

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**FORMACIÓN DE HÍBRIDOS VARIETALES PARA MAÍZ
FORRAJERO**

**POR:
PAULO PATRICIO MONTAÑO FERNÁNDEZ**

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

Tesis elaborada por la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Comité asesor:

Asesor principal:


Dr. Emiliano Gutiérrez del Río

Asesor:


M.C. Armando Espinoza Banda

Asesor:

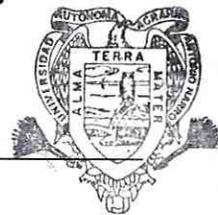

M.C. José Jaime Lozano García

Asesor:


M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


Ing. Rolando Loza Rodríguez



COORDINACION DE LA DIVISION
DE CARRERAS AGRONOMICAS
UAAAN UL.

Torreón, Coahuila

Octubre de 2002

FORMACIÓN DE HÍBRIDOS VARIETALES PARA MAÍZ FORRAJERO

TESIS
PRESENTADA POR:

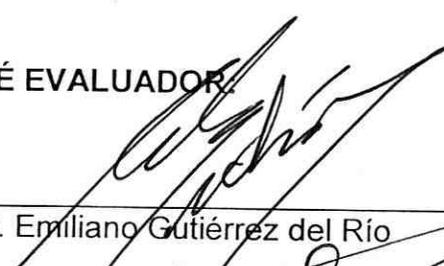
PAULO PATRICIO MONTAÑO FERNÁNDEZ

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

INGENIERO AGRÓNOMO

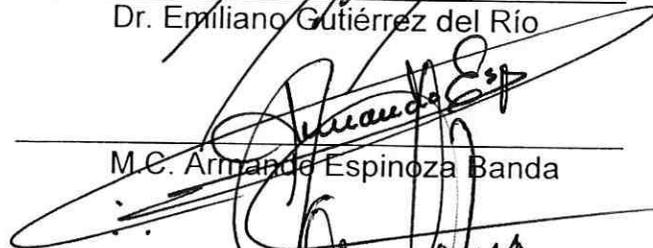
COMITÉ EVALUADOR

Presidente:



Dr. Emiliano Gutiérrez del Río

Vocal:



M.C. Armando Espinoza Banda

Vocal:



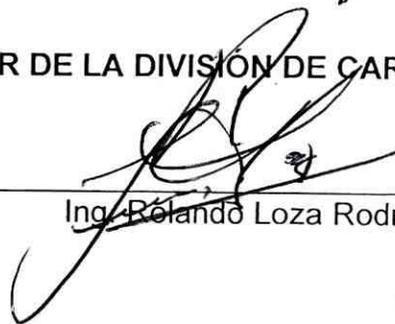
M.C. José Jaime Lozano García

Vocal suplente:

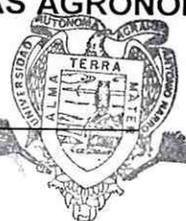


Dr. Esteban Favela Chávez

COORDINADOR DE LA DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS



Ing. Rolando Loza Rodríguez



COORDINACION DE LA DIVISION
DE CARRERAS AGRONOMICAS
UAAAN Octubre de 2002

Torreón, Coahuila

AGRADECIMIENTOS

A Dios: El eterno creador del Universo por permitirme llegar a este momento.

A mi **“ALMA MATER”** por darme la oportunidad de cursar en ella mis estudios profesionales.

Al Dr. Emiliano Gutiérrez del Río, la M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez, la M.C. Oralia Antuna Grijalva, al M.C. Armando Espinoza Banda y al M.C. José Jaime Lozano García, por su gran apoyo durante la realización de esta tesis.

A mis compañeros de clases por haberme compartido tantos momentos felices durante la carrera.

A todos mis amigos por brindarme su cariño y amistad incondicional y a todos aquellos que de alguna ú otra forma contribuyeron a mi formación profesional.

“GRACIAS”

DEDICATORIA

Con mucho cariño a mis padres:

Sra. Olga Fernández de Montaña y Sr. Anselmo Montaña Castillejos. Por haberme dado la vida y por apoyarme incondicionalmente en todo momento.

A mis hermanos:

Sergio, Anselmo y Beatriz. Por el cariño y apoyo que siempre me han brindado.

A mis primos:

Osman, Faviola, Carlos y Mario. Por haber compartido tantos momentos felices durante mi estancia en la escuela.

A mis padrinos:

Sra. Berenice y Sr. Mario. Por su gran apoyo y cariño brindado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
Forraje	4
Híbridos	4
Cruzas dialelicas	6
Aptitud Combinatoria	8
Heredabilidad	11
Heterosis	13
Heterocigóticas	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
Ubicación geográfica del campo experimental	16
Material genético	17
Formación de la serie dialelica	17
Diseño y parcela experimental	18
Manejo agronómico	18
Variables evaluadas	20
Análisis estadístico	21
Análisis genético	22
Heterosis	23
Componentes genéticos basados en un solo ambiente	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
Análisis genético	30
Heterosis	34
Componentes de varianza	37
V. CONCLUSIONES	38
VI. RESUMEN	40
VII. BIBLIOGRAFÍA	42
VIII. APÉNDICE	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Página
3.1	Descripción de las líneas de maíz utilizadas como progenitores	17
3.2	Esquema de las combinaciones posibles del cruzamiento dialélico entre las 10 líneas. UAAAN-UL 2001	18
4.1	Cuadros medios de siete características evaluadas en la UAAAN-UL 2001	26
4.2	Prueba de diferencia mínima significativa (DMS) de los promedios de siete características agronómicas evaluadas en Torreón, Coahuila. 2001	28
4.3	Cuadros medios de las siete características evaluadas aplicando el dialélico griffin 1956. UAAAN-UL. 2001	30
4.4	Efectos de ACG y ACE para siete variables agronómicas evaluadas en Torreón, Coahuila., 2001	33
4.5	Porcentaje de heterosis en base al promedio de los progenitores (h) y al mejor progenitor (h') de 45 cruas ..	35
4.6	Cuadro de varianza, heredabilidad en el sentido amplio y en el sentido estrecho y dominancia, para siete características evaluadas en dos repeticiones, UAAAN-UL.	37

I. INTRODUCCIÓN

El maíz es considerado como el cultivo básico, más importante en la alimentación humana y animal, es señalado como el género vegetal del que más estudios se han hecho a nivel mundial.

En México el cultivo de maíz representa la base de la agricultura nacional, ubicándose con el cuarto lugar a nivel mundial con una producción de 18,323,742 ton, sin embargo no hemos sido capaces de alcanzar la autosuficiencia en la producción. Por lo tanto la agricultura en México necesita de programas de mejora genética capaces de formar, evaluar y liberar híbridos que tengan características forrajeras para el consumo del ganado.

Por este motivo y debido a la falta de materiales híbridos o variedades específicas para la ganadería lechera en la región lagunera. La UAAAN-UL a partir de 1989 inicia programas de mejoramiento en maíz encaminados a solucionar este problema utilizando una técnica usada comúnmente en maíz basada en los análisis de aptitud combinatoria (AC) que permite estudiar los tipos de acción génica, que controlan a los diferentes caracteres agronómicas. Actualmente se tienen híbridos varietales en procesos de validación que

podrían superar a los híbridos introducidos por compañías transnacionales, con la ventaja de estar adaptadas a las condiciones ambientales de la región, requiriendo un mayor número de ensayos para tener información confiable y de esta manera tratar de solucionar las carencias de variedades aptas para la Región Lagunera.

Por lo anterior en el presente trabajo de investigación se evaluó un grupo de híbridos experimentales con sus respectivos testigos comerciales y progenitores con el propósito de conocer el potencial agronómico y genético.

OBJETIVOS

- Evaluar híbridos varietales que tengan características forrajeras para el consumo del ganado.
- Determinar los efectos de Actitud Combinatoria General ACG y Actitud Combinatoria Especifica ACE para los Híbridos evaluados.
- Caracterizar los híbridos considerando el efecto heterótico.

HIPOTESIS

Ho.- los híbridos presentan comportamiento similares de Aptitud Combinatoria (AC) y heterosis en todas las Características.

Ha.- los híbridos presentan comportamiento diferente de Aptitud Combinatoria (AC) heterosis en todas las características evaluadas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Forraje.

Hughes *et al.* (1976), define forraje como el alimento vegetal para los animales domésticos, generalmente este término se refiere a los materiales como pastos, heno, alimentos verdes y ensilaje, así mismo se entiende por ensilaje al forraje conservado en estado succulento, mediante una fermentación parcial.

Forraje también puede ser definido, como aquellos alimentos voluminosos y a la inversa de los concentrados, los forrajes tienen gran cantidad de fibra y su valor nutritivo es bajo. Como representantes de este grupo se pueden mencionar el ensilado, henificado, pastos y rastrojos (Williams 1976).

Híbridos

De la Loma (1954), dice que el objetivo inmediato de la hibridación como ya se ha visto, es la producción de ejemplares que presentan nuevas

combinaciones o agrupaciones de caracteres y generalmente mayor vigor. Por ambas causas constituye un método de gran interés, cuya aplicación se ha extendido de modo notable.

El mejoramiento de las plantas por medio de la hibridación, intentada con frecuencia y distintas circunstancias de lugar y tiempo, con resultados a veces favorables y en ocasiones adversas no ha podido ser entendido con conocimiento hasta que los trabajos de Mendel descubrieron el mecanismo de la herencia.

Todos los métodos de mejoramiento de plantas que tienen su fundamento en la hibridación se consideran en dos grandes grupos; los que se llevan a cabo sobre plantas autogamas y alógamas; las notables diferencias genéticas entre ambas clases de vegetales determinan que deberá ser tratadas de un modo diferente. Teniendo en cuenta la existencia de ambos grupos los métodos de cruzamiento pueden clasificarse en la siguiente forma:

Cruzamiento autogamas y cruzamiento alógamas: a). Cruza en las plantas alógamas y b). Cruza entre variedades comerciales, cruza simple, cruza regresiva, cruza de tres líneas y cruza dobles.

I. Cruza en las plantas Alógamas.

La hibridación varietal utiliza cruzamientos de la primera generación entre variedades de polinización libre de maíz como medio para obtener mayores rendimientos.

Stadler (1944), propuso que todas las líneas puras de maíz desarrolladas hasta ahora son inferiores a las variedades de polinización libre tanto en vigor como en rendimiento. Hasta que no se desarrollan en líneas decididamente más productivas, el uso final de las líneas puras se encuentran la producción de híbridos. Lo cual especifica las razones para el cruzamiento de las plantas.

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

Cruzas dialelicas

En el mejoramiento moderno de plantas, es importante el conocimiento relativo de los materiales usados como progenitores en un programa de hibridación, ya que se conoce que algunos progenitores combinan bien con muchos otros en la producción de progenies híbridas de alta producción; otros combinan bien con otros pocos o con ninguna. De acuerdo a esto, al estudiar y

conocer la aptitud combinatoria de los progenitores el mejorador logra una mayor eficiencia en su programa de mejoramiento.

Griffing (1956), conceptualiza las cruzas dialélicas como el procedimiento en el cual un grupo de P líneas o progenitores se cruzan entre si 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.

Milton y Poehlman (1965), mencionan que se puede obtener información sobre la aptitud combinatoria específica de los clones, mediante el ensayo comparativo de las cruzas simples entre ellos. Se cruzan diez o más de los clones originales con progenies de poli cruza sobresalientes, para formar cruzas simples en todas las combinaciones posibles (también se llama a este cruzamiento dialelo). Se compara el comportamiento de los progenies de las cruzas simples, para determinar la aptitud combinatoria específica de los clones.

Sprague y Tatum (1942), definieron la aptitud combinatoria general (ACG) como el comportamiento promedio o general de una línea en una serie de cruzas y a la aptitud combinatoria específica (ACE); como el comportamiento de las combinaciones específicas de líneas, en relación al comportamiento promedio de las líneas que la forman.

Hayman (1954), analizó la teoría y análisis de cruzas dialélicas y sugiere que el material con el cual se trabaje cumplan una serie de supuestos genéticos, que caben cumplirse para poder hacer inferencias válidas en un análisis de cruzas dialélicas y que puedan generalizarse para otros estudios genéticos.

Aptitud Combinatoria

Explica la acción génica para diferentes características agronómicas a través de un modelo gráfico, pero no como efectos de ACG y ACE.

Hayman (1960), hace una observación a los conceptos de Griffing y señala que en presencia de aptitud combinatoria específica y la aptitud combinatoria general pueden ser enmascaradas por dominancia o epístasis, o bien por ambos, pero con los efectos génicos aditivos. Así mismo Hayman (1960) y Jinks (1954) indican que los objetivos básicos en un ensayo de cruzas dialélicas son los de seleccionar progenitores. Indicando a la vez que la variación entre las medias en términos de componentes de varianza son solamente descriptivas de un conjunto particular de líneas progenitores.

Kempthorne (1956), en cambio dice que bajo circunstancias especiales, particularmente en ausencia de epistasis, las tablas dialélicas dan información acerca de las propiedades intrínsecas de la población, dejando ver la

importancia que tienen los análisis dialélicos para proporcionar información sobre la población en particular.

Griffing (1956), denomina experimentos dialélicos a aquellos que ensayen un conjunto de cruzas dialélicas. Se elige un grupo de n líneas progenitoras para realizar un máximo de n elevado a la dos, cruzas posibles que son subdivididas en tres grupos:

1). (n) autofecundaciones. 2). Grupo de $n(n-1)/2$ F_1 . 3). $(n-1)/2$ cruzas recíprocas de la F_1 .

