RG en $Kg. h^{-1}$.

3.7. Análisis estadístico

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

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

Donde: μ = media general, τ_i y β_j = los efectos de tratamientos y repeticiones,

ϵ_{ij} = error experimental para cada observación.

3.8. Análisis genético

El análisis de la aptitud combinatoria del material genético se hizo de acuerdo con el método 4 de los efectos fijos del dialélico de Griffing (1956), en el cual no se incluyen los progenitores ni las cruzas recíprocas y solo se consideran las $P(P-1)/2$ cruzas F_1 ; cuyo modelo estadístico es: $Y_{ijk} = \mu + g_i + g_j + S_{ij} + e_{ijk}$; $i, j = 1, 2, \dots, p$

$K = 1, 2, \dots, r$ en donde: Y_{ijk} = valor fenotípico observado de la craza con los progenitores i, j , en el bloque k ; μ = efecto común de todas las observaciones; g_i, g_j = efecto de la Aptitud Combinatoria General ACG de los progenitores i y j ; S_{ij} = efectos de la Aptitud Combinatoria Especifica ACE de la craza i, j ; e_{ijk} = efectos ambientales aleatorios correspondiente a una observación i, j, k .

3.9. Aptitud combinatoria

Las aptitudes combinatorias se estimaron:

a) Ecuación de ACG

$$acg = \frac{1}{n+2} \left[\sum (y_i + y_{ii})^2 - \frac{1}{2} y_{\dots}^2 \right]$$

b) Ecuación de ACE

$$ace = Y_{ij} - \frac{1}{n+2} (Y_{i.} + Y_{.i} + Y_{.j} + Y_{j.}) + \frac{2}{(n+1)(n+2)} Y_{\dots}$$

Donde se deduce que el valor de ACG = $1/2\sigma^2A$ y el valor de ACE = σ^2D , correspondiente a la varianza aditiva σ^2A y varianza de dominancia σ^2D respectivamente y en ambas proporcionan el valor de la varianza genética ($\sigma^2 G = \sigma^2A + \sigma^2D$).

3.10. Componente de varianza

A partir de los cuadrados medios del análisis de varianza se estimaron los componentes de varianza utilizando las siguientes formulas.

a) Varianza aditiva: Es equivalente de dos veces la varianza de aptitud combinatoria general.

$$\sigma^2_{ACG} = \frac{1}{2} \sigma_A^2$$

$$\sigma_A^2 = 2 \sigma^2_{ACG}$$

En donde:

σ_A^2 = varianza de aptitud combinatoria específica.

σ^2_{ACG} = varianza de aptitud combinatoria general.

b) Varianza de dominancia: Es el equivalente de la varianza de aptitud combinatoria específica.

$$\sigma^2_{ACE} = \sigma_D^2$$

En donde:

σ^2_{ACE} = varianza de aptitud combinatoria específica.

σ_D^2 = varianza de dominancia.

c) Varianza genética.

$$\sigma_G^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2$$

d) Varianza del error.

$$\sigma_e^2 = (\text{CME})$$

e) Varianza fenotípica.

$$\sigma_P^2 = \sigma_e^2 + \sigma_G^2$$

f) Heredabilidad en sentido estricto (h^2)

$$h^2 = \sigma_A^2 / \sigma_P^2 \times 100$$

g) Heredabilidad en sentido amplio (H^2)

$$H^2 = \sigma_G^2 / \sigma_P^2 \times 100$$

h) Grado de dominancia (d)

$$d = \sqrt{2\sigma_D^2} / \sigma_A^2$$

i) diferencia mínima significativa (DMS)

$$DMS = t\alpha \sqrt{\frac{2CME}{rP}}$$

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de varianza

En el Cuadro 4.1 se presentan los resultados del análisis de varianza en donde indica que en repeticiones, no se encontró diferencia estadística para las variables FM, FF, AP, Amz, mientras que en las variables PFV, PMS, Rmz, RG fueron altamente significativos ($P \leq 0.01$). Para cruzas se encontró 7 variables con valor estadístico altamente significativo ($P \leq 0.01$), FM, AP, Amz, PFV, PMS, Rmz, RG con excepción de la variable FF que fue solamente significativo ($p \leq 0.05 > 0.01$). Para la aptitud combinatoria general ACG las 8 variables fueron altamente significativas ($P \leq 0.01$), FM, FF, AP, Amz, PFV, PMS, Rmz, y RG. Para la aptitud combinatoria específica ACE se encontró al RG y Rmz como 2 variables altamente significativos ($P \leq 0.01$), las variables PFV y Amz como significativos ($p \leq 0.05 > 0.01$) y las variables PMS, AP, FF, y FM como no significativos. En lo que respecta al coeficiente de variación CV, las variables con mas alto valor son los siguientes: RG 13.8%, PMS 14.3%, Rmz 12.2%, y PFV 10.3%, y las de menor valor fueron: Amz 7.1%, AP 7.0%. FM 4.1%, y FF 3.7%.

De acuerdo a estos resultados nos indica que tenemos de que partir en el experimento.

Cuadro 4.1.- Cuadrados medios del análisis de varianza de ocho variables agronómicas, evaluadas para el dialélico de Griffing (1956). En UAAAN-UL. Torreón, Coahuila.2004.

FV	gl	FM	FF	AP	Amz	PFV	PMS	Rmz x 10 ⁶	RG x 10 ⁶
Rep.	1	21.5ns	4.9ns	118.0 ns	12.7 ns	2913.0**	111.1**	63.8**	45.4**
Cruzas	44	12.3**	10.5*	1771.6**	715.2**	407.2**	17.3**	9.3**	5.9**
ACG	9	26.3**	34.8**	7084.5**	2963.0**	1356.0**	51.3**	28.9**	17.2**
ACE	35	8.7 ns	4.3 ns	405.4 ns	137.2 *	163.3 *	8.5 ns	4.2**	2.9**
Error	44	6.6	5.2	387.9	83.18	96.1	8.15	1.7	1.2
Total	89								
C.V		4.1	3.7	7.0	7.1	10.3	14.3	12.2	13.8
Medias		62.3	62.5	277.8	128.2	95.1	19.8	10544.1	17902.2

*, **, Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad de ($p \leq 0.05 > 0.01$), ($p \leq 0.01$) y no significativo respectivamente, (ns). FM = Floración masculina, FF= Floración femenina, AP= Altura de planta, Amz= Altura de mazorca, PFV= producción de forraje verde, PMS= producción de materia seca, Rmz= rendimiento de mazorca y RG = rendimiento de grano.