El mismo investigador propone cuatro métodos de análisis para cruzas dialélicas dependiendo de los genotipos que sean incluidos:

I.- Incluye progenitores, cruzas directas y recíprocas, es decir n elevado a la dos combinaciones.

II.- Incluye progenitores y cruzas directas, resultando $\frac{1}{2} n (n+1)$ combinaciones.

III.- Incluye cruzas directas y recíprocas, es decir $n (n-1)$ combinaciones.

IV.- Incluye solo cruzas directas, o sea $\frac{1}{2} n (n-1)$ combinaciones.

Cada método su análisis que está basado en un modelo fijo o aleatorio, para estimaciones de esperanzas de cuadrados medios, fórmulas para calcular los efectos de aptitud combinatoria general y específica, así como la varianza de dichos efectos.

Gilbert (1958), describe el análisis dialélicos como una forma para determinar los efectos aditivos principales de los progenitores y sus interacciones en los cruzamientos individuales, denominado componente genético aditivo a la aptitud combinatoria general y componente genético no aditivo a la aptitud combinatoria específica. La Interacción en este caso es usada como indicador de desviación de actividad. El mismo autor hace un análisis de todas las evidencias disponible en varias especies, concluyendo que el valor de los cruzamientos dealélicos en mejoramiento no debería ser excesivo, ya que la información ganada en ellos es sólo un poco más que la obtenida de los padres mismos.

Hoegenmeyer y Hallauer (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 epistasis, 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.

Heredabilidad

El conocimiento de la heredabilidad es de gran importancia en el mejoramiento de las plantas para determinar que mejor método se debe utilizar.

La estabilidad de una población en cuanto a la expresión de un carácter está determinado por factores genéticos y ambientales; para valorar en qué medida influye cada factor, se recurre al cálculo del parámetro de heredabilidad.

Falconer (1970), define heredabilidad como el cociente de la varianza aditiva sobre la varianza fenotípica y la función más importante de la heredabilidad es su papel predictivo, que expresa la confiabilidad del valor fenotípico como indicador del valor reproductivo que determina su influencia en la siguiente generación. El éxito en cambiar las características de la población puede predecirse sólo a partir del conocimiento del grado de correspondencia entre los valores fenotípicos y los reproductivos que es medido a través de la heredabilidad.

Dudley y Moll (1969), definieron a la heredabilidad en sentido amplio como relación entre la varianza genética total y la varianza fenotípica, la heredabilidad en sentido estrecho, como relación entre la varianza aditiva y la varianza fenotípica.

Brauer (1983), señala a la heredabilidad como el coeficiente entre la variación hereditaria y la varianza total. También como la estimación de la influencia que tienen los genes aditivos en la determinación de los caracteres cuantitativos.

La heredabilidad puede definirse como la proporción de la variación total observada en una progenie que esta determinada por factores genéticos y puede ser transmitida. En la progenie, la variación es debida al medio ambiente es considerable con relación a las variaciones hereditarias, la heredabilidad será baja. Si la variación debido al medio ambiente es pequeña con relación a la variación hereditaria, entonces la heredabilidad será alta.

Shull (1952), inicia una nueva era en el mejoramiento del maíz sugiriendo un método para la producción de semilla híbrida de maíz. Anteriormente el mismo autor había indicado que en un campo ordinario de maíz esta compuesto por muchos híbridos complejos, disminuyéndose su vigor al autofecundarse. Por lo que el fitomejorador como resultado de los estudios de autofecundación y cruzamiento formulo un plan que consiste en: a) autofecundar para obtener líneas puras, b) cruzar las líneas puras (autofecundadas) para producir líneas híbridas de producción uniforme.

El maíz híbrido es la primera generación de una crusa entre líneas autofecundadas. La producción del maíz híbrido involucra la obtención de líneas autofecundadas para la producción de semillas a nivel comercial.

Poehlman (1985), dice que el aumento total de proteínas de un híbrido por métodos genéticos no siempre mejora el valor nutritivo del maíz para ciertas clases de ganado. Las proteínas del maíz se componen de dos fracciones: a) proteínas localizadas en el germen, que están bien equilibradas desde el punto de vista de la nutrición pero que solo representa aproximadamente el 20 por ciento del contenido de proteínas del maíz y b) proteínas que se encuentran en endospermo, llamadas zeína, que contienen cantidades inadecuadas de dos aminoácidos esenciales, la lisina y el triptófano y que por lo tanto son deficientes desde el punto de vista de la nutrición.

Allard (1980), menciona que la heredabilidad, de las plantas individuales de una población heterogénea, varían en rendimiento, en altura, en resistencia a las bajas temperaturas o en otras características de naturaleza cuantitativa. Si se relacionan al azar dos plantas de una población de esta naturaleza y se determina su rendimiento, la diferencia en la producción de las dos plantas, se deberá en gran parte a efectos de herencia y en parte a efecto del medio ambiente. El grado en el que pueda transmitirse la variabilidad de un carácter cuantitativo a la progenie es lo que se considera como heredabilidad, capacidad de transmisión hereditaria.

Heterosis

Las bases genéticas de la heterosis fueron dadas originalmente basadas en las teorías de dominancia (Devenport 1908; Jones 1917; Bruce 1910; Keable

y Pelew, 1910) y sobredominancia (Shull y East 1908), las que Stansfield (1969) presentó en forma resumida en los siguientes términos:

a). Dominancia que supone al vigor híbrido como resultado de la acción e interacción de factores dominantes en condiciones favorables.

b). Sobre dominancia que atribuye al vigor a la condición de heterosis, pues los individuos heterocigotos son menos influenciados por el ambiente donde se desarrollan los individuos homocigotos.

Heterocigóticas

Shull (1952), atribuye el vigor híbrido o heterosis a un estímulo fisiológico, ocasionado por la fusión de gametos haploide genéticamente diferentes que dan origen a un cigoto heterocigoto y un citoplasma desbalanceado y que a mayor diferencia genética mayor será la heterosis.

Falconer (1970), considera que la heterosis es un fenómeno inverso a la depresión endogámica y que la ocurrencia de uno u otro fenómeno depende de a dominancia, en general, los progenitores de alto rendimiento y caracteres contrastados, producen los mayores rendimientos en las cruas. Guzmán (1987) consideran que la heterosis es causada por la presencia de genes heterocigóticos en condiciones favorables o debido a sobre dominancia, en donde el heterocigoto es superior a ambos homocigotos, o por genes

epistáticos o bien por genes con acción pleiotrópica. La heterosis del híbrido también puede originarse debido a la complementación d genes del citoplasma (genoma de mitocondria o de cloroplasto).

Falconer (1970) y Guzmán (1987), mencionan que generalmente la heterosis con respecto al rendimiento depende de la diversidad genética entre los padres de las cruzas, o de los altos valores de ACE de la crusa en cuestión. Estos mismos autores indican que el estudio de heterosis y heterobeltiosis son inútiles si no existe heterosis útil para las características en general y especialmente para rendimiento, ya que siempre se deben formar híbridos superiores a los existentes, sin embargo, la heterosis y heterobeltiosis son útiles para predecir el tipo de acción génica del carácter bajo estudio.

Palomo (1985), considera a la heterosis como a cualquier desviación del híbrido, del comportamiento promedio de los padres y que ésta puede medirse de tres maneras diferentes dependiendo del punto de comparación: 1). El híbrido se compara con el comportamiento medio de los progenitores (heterosis), 2). El híbrido se compara con el comportamiento del mejor progenitor (heterobeltiosis), 3). El híbrido se compara con el comportamiento de la mejor variedad comercial (heterosis útil).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se llevo a cabo en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. En el ciclo de verano del 2001.

Ubicación Geográfica del Campo Experimental

La Comarca Lagunera se encuentra ubicado geográficamente, al Norte $25^{\circ} 42'$, al Sur $24^{\circ} 48'$ de latitud Norte; al Este $102^{\circ} 57'$, al Oeste $103^{\circ} 31'$ de longitud Oeste. Porcentaje territorial de Torreón representa el 0.76 porciento de la superficie del estado.

En la Comarca Lagunera el 92.1 porciento de la superficie municipal es de clima seco semicálido y el 7.9 porciento es de seco templado. La temperatura media anual es de 22.6°C . La precipitación total en Torreón es de promedio de 215.5 milímetros, (INEGI, 2000).

Material Genético

El material genético utilizado se origina de las cruzas simples de 10 híbridos pertenecientes al programa de mejoramiento genético de la UAAAN-UL, de los cuales se presenta su genealogía en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Descripción de las líneas de maíz utilizadas como progenitores.

Padres	Genealogía	Origen
P1(F ₁ G2)	VAN-1	UAAAN-UL
P2(F ₁ G2)	VAN-2	UAAAN-UL
P3(F ₁ G3)	VAN-3	UAAAN-UL
P4(F ₁ G4)	VAN-4	UAAAN-UL
P5(F ₁ G5)	VAN-5	UAAAN-UL
P6(F ₁ A1)	VAN-6	UAAAN-UL
P7(F ₁ A2)	VAN-7	UAAAN-UL
P8(F ₁ A3)	VAN-8	UAAAN-UL
P9(F ₁ A4)	VAN-9	UAAAN-UL
P10(F ₁ C1)	VAN-10	UAAAN-UL

F₁= Híbridos, G= Gerst, A=Asgrow, C= Cargill

Formación de la serie dialélica

En el ciclo P-V 2001 se llevaron a cabo las cruzas dialélicas, el número de cruzas posibles fue de $n(n-1)/2$ considerando solo las cruzas directas, en este estudio se obtuvieron un total de 45 cruzas diferentes entre los 10 progenitores, las cuales intervienen como testigos dentro del ensayo resultando un total de 55 genotipos (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2. Esquema de las combinaciones posibles del cruzamiento dialélico entre las diez líneas. UAAAN-UL 2001

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1x1	1x2*	1x3*	1x4*	1x5*	1x6*	1x7*	1x8*	1x9*	1x10*
2		2x2	2x3*	2x4*	2x5*	2x6*	2x7*	2x8*	2x9*	2x10*
3			3x3	3x4*	3x5*	3x6*	3x7*	3x8*	3x9*	3x10*
4				4x4	4x5*	4x6*	4x7*	4x8*	4x9*	4x10*
5					5x5	5x6*	5x7*	5x8*	5x9*	5x10*
6						6x6	6x7*	6x8*	6x9*	6x10*
7							7x7	7x8*	7x9*	7x10*
8								8x8	8x9*	8x10*
9									9x9	9x10*
10										10x10

Diseño y Parcela Experimental

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con dos repeticiones y 55 tratamientos. La parcela estuvo constituida por dos camas de 1.5 m, sembrados a doble hilera y 4 m de largo sembrado a una distancia entre planta de 18 cm, a una densidad de 67,500 plantas por hectárea. La parcela útil experimental se obtuvo de los dos surcos centrales eliminando la planta orillera.

Manejo Agronómico

Preparación del terreno.

El terreno se preparo con un barbecho, dos pasadas de rastra y nivelación, posteriormente se levanto los surcos y parcelas para obtener un buen establecimiento de cultivo.

Riego.

Se aplicó después de la siembra el día 14 de julio 2001, posteriormente se aplicaron tres riegos de auxilio, en el mes de agosto, septiembre y octubre de 2001 respectivamente, el riego fue por cintilla con una lámina de 0.6 L / hora.

Siembra.

La siembra se realizó en seco el 12 y 13 de julio de 2001.

Fertilización.

La fertilización se aplicó en el mes de agosto directamente al suelo con fertilizantes granulados (180-100-00), utilizando como fuentes urea y superfosfato triple de calcio.

Aplicación de Herbicida.

Se realizó en el mes de septiembre, se aplicó herbicida para malezas de hoja ancha, posteriormente a los 45 días después de la siembra se dieron dos aplicaciones de insecticida 2-4D amina a razón de 0.5 L.

Variables Evaluadas

Las variables que se tomaron en el experimento son:

Días a floración masculina

Expresado como el número de días transcurridos desde la siembra hasta el 50 por ciento de las plantas estaban en periodo de antèsis.

Altura de planta

Se tomo desde la base del tallo hasta la primera espiga de la flor y se expreso en metros.

Altura de mazorca

Se tomo la medición desde la base del tallo hasta la base de la ultima mazorca y se expreso en metros.

Peso de la planta verde (PPV)

Se determino tomando al azar cinco plantas por parcela, se peso el total de las planta, eliminando el peso de la mazorca.

Peso de elote (PE)

Se determino tomando al azar cinco plantas por parcela, se peso el total de las mazorcas, eliminando el peso de la planta.

Peso de materia verde (PMV)

Se determino tomando al azar cinco plantas por parcela, se peso el total de la planta, incluyendo el peso de las mazorcas.

Índice de cosecha

Se determino en una muestra de cinco plantas; se cuantifico como la relación entre el peso de la mazorca y el peso de la planta completa:

$$IC = \frac{\text{Peso de la mazorca}}{\text{Peso planta}} \times 100$$

Análisis estadístico

El diseño en campo utilizado fue el diseño de bloques al azar con dos repeticiones, usando para el análisis estadístico el siguiente modelo lineal.