4.2. Comparación de medias de los padres evaluados

En el Cuadro 4.2 se presenta la comparación de las medias de los padres observándose que para la floración masculina FM los padres: P4, P5, P7, P8, P10 obtuvieron valores estadísticamente significativo. Para la variable floración femenina FF los padres: P6, P7, P8, P10 obtuvieron valores estadísticamente significativo coincidiendo con la FM los siguientes padres P7, P8, y el P10 en la misma cantidad de días lo cual se considera buena ya que hubo una interacción, aun que cave mencionar que estas fueron las que alcanzaron su porcentaje de 50 % de floración en mas días a comparación de los padres: P1, P2 y P9 los cuales fueron mas precoces. Para la altura de planta AP los padres: P7, P8, P9, y el P10 obtuvieron valores significativos estadísticamente con un mayor crecimiento en comparación con el P1 que fue el que obtuvo el valor mas bajo. En cuanto a la altura de mazorca Amz el valor más alto lo obtuvo el padre P7 que fue estadísticamente significativo y el P6 con el valor mas bajo, en cuanto a

producción de forraje verde PFV los padres: P7, P8, P9 fueron las que obtuvieron valores estadísticamente significativos con valores de P7: 108.12 Kg, el P8: 103.74 Kg, el P9: con 102.53 Kg, mientras que el P1 y el P6 fueron los que resultaron con los valores mas bajos. En producción de materia seca PMS los padres: P7, P8, P9, P10 y el P2 obtuvieron valores estadísticamente significativos con valores de 22.12 t ha⁻¹ P8 y 21.35 t ha⁻¹ P7 y el más bajo el P4 con 17.77 t ha⁻¹. Para rendimiento de mazorca Rmz los padres con mayor valor fueron P8, P2 y el P7 con 12282.8 Kg. ha⁻¹, 12005.70 Kg. ha⁻¹ y 11701.8 Kg. ha⁻¹ siendo estadísticamente significativo, para el rendimiento de grano RG los padres: P8, P2 y P7 fueron las que tuvieron mayor rendimiento con valores de 9225.8 y 9224.9 Kg. ha⁻¹ y 8814.6 Kg. ha⁻¹ mientras que el P6 fue el que obtuvo el valor mas bajo 6918.0 Kg. ha⁻¹.

Los padres con mejores resultados en cuanto a rendimiento de grano RG fueron los siguientes: P2, P7, y P8 los cuales son de interés para su propagación e incremento, de la variable producción de materia seca PMS los padres mas sobresalientes fueron los siguientes: P2, P7, P8, P9 Y P10 de acuerdo a la comparación múltiple de medias.

Cuadro 4.2. Comparación múltiple de medias de rendimiento de grano y forraje de ocho características agronómicas evaluadas. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004.

Padre	FM Días. Medias	FF Días. Medias	AP cm. Medias	Amz cm. Medias	PFV Ton/ha Medias	PMS Ton/ha. Medias	Rmz Kg./ha Medias	RG Kg./ha Medias
P 1	60.1	59.4	259.6	114.9	85.3	18.7	9016.3	6943.4
P 2	61.7	62.2	291.6	136.9	96.3	20.7*	12005.7*	9224.9*
P 3	61.8	62.5	274.0	128.4	90.1	18.3	10719.0	7739.0
P 4	62.9*	62.5	279.1	126.8	87.5	17.7	9762.1	7280.0
P 5	62.7*	62.6	257.7	120.9	91.1	19.3	9363.2	7118.5
P 6	62.3	63.1*	243.4	107.0	86.1	17.9	9282.0	6918.0
P 7	64.0*	64.5*	296.9*	150.0*	108.1*	21.3*	11701.8*	8814.6*
P 8	63.2*	63.2*	286.9*	135.2	103.7*	22.1*	12282.8*	9225.8*
P 9	61.5	62.0	298.8*	134.0	102.5*	20.9*	11094.3	8314.1
P 10	63.6*	63.4*	289.5*	127.8	100.3	21.1*	10213.7	7443.9

*, Significativo ($p \leq 0.05 > 0.01$), FM= floración masculina, FF= Floración femenina, AP= altura de planta, Amz= altura de mazorca, PFV= P eso de forraje verde, PMS= producción de materia seca, Rmz= Rendimiento de mazorca, RG= Rendimiento de grano.

4.3. Efectos de aptitud combinatoria general

En el Cuadro 4.3 se presenta los valores de ACG de cada uno de los padres de ocho variables evaluadas. Los padres que muestran los mayores efectos de ACG estadísticamente significativo fue el siguiente: P7 para las variables FM y FF. Los padres: P7, P9 fueron altamente significativos estadísticamente, y el P2 fue estadísticamente significativa en la variable AP. Los padres: P2, P7, fueron altamente significativos estadísticamente y los P8, P9 estadísticamente significativo en la variable Amz. Los padres: P7, fueron altamente significativa estadísticamente y los padres P8, y P9 estadísticamente significativo en la variable PFV. El padre: P8 fue el único que fue estadísticamente significativa para la variable PMS. Los padres: P2, P8, fueron altamente significativo estadísticamente y el padre P7 estadísticamente significativo para la variable Rmz. Los padres: P2, P8, fueron altamente

significativo estadísticamente y el padre P7 estadísticamente significativo, para la variable RG.

Los padres: P2, P7, P8 y el P9, fueron en las que se observaron los mejores resultados de aptitud combinatoria general ACG, estos padres contienen mayor cantidad de variación genética de tipo aditivo para cada uno de las características en estudio, y su aptitud combinatoria general se considera buena. Lo contrario se puede decir de los padres P1, P3, P4, P5, P6, y el P10 los cuales presentaron valores bajos y negativos de ACG en casi todas las variables y siendo muy pocas las variables con valores positivos se consideran como no buenas en aptitud combinatoria general ACG.

Cuadro 4.3. Efectos de Aptitud Combinatoria General ACG estimados en líneas de maíz para grano y forraje, de ocho características evaluadas. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004 B.