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

$$i = 1, 2, \dots, t; j = 1, 2, \dots, r.$$

donde : μ = media general ; τ_i y β_j , los efectos de tratamientos y repeticiones ; ε_{ij} , error experimental para cada observación (ij).

Análisis genético

Para el análisis genético se utilizó el análisis propuesto por Griffing (1956), utilizando el modelo II incluye padres y cruzas directas usando la fórmula $p(p-1)/2$, la cual da el número total de cruzas F_1 entre los progenitores, el cual se describe en seguida :

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + e_{ijk}$$

$$1 < i, j < p, k = 1, 2, \dots, r,$$

donde : μ = media poblacional, Y_{ijk} = valor fenotípico observado de la craza con progenitores i y j , en el bloque k , o un efecto común a todas las observaciones, g_i = efecto de la aptitud combinatoria general del progenitor i , g_j = efecto de la aptitud combinatoria general del progenitor j , s_{ij} = efecto de la aptitud combinatoria específica de la craza (i,j), e_{ijk} = efecto ambiental aleatorio correspondiente a la observación (i,j,k).

Los efectos de las aptitudes combinatorias se estimaron aplicando la fórmula general:

a) Ecuación de ACG

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

b) Ecuación de ACE

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

Donde se deduce que el valor de $ACG = 1/2\sigma_A^2$ y el valor de $ACE = \sigma_D^2$, correspondiendo a la varianza aditiva (σ_A^2) y varianza de dominancia (σ_D^2) respectivamente y ambas proporcionan el valor de la varianza genética ($\sigma_G^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2$).

Heterosis

Se calculo la heterosis en base al promedio de los progenitores (h) y en base al progenitor superior (h'), como a continuación se indica :

$$h = \left(\frac{F_1}{P_m} \right) 100$$

$$h' = \left(\frac{F_1}{P_s} \right) 100$$

Donde:

F1 = Primera generación de la cruce

Pm = Progenitor medio $P_i + P_j / 2$

Ps = Progenitor superior

Componentes genéticos basados en un solo ambiente.

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

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

En donde:

σ^2_A = Varianza de la aptitud combinatoria aditiva

σ^2_{ACG} = Varianza de la aptitud combinatoria general

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

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

En donde:

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

σ^2_D = varianza de dominancia

c) Grado de dominancia (d)

$$d = \sqrt{\frac{2\sigma^2_D}{\sigma^2_A}}$$

En donde:

σ^2_D = Varianza de dominancia

σ^2_A = Varianza aditiva

d) Varianza fenotípica

$$\sigma^2_P = \frac{\sigma^2_e}{r} + \sigma^2_G$$

En donde:

σ^2_e = Varianza del error

σ^2_G = Varianza genotípica

r = repeticiones

e) Heredabilidad en el sentido amplio

$$H^2 = \frac{\sigma^2_G}{\sigma^2_P} \times 100$$

f) Heredabilidad en el sentido estricto

$$h^2 = \frac{\sigma^2_A}{\sigma^2_P} \times 100$$

IV. RESULTADOS

En el Cuadro 4.1 se presentan la significancia de los cuadrados medios para las variables agronómicas evaluadas; en los tratamientos donde se incluye las cruzas y los progenitores se encontró diferencia estadística entre los genotipos ($P < 0.01$) como era de esperarse, debido a la variabilidad de los progenitores, por lo que estas diferencias nos indican que no existe restricciones para los análisis dialélicos (Hallauer, 1988).

Los coeficientes de variación, para las características agronómicas están dentro de los rangos aceptables para experimentos agrícolas, a excepción de peso de elote e índice de cosecha que posiblemente pudo haber errores en el muestreo.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios de siete características evaluadas. en la UAAAN-UL. 2001.

FV	gl	AP	AM	DF	PPV	PE	PMV	IC
Tratamientos	54	0.03**	301.58*	3.12**	0.77**	0.25*	1.25**	23.32*
Repeticiones	1	0.01ns	5.75ns	34.96**	0.34*	0.15ns	0.20ns	44.29**
Error	54	0.00	146.85	0.88	0.16	0.11	0.39	8.55
c.v		4.36	12.20	1.71	10.36	25.77	12.02	26.86

*,** = Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, ns = no significativo AP = Altura de planta, AM = Altura mazorca, PPV = Peso de planta verde, PE = Peso de elote, PMV = Peso de materia verde, DF = Días a floración, IC = Índice de cosecha.

El Cuadro 4.2 muestra la prueba de medias de los genotipos evaluados, se observa la variación entre los caracteres, sobresaliendo los híbridos de los padres, destacando en altura de planta las cruzas $P_6 \times P_8$, $P_6 \times P_{10}$ y $P_7 \times P_9$ con valores de 2.38 m, 2.43 m y 2.38 m respectivamente; para altura de mazorca la cruza que sobresalieron son $P_3 \times P_9$, $P_6 \times P_9$ y $P_1 \times P_9$ con valores de 1.22 m, 1.20 m y 1.20 m. En peso de la planta en verde, peso de peso elote y peso de materia verde las cruza que destacan fueron las cruza $P_2 \times P_5$, $P_3 \times P_9$ y $P_3 \times P_{10}$.

Para días de floración los padres tuvieron un comportamiento tardío con respecto a las cruza, a excepción del progenitor 8 que resulto ser más precoz, al igual que las cruza $P_1 \times P_8$, $P_2 \times P_7$ y $P_2 \times P_8$.

Con respecto al índice de cosecha no se observa un patrón definido ya que las cruza no superaron a los progenitores siendo el caso del P_{10} , P_2 y P_8 a excepción de la cruza $P_2 \times P_5$.

Cuadro 4.2. Prueba de diferencia mínima significativa (DMS) de los promedio de seis características agronómicas evaluadas en Torreón, Coah., en 2001.

Cruza	AP (mts)	Cruza	AM (mts)	Cruza	PPV (ton/ha)	Cruza	PE (ton/ha)	Cruza	PMV (ton/ha)	Cruza	DF (días)	Cruza	IC (%)
P _{6x} P ₁₀	2.43	P _{3x} P ₉	1.22	P _{3x} P ₁₀	69.16	P _{3x} P ₁₀	27.95	P _{3x} P ₉	97.11	P ₇	58.00	P ₁₀	695.00
P _{7x} P ₉	2.38	P _{6x} P ₉	1.20	P _{3x} P ₉	67.47	P _{2x} P ₅	26.65	P _{3x} P ₁₀	93.47	P ₅	57.50	P _{2x} P ₅	645.00
P _{6x} P ₈	2.38	P _{1x} P ₉	1.20	P _{1x} P ₄	65.91	P ₃ P ₉	26.00	P _{5x} P ₈	86.06	P ₉	57.50	P ₂	600.00
P _{6x} P ₉	2.29	P _{6x} P ₁₀	1.20	P _{5x} P ₉	65.91	P ₆	25.35	P ₆	85.15	P _{9x} P ₁₀	57.50	P ₈	490.00
P _{5x} P ₈	2.26	P _{3x} P ₅	1.20	P _{3x} P ₆	61.36	P ₄	24.70	P _{3x} P ₆	83.46	P _{5x} P ₁₀	57.00	P _{2x} P ₇	480.00
P _{5x} P ₉	2.26	P _{6x} P ₈	1.18	P _{5x} P ₇	60.71	P ₇	24.05	P ₄	82.55	P _{7x} P ₁₀	57.00	P _{2x} P ₃	462.50
P ₈	2.26	P _{3x} P ₆	1.10	P _{1x} P ₂	60.45	P _{2x} P ₇	22.75	P _{1x} P ₄	79.43	P ₁₀	57.00	P ₇	452.50
P _{2x} P ₉	2.25	P _{7x} P ₈	1.09	P _{1x} P ₅	59.80	P ₂ P ₄	22.75	P _{4x} P ₁₀	78.26	P _{7x} P ₉	56.50	P _{2x} P ₄	442.50
P _{7x} P ₈	2.24	P _{5x} P ₉	1.09	P ₆	59.80	P _{3x} P ₆	22.10	P ₇	76.70	P ₆	56.50	P ₉	440.00
P _{1x} P ₇	2.23	P _{9x} P ₁₀	1.09	P ₄	57.85	P ₁	21.71	P _{5x} P ₈	76.05	P _{6x} P ₇	56.50	P ₄	420.00
P ₂	2.21	P _{5x} P ₈	1.08	P _{4x} P ₁₀	57.46	P _{2x} P ₃	21.45	P _{2x} P ₄	75.66	P _{6x} P ₉	56.50	P ₆	420.00
P _{2x} P ₈	2.19	P _{7x} P ₉	1.08	P _{1x} P ₆	56.81	P _{8x} P ₁₀	21.45	P _{3x} P ₅	75.40	P ₃	56.50	P ₁	418.50
P _{1x} P ₁₀	2.18	P _{2x} P ₅	1.07	P _{3x} P ₅	55.90	P _{4x} P ₁₀	20.80	P _{1x} P ₅	75.40	P _{8x} P ₁₀	56.00	P _{7x} P ₈	410.00
P _{2x} P ₄	2.16	P _{2x} P ₆	1.07	P _{2x} P ₆	55.38	P _{6x} P ₁₀	20.80	P _{2x} P ₉	74.75	P _{6x} P ₁₀	56.00	P _{6x} P ₁₀	400.00
P _{3x} P ₉	2.16	P _{1x} P ₁₀	1.06	P _{2x} P ₉	55.25	P _{7x} P ₁₀	20.15	P _{5x} P ₇	74.36	P _{2x} P ₅	56.00	P _{3x} P ₁₀	395.00
P _{2x} P ₇	2.16	P _{2x} P ₇	1.06	P _{1x} P ₇	55.25	P _{5x} P ₉	20.15	P ₁	73.71	P _{8x} P ₉	56.00	P _{6x} P ₉	390.00
P _{5x} P ₆	2.16	P _{2x} P ₉	1.05	P _{5x} P ₁₀	54.60	P _{3x} P ₅	19.50	P _{6x} P ₇	72.15	P ₄	55.50	P _{2x} P ₈	385.00
P _{3x} P ₅	2.15	P ₆	1.05	P _{6x} P ₇	53.95	P _{2x} P ₉	19.50	P _{1x} P ₇	72.15	P _{6x} P ₈	55.50	P _{3x} P ₉	380.00
P _{3x} P ₄	2.15	P _{4x} P ₁₀	1.03	P _{4x} P ₆	53.30	P ₁₀	19.50	P _{6x} P ₁₀	71.76	P _{4x} P ₈	55.50	P ₅	365.00
P _{2x} P ₅	2.15	P ₂	1.02	P ₇	52.65	P _{5x} P ₈	18.85	P _{6x} P ₈	71.50	P _{2x} P ₁₀	55.50	P _{4x} P ₁₀	360.00
P _{1x} P ₉	2.15	P ₉	1.01	P ₁	52.00	P ₂	18.85	P _{2x} P ₇	70.72	P _{3x} P ₄	55.50	P _{4x} P ₅	360.00
P _{2x} P ₆	2.14	P _{4x} P ₉	1.01	P _{8x} P ₉	51.35	P _{6x} P ₇	18.20	P ₉	69.81	P _{3x} P ₆	55.50	P _{3x} P ₆	350.00
P _{5x} P ₇	2.14	P _{3x} P ₁₀	1.01	P _{3x} P ₈	51.09	P _{7x} P ₈	18.20	P _{2x} P ₆	69.68	P _{5x} P ₇	55.00	P ₃	350.00
P _{3x} P ₆	2.13	P _{2x} P ₈	1.00	P _{2x} P ₄	50.96	P _{2x} P ₈	17.94	P _{5x} P ₁₀	69.55	P _{7x} P ₈	55.00	P _{7x} P ₁₀	350.00
P ₆	2.13	P _{1x} P ₇	1.00	P _{6x} P ₁₀	50.96	P _{4x} P ₅	17.55	P _{4x} P ₆	68.90	P _{5x} P ₉	55.00	P _{2x} P ₉	345.00
P ₂ XP ₁₀	2.12	P ₅ XP ₇	1.00	P _{6x} P ₈	50.70	P ₈	17.55	P _{1x} P ₂	68.51	P _{2x} P ₄	55.00	P _{3x} P ₅	345.00
P _{1x} P ₂	2.12	P _{2x} P ₄	1.00	P _{5x} P ₈	50.70	P _{6x} P ₉	16.90	P _{1x} P ₆	68.25	P ₈	55.00	P _{6x} P ₇	330.00
P ₁	2.12	P ₅	1.00	P _{7x} P ₉	50.05	P _{1x} P ₇	16.90	P _{2x} P ₅	67.86	P _{3x} P ₉	55.00	P _{3x} P ₇	330.00
P ₄	2.11	P ₁	0.98	P _{1x} P ₉	50.05	P _{3x} P ₈	16.25	P _{2x} P ₃	67.60	P _{1x} P ₂	55.00	P _{1x} P ₁₀	330.00
P ₇	2.10	P ₁₀	0.97	P _{7x} P ₁₀	49.40	P _{1x} P ₁₀	16.25	P _{3x} P ₈	67.34	P _{4x} P ₇	55.00	P _{3x} P ₈	315.00
P _{8x} P ₁₀	2.10	P ₅ XP ₁₀	0.97	P ₁ XP ₁₀	48.36	P ₃	16.25	P _{7x} P ₁₀	66.95	P _{2x} P ₉	55.00	P _{4x} P ₈	315.00
P _{1x} P ₄	2.09	P ₇	0.97	P ₉	48.36	P ₅	16.25	P _{4x} P ₅	65.65	P _{3x} P ₅	55.00	P _{1x} P ₇	310.00
P _{3x} P ₈	2.08	P _{2x} P ₁₀	0.96	P _{1x} P ₈	48.10	P _{1x} P ₅	15.60	P _{1x} P ₁₀	64.61	P _{1x} P ₁₀	54.00	P _{9x} P ₁₀	305.00

Continuación

Continuación

P ₉ Xp ₁₀	2.08	P ₂ Xp ₃	0.95	P ₂ Xp ₁₀	48.10	P ₄ Xp ₆	15.60	P ₁ Xp ₉	64.35	P ₅ Xp ₆	54.00	P ₃ Xp ₄	305.00
P ₁ Xp ₈	2.07	P ₈	0.95	P ₄ Xp ₅	48.10	P ₅ Xp ₆	14.95	P ₈ Xp ₉	63.05	P ₂	54.00	P ₅ Xp ₉	300.00
P ₃	2.07	P ₈ Xp ₁₀	0.95	P ₂ Xp ₇	47.97	P ₅ Xp ₁₀	14.95	P ₂ Xp ₈	62.79	P ₁ Xp ₃	54.00	P ₅ Xp ₆	300.00
P ₂ Xp ₃	2.07	P ₃ Xp ₈	0.95	P ₅ Xp ₆	47.45	P ₃ Xp ₇	14.30	P ₂ Xp ₁₀	62.40	P ₄ Xp ₅	54.00	P ₂ Xp ₁₀	295.00
P ₉	2.07	P ₁ Xp ₃	0.95	P ₂ Xp ₃	46.80	P ₂ Xp ₆	14.30	P ₅ Xp ₆	62.40	P ₄ Xp ₆	54.00	P ₅ Xp ₈	295.00
P ₁₀	2.06	P ₄ Xp ₆	0.95	P ₅	45.50	P ₁ Xp ₉	14.30	P ₅	61.75	P ₁ Xp ₅	54.00	P ₄ Xp ₇	290.00
P ₁ Xp ₅	2.04	P ₃ Xp ₄	0.94	P ₁ Xp ₃	45.11	P ₄ Xp ₈	14.30	P ₁ Xp ₈	61.75	P ₂ Xp ₆	54.00	P ₄ Xp ₆	285.00
P ₄ Xp ₈	2.04	P ₃	0.94	P ₃	45.11	P ₂ Xp ₁₀	14.30	P ₃	61.36	P ₄ Xp ₉	54.00	P ₁ Xp ₈	280.00
P ₁ Xp ₃	2.04	P ₈ Xp ₉	0.93	P ₄ Xp ₈	44.85	P ₆ Xp ₈	14.30	P ₇ Xp ₈	61.10	P ₄ Xp ₁₀	54.00	P ₁ Xp ₉	280.00
P ₇ Xp ₁₀	2.03	P ₁ Xp ₈	0.93	P ₄ Xp ₉	44.85	P ₅ Xp ₇	13.65	P ₈	61.10	P ₃ Xp ₈	54.00	P ₆ Xp ₈	275.00
P ₈ Xp ₉	2.03	P ₁ Xp ₄	0.91	P ₂ Xp ₈	44.85	P ₃ Xp ₄	13.65	P ₇ Xp ₉	60.45	P ₂ Xp ₃	54.00	P ₈ Xp ₁₀	272.00
P ₆ Xp ₇	2.02	P ₁ Xp ₅	0.91	P ₉ Xp ₁₀	44.46	P ₉ Xp ₁₀	13.65	P ₄ Xp ₈	59.15	P ₃ Xp ₁₀	54.00	P ₅ Xp ₁₀	265.00
P ₅ Xp ₁₀	2.02	P ₄	0.90	P ₃ Xp ₄	44.20	P ₁ Xp ₈	13.65	P ₆ Xp ₉	59.15	P ₁ Xp ₄	54.00	P ₁ Xp ₅	255.00
P ₃ Xp ₁₀	2.01	P ₄ Xp ₈	0.90	P ₄ Xp ₇	43.55	P ₁ Xp ₄	13.52	P ₉ Xp ₁₀	58.11	P ₃ Xp ₇	54.00	P ₂ Xp ₆	255.00
P ₅	1.99	P ₆ Xp ₇	0.89	P ₇ Xp ₈	42.90	P ₄ Xp ₇	13.00	P ₃ Xp ₄	57.85	P ₅ Xp ₈	53.00	P ₁ Xp ₃	235.00
P ₃ Xp ₇	1.97	P ₁ Xp ₂	0.87	P ₃ Xp ₇	42.90	P ₈ Xp ₉	11.70	P ₃ Xp ₇	57.20	P ₁ Xp ₆	53.00	P ₅ Xp ₇	220.00
P ₄ Xp ₉	1.94	P ₃ Xp ₇	0.84	P ₆ Xp ₉	42.25	P ₁ Xp ₆	11.31	P ₄ Xp ₇	56.55	P ₁ Xp ₇	53.00	P ₈ Xp ₉	220.00
P ₁ Xp ₆	1.93	P ₇ Xp ₁₀	0.82	P ₂ Xp ₅	41.21	P ₁ Xp ₃	11.05	P ₁ Xp ₃	56.16	P ₁ Xp ₉	53.00	P ₇ Xp ₉	205.00
P ₄ Xp ₆	1.92	P ₁ Xp ₆	0.81	P ₈	40.95	P ₇ Xp ₉	10.40	P ₄ Xp ₉	53.30	P ₂ Xp ₇	53.00	P ₁ Xp ₄	200.00
P ₄ Xp ₁₀	1.91	P ₄ Xp ₅	0.76	P ₈ Xp ₁₀	37.70	P ₉	10.40	P ₂	52.65	P ₂ Xp ₈	53.00	P ₁ Xp ₆	195.00
P ₄ Xp ₅	1.81	P ₄ Xp ₇	0.76	P ₂	33.80	P ₄ Xp ₉	8.45	P ₁₀	48.75	P ₁ Xp ₈	53.00	P ₄ Xp ₉	190.00
P ₄ Xp ₇	1.75	P ₅ Xp ₆	0.56	P ₁₀	29.25	P ₁ Xp ₂	8.06	P ₈ Xp ₁₀	48.10	P ₁	53.00	P ₁ Xp ₂	138.00
DMS*	0.18	DMS	0.24	DMS	10.51	DMS	8.94	DMS	185.49	DMS	16.38	DMS	2.519

*DMS al 5%, AP = Altura de planta, AM = Altura mazorca, PPV = Peso de planta verde, PE = Peso de elote, PMV = Peso de materia verde, DF = Días a floración, IC = Índice de cosecha.

Análisis Genético

En el Cuadro 4.3 se observa que las cruzas son estadísticamente diferentes ($P < 0.01$), para ACG y ACE se encontró diferencia estadística, a excepción de peso de elote que no muestra diferencia significancia para ACG.

Cuadro 4.3. Cuadros medios de las siete características evaluadas aplicando el dialélico Griffing 1956. UAAAN –UL 2001.

FV	gl	AP	AM	DF	PPV	PE	PMV	IC
Cruzas	54	0.03**	301.58**	3.05**	0.77**	0.25**	1.29**	23.32**
Rep	1	0.01ns	5.75**	37.25**	0.00ns	0.15ns	0.00ns	44.29**
ACG	9	0.05**	419.11**	8.87**	1.00**	0.16ns	0.57*	32.64**
ACE	45	0.02**	197.11**	1.89**	0.72**	0.27**	1.44**	21.46**
Error	54	0.00	146.85	0.90	0.16	0.11	0.19	8.55
C.V.		4.33	12.20	1.72	10.57	25.76	8.43	26.86

*, ** = Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, ns = no significativo; AP = Altura de planta, AM = Altura mazorca, PPV = Peso de planta verde, PE = Peso de elote, PMV = Peso de materia verde, DF = Días a floración, IC = Índice de cosecha.

Con los promedios de cada una de las características evaluadas se procedió a obtener los efectos de ACG y ACE que indica el Cuadro 4.4 para los progenitores y sus cruzas incluyendo los efectos promedio de híbridos, padres y la heterosis donde se observa un efecto heterotico negativo para todas las variables en estudio debido a que la media de padres es mayor que la media de híbridos.

En altura de planta los progenitores que presentan los mejores efectos de ACG son los progenitores P_8 y P_6 y para altura de mazorca P_6 y P_9 con respecto a los valores de ACE las cruzas que sobresalieron en altura de planta son el $P_6 \times P_{10}$, $P_7 \times P_9$ y $P_6 \times P_8$ respectivamente. Para altura de mazorca son el $P_3 \times P_5$, $P_1 \times P_9$ y $P_6 \times P_8$, se observa que en las cruzas interviene al menos un

progenitor de alta ACG coincidiendo con Bernardo (1992), Hages y Jonson (1993) quienes afirman que líneas con buen ACG pueden producir cruzas superiores.

Para días de floración los mejores efectos heteróticos positivos de ACG obtuvieron los progenitores P_1 P_{10} y P_9 el más bajo lo obtuvo el progenitor P_8 con un valor negativo, en ACE las mejores cruzas fueron $P_1 \times P_2$, $P_2 \times P_5$ y $P_9 \times P_{10}$ respectivamente y el valor más bajo lo obtuvo la craza $P_2 \times P_7$, $P_5 \times P_8$ y $P_3 \times P_9$, respectivamente.

Se observa que el P_8 obtuvo efectos negativos para ACG reflejándolo en las cruzas al obtener efectos negativos debido a que son más precoces con respecto a los progenitores, por lo que conviene reconocer los efectos genéticos que regulan esta característica ya que pueden ser positivos o negativos y pueden ser interpretados según las necesidades de estudio, Rivera (1997).

Para las variables peso de planta verde (PPV), peso de elote (PE) y peso de materia verde (PMV), los progenitores P_3 y P_6 obtuvieron los efectos heteróticos más altos de ACG, con respecto a los valores de ACE las cruzas $P_3 \times P_9$ y $P_3 \times P_{10}$ obtuvieron los mejores resultados para ACE reflejándolo al obtener los mayores rendimientos totales de 97.11 ton/ha, estando dentro de los rangos encontrados por Núñez y Fax (2001) afirman que un híbrido bueno debe producir un promedio de (68.60 ton/ha) de forraje verde para maíz de

ciclo intermedio y precoz.

En índice de cosecha los mejores progenitores para ACG son P_2 , P_1 y P_{10} y el mas bajo lo obtuvo el progenitor P_9 con un valor negativo para ACG; por otro lado en ACE las cruzas que obtuvieron los mas altos efectos heteroticos es el $P_2 \times P_5$, $P_1 \times P_2$ y $P_6 \times P_9$, se observa que los mejores progenitores de ACG se encuentran en las cruzas de ACE, concordando con Sprague y Tatum (1942), que consideran como una consecuencia de varianza genética aditiva.

Cuadro 4.4. Efecto de ACG y ACE para siete variables agronómicas evaluadas en Torreón, Coah., en 2001.