Padre	FM Días. ACG	FF Días. ACG	AP Cm. ACG	Amz Cm. ACG	PFV Ton/ha. ACG	PMS Ton/ha ACG	Rmz Kg./ha ACG	RG Kg./ha ACG
P 1	-2.53	-3.5	-20.3	-14.9	-11.04	-1.2	-1718.7	-1078.6
P 2	-0.78	-0.3	15.5*	9.8**	1.38	1.0	1644.2**	1488.0**
P 3	-0.60	-0.0	-4.2	0.2	-5.61	-1.6	196.7	-183.6
P 4	0.58	-0.1	1.4	-1.5	-8.59	-2.3	-879.7	-700.0
P 5	0.33	0.0	-22.5	-8.1	-4.45	-0.5	-1328.4	-881.6
P 6	-0.10	0.6	-38.6	-23.8	-10.14	-2.1	-1419.8	-1107.1
P 7	1.83*	2.1*	21.5**	24.5**	14.61**	1.6	1302.4*	1026.4*
P 8	0.90	0.7	10.3	7.8*	9.682*	2.5*	1956.0**	1489.0**
P 9	-0.97	-0.6	23.7**	6.5*	8.326*	1.2	618.9	463.3
P 10	1.33	0.9	13.1	-0.4	5.844	1.4	-371.7	-515.6
DMS .05	1.83	1.6	14.0	6.3	7.01	2.0	925.1	783.9
DMS .01	2.63	2.4	20.1	9.1	10.07	2.9	1329.2	1126.4

*, **, Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad de ($p \leq 0.05 > 0.01$), ($p \leq 0.01$) y no significativo respectivamente, (ns). FM= floración masculina, FF= Floración femenina, AP = altura de planta, Amz = altura de mazorca, PFV= P eso de forraje verde, PMS = producción de materia seca, Rmz = Rendimiento de mazorca, RG = Rendimiento de grano.

4.4. Comparación de medias de las cruzas evaluadas

En el Cuadro 4.4 se presenta la comparación de las medias de las cruzas observándose que para el rendimiento de mazorca Rmz hay mas de 16 cruzas con un buen valor de rendimiento, destacando las cruzas 2X9, 2X7, 2X3 con valores de $14050.2 \text{ kg/ha}^{-1}$, $14046.4 \text{ kg/ha}^{-1}$, $14014.5 \text{ kg/ha}^{-1}$. Rendimiento de grano RG son 13 cruzas las que tienen los valores mas altos destacando las cruzas 2X7 y 2X9 con $11096.7 \text{ g/ha}^{-1}$ y $10857.8 \text{ kg/ha}^{-1}$. Para producción de materia seca PMS, se observo que tienen valores de 25.85 t ha^{-1} y 25.70 t ha^{-1} , la mas rendidora es la cruz a 5X7 seguida de la 7X8, todas forman parte del grupo mas sobresaliente. En cuanto a la producción de forraje verde PFV encontramos valores desde 127.05 t ha^{-1} a 125.65 t ha^{-1} , la mas sobresaliente es la cruz a 2X7 seguida de la 5X7, que destacan sobre las demás cruzas. En la altura de mazorca Amz las cruzas 3X7, 2X7, 7X9, fueron las mas sobresalientes, estas relacionadas con la altura de planta AP, y los valores mas bajos en altura de planta AP fueron 219cm, 225.5cm y de 234cm por las cruzas 2X6, 1X6 y 1X3 y por ultimo tenemos la floración femenina FF y la floración masculina FM con valores de 57 y 59 días en ambas variables en las cruzas 1X10 y 1X7 considerándose como las mas precoces y valores de 69 y 65 días en ambas variables en las cruzas 7X10 y 4X7 considerando se como las mas tardías.

Cuadro 4.4. Comparación múltiple de medias de rendimiento de grano y forraje evaluadas en la UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004.

Cruzas	FM	FF	AP	Amz	PFV	PMS	Rmz	RG
2 X 7	63.0	63.0*	324.0*	165.5*	127.0*	24.2*	14046.4*	11096.7*
2 X 9	60.0	62.0	315.0*	151.5	98.3	20.6*	14050.2*	10857.8*
2 X 8	61.0	61.0	308.0*	151.5	107.1*	24.6*	13658.5*	10725.9*
7 X 8	65.0*	64.0*	296.5*	153.5	117.8*	25.7*	13914.0*	10692.5*
2 X 3	60.0	62.5	292.5*	141.5	91.3	19.9*	14014.5*	10432.1*
7 X 9	62.0	63.0*	333.5*	153.5*	118.2*	22.7*	13579.3*	10123.2*
1 X 8	58.0	60.0	266.0*	126.0	95.9	19.8*	12489.8*	10094.6*
5 X 8	63.0	64.0*	276.0*	129.0	106.7*	23.8*	12857.2*	9635.8*
2 X 4	61.0	61.0	310.5*	133.5	92.0	19.8*	12584.9*	9325.6*
8 X 9	67.0	63.0*	320.5*	151.5	107.4*	22.8*	12324.4*	9061.4*
4 X 8	63.0	64.0*	287.0*	129.0	109.2*	20.8*	11915.0*	9025.2*
3 X 10	61.0	61.0	289.5*	130.0	89.2	20.0*	12759.9*	8978.1*
6 X 9	61.5	62.5	266.0	109.5	101.5	21.4*	11848.0*	8915.6*
3 X 8	64.0	64.5*	263.0	125.0	90.3	19.0*	12138.9*	8487.4
2 X 10	64.0	64.5*	303.5*	135.0	98.7	21.1*	10936.5*	8435.2

*, **, Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad de ($p \leq 0.05 > 0.01$), ($p \leq 0.01$) y no significativo respectivamente, (ns). FM= floración masculina, FF= Floración femenina, AP= altura de planta, Amz= altura de mazorca, PFV= P eso de forraje verde, PMS= producción de materia seca, Rmz= Rendimiento de mazorca, RG = Rendimiento de grano.