Efectos genéticos	AP	AM	DF	PPV	PE	PMV	IC
μ de híbridos	2.07	1.05	57.00	51.87	22.85	5.19	4.19
μ padres evaluados	2.40	1.10	57.00	53.62	22.10	5.18	4.27
Heterosis promedio	-2.74	-5.09	0.0	-13.74	-23.40	-7.87	-26.90
Efectos ACG							
P ₁	-0.00	-3.22	1.23	0.23	-0.16	0.00	60.64
P ₂	0.04	0.74	0.48	-0.23	0.09	-0.20	71.68
P ₃	-0.02	0.47	0.10	0.11	0.09	0.14	2.43
P ₄	-0.10	-7.52	0.23	0.07	0.00	0.01	16.73
P ₅	-0.01	1.19	0.30	0.11	0.02	-0.01	6.10
P ₆	0.03	4.84	0.22	0.22	0.05	0.25	14.02
P ₇	-0.00	-3.26	0.51	-0.03	-0.01	0.08	3.47
P ₈	0.05	-2.02	-0.35	-0.33	0.09	-0.24	-3.44
P ₉	0.03	6.73	0.55	0.08	0.04	0.08	-24.44
P ₁₀	-0.01	2.05	0.80	-0.24	0.03	-0.13	47.80
Efectos ACE							
P ₁ xP ₂	-0.02	-10.63	1.55	0.75	-0.63	0.17	216.92
P ₁ xP ₃	-0.03	-2.26	0.67	-0.77	-0.40	-1.12	-51.17
P ₁ xP ₄	0.08	1.93	0.30	0.86	-0.11	0.79	-67.01
P ₁ xP ₅	-0.03	-6.88	0.26	0.34	0.01	0.51	-22.63
P ₁ xP ₆	-0.20	-20.18	-0.65	0.01	-0.34	-0.30	-74.72
P ₁ xP ₇	0.13	6.67	-0.94	0.14	0.11	0.16	22.77
P ₁ xP ₈	-0.08	-1.92	-0.57	-0.09	-0.02	-0.31	-0.30
P ₁ xP ₉	0.01	17.16	-0.98	-0.36	-0.02	-0.43	20.69
P ₁ xP ₁₀	0.09	7.85	-0.23	-0.16	0.05	-0.19	-1.55
P ₂ xP ₃	-0.06	-5.78	-0.57	-0.17	0.13	-0.03	43.99
P ₂ xP ₄	0.10	6.60	0.55	0.18	0.33	0.72	43.15
P ₂ xP ₅	0.00	5.04	1.01	-0.60	0.59	0.14	235.03
P ₂ xP ₆	-0.05	1.28	-0.40	0.38	-0.38	0.01	-147.04
P ₂ xP ₇	0.00	8.34	-1.69	0.06	0.30	0.26	60.45
P ₂ xP ₈	-0.02	1.80	-0.82	0.13	0.04	-0.01	-27.63
P ₂ xP ₉	0.05	-1.95	-0.23	0.60	0.11	0.57	-46.63
P ₂ xP ₁₀	-0.01	-6.97	-0.01	0.28	-0.36	-0.16	-168.88
P ₃ xP ₄	0.16	1.48	0.67	-0.68	-0.36	-0.65	-25.09
P ₃ xP ₅	0.08	18.11	0.13	0.17	0.05	-0.22	4.28
P ₃ xP ₆	0.00	4.46	-0.28	0.49	0.22	0.10	17.20
P ₃ xP ₇	-0.10	-13.37	-0.57	-0.67	-0.33	-0.82	-20.29
P ₃ xP ₈	-0.06	-3.17	-0.19	0.26	-0.07	0.00	-28.38
P ₃ xP ₉	0.04	15.41	-1.61	1.10	0.61	1.98	57.61
P ₃ xP ₁₀	-0.05	5.78	-1.36	1.56	0.69	2.49	0.36
P ₄ xP ₅	-0.18	-17.38	-0.73	-0.39	0.00	-0.24	38.45
P ₄ xP ₆	-0.12	-2.43	-0.65	-0.09	-0.17	-0.26	-28.63
P ₄ xP ₇	-0.24	-12.97	-0.44	-0.59	-0.33	-1.04	-41.13
P ₄ xP ₈	-0.02	0.27	0.92	-0.18	-0.12	-0.51	-9.21
P ₄ xP ₉	-0.10	1.91	-0.98	-0.60	-0.63	-1.08	-113.21
P ₄ xP ₁₀	-0.07	9.00	-1.23	0.69	0.24	0.92	-15.46
P ₅ xP ₆	0.03	0.28	-1.19	-0.58	-0.26	-1.53	-24.25
P ₅ xP ₇	0.05	2.00	-0.98	0.69	-0.32	0.33	-121.75
P ₅ xP ₈	0.11	9.15	-1.61	0.22	0.18	1.26	-39.84
P ₅ xP ₉	0.13	1.24	-1.03	0.97	0.23	0.73	-13.84
P ₅ xP ₁₀	-0.05	-6.36	0.71	0.42	-0.23	0.34	-121.09
P ₆ xP ₇	-0.12	-12.70	0.59	0.06	-0.00	-0.53	-3.84
P ₆ xP ₈	0.17	15.90	0.46	0.11	-0.19	1.09	-51.92
P ₆ xP ₉	0.10	9.09	0.55	-0.95	-0.04	-0.53	84.07
P ₆ xP ₁₀	0.30	13.52	-0.19	0.04	0.17	0.47	21.82
P ₇ xP ₈	0.08	14.81	-0.32	-0.22	0.14	0.46	65.57
P ₇ xP ₉	0.24	4.80	0.26	-0.09	-0.50	-0.45	-118.42
P ₇ xP ₁₀	-0.05	-3.41	0.51	0.18	-0.03	0.35	-45.67
P ₈ xP ₉	-0.20	-11.53	0.63	0.31	-0.29	-0.03	-96.50
P ₈ xP ₁₀	-0.05	1.14	0.38	-0.41	-0.47	-0.92	-116.75
P ₉ xP ₁₀	-0.05	0.23	0.96	-0.30	-0.27	-0.74	-62.75

AP = Altura de planta, AM = Altura mazorca, PPV = Peso de planta verde, PE = Peso de elote, PMV = Peso de materia verde, DF = Días a floración, IC = Índice de cosecha.

Heterosis

A partir de las medias del Cuadro 4.5 de las cruzas simples entre las 10 poblaciones de maíz, se procedió a calcular el grado de heterosis en base a la media de progenitores (h) y al progenitor superior (h') para cada una de las siete características agronómicas, en Cuadro A1-A7 se presentan los cálculos correspondientes y en el Cuadro 4.5 se presenta un resumen de dichos cálculos de los efectos de heterosis.

En la característica altura de planta presentan el mayor porcentaje de heterosis las cruzas $P_5 \times P_8$, $P_5 \times P_9$ y $P_6 \times P_{10}$ con valores de 6.7, 6.6 y 6.6 por ciento, para altura de mazorca las cruzas con los valores más altos de heterosis son $P_1 \times P_9$, $P_3 \times P_5$ y $P_3 \times P_9$, con de 10.5, 11.8 y 13.0 por ciento respectivamente, para peso de la planta verde, peso del elote y peso de materia verde las cruzas con mayor valor son $P_2 \times P_6$, $P_2 \times P_9$ y $P_3 \times P_{10}$. por otro lado en índice de cosecha las cruzas que destacaron por ser las de mayor porcentaje de heterosis fueron $P_2 \times P_5$, $P_3 \times P_9$ y $P_3 \times P_{10}$.

De acuerdo a los resultados se observa que los porcentajes de heterosis variaron en un amplio intervalo en relación a la media de progenitores y al progenitor superior coincidiendo esto con Molina y Lobato (1998) quienes señalan que la mayoría de los casos las cruzas con mayor rendimiento son también las de mayor heterosis.

Cuadro 4.5. Porcentaje de heterosis en base al promedio de los progenitores (h) y al mejor progenitor (h') de 45 cruzas.

Cruza	AP (%)		AM (%)		PPV (%)		PE (%)		PMV (%)		DF (%)		IC (%)	
	h	h'	h	h'	h	h'	h	h'	h	h'	h	h'	H	h'
P ₁ xP ₂	0.0	0.1	-11.0	-11.0	0.0	7.5	-62.6	-62.6	-7.0	-7.0	0.0	0.0	-66.9	-66.9
P ₁ xP ₃	-3.5	-3.5	-2.7	-2.7	-13.1	-13.1	-49.2	-49.2	-23.8	-23.8	0.0	0.0	-43.8	-43.8
P ₁ xP ₄	-1.4	-1.4	-6.6	-6.6	0.0	11.8	-37.9	-37.9	0.0	3.7	0.0	0.0	-52.2	-52.2
P ₁ xP ₅	-3.5	-3.5	-6.7	-6.7	0.0	6.9	-28.3	-28.3	0.0	1.1	0.0	0.0	-39.0	-39.0
P ₁ xP ₆	-8.9	-8.9	-16.5	-16.5	0.0	4.5	-47.7	-47.7	-7.5	-7.4	0.0	0.0	-53.4	-53.4
P ₁ xP ₇	0.0	2.6	0.0	1.2	0.0	3.0	-22.3	-22.3	-2.2	-2.2	0.0	0.0	-25.9	-25.9
P ₁ xP ₈	2.1	-2.1	-4.9	-4.9	-7.5	-7.5	-37.3	-37.3	-16.3	-16.3	0.0	0.0	-33.0	-33.0
P ₁ xP ₉	0.0	0.7	0.0	10.5	-3.7	-3.7	-34.3	-34.3	-12.8	-12.8	0.0	0.0	-33.0	-33.0
P ₁ xP ₁₀	0.0	1.3	0.0	4.3	-6.8	-6.8	-25.3	-25.3	-12.3	-12.3	0.0	0.0	-21.1	-21.1
P ₂ xP ₃	-6.5	-6.5	-7.0	-7.0	0.0	16.1	0.0	6.4	0.0	12.4	-99.0	-99.0	-23.0	-23.0
P ₂ xP ₄	-2.2	-2.2	-2.7	-2.7	0.0	20.3	0.0	9.3	0.0	17.9	0.0	0.4	-26.3	-26.3
P ₂ xP ₅	-2.9	-2.9	0.0	2.0	0.0	9.9	0.0	17.1	0.0	12.7	0.0	1.3	0.0	3.6
P ₂ xP ₆	-3.1	-3.1	0.0	2.0	0.0	24.2	-24.1	-24.1	0.0	13.9	0.0	0.0	-57.5	-57.5
P ₂ xP ₇	-2.4	-2.4	0.0	1.5	0.0	17.3	-16.0	-16.0	0.0	14.6	-98.1	-98.1	-20.0	-20.0
P ₂ xP ₈	-0.9	-0.9	-2.0	-2.0	0.0	14.0	0.0	9.0	0.0	8.9	-98.1	-98.1	-19.1	-19.1
P ₂ xP ₉	0.0	0.8	0.0	1.3	0.0	25.1	0.0	15.2	0.0	17.3	0.0	0.4	-42.5	-42.5
P ₂ xP ₁₀	0.0	0.8	-6.6	-6.6	0.0	17.4	-24.1	-24.1	0.0	8.5	0.0	0.0	-50.8	-50.8
P ₃ xP ₄	0.0	1.7	0.0	0.0	-2.1	-2.1	-16.0	-16.0	-5.8	-5.9	-98.2	-98.2	-12.8	-12.8
P ₃ xP ₅	0.0	1.8	0.0	11.8	0.0	10.6	0.0	9.0	0.0	10.2	-97.3	-97.3	-1.4	-1.4
P ₃ xP ₆	0.0	1.3	0.0	7.5	0.0	15.2	0.0	15.2	0.0	15.2	-98.2	-98.2	0.0	0.0
P ₃ xP ₇	-4.8	-4.8	-11.0	-11.0	-5.0	-5.0	-12.0	-12.0	6.9	-6.9	-95.5	-95.5	-5.7	-5.7
P ₃ xP ₈	0.0	0.1	0.0	1.0	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0	4.6	-95.5	-95.5	-10.0	-10.0
P ₃ xP ₉	0.0	2.1	0.0	13.0	0.0	19.8	0.0	23.0	0.0	20.7	-97.3	-97.3	0.0	4.1
P ₃ xP ₁₀	-2.8	-2.8	0.0	3.4	0.0	21.0	0.0	26.4	0.0	22.5	-95.5	-95.5	0.0	6.0
P ₄ xP ₅	-14.0	-14.0	-15.8	-15.8	-16.8	-16.8	-28.9	-28.9	-20.5	-20.5	-98.1	-98.1	-8.3	-8.3
P ₄ xP ₆	-8.7	-8.7	0.0	2.2	-7.8	-7.8	-36.8	-36.8	-16.5	-16.5	-98.1	-98.1	-32.1	-32.1
P ₄ xP ₇	-16.6	-16.6	-15.9	-15.9	-24.7	-24.7	-47.3	-47.3	-31.5	-31.5	-99.0	-99.0	-30.9	-30.9
P ₄ xP ₈	-2.8	-2.8	0.0	0.0	-22.4	-22.4	-42.1	-42.1	-28.3	-28.3	0.0	0.0	-25.0	-25.0
P ₄ xP ₉	-7.6	-7.6	0.0	5.4	-22.4	-22.4	-65.7	-65.7	-35.4	-35.4	-98.1	-98.1	-54.7	-54.7
P ₄ xP ₁₀	-9.0	-9.0	0.0	6.5	-0.5	-0.5	-15.7	-15.7	-5.1	-5.1	-98.1	-98.1	-14.2	-14.2
P ₅ xP ₆	0.0	4.3	0.0	3.1	0.0	2.0	-8.0	-8.0	0.5	0.5	-94.7	-94.7	-17.8	-17.8
P ₅ xP ₇	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	14.3	-16.0	-16.0	0.0	9.3	-95.6	-95.6	-39.7	-39.7

Continuación

Continuación

P ₅ X P ₈	0.0	6.6	0.0	4.0	0.0	5.4	0.0	7.4	10.4	10.3	-93.0	-93.0	-19.1	-19.1
P ₅ X P ₉	0.0	6.6	0.0	4.4	0.0	18.4	0.0	10.7	16.5	16.5	-95.6	-95.6	-17.8	-17.8
P ₅ X P ₁₀	0.0	1.0	-2.9	-2.9	0.0	9.0	-8.0	-8.0	5.9	5.9	-99.1	-99.1	-27.3	-27.3
P ₆ X P ₇	-5.1	-5.1	-15.3	-15.3	-9.7	-9.7	-28.2	-28.2	-15.3	-15.3	0.0	0.0	-21.4	-21.4
P ₆ X P ₈	0.0	5.5	0.0	6.0	-15.2	-15.2	-43.5	-43.5	-16.0	-16.0	-98.2	-98.2	-34.5	-34.5
P ₆ X P ₉	0.0	3.7	0.0	6.8	-29.3	-29.3	-33.3	-33.3	-30.5	-30.5	0.0	0.0	-7.1	-7.1
P ₆ X P ₁₀	0.0	6.7	0.0	6.8	-14.6	-14.6	-17.9	-17.9	-15.7	-15.6	-99.1	-99.1	-4.7	-4.7
P ₇ X P ₈	0.0	3.2	0.0	6.3	-18.5	-18.5	-24.3	-24.3	-20.3	-20.3	-94.8	-94.8	-9.2	-9.2
P ₇ X P ₉	0.0	6.4	0.0	5.8	-4.9	-4.9	-56.7	-56.7	-21.2	-21.2	-97.4	-97.4	-54.6	-54.6
P ₇ X P ₁₀	-3.0	-3.0	-1.0	-1.0	-6.1	-6.1	-27.0	-27.0	-12.7	-12.7	-98.2	-98.2	-22.6	-22.6
P ₈ X P ₉	-11.7	-11.7	0.0	5.9	0.0	11.2	-41.9	-41.9	0.0	1.6	0.0	0.9	-55.1	-55.1
P ₈ X P ₁₀	-7.0	-7.0	0.0	10.0	-7.9	-7.9	-48.3	-48.3	-21.3	-21.3	0.0	0.9	-44.4	-44.4
P ₉ X P ₁₀	0.0	0.2	0.0	6.7	-8.0	-8.0	-36.3	-36.3	-16.7	-16.7	0.0	0.0	-30.6	-30.6

AP = Altura de planta, AM = Altura mazorca, PPV = Peso de planta verde, PE = Peso de elote, PMV = Peso de materia verde, DF = Días a floración, IC = Índice de cosecha.

Componentes de varianza

En el Cuadro 4.6 podemos observar que en todas las variables evaluadas predomina la varianza de dominancia a excepción los días a floración en el cual es mayor la varianza aditiva con respecto a la varianza de dominancia, sin embargo podemos manejarlo según las necesidades del mejorador respecto a precocidad.

La heredabilidad en sentido estrecho se presenta baja en todas las variables evaluadas, presentando los valores mas altos en peso de la planta en verde y días a floración con valores de 39 porciento y 38 porciento respectivamente concordando con Chávez (1995).

Con respecto al grado de dominancia la mayoría de las variables evaluadas presentaron sobre dominancia a excepción de peso de la mazorca en verde que presenta dominancia. Estos valores se encuentran dentro de la clasificación de Falconer (1985).

CUADRO 4.6 Cuadro de varianza, heredabilidad en el sentido amplio y en el sentido estrecho y dominancia, para seis características evaluadas en dos repeticiones, UAAAN-UL.

Variable	σ^2_A	σ^2_D	σ^2_G	σ^2_P	h^2 (%)	d^2
AP	0.01	0.10	0.12	0.12	14.34	11.48
AM	18.49	63.04	81.54	154.96	11.96	2.61
DF	0.58	0.49	1.07	1.52	38.00	1.30
PPV	0.23	0.27	0.51	0.59	39.05	1.09
PE	0.09	0.77	0.86	0.92	9.78	0.24
PMV	0.00	0.62	0.62	0.71	0.00	0.00
IC	932.14	6452.60	7384.74	11663.24	7.99	13.84

σ^2_P =Varianza fenotípica; σ^2_G = Varianza genética; σ^2_A = Varianza aditiva; σ^2_D =Varianza de dominancia; h^2 =Heredabilidad; d^2 =Grado de dominancia AP = Altura de planta, AM = Altura mazorca, PPV = Peso de planta verde, PE = Peso de elote, PMV = Peso de materia verde, DF = Días a floración, IC = Índice de cosecha.

V. CONCLUSIONES

- Los análisis de varianza mostraron una significancia sostenible para los tratamientos en todas las características evaluadas.
- El análisis estadístico del Método dialélico II de Griffing (1956) mostró una significancia alta para la aptitud combinatoria específica (ACE) en todas las características estudiadas, de similar comportamiento resultó para la aptitud combinatoria general, excepto, para peso de elote (PE).
- En la característica peso de planta verde (PPV), peso de materia verde (PMV) y peso de elote (PE) consideradas como componentes de rendimiento de forraje, los progenitores P_3 y P_6 obtuvieron los mejores valores de efectos de ACG y las cruces $P_2 \times P_9$ y $P_3 \times P_{10}$ resultaron con los mejores efectos de ACE, los cuales se ven reflejados en el mayor porcentaje de heterosis al igual que la cruce $P_2 \times P_6$.
- Las características de peso de materia verde (PMV) y peso de elote (PE) no mostraron valores de dominancia, más bien presentaron aditividad,

comportamiento diferente a lo mostrado en el resto de las características evaluadas en este estudio.

VI. RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en la Comarca Lagunera que se llevo a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad-Laguna. En el ciclo de verano 2001. El objetivo principal del presente estudio fue de formar y evaluar híbridos varietales que tengan características forrajeras para el consumo del ganado y conocer la aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE) de las 10 Poblaciones filiales utilizados como progenitores, considerando el efecto heterotico de los híbridos formados.

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con dos repeticiones y 55 tratamientos. Para estimar los efectos de ACG y ACE, se utilizo el diseño dialélico II de Griffing (1956), la parcela útil experimental fue de dos camas de 1.5 m, sembrados a doble hilera y 4m, de largo sembrado a una distancia entre planta de 0.18m, dando una densidad de 67,500 plantas por hectárea. Las variables que se tomaron en el experimento fueron: Días a floración /masculina (DF), Altura de Planta (AP), Altura de Mazorca (AM), Peso de Planta Verde (PPV), peso de elote (PE), Peso de Materia Verde (PMV), e Índice de Cosecha (IC).

Los resultados del análisis de varianza indican que los genotipos son diferentes entre si. Los mejores genotipos para altura de planta fueron $P_6 \times P_8$, $P_6 \times P_{10}$ y $P_7 \times P_9$, para altura de mazorca las cruza que sobresalieron son $P_3 \times P_9$,

$P_6 \times P_9$ y $P_1 \times P_9$, en peso de la planta verde, peso de elote y peso de materia verde las cruzas que destacan son $P_2 \times P_5$, $P_3 \times P_9$ y $P_3 \times P_{10}$. Para días a floración las cruzas que resultaron más precoces con respecto a los padres son $P_1 \times P_8$, $P_2 \times P_7$ y $P_2 \times P_8$, con respecto al índice de cosecha las cruzas no superaron a los progenitores siendo el caso del P_{10} , P_2 y P_8 a excepción de la craza $P_2 \times P_5$.

Los análisis de varianza mostraron una significancia sostenible para los tradicionales en todas las características evaluadas. El análisis estadístico del método dilelico II de Griffing (1956), mostró una significancia alta para la aptitud combinatoria específica (ACE) en todas las características estudiadas de similar comportamiento resulto para la aptitud combinatoria general, excepto para peso de elote (PE).

En las características peso de planta verde (PPV), peso de materia verde (PMV) y peso de elote (PE), considerados como componentes de rendimiento de forraje los progenitores P_3 y P_6 obtuvieron los mejores valores de efectos de ACG y las cruzas $P_2 \times P_9$ y $P_3 \times P_{10}$ resultaron con los mejores efectos de ACE, las cuales se ven reflejadas en el mayor porcentaje de heterosis al igual que la craza $P_2 \times P_6$.

Las características de peso de materia verde (PMV) y peso de elote (PE) no mostraron valores de dominancia, mas bien presentaron aditividad, comportamiento diferente a lo mostrado en resto de las características evaluadas en este estudio.

VII. LITERATURA CITADA

- Allard, R. W. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. Editorial EOSA. España. 498 p.
- Brauer, H. O. 1983. Fitogenética aplicada. Editorial ELSA. México. 518 p.
- Bernardo, R. 1992. Crop Sci. 32 :933-937.
- Chavez, A. J. L. 1995. Mejoramiento de plantas I. Editorial Trillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, México. México. p 158.
- Chavez, A. J. L. 1995. Mejoramiento de plantas II. Editorial Trillas. México, D. F. México. pp 88,115-118.
- De la Loma, J. L. 1954. Genética general aplicada. Segunda edición. Editorial UTEHA. México. 427 p.
- Eberhart, S.A. and Russelli, W. A. 1966. Crop Sci, 6 :36-40.
- Falconer, D.S. 1985. Introducción a la genética cuantitativa. Décimo tercera Impresión. Editorial CECSA. México. 135 p.
- González, S. C. 1993. Rev. Fitogenética, Vol. 16, No.1, p 30.
- Griffing, B. 1956. Aust.J.Biol. Sci. 9 :463-493.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Bio. Sci. 9 :463-493.
- Hallauer, A. R. 1988. Quantitative genetics in maize breeding. ISU Press/Ames. USA. p 468.
- Hayes, K. H and I.J. Johson. 1939. The breeding of improved selfed lines of corn. Amer. Soc. Agron. 31 :710-724.
- Jugenheimer, W.R. 1990. Maíz. Cuarta reimpresión. Editorial ELSA. México. p 841.

- Kang, S. M., Kushairi, D. A., 1999. Combining ability for rinde puncture resistance in maize. *Crop. Sci.* 39 : 368-371.
- Molina, G. J. D., y lobato O. R. 1998. La aptitud combinatoria general de líneas autofecundadas de maíz en la estimación de heterosis. XVII Congreso de Fitotecnia. Acapulco, México. 214 p.
- Molina, G. J. D., y Yáñez G. C. 1998. La aptitud combinatoria general de líneas de maíz (*Zea maíz* L.) en la aplicación de heterosis. II Congreso Latinoamericano de genética. Monterrey, N. L. México. p 374.
- Núñez, H. G., Contreras, G. E., y Faz, C. R. 1998. Relación entre características agronómicas, química y el valor energético en híbridos de maíz para forraje. *Agro ciencia.* pp 38-47.
- Núñez, H. G., Contreras, G. E., Faz, C. R., y Herrera, R. 1999. Selección de híbridos para obtener mayor rendimiento y alto valor energético en maíz para ensilaje. Componentes tecnológicos para la producción de ensilados de maíz y sorgo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro de Investigación Regional Norte. Campo Experimental la Laguna. (SAGAR). pp 38-47.
- Poehlman, J. M. 1987. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial LIMUSA., México. 453 p.
- Rivera, F. H. 1977. Efecto de la diversidad genética en la heterosis de cruces intervarietales de maíz. Tesis. Maestría. C.P. México, D.F. México. 98 p.
- Rodríguez, C:A:1989. *Rev. Agr. Tec. De Mex.* Vol. 15, No.1.
- Sprague, G. F. y Tatum L. A. 1942. General vs specific combining ability in single crosses of corn. *J. Amer. Soc. AGRON.* 34 :923-932.
- Wagne, W. D. 1987. Bioestadística. Tercera edición. Grupo Noriega. LIMUSA. pp 626-637.

VIII. APÉNDICE

Cuadro. A.1. Heterosis en base al promedio de los progenitores (h) y el mejor progenitor (h'') para altura de planta en las 45 cruzas directas posibles de los 10 progenitores. UAAAN-UL.

Cruza	F1	Pi	Pj	Pi+Pj /2	H''	H
P ₁ xP ₂	2.13	2.12	2.12	2.12	0.14	0.0
P ₁ xP ₃	2.04	2.12	2.12	2.12	-3.53	-3.53
P ₁ xP ₄	2.09	2.12	2.12	2.12	-1.41	-1.41
P ₁ xP ₅	2.04	2.12	2.12	2.12	-3.53	-3.53
P ₁ xP ₆	1.93	2.12	2.12	2.12	-8.96	-8.96
P ₁ xP ₇	2.23	2.12	2.23	2.17	2.66	0.0
P ₁ xP ₈	2.07	2.12	2.12	2.12	-2.12	-2.12
P ₁ xP ₉	2.15	2.12	2.15	2.13	0.70	0.0
P ₁ xP ₁₀	2.18	2.12	2.18	2.15	1.39	0.0
P ₂ xP ₃	2.07	2.21	2.21	2.21	-6.54	-6.54
P ₂ xP ₄	2.16	2.21	2.21	2.21	-2.25	-2.25
P ₂ xP ₅	2.15	2.21	2.21	2.21	-2.93	-2.93
P ₂ xP ₆	2.14	2.21	2.21	2.21	-3.16	-3.16
P ₂ xP ₇	2.16	2.21	2.21	2.21	-2.48	-2.48
P ₂ xP ₈	2.19	2.21	2.21	2.21	-0.90	-0.90
P ₂ xP ₉	2.25	2.21	2.25	2.23	0.89	0.0
P ₂ xP ₁₀	2.25	2.21	2.25	2.23	0.89	0.0
P ₃ xP ₄	2.15	2.07	2.15	2.11	1.79	0.0
P ₃ xP ₅	2.15	2.07	2.15	2.11	1.89	0.0
P ₃ xP ₆	2.13	2.07	2.13	2.10	1.33	0.0
P ₃ xP ₇	1.97	2.07	2.07	2.07	-4.81	-4.81
P ₃ xP ₈	2.08	2.07	2.08	2.07	0.14	0.0
P ₃ xP ₉	2.16	2.07	2.16	2.12	2.12	0.0
P ₃ xP ₁₀	2.01	2.07	2.07	2.07	-2.89	-2.89
P ₄ xP ₅	1.81	2.10	2.10	2.10	-14.00	-14.00
P ₄ xP ₆	1.92	2.10	2.10	2.10	-8.78	-8.78
P ₄ xP ₇	1.75	2.10	2.10	2.10	-16.62	-16.62
P ₄ xP ₈	2.04	2.10	2.10	2.10	-2.85	-2.85
P ₄ xP ₉	1.94	2.10	2.10	2.10	-7.60	-7.60
P ₄ xP ₁₀	1.91	2.10	2.10	2.10	-9.02	-9.02
P ₅ xP ₆	2.16	1.99	2.16	2.07	4.34	0.0
P ₅ xP ₇	2.14	1.99	2.14	2.06	3.88	0.0
P ₅ xP ₈	2.26	1.99	2.26	2.12	6.60	0.0
P ₅ xP ₉	2.26	1.99	2.26	2.12	6.60	0.0
P ₅ xP ₁₀	2.02	1.99	2.02	2.00	1.00	0.0
P ₆ xP ₇	2.02	2.13	2.13	2.13	-5.16	-5.16
P ₆ xP ₈	2.38	2.13	2.38	2.25	5.54	0.0
P ₆ xP ₉	2.29	2.13	2.29	2.21	3.75	0.0
P ₆ xP ₁₀	2.43	2.13	2.43	2.28	6.70	0.0
P ₇ xP ₈	2.24	2.10	2.24	2.17	3.22	0.0
P ₇ xP ₉	2.38	2.10	2.38	2.24	6.47	0.0
P ₇ xP ₁₀	2.03	2.10	2.10	2.10	-3.09	-3.09
P ₈ xP ₉	1.99	2.26	2.26	2.26	-11.72	-11.72
P ₈ xP ₁₀	2.10	2.26	2.26	2.26	-7.07	-7.07
P ₉ xP ₁₀	2.08	2.07	2.07	2.07	0.24	0.0

Cuadro A.2. Heterosis en base al promedio de los progenitores (h) y al mejor progenitor (h'') para altura de mazorca en las 45 cruzas directas posibles de los 10 progenitores. UAAA-UL.