4.5. Efectos de aptitud combinatoria específica

En el Cuadro 4.5 se presenta la estimación de los efectos de ACE para las 45 cruzas. Al analizar el comportamiento de cada una de ellas se observó que los mayores efectos positivos en la variable FM fueron las cruzas: 1X3, 1X4, 1X5, 2X6, 7X10, 8X9, siendo altamente significativas. En cuanto a la variable FF las cruzas: 1X6, 2X6, y 7X10 fueron estadísticamente altamente significativas. En la variable AP las cruzas: 1X10, 4X6, fueron estadísticamente altamente significativas y las cruzas: 2X4, 3X4, 3X7, 6X8 fueron estadísticamente significativas. En la variable Amz las cruzas: 1X4, 3X7, 4X5, 6X10, 8X9, fueron altamente significativo estadísticamente y la 1X10, 2X9, 5X6 fueron estadísticamente significativas. En la variable PFV las cruzas: 2X7, 3X4,

4X8, 5X7, 6X10, fueron estadísticamente altamente significativo seguidas por 1X9, 1X10, 3X9, 5X8, 6X9 y 9X10 que fueron estadísticamente significativos. En la variable PMS las mejores cruzas fueron: 5X7, 6X9, 6X10, los cuales presentaron valores altamente significativo estadísticamente y la 1X4, 1X10, 2X5, 3X4, 5X8 fueron estadísticamente significativos. En la variable Rmz los cruza: 1X4, 1X8, 2X3, 2X4, 2X9, 3X10, 5X6, 5X8, 6X9 fueron estadísticamente altamente significativo. En la variable RG las cruza: 1X4, 1X8, 2X3, 2X9, 3X10, 5X6, 5X8, 6X9, fueron estadísticamente altamente significativo.

Es importante señalar que las cruza 1X4, 1X8, 2X3 y 2X9 entre otras coinciden en las variables Rmz y RG en cuanto a rendimiento, lo cual es de mucha importancia en la producción de grano, al igual que las cruza 1X10, 5X7 y 6X10 en las variables PFV Y PMS que es de importancia en la producción de forraje.

Cuadro 4.5. Efectos de Aptitud Combinatoria Especifica estimados en líneas de maíz para grano y forraje, de ocho variables evaluadas. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004.

Cruzas	FM	FF	AP	Amz	PFV	PMS	Rmz	RG
1 X 2	1.9*	2.2**	-3.9	-2.5	-11.9	-1.2	-596.4	-236.2
1 X 3	3.7**	0.9	-19.1	-7.5	-2.8	0.9	181.8	-15.8
1 X 4	3.5**	0.0	-7.3	12.2**	3.2	2.3*	1690.9**	1309.5**
1 X 5	3.7**	1.8*	1.1	-5.0	-4.0	-2.3	-1522.2	-1497.1
1 X 6	-1.7	-0.7	6.7	-3.9	1.9	-0.1	708.9	690.1
1 X 7	-2.7	-2.2	3.5	-6.8	-2.8	-0.8	261.0	189.4
1 X 8	-2.2	0.1	-1.7	4.8	2.1	-1.3	1708.3**	1782.0**
1 X 9	-1.9	0.0	-3.6	2.2	6.9*	0.8	-3539.5	-2907.2
1 X 10	-4.2	-2.5	24.4**	6.6*	7.3*	2.0*	1107.0*	685.3
2 X 3	-0.5	0.2	3.4	3.2	0.4	0.7	1629.3**	1225.4**
2 X 4	-1.2	-1.1	15.6*	-2.9	4.1	1.2	1276.2**	635.3
2 X 5	-1.9	-1.8	12.1	2.6	6.2	1.9*	-1351.1	-1065.8
2 X 6	2.4**	2.1**	-35.7	-13.1	-5.5	-2.7	-1390.3	-1650.0
2 X 7	-0.4	-1.3	9.1	2.9	15.9**	1.6	555.5	680.0
2 X 8	-1.5	-2.0	4.3	5.5	0.8	1.1	-485.9	-153.3
DMS.05	1.6	1.5	12.5	5.6	6.2	1.8	831.0	704.2
DMS.01	2.2	2.0	16.9	7.6	8.4	2.4	1115.3	945.1

*, **, Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad de ($p \leq 0.05 > 0.01$), ($p \leq 0.01$) y no significativo respectivamente, (ns). FM= floración masculina, FF= Floración femenina, AP= altura de planta, Amz= altura de mazorca, PFV= P eso de forraje verde, PMS= producción de materia seca, Rmz= Rendimiento de mazorca, RG= Rendimiento de grano.

4.6. Componentes de varianza

En el Cuadro 4.6 se presenta los componentes de varianza estimado de las ocho variables agronómicas evaluadas. Se encontró que la: σ_A^2 = varianza aditiva, supero a la σ_D^2 = varianza de dominancia, con valores mucho mas altos, en todas las variables agronómicas, con esto sabemos que podemos formar variedades sintéticas con la recombinación de los padres y seguir con una forma de selección recurrente. Los valores altos de las siguientes varianzas: variantes σ_G^2 = varianza genética, σ_E^2 = varianza de error, σ_F^2 varianza fenotípica se debe también a los altos valores de la varianza aditiva σ_A^2 .

La H^2 fueron altos de acuerdo con Chávez, (1995) para todas las variables, al igual que la h^2 ya que no se obtuvo ninguna variable con valor de cero.

Los valores de d fueron considerados como no dominantes ya que todas las variables presentaron valores de cero.

Cuadro 4.6. Componentes de varianza de 8 varianzas agronómicas valuadas en la UAAAN-UL 2004.

Var.	σ_A^2	σ_D^2	σ_G^2	σ_E^2	σ_F^2	h^2	H^2	d
FM	4.4	1.0	5.4	83.1	8.5	51.4	63.7	0.4
FF	7.6	-6	6.9	387.9	394.8	1.9	1.7	0
AP	1669.7	8.7	1678.5	5.6	1684.1	99.1	99.6	0.0
Amz	706.4	27.0	733.5	6.6	740.1	95.4	99.1	0.3
PFV	298.1	33.5	331.7	96.1	427.8	69.6	77.5	0.3
PMS	10.7	0.1	10.9	8.1	19.0	56.1	57.2	0.1
Rmz	6192570	1263132.6	7455702.6	1672797.1	9128499.7	67.8	81.6	0.4
RG	3576622	829665.4	4406287.6	1201268.3	5607555.9	63.7	78.5	0.4

σ_A^2 = varianza aditiva, σ_D^2 = varianza de dominancia, σ_G^2 = varianza genética, σ_E^2 = varianza de error, σ_F^2 = varianza fenotípica, h^2 = heredabilidad en sentido amplio, H^2 = heredabilidad en sentido estricto, d = grado de dominancia. FM= floración masculina, FF= Floración femenina, AP= altura de planta, Amz= altura de mazorca, PFV= P eso de forraje verde, PMS= producción de materia seca, Rmz= Rendimiento de mazorca, RG = Rendimiento de grano.

4.7. Correlación de componentes de varianza

En el Cuadro 4.7 se presentan las correlaciones entre los parámetros genéticos. Donde se encontró que la varianza aditiva σ_A^2 es altamente significativa con las siguientes varianzas σ_D^2 = varianza de dominancia, σ_G^2 = varianza genética, σ_E^2 = varianza de error, σ_F^2 = varianza fenotípica. Mientras que con la, h^2 = heredabilidad en sentido amplio, H^2 = heredabilidad en sentido estricto, y d = grado de dominancia no se encontró diferencia significativa.

Para la σ_D^2 , se encontró que fue altamente significativo con las varianzas $\sigma_G^2 =$ varianza genética, $\sigma_E^2 =$ varianza de error, $\sigma_F^2 =$ varianza fenotípica, y mientras que con las, $h^2 =$ heredabilidad en sentido amplio, $H^2 =$ heredabilidad en sentido estricto, $d =$ grado de dominancia no fue significativo.

La varianza $\sigma_G^2 =$ varianza genética, fue significativa con las varianzas $\sigma_E^2 =$ varianza de error, $\sigma_F^2 =$ varianza fenotípica, y con las varianzas $h^2 =$ heredabilidad en sentido amplio, $H^2 =$ heredabilidad en sentido estricto, $d =$ grado de dominancia no fue significativa.

La varianza de error σ_E^2 tubo correlación altamente significativo con la varianza fenotípica σ_F^2 y con las otras no, $h^2 =$ heredabilidad en sentido amplio, $H^2 =$ heredabilidad en sentido estricto, $d =$ grado de dominancia no fue significativa.

Mientras que las varianza fenotípica σ_F^2 y la, heredabilidad en sentido estricto H^2 no tubo correlaciones altamente significativas ni significativas con ninguna varianza.

La heredabilidad en sentido amplio h^2 solo tubo correlación altamente significativa con la heredabilidad en sentido estricto H^2 y con la grado de dominancia d no fue significativa.

Cuadro 4.7. Correlación de los 8 componentes de varianza agronómica valuadas en la UAAAN-UL.

VAR.	σ_A^2	σ_D^2	σ_G^2	σ_E^2	σ_F^2	h^2	H^2	d
σ_A^2	0	0.99 **	0.99**	0.99**	0.99**	0.06 ns	0.20ns	0.54 ns
σ_D^2		0	0.99**	0.99 **	0.99**	0.06 ns	0.20 ns	0.55 ns
σ_G^2			0	0.99 **	0.99**	0.06 ns	0.20 ns	0.54 ns
σ_E^2				0	0.99**	0.05 ns	0.20 ns	0.56 ns
σ_F^2					0	0.06 ns	0.20 ns	0.55 ns
h^2						0	0.97**	0.25 ns
H^2							0	0.436 ns
d								0

*, **, Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad de ($p \leq 0.05 > 0.01$), ($p \leq 0.01$) y no significativo respectivamente, (ns). σ_A^2 = varianza aditiva, σ_D^2 = varianza de dominancia, σ_G^2 = varianza genética, σ_E^2 = varianza de error, σ_F^2 = varianza fenotípica, h^2 = heredabilidad en sentido amplio, H^2 = heredabilidad en sentido estricto, d = grado de dominancia.

4.8. Correlación de ocho variables agronómicas

En el Cuadro 4.8 se presenta el análisis de correlación de variables agronómicas, donde se encontró correlación, fenotípica entre FM con FF, Amz, PFV, y para AP, PMS, Rmz, RG, la correlación no fue significativa; en cuanto a FF se encontró correlación fenotípica con Amz, PFV, y para AP, PMS, Rmz, RG, la correlación no fue significativa; en cuanto a AP se encontró correlación fenotípica con Amz, PFV, PMS, Rmz, y RG, no teniendo con ninguna variable correlación no significativa; en cuanto a Amz se encontró correlación fenotípica con PFV, PMS, Rmz, y RG, no teniendo con ninguna variable correlación no significativa; en cuanto a PFV se encontró correlación fenotípica con PMS, Rmz, y RG, no teniendo con ninguna variable correlación no significativa; en cuanto a PMS se encontró correlación fenotípica con Rmz, y RG, no teniendo con ninguna variable correlación no significativa; en cuanto a Amz se encontró correlación fenotípica con RG sin tener correlaciones no significativas.

En cuanto a la correlación de las variables FM y FF cabe mencionar que es de mucha importancia ya que de esto depende la polinización, y entre mejor concuerde la floración de estos se asegura una mejor polinización.

En cuanto a las variables AP altura de planta, Amz altura de mazorca, PFV producción de forraje verde, PMS producción de materia seca, Rmz rendimiento de mazorca, y RG rendimiento de grano, si correlacionaron.

Cuadro 4.8. Correlación fenotípica para ocho variables agronómicas con propósito de producción de grano y forraje evaluadas en el campo experimental UAAAN-UL: Torreón, Coah. 2004.

	FM	FF	AP	Amz	PFV	PMS	Rmz	RG
FM		0.927**	0.151 ns	0.319*	0.315*	0.160 ns	0.179 ns	0.120 ns
FF			0.136 ns	0.307*	0.308*	0.123 ns	0.140 ns	0.070 ns
AP				0.839**	0.669**	0.589**	0.575**	0.536**
Amz					0.672**	0.564**	0.629**	0.603**
PFV						0.888**	0.579**	0.562**
PMS							0.581**	0.581**
Rmz								0.982**
RG								

*, **, Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad de ($p \leq 0.05 > 0.01$) y ($p \leq 0.01$) y no significativo respectivamente, ns. FM = Floración masculina, FF= Floración femenina, AP= Altura de planta, Amz= Altura de mazorca, PFV= producción de forraje verde, PMS= producción de materia seca, Rmz= rendimiento de mazorca, RG = rendimiento de grano.

V. CONCLUSIÓN

Los progenitores **L-AN B-32**, **L-AN B-39**, y **L-AN 447** fueron los más sobresalientes de acuerdo a la comparación múltiple de medias y los que presentan mayor combinación con otras líneas, los cuales son recomendables para cruzas posteriores.