Cruza	F1	Pi	Pj	Pi+Pj /2	H''	H
P ₁ xP ₂	87.10	97.90	97.90	97.90	-11.03	-11.03
P ₁ xP ₃	95.20	97.90	97.90	97.90	-2.75	-2.75
P ₁ xP ₄	91.40	97.90	97.90	97.90	-6.63	-6.63
P ₁ xP ₅	91.30	97.90	97.90	97.90	-6.74	-6.74
P ₁ xP ₆	81.65	97.90	97.90	97.00	-16.59	-16.59
P ₁ xP ₇	100.40	97.90	100.40	99.15	1.26	0.0
P ₁ xP ₈	93.05	97.90	97.90	97.90	-4.95	-4.95
P ₁ xP ₉	120.90	97.90	120.90	109.40	10.51	0.0
P ₁ xP ₁₀	106.90	97.90	106.90	102.40	4.39	0.0
P ₂ xP ₃	95.65	102.85	102.85	102.85	-7.00	-7.00
P ₂ xP ₄	100.04	102.85	102.85	102.85	-2.73	-2.73
P ₂ xP ₅	107.20	102.85	107.20	105.02	2.07	0.0
P ₂ xP ₆	107.10	102.85	107.10	104.97	2.02	0.0
P ₂ xP ₇	106.05	102.85	106.05	104.45	1.53	0.0
P ₂ xP ₈	100.75	102.85	102.85	102.85	-2.04	-2.04
P ₂ xP ₉	105.75	102.85	105.75	104.30	1.39	0.0
P ₂ xP ₁₀	96.05	102.85	102.85	102.85	-6.61	-6.61
P ₃ xP ₄	94.65	94.50	94.65	94.57	0.07	0.0
P ₃ xP ₅	120.00	94.50	120.00	107.25	11.88	0.0
P ₃ xP ₆	110.00	94.50	110.00	102.25	7.57	0.0
P ₃ xP ₇	84.05	94.50	94.50	94.50	-11.05	-11.05
P ₃ xP ₈	95.50	94.50	95.50	94.50	1.05	0.0
P ₃ xP ₉	122.85	94.50	122.85	108.67	13.04	0.0
P ₃ xP ₁₀	101.20	94.50	101.20	97.85	3.42	0.0
P ₄ xP ₅	76.50	90.95	90.95	90.95	-15.88	-15.88
P ₄ xP ₆	95.10	90.95	95.10	93.02	2.23	0.0
P ₄ xP ₇	76.45	90.95	90.95	90.95	-15.94	-15.94
P ₄ xP ₈	90.95	90.95	90.95	90.95	0.0	0.0
P ₄ xP ₉	101.35	90.95	101.35	96.15	5.40	0.0
P ₄ xP ₁₀	103.75	90.95	103.75	97.35	6.57	0.0
P ₅ xP ₆	106.55	100.00	106.55	103.27	3.17	0.0
P ₅ xP ₇	100.15	100.00	100.15	100.07	0.07	0.0
P ₅ xP ₈	108.55	100.00	108.55	104.27	4.09	0.0
P ₅ xP ₉	109.40	100.00	109.40	104.70	4.48	0.0
P ₅ xP ₁₀	97.10	100.00	100.00	100.00	-2.90	-2.90
P ₆ xP ₇	89.10	105.30	105.30	105.30	-15.38	-15.38
P ₆ xP ₈	118.95	105.30	118.95	112.12	6.08	0.0
P ₆ xP ₉	120.90	105.30	120.90	113.10	6.89	0.0
P ₆ xP ₁₀	120.65	105.30	120.65	113.10	6.89	0.0
P ₇ xP ₈	109.75	96.60	109.75	103.17	6.37	0.0
P ₇ xP ₉	108.50	96.60	108.50	102.55	5.80	0.0
P ₇ xP ₁₀	95.60	96.60	96.60	96.60	-1.03	-1.03
P ₈ xP ₉	93.40	82.95	93.40	88.17	5.92	0.0
P ₈ xP ₁₀	101.40	82.95	101.40	92.17	10.00	0.0
P ₉ xP ₁₀	109.25	95.50	109.25	102.37	6.71	0.0

Cuadro A.3. Heterosis en base al promedio de los progenitores (h) y al mejor progenitor (h'') para peso de la planta en verde en las 45 cruzas directas posibles de los 10 progenitores. UAAA-UL.

Cruza	F1	Pi	Pj	Pi+Pj /2	H''	H
P ₁ xP ₂	4.65	4.00	4.65	4.32	7.51	0.0
P ₁ xP ₃	3.47	4.00	4.00	4.00	-13.12	-13.12
P ₁ xP ₄	5.07	4.00	5.07	4.53	11.85	0.0
P ₁ xP ₅	4.60	4.00	4.60	4.30	6.97	0.0
P ₁ xP ₆	4.37	4.00	4.37	4.18	4.54	0.0
P ₁ xP ₇	4.25	4.00	4.25	4.12	3.03	0.0
P ₁ xP ₈	3.70	4.00	4.00	4.00	-7.50	-7.50
P ₁ xP ₉	3.85	4.00	4.00	4.00	-3.75	-3.75
P ₁ xP ₁₀	3.72	4.00	4.00	4.00	-6.87	-6.87
P ₂ xP ₃	3.60	2.60	3.60	3.10	16.12	0.0
P ₂ xP ₄	3.92	2.60	3.92	3.26	20.32	0.0
P ₂ xP ₅	3.17	2.60	3.17	2.88	9.97	0.0
P ₂ xP ₆	4.26	2.60	4.26	3.43	24.27	0.0
P ₂ xP ₇	3.69	2.60	3.69	3.14	17.32	0.0
P ₂ xP ₈	3.45	2.60	3.45	3.02	14.04	0.0
P ₂ xP ₉	4.35	2.60	4.35	3.47	25.17	0.0
P ₂ xP ₁₀	3.70	2.60	3.70	3.15	17.46	0.0
P ₃ xP ₄	3.40	3.47	3.47	3.47	-2.15	-2.15
P ₃ xP ₅	4.30	3.47	4.30	3.88	10.62	0.0
P ₃ xP ₆	4.72	3.47	4.72	4.10	15.24	0.0
P ₃ xP ₇	3.30	3.47	3.47	3.47	-5.03	-5.03
P ₃ xP ₈	3.93	3.47	3.93	3.70	6.20	0.0
P ₃ xP ₉	5.19	3.47	5.19	4.33	19.83	0.0
P ₃ xP ₁₀	5.32	3.47	5.32	4.40	21.02	0.0
P ₄ xP ₅	3.70	4.45	4.45	4.45	-16.85	-16.85
P ₄ xP ₆	4.10	4.45	4.45	4.45	-7.86	-7.86
P ₄ xP ₇	3.35	4.45	4.45	4.45	-24.71	-24.71
P ₄ xP ₈	3.45	4.45	4.45	4.45	-22.47	-22.47
P ₄ xP ₉	3.45	4.45	4.45	4.45	-22.47	-22.47
P ₄ xP ₁₀	4.42	4.45	4.45	4.45	-0.56	-0.56
P ₅ xP ₆	3.65	3.50	3.65	3.57	2.09	0.0
P ₅ xP ₇	4.67	3.50	4.67	4.08	14.38	0.0
P ₅ xP ₈	3.90	3.50	3.90	3.70	5.40	0.0
P ₅ xP ₉	5.07	3.50	5.07	4.28	18.43	0.0
P ₅ xP ₁₀	4.20	3.50	4.20	3.85	9.09	0.0
P ₆ xP ₇	4.15	4.60	4.60	4.60	-9.78	-9.78
P ₆ xP ₈	3.90	4.60	4.60	4.60	-15.21	-15.21
P ₆ xP ₉	3.25	4.60	4.60	4.60	-29.34	-29.34
P ₆ xP ₁₀	3.92	4.60	4.60	4.60	-14.67	-14.67
P ₇ xP ₈	3.30	4.05	4.05	4.05	-18.51	-18.51
P ₇ xP ₉	3.85	4.05	4.05	4.05	-4.93	-4.93
P ₇ xP ₁₀	3.80	4.05	4.05	4.05	-6.17	-6.17
P ₈ xP ₉	3.95	3.15	3.95	3.55	11.12	0.0
P ₈ xP ₁₀	2.90	3.15	3.15	3.15	-7.93	-7.93
P ₉ xP ₁₀	3.42	3.72	3.72	3.72	-8.05	-8.05

Cuadro A.4. Heterosis en base al promedio de los progenitores (h) y al mejor progenitor (h") para el peso de elote en las 45 cruzas directas posibles de los 10 progenitores. UAAAN-UL

Cruza	F1	Pi	Pj	Pi+Pj /2	H"	H
P ₁ xP ₂	0.62	1.67	1.67	1.67	-62.68	-62.68
P ₁ xP ₃	0.85	1.67	1.67	1.67	-49.25	-49.25
P ₁ xP ₄	1.04	1.67	1.67	1.67	-37.91	-37.91
P ₁ xP ₅	1.20	1.67	1.67	1.67	-28.35	-28.35
P ₁ xP ₆	0.87	1.67	1.67	1.67	-47.76	-47.76
P ₁ xP ₇	1.30	1.67	1.67	1.67	-22.38	-22.38
P ₁ xP ₈	1.05	1.67	1.67	1.67	-37.31	-37.31
P ₁ xP ₉	1.10	1.67	1.67	1.67	-34.32	-34.32
P ₁ xP ₁₀	1.25	1.67	1.67	1.67	-25.37	-25.37
P ₂ xP ₃	1.65	1.45	1.65	1.55	6.45	0.0
P ₂ xP ₄	1.75	1.45	1.75	1.60	9.37	0.0
P ₂ xP ₅	2.05	1.45	2.05	1.75	17.12	0.0
P ₂ xP ₆	1.10	1.45	1.45	1.45	-24.17	-24.13
P ₂ xP ₇	1.75	1.45	1.75	1.60	-16.00	-16.00
P ₂ xP ₈	1.38	1.45	1.45	1.45	9.09	0.0
P ₂ xP ₉	1.50	1.45	1.50	1.47	15.25	0.0
P ₂ xP ₁₀	1.10	1.45	1.45	1.45	-24.13	-24.13
P ₃ xP ₄	1.05	1.25	1.25	1.25	-16.00	-16.00
P ₃ xP ₅	1.50	1.25	1.50	1.37	9.09	0.0
P ₃ xP ₆	1.70	1.25	1.70	1.47	15.25	0.0
P ₃ xP ₇	1.10	1.25	1.25	1.25	-12.00	-12.00
P ₃ xP ₈	1.25	1.25	1.25	1.25	0.0	0.0
P ₃ xP ₉	2.00	1.25	2.00	1.62	23.07	0.0
P ₃ xP ₁₀	2.15	1.25	2.15	1.70	26.47	0.0
P ₄ xP ₅	1.35	1.90	1.90	1.90	-28.94	-28.94
P ₄ xP ₆	1.20	1.90	1.90	1.90	-36.84	-36.84
P ₄ xP ₇	1.00	1.90	1.90	1.90	-47.36	-47.36
P ₄ xP ₈	1.00	1.90	1.90	1.90	-42.10	-42.10
P ₄ xP ₉	0.65	1.90	1.90	1.90	-65.78	-65.78
P ₄ xP ₁₀	1.60	1.90	1.90	1.90	-15.78	-15.78
P ₅ xP ₆	1.15	1.25	1.25	1.25	-8.00	-8.000
P ₅ xP ₇	1.05	1.25	1.25	1.25	-16.00	-16.00
P ₅ xP ₈	1.45	1.25	1.45	1.35	7.40	0.0
P ₅ xP ₉	1.55	1.25	1.55	1.40	10.71	0.0
P ₅ xP ₁₀	1.15	1.25	1.25	1.25	-8.00	-8.00
P ₆ xP ₇	1.40	1.95	1.95	1.95	-28.20	-28.20
P ₆ xP ₈	1.10	1.95	1.95	1.95	-43.58	-43.58
P ₆ xP ₉	1.30	1.95	1.95	1.95	-33.33	-33.33
P ₆ xP ₁₀	1.60	1.95	1.95	1.95	-17.94	-17.94
P ₇ xP ₈	1.40	1.85	1.85	1.85	-24.32	-24.32
P ₇ xP ₉	0.80	1.85	1.85	1.85	-56.75	-56.75
P ₇ xP ₁₀	1.35	1.85	1.85	1.85	-27.02	-27.02
P ₈ xP ₉	0.90	1.55	1.55	1.55	-41.93	-41.93
P ₈ xP ₁₀	0.80	1.55	1.55	1.55	-48.38	-48.38
P ₉ xP ₁₀	1.05	1.65	1.65	1.65	-36.36	-36.36