Las mejores cruzas fueron **L2**; **L-AN 447 X L7**; **L-AN B-32, L7**; **L-AN B-32 X L8**; **L-AN B-39, L7**; **L-AN B-32 X L9**; **L-AN B-409 y L1**; **L-AN 123 R X L4**; **L-AN 130**, ya que presentaron mayor rendimiento de grano y forraje.

Se asegura que el material que se elija para estudios o producción de híbridos simples, son iguales a como se manifiesta su fenotipo.

Se asegura un buen rendimiento de grano y forraje para las cruzas que se elijan ya que hubo correlación altamente significativa, para casi todas las variables.

VI. RESUMÉN

El trabajo se realizó en el campo experimental de La UAAAN-UL, en Torreón, Coahuila en La Comarca Lagunera, localizada geográficamente entre los paralelos 24° 30' y 27° LN y 102° y 104° 40' LO, con una altura de 1150 msnm y un clima seco y caluroso, con el objetivo de evaluar cuales padres estudiados por medio de las variables agronómicas son las mejores en rendimiento de grano y forraje.

En la primavera del 2004, se realizaron las 45 cruzas posibles directas P(P-1)2 de las diez líneas de acuerdo al diseño de apareamiento genético dialélico (Griffing 1956) método 4, utilizando 10 plantas de cada línea para obtener la semilla de las cruzas, y en el verano se llevó a cabo la evaluación con un diseño de bloques al azar con dos repeticiones. La parcela experimental fue de un surco de tres metros de largo y 0.75 metros de ancho, con seis plantas por metro, para tener una población aproximada de 85,000 pha^{-1} .

Las variables evaluadas fueron: FM floración masculina, FF floración femenina, AP altura de planta, Amz altura de mazorca, PFV producción de forraje verde, PMS producción de materia seca, Rmz rendimiento de mazorca, y RG rendimiento de grano.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Allard, R.W 1980. Principios de la Mejora Genética de las Plantas. Editorial EOSA. España. 498 p.
- Antuna G. O., F. Rincón S., E. Gutiérrez del R., N. A. Ruiz T. y L. Bustamante G. 2003. Componentes genéticos de caracteres agronómicas y de calidad fisiológica de semillas en líneas de maíz. Rev. Fitotec. Méx. Vol. 26(1): 11-17.
- Baker R. J. (1978) Issues in diallel analysis. Crop Sci. 18: 533-536.
- Brauer H. O. 1981. Fitogenética aplicada. Primera impresión. Editorial LIMUSA. México. P 518.
- Chávez A., J. L. Y López E. 1995. Mejoramiento de plantas 1. UAAAN. México. 158 p.
- Chávez A., J. L. Y López E. 1995. Mejoramiento de plantas 1. Editorial Trillas. México. P. 167.
- Crees C. E. 1956. Heterosis of the hybrid to genefrequency differences between two populations. Genetics. 53: 269- 274.

Cruz L. E. de la, E. Gutiérrez del R. A. Palomo G., S. Rodríguez H. 2003. Aptitud combinatoria y heterosis de líneas de maíz en La Comarca Lagunera. Rev.Fitotec. Méx. Vol. 26 (4): 279-284.

De La Loma J. L 1975 Genética General y aplicada. Editorial UTEHA. México.

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

E. Gutiérrez del R. Espinosa B. A. J. J. Lozano G., y A. Palomo G. 2002. Aptitud Combinatoria y Heterosis en cruzas intervarietales en maíz forrajero. XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Saltillo, Coahuila, México.

Eberhart, S.A.; and W. A. Russell. 1963 Genotype environment interactions. Symposium on statistical genetics and plant breeding NOS. NRC. pub. 163 - 195.

Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1966. Crop Sci. 6:36-40.

Faz C, R., J. García N., G. Núñez H. 2005 Onceava Demostración Sobre Tecnología para la producción de Maíz, Sorgo, forrajeros y alfalfas. INIFAP. PIAL.

Gutiérrez del R. E., A. Palomo G., A. Espinoza B. E. de la Cruz L. 2002. Aptitud Combinatoria y heterosis para rendimiento de líneas de maíz en la Comarca Lagunera, México. *Rev. Fitotec. Méx.* 25 (3): 271-277.

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

Geiger H. H; G. Seitz, A. E Melchinger, G. A. Schimoldt 1992 Genotypic Correlations in Farage maize I. Relations ps among yind and quality traits in hybrids. *Maydica* 94 – 98.

Hallauer, A. R. and S.A. Eberhart 1976. Reciprocal full – sib selection. *Crop Sci.* 10: 315-316.

Martínez G. A 1975 Diseño y análisis de experimentos de cruzas dialélicas. Primera edición. Colegio de postgraduados. Chapingo, México. p 250.

Martínez G. A 1983 Diseño y análisis de experimentos de cruzas dialélicas. Segunda edición. Colegio de postgraduados. *Chapingo, México.* p 250.

Márquez, S, F 1988. Genotegnia Vegetal. Tomo II AGTES. México. p 560.

Peña R. A, G. H Núñez y C. F Gonzáles 2003 Importancia de la planta y el elote en poblaciones de maíz para mejoramiento genético de la calidad forrajera. *Tec. Mex.* p 62 – 73.

Poehlman J. M. 1987. Mejoramiento genético de las cosechas, primera edición.

Editorial LIMUSA. México. P 453.

Reta, S, D. G., J. S. Carrillo, A. Gaytán M., E. Castro M., J. A. Cueto W. 2002.

Guía Para Cultivar maíz forrajero en surcos estrechos. INIFAP, CIRNOC,

CAELALA. Matamoros, Coahuila, México.

Sprague, G. F.; and L. a. Tatum. 1942 General vs Specific Combining ability in

Single crosses of corn. J. Am Soc. Agron. p922 – 930.

Vergara N., A. Ramírez, M. Sierra y H. Córdoba. 2002. Comportamiento de

cruzas simples y aptitud combinatoria de líneas tropicales de maíz de grano blanco. In: Memoria de la XLVIII reunión anual del programa cooperativo centroamericano para el mejoramiento de cultivos y animales.

Republica Dominicana. 52 p.

VIII. APÉNDICE.

ST 10
E 01
17 23

Cuadro 4.1.- Cuadrados medios del análisis de varianza dialélico método 4 de Griffing de ocho Características de maíz. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila.2004 B.