Cuadro A.5. Heterosis en base al promedio de los progenitores (h) y al mejor progenitor (h'') para índice de cosecha en las 45 cruzas directas posibles de los 10 progenitores. UAAAN-UL. 2002

CRUZA	F1	Pi	Pj	Pi+Pj /2	H''	H
P ₁ xP ₂	1.38	4.18	4.18	4.18	-66.90	-66.90
P ₁ xP ₃	2.35	4.18	4.18	4.18	-43.84	-43.84
P ₁ xP ₄	2.00	4.18	4.18	4.18	-52.21	-52.21
P ₁ xP ₅	2.55	4.18	4.18	4.18	-39.06	-39.06
P ₁ xP ₆	1.95	4.18	4.18	4.18	-53.40	-53.40
P ₁ xP ₇	3.10	4.18	4.18	4.18	-25.92	-25.92
P ₁ xP ₈	2.80	4.18	4.18	4.18	-33.09	-33.09
P ₁ xP ₉	2.80	4.18	4.18	4.18	-33.09	-33.09
P ₁ xP ₁₀	3.30	4.18	4.18	4.18	-21.14	-21.14
P ₂ xP ₃	4.62	6.00	6.00	6.00	-23.00	-23.00
P ₂ xP ₄	4.42	6.00	6.00	6.00	-26.33	-26.33
P ₂ xP ₅	6.45	6.00	6.45	6.22	3.61	0.0
P ₂ xP ₆	2.55	6.00	6.00	6.00	-57.50	-57.50
P ₂ xP ₇	4.80	6.00	6.00	6.00	-20.00	-20.00
P ₂ xP ₈	4.85	6.00	6.00	6.00	-19.16	-19.16
P ₂ xP ₉	3.45	6.00	6.00	6.00	-42.50	-42.50
P ₂ xP ₁₀	2.95	6.00	6.00	6.00	-50.83	-50.83
P ₃ xP ₄	3.05	3.50	3.50	3.50	-12.85	-12.85
P ₃ xP ₅	3.45	3.50	3.50	3.50	-1.42	-1.42
P ₃ xP ₆	3.50	3.50	3.50	3.50	0.0	0.0
P ₃ xP ₇	3.30	3.50	3.50	3.50	-5.714	-5.71
P ₃ xP ₈	3.15	3.50	3.50	3.50	-10.00	-10.00
P ₃ xP ₉	3.80	3.50	3.80	3.65	4.10	0.0
P ₃ xP ₁₀	3.95	3.50	3.95	3.72	6.04	0.0
P ₄ xP ₅	3.60	4.20	4.20	4.20	-8.33	-8.33
P ₄ xP ₆	2.85	4.20	4.20	4.20	-32.12	-32.14
P ₄ xP ₇	2.90	4.20	4.20	4.20	-30.95	-30.95
P ₄ xP ₈	3.15	4.20	4.20	4.20	-25.00	-25.00
P ₄ xP ₉	1.90	4.20	4.20	4.20	-54.76	-54.76
P ₄ xP ₁₀	3.60	4.20	4.20	4.20	-14.28	-14.28
P ₅ xP ₆	3.00	3.65	3.65	3.65	-17.80	-17.80
P ₅ xP ₇	2.20	3.65	3.65	3.65	-39.72	-39.72
P ₅ xP ₈	2.95	3.65	3.65	3.65	-19.17	-19.17
P ₅ xP ₉	3.00	3.65	3.65	3.65	-17.80	-17.80
P ₅ xP ₁₀	2.65	3.65	3.65	3.65	-27.39	-27.39
P ₆ xP ₇	3.30	4.20	4.20	4.20	-21.42	-21.42
P ₆ xP ₈	2.75	4.20	4.20	4.20	-34.52	-34.52
P ₆ xP ₉	3.90	4.20	4.20	4.20	-7.14	-7.14
P ₆ xP ₁₀	4.00	4.20	4.20	4.20	-4.76	-4.76
P ₇ xP ₈	4.10	4.52	4.52	4.52	-9.29	-9.29
P ₇ xP ₉	2.05	4.52	4.52	4.52	-54.69	-54.69
P ₇ xP ₁₀	3.50	4.52	4.52	4.52	-22.65	-22.65
P ₈ xP ₉	2.20	4.90	4.90	4.90	-55.10	-55.10
P ₈ xP ₁₀	2.72	4.90	4.90	4.90	-44.48	-44.48
P ₉ xP ₁₀	3.05	4.40	4.40	4.40	-30.68	-30.68

Cuadro A.6. Heterosis en base al promedio de los progenitores (h) y al mejor progenitor (h'') para peso de materia verde en las 45 cruzas directas posibles de los 10 progenitores. UAAAN-UL. 2002

CRUZA	F1	Pi	Pj	Pi+Pj /2	H''	H
P ₁ xP ₂	5.27	5.67	5.67	5.67	-7.04	-7.04
P ₁ xP ₃	4.32	5.67	5.67	5.67	-23.78	-23.78
P ₁ xP ₄	6.11	5.67	6.11	5.89	3.73	0.0
P ₁ xP ₅	5.80	5.67	5.80	5.73	1.09	0.0
P ₁ xP ₆	5.25	5.67	5.67	5.67	-7.48	-7.48
P ₁ xP ₇	5.55	5.67	5.67	5.67	-2.20	-2.20
P ₁ xP ₈	4.75	5.67	5.67	5.67	-16.29	-16.29
P ₁ xP ₉	4.95	5.67	5.67	5.67	-12.77	-12.77
P ₁ xP ₁₀	4.97	5.67	5.67	5.67	-12.33	-12.33
P ₂ xP ₃	5.20	4.05	5.20	4.62	12.43	0.0
P ₂ xP ₄	5.82	4.05	5.82	4.93	17.98	0.0
P ₂ xP ₅	5.22	4.05	5.22	4.63	12.68	0.0
P ₂ xP ₆	5.36	4.05	5.36	4.70	13.97	0.0
P ₂ xP ₇	5.44	4.05	5.44	4.74	14.64	0.0
P ₂ xP ₈	4.83	4.05	4.83	4.44	8.78	0.0
P ₂ xP ₉	5.75	4.05	5.75	4.90	17.34	0.0
P ₂ xP ₁₀	4.80	4.05	4.80	4.42	8.47	0.0
P ₃ xP ₄	4.45	4.72	4.72	4.72	-5.82	-5.82
P ₃ xP ₅	5.80	4.72	5.80	5.26	10.22	0.0
P ₃ xP ₆	6.42	4.72	6.42	5.57	15.24	0.0
P ₃ xP ₇	4.40	4.72	5.72	4.72	-6.87	-6.87
P ₃ xP ₈	5.18	4.72	5.18	4.95	4.64	0.0
P ₃ xP ₉	7.19	4.72	7.19	4.96	20.72	0.0
P ₃ xP ₁₀	7.47	4.72	7.47	6.10	22.54	0.0
P ₄ xP ₅	5.05	6.35	6.35	6.35	-20.47	-20.47
P ₄ xP ₆	5.30	6.35	6.35	6.35	-16.53	-16.53
P ₄ xP ₇	4.35	6.35	6.35	6.35	-31.49	-31.49
P ₄ xP ₈	4.55	6.35	6.35	6.35	-28.34	-28.34
P ₄ xP ₉	4.10	6.35	6.35	6.35	-35.43	-35.43
P ₄ xP ₁₀	6.02	6.35	6.35	6.35	-5.11	-5.11
P ₅ xP ₆	4.80	4.75	4.80	4.77	0.52	0.0
P ₅ xP ₇	5.72	4.75	5.72	5.23	9.31	0.0
P ₅ xP ₈	5.85	4.75	5.85	5.30	10.37	0.0
P ₅ xP ₉	6.62	4.75	6.62	5.68	16.49	0.0
P ₅ xP ₁₀	5.35	4.75	5.35	5.05	5.94	0.0
P ₆ xP ₇	5.55	6.55	6.55	6.55	-15.26	-15.26
P ₆ xP ₈	5.50	6.55	6.55	6.55	-16.03	-16.03
P ₆ xP ₉	4.55	6.55	6.55	6.55	-30.53	-30.53
P ₆ xP ₁₀	5.52	6.55	6.55	6.55	-15.64	-15.64
P ₇ xP ₈	4.70	5.90	5.90	5.90	-20.33	-20.33
P ₇ xP ₉	4.65	5.90	5.90	5.90	-21.71	-21.18
P ₇ xP ₁₀	5.15	5.90	5.90	5.90	-12.71	-12.71
P ₈ xP ₉	4.85	4.70	4.85	4.77	1.57	0.0
P ₈ xP ₁₀	3.70	4.70	4.70	4.70	-21.27	-21.27
P ₉ xP ₁₀	4.47	5.37	5.37	5.37	-16.74	-16.74

Cuadro A.7. Heterosis en base al promedio de los progenitores (h) y al mejor progenitor (h'') para peso de materia verde en las 45 cruzas directas posibles de los 10 progenitores. UAAAN-UL. 2002

CRUZA	F1	Pi	Pj	Pi+Pj /2	H''	H
P ₁ xP ₂	55.00	53.00	55.00	55.00	100.00	100.00
P ₁ xP ₃	54.00	53.00	54.00	54.00	100.00	100.00
P ₁ xP ₄	54.50	53.00	54.50	54.50	100.00	100.00
P ₁ xP ₅	54.50	53.00	54.50	54.50	100.00	100.00
P ₁ xP ₆	53.50	53.00	53.50	53.50	100.00	100.00
P ₁ xP ₇	53.50	53.00	53.50	53.50	100.00	100.00
P ₁ xP ₈	53.00	53.00	53.00	53.00	100.00	100.00
P ₁ xP ₉	53.50	53.00	53.50	53.50	100.00	100.00
P ₁ xP ₁₀	54.50	53.00	54.50	54.50	100.00	100.00
P ₂ xP ₃	54.00	54.50	54.50	54.50	99.08	99.08
P ₂ xP ₄	55.00	54.50	55.00	54.75	100.45	100.00
P ₂ xP ₅	56.00	54.50	56.00	55.25	101.35	100.00
P ₂ xP ₆	54.50	54.50	54.50	54.50	100.00	100.00
P ₂ xP ₇	53.50	54.50	54.50	54.50	98.16	98.16
P ₂ xP ₈	53.50	54.50	54.50	54.50	98.16	98.16
P ₂ xP ₉	55.00	54.50	55.00	54.75	100.45	100.00
P ₂ xP ₁₀	55.50	54.50	55.50	55.00	100.00	100.00
P ₃ xP ₄	55.50	56.50	56.50	56.50	98.23	98.23
P ₃ xP ₅	55.00	56.50	56.50	56.50	97.34	97.34
P ₃ xP ₆	55.50	56.50	56.50	56.50	98.23	98.23
P ₃ xP ₇	54.00	56.50	56.50	56.50	95.57	95.57
P ₃ xP ₈	54.00	56.50	56.50	56.50	95.57	95.57
P ₃ xP ₉	55.00	56.50	56.50	56.50	97.34	97.34
P ₃ xP ₁₀	54.00	56.50	56.50	56.50	95.57	95.57
P ₄ xP ₅	54.50	55.50	55.50	55.50	98.19	98.19
P ₄ xP ₆	54.50	55.50	55.50	55.50	98.19	98.19
P ₄ xP ₇	55.00	55.50	55.50	55.50	99.09	99.09
P ₄ xP ₈	55.50	55.50	55.50	55.50	100.00	100.00
P ₄ xP ₉	54.50	55.50	55.50	55.50	98.19	98.19
P ₄ xP ₁₀	54.50	55.50	55.50	55.50	98.19	98.19
P ₅ xP ₆	54.50	57.50	57.50	57.50	94.78	98.19
P ₅ xP ₇	55.00	57.50	57.50	57.50	95.65	95.65
P ₅ xP ₈	53.50	57.50	57.50	57.50	93.04	93.04
P ₅ xP ₉	55.00	57.50	57.50	57.50	95.65	95.65
P ₅ xP ₁₀	57.00	57.50	57.50	57.50	99.13	99.13
P ₆ xP ₇	56.50	56.50	56.50	56.50	100.00	100.00
P ₆ xP ₈	55.50	56.50	56.50	56.50	98.23	98.23
P ₆ xP ₉	56.50	56.50	56.50	56.50	100.00	100.00
P ₆ xP ₁₀	56.00	56.50	56.50	56.50	99.11	99.11
P ₇ xP ₈	55.00	58.00	58.00	58.00	94.82	94.82
P ₇ xP ₉	56.50	58.00	58.00	58.00	97.41	97.41
P ₇ xP ₁₀	57.00	58.00	58.00	58.00	98.27	98.27
P ₈ xP ₉	56.00	55.00	56.00	55.50	100.90	100.00
P ₈ xP ₁₀	56.00	55.00	56.00	55.50	100.90	100.00
P ₉ xP ₁₀	57.50	57.50	57.50	57.50	100.90	100.00