FV	gl	FM	FF	AP	Amz	PFV	PMS	Rmz x 10 ⁶	RG x 10 ⁶
Rep.	1	21.5ns	4.9ns	118.0 ns	12.7 ns	2913.0*	111.1**	63.8**	45.4**
Cruzas	44	12.3**	10.5*	1771.6**	715.2**	407.2**	17.3**	9.3**	5.8**
ACG	9	26.3**	34.8**	7084.5**	2963.0**	1356.0*	51.3**	28.9**	17.2**
ACE	35	8.7 ns	4.3 ns	405.4 ns	137.2 *	163.3 *	8.5 ns	4.2**	2.9**
Error	44	6.6	5.2	387.9	83.1	96.1	8.1	1.7	1.2
Total	89								
C.V		4.1	3.7	7.0	7.11	10.3	14.3	12.2	13.8
Medias		62.3	62.5	277.8	128.2	95.1	19.8	10544.1	7902.2

*, **, Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad de ($p \leq 0.05 > 0.01$) y ($p \leq 0.01$) respectivamente, ns = no significativo. FM = Floración masculina, FF= Floración femenina, AP= Altura de planta, AMZ= Altura de mazorca, PFV= producción de forraje verde, PMS= producción de materia seca, Rmz= rendimiento de mazorca, RG= rendimiento de grano.

Cuadro 4.4. Efectos de Aptitud Combinatoria Especifica estimados en líneas de maíz para grano, de ocho características evaluadas. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004 B.

Cruzas	FM	FF	AP	Amz	PFV	PMS	Rmz	RG
1 X 4	3.5**	0.0	-7.3	12.2**	3.2	2.3*	1690.9**	1309.5**
1 X 8	-2.2	0.1	-1.7	4.8	2.1	-1.3	1708.3**	1782.0**
2 X 3	-0.5	0.2	3.4	3.2	0.4	0.7	1629.3**	1225.4**
2 X 9	-0.1	0.3	-2.0	6.9*	-6.4	-1.4	1242.9**	1004.1**
3 X 10	-1.6	-2.5	2.7	1.9	-6.1	0.3	2390.6**	1775.1**
5 X 6	-0.6	-1.3	-26.1	5.8*	1.9	0.1	2105.7**	1985.1**
5 X 8	-0.6	0.5	10.4	1.0	6.3*	2.0*	1685.4**	1126.1**
5 X 10	-0.5	-0.6	-4.4	-7.5	-5.5	-1.6	1078.7*	835.6*
6 X 9	0.1	-0.1	3.1	-1.3	8.1*	2.5**	2104.8**	1657.1**
7 X 9	-1.2	-1.1	10.4	-5.7	0.1	-0.0	1113.7*	731.2*
1 X 9	-1.9	0.0	-3.6	2.2	6.9*	0.8	-3539.5	-2907.2
2 X 6	2.4**	2.1**	-35.7	-13.1	-5.5	-2.7	-1390.3	-1650.0
1 X 5	3.7**	1.8*	1.1	-5.0	-4.0	-2.3	-1522.2	-1497.1
7 X 10	3.4**	3.2**	-16.5	-0.8	-11.6	-2.2	-1907.6	-1498.3
4 X 6	-0.9	-0.6	19.8**	3.7	-13.7	-2.8	-1825.8	-1461.1
6 X 8	0.2	0.4	13.5**	1.2	-2.6	-0.0	-1300.1	-1357.9
4 X 5	0.1	0.4	6.7	14.0**	-7.5	-1.0	-1660.8	-1318.6
2 X 5	-1.9	-1.8	12.1	2.6	6.2	1.9*	-1351.1	-1065.8
3 X 9	-0.8	1.0	5.2	-0.9	7.1*	1.4	-1381.7	-958.3
3 X 7	-0.6	0.2	14.4*	22.4**	-1.5	-1.8	-975.1	-932.0
3 X 5	0.8	1.3	-2.5	-10.2	-3.8	-1.9	-1338.7	-885.7
8 X 9	4.6**	0.2	8.6	8.9**	-5.6	-0.8	-794.7	-793.2
3 X 8	1.2	1.1	-20.8	-11.3	-8.9	-1.6	-558.0	-720.1
6 X 10	0.3	0.2	12.1	10.5**	14.5**	4.8**	-657.7	-561.0
8 X 10	-0.6	0.1	1.2	2.3	-3.5	-1.5	-661.0	-492.3

2 X 10	1.5	1.2	-3.0	-2.5	-3.6	-1.2	-880.1	-439.4
4 X 10	0.6	0.5	-13.4	-11.7	2.1	-0.4	-567.3	-309.2
1 X 2	1.9*	2.2**	-3.9	-2.5	-11.9	-1.2	-596.4	-236.2
2 X 8	-1.5	-2.0	4.3	5.5	0.8	1.1	-485.9	-153.3
1 X 3	3.7**	0.9	-19.1	-7.5	-2.8	0.9	181.8	-15.8
9 X 10	1.2	0.0	-3.2	1.2	6.5*	-0.0	97.3	4.2
3 X 4	-1.9	-1.4	13.9*	4.5	12.8**	2.2*	-290.9	50.7
5 X 7	0.9	0.6	-5.8	-3.0	20.3**	4.8**	164.6	132.8
1 X 7	-2.7	-2.2	3.5	-6.8	-2.8	-0.8	261.0	189.4
4 X 7	0.6	0.8	-5.8	-0.7	-11.2	-1.6	764.2	184.9
6 X 7	0.3	1.1	3.7	-0.9	-7.5	-1.3	-88.0	237.0
7 X 8	-0.1	-1.5	-13.1	-7.1	-1.5	1.6	111.4	274.8
4 X 8	-0.9	0.7	-2.5	-5.5	12.9**	0.7	294.5	334.0
3 X 6	-0.2	-1.2	2.6	-2.0	2.8	-0.2	342.7	460.7
4 X 9	-0.0	0.6	-27.0	-13.6	-2.8	-0.4	318.9	574.3
2 X 4	-1.2	-1.1	15.6*	-2.9	4.1	1.2	1276.2**	635.3
2 X 7	-0.4	-1.3	9.1	2.9	15.9**	1.6	555.5	680.0
1 X 10	-4.2	-2.5	24.4**	6.6*	7.3*	2.0*	1107.0*	685.3
1 X 6	-1.7	-0.7	6.7	-3.9	1.9	-0.1	708.9	690.1
5 X 9	-1.7	-1.0	8.4	2.4	-13.9	-1.9	838.2*	687.6

*, **, Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad de ($p \leq 0.05 > 0.01$), ($p \leq 0.01$) y no significativo respectivamente, (ns). FM= floración masculina, FF= Floración femenina, AP= altura de planta, Amz= altura de mazorca, PFV= P eso de forraje verde, PMS= producción de materia seca, Rmz= Rendimiento de mazorca, RG= Rendimiento de grano.

Cuadro 4.5. Comparación múltiple de medias de rendimiento de grano y características agronómicas evaluadas de cruzas de maíz para grano. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004 B.

Cruzas	FM	FF	AP	Amz	PFV	PMS	Rmz	RG
2 X 7	63.0	63.0*	324.0*	165.5*	127.0*	24.2*	14046.4*	11096.7*
2 X 9	60.0	62.0	315.0*	151.5	98.3	20.6*	14050.2*	10857.8*
2 X 8	61.0	61.0	308.0*	151.5	107.1*	24.6*	13658.5	10725.9*
7 X 8	65.0*	64.0*	296.5*	153.5	117.8*	25.7*	13914.0*	10692.5*
2 X 3	60.0	62.5	292.5*	141.5	91.3	19.9*	14014.5*	10432.1*
7 X 9	62.0	63.0*	333.5*	153.5*	118.2*	22.7*	13579.3*	10123.2*
1 X 8	58.0	60.0	266.0*	126.0	95.9	19.8*	12489.8*	10094.6*
5 X 8	63.0	64.0*	276.0*	129.0	106.7*	23.8*	12857.2*	9635.8*
2 X 4	61.0	61.0	310.5*	133.5	92.0	19.8*	12584.9*	9325.6*
8 X 9	67.0	63.0*	320.5*	151.5	107.4*	22.8*	12324.4*	9061.4*
4 X 8	63.0	64.0*	287.0*	129.0	109.2*	20.8*	11915.0*	9025.2*
3 X 10	61.0	61.0	289.5*	130.0	89.2	20.0*	12759.9*	8978.1*
6 X 9	61.5	62.5	266.0	109.5	101.5	21.4*	11848.0*	8915.6*
3 X 8	64.0	64.5*	263.0	125.0	90.3	19.0*	12138.9*	8487.4
2 X 10	64.0	64.5*	303.5*	135.0	98.7	21.1*	10936.5*	8435.2
4 X 7	65.5*	65.5*	295.0*	150.5	89.9	17.5*	11731.0*	8413.5
8 X 10	64.0	64.5*	302.5*	138.0	107.1*	22.3*	11467.5*	8383.2
4 X 9	62.0	62.5	276.0*	119.5	92.0	18.2*	10602.2*	8240.0

5 X 7	65.0*	65.5*	271.0*	141.5	125.6*	25.8*	10682.7*	8179.8
5 X 9	60.0	61.0	287.5*	129.0	85.0	18.6*	10672.9*	8171.6
1 X 2	61.0	61.0	269.0*	120.5	73.5	18.4*	9873.1*	8075.3
6 X 7	64.5	66.5*	264.5	128.0	92.0	17.9*	10338.6*	8058.5
1 X 7	59.0	59.0	282.5*	131.0	95.8	19.4*	10388.8*	8039.4
5 X 6	62.0	62.0	190.5	102.0	82.4	17.2*	9901.5*	7898.5
9 X 10	64.0	63.0	311.5*	135.0	115.8*	22.4*	10888.7*	7854.2
3 X 7	63.0	65.0*	309.5*	175.5*	102.5	18.0*	11068.1*	7812.9
2 X 5	60.0	60.5	283.0*	132.5	98.3	22.3*	9508.8	7442.7
1 X 4	64.0	59.0	251.5	124.0	78.7	18.6*	9636.5*	7433.0
5 X 10	63.5	63.0*	264.0	112.0	91.0	19.0*	9922.7*	7340.5
3 X 9	60.0	63.0*	302.5*	134.0	105.0*	20.8*	9978.0*	7223.6
3 X 6	61.5	62.0	237.5	102.5	82.2	15.7	9663.7*	7072.2
3 X 4	60.0	61.0	289.0*	131.5	93.8	18.1*	9570.2	7069.3
1 X 10	57.0	57.5	295.0*	119.5	97.3	22.1*	9560.7	6993.3
6 X 8	63.5	64.5*	263.0	113.5	92.0	20.1*	9780.2*	6926.0
7 X 10	69.0*	69.0*	296.0*	151.5	103.9*	20.7*	9567.1	6914.7
2 X 6	64.0	65.0*	219.0	101.0	80.8	16.0	9378.1	6633.0
1 X 3	63.0	60.0	234.0	106.0	75.6	17.9*	9204.0	6624.1
1 X 6	58.0	59.0	225.5	85.5	75.9	16.2*	8114.3	6406.5
4 X 10	65.0*	64.0*	279.0*	114.5	94.5	18.4*	8725.3	6377.3
3 X 5	63.0	64.0*	248.5	110.0	81.2	15.7	8073.7	5951.2
6 X 10	64.0	64.5*	264.5	114.5	105.3*	23.9*	8094.7	5718.4
4 X 5	63.0	63.0	263.5	132.5	74.5	15.9	6675.0	5001.8
4 X 6	62.0	62.5	260.5	106.5	62.6	12.4	6418.6	4633.8
1 X 5	64.0	61.0	236.0	100.0	75.6	15.7	5974.6	4444.7
1 X 9	57.0	58.5	277.5*	122.0	99.4	20.7*	5904.7	4379.7

FM= floración masculina, FF= Floración femenina, AP= altura de planta, Amz= altura de mazorca, PFV= P eso de forraje verde, PMS= producción de materia seca, Rmz= Rendimiento de mazorca, RG= Rendimiento de grano.

Esquema de las cruzas de 10 líneas, en un diseño dialélico

Padres	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	1x2	1x3	1x4	1x5	1x6	1x7	1x8	1x9	1x10
2		0	2x3	2x4	2x5	2x6	2x7	2x8	2x9	2x10
3			0	3x4	3x5	3x6	3x7	3x8	3x9	3x10
4				0	4x5	4x6	4x7	4x8	4x9	4x10
5					0	5x6	5x7	5x8	5x9	5x10
6						0	6x7	6x8	6x9	6x10
7							0	7x8	7x9	7x10
8								0	8x9	8x10
9									0	9x10
10										